



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CAMPUS CARAÚBAS
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

HERNANE DA SILVA SANTOS

AVALIAÇÃO DAS PATOLOGIAS ENCONTRADAS NA RN-072 QUE LIGA AS
CIDADES DE LUCRÉCIA À UMARIZAL

Caraúbas/RN, Maio de 2016

HERNANE DA SILVA SANTOS

**AVALIAÇÃO DAS PATOLOGIAS ENCONTRADAS NA RN-072 QUE LIGA AS
CIDADES DE LUCRÉCIA À UMARIZAL**

Trabalho de Conclusão do curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Campus Caraúbas, como exigência final para obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientadora: Prof.^a. Ms. DESIREÉ ALVES DE OLIVEIRA

CARAÚBAS-RN

2016

HERNANE DA SILVA SANTOS

**AVALIAÇÃO DAS PATOLOGIAS ENCONTRADAS NA RN-072 QUE LIGA AS
CIDADES DE LUCRÉCIA À UMARIZAL**

Trabalho de Conclusão do curso de
Bacharelado em Ciência e Tecnologia da
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
(UFERSA), Campus Caraúbas, como exigência
final para obtenção do título de Bacharel em
Ciência e Tecnologia.

APROVADA EM: 30/10/2016

BANCA EXAMINADORA


Prof.^a Ms. Desireé Alves de Oliveira – UFERSA
Presidente


Prof. Ms. Wellington Lorrán Gaia Ferreira – UFERSA
Primeiro Membro


DSc.. Rejane Ramos Dantas — UFERSA
Segundo Membro

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (s) autor (s), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.510/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (s) respectivo (s) autor (s) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

S557a Santos, Hernane da Silva .
Avaliação das Patologias Encontradas na EN-072
que liga as cidades de Lucrécia à Umarizal /
Hernane da Silva Santos. - 2016.
61 f. : il.

Orientadora: Deiseleide Alves Oliveira.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-Árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2016.

1. Pavimentos Asfálticos. 2. Patologias. 3.
Gerência de Pavimentos. I. Oliveira, Deiseleide Alves
, orient. II. Título.

O serviço de criação automática de ficha catalográfica para trabalhos de conclusão de curso (TCCs) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Exatas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o sistema de bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), sendo customizado pela superintendência de tecnologia da informação e comunicação (STIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos cursos de graduação e programas de pós-graduação da universidade.

AGRADECIMENTOS

“Tudo tem o seu tempo determinado, e há tempo para todo o propósito debaixo do céu.”.

(Eclesiastes, cap. 03, vers. 01).

Há tempo também de agradecer.

Em primeiro lugar – DEUS – criador do céu e da terra e tudo que nela existe.

Agradecer a dona Edna, minha mãe, que me gerou, amamentou, amou, cuidou, educou, apoiou, me deu exemplo de fé, coragem, esperança, humildade, honestidade, generosidade. Além disso batalhou e batalha, para mim fazer uma pessoa cada dia melhor.

A meu Avô Arnaldo – a vida continua, você venceu mais uma batalha! Venceu o câncer! Exemplo de responsabilidade e compromisso, um homem a ser espelhado.

A minha avó Maria Rita (*in memoriam*), que fez dos seus ensinamentos em minha vida forma suficientes para jamais te esquecer – Eternas saudades...

A minha família: Todos vocês fazem minha história, me constroem e me constituem enquanto sujeito, enquanto homem, enquanto amigo.

À minha namorada Lorena Camila ofereço um agradecimento mais do que especial, por ter vivenciado comigo passo a passo todos os detalhes deste trabalho, por ter me dado todo o apoio que necessitava nos momentos difíceis, todo carinho, respeito, por ter me aturado nos momentos de estresse, e por tornar minha vida cada dia mais feliz.

Em especial agradeço minha professora Desireé, que foi uma orientadora extraordinária, estando sempre presente, esclarecendo as minhas dúvidas, tendo muita paciência, competência, confiança, conhecimentos e principalmente a amizade.

Aos amigos que fiz nessa jornada, em especial: Paulo Victor (Joab), Costa Jr. (Garotinho Levado), Nirondy (O Grafiteiro), Marcelo Henrique (Patrão), João Luiz (Jumentinho), Lucas (Tonelada), Lucas (Ceará), Maysson, Hudson Diego (Teco), Wesley (Tico), João Neto, Victor (Chernobyl), entre outros, porque se eu for colocar todo mundo aqui eu entregaria esse trabalho no próximo ano.

Aos meus parceiros da casa: Saulo, Felipe, Eliaque, Bruna e o turista Sávio no caminho desta conquista vivemos muitas experiências, ampliamos nossa visão e nosso conhecimento. Aprendemos a conviver, a não desistir de lutar, a tentar novamente, a superar e a surpreender. Hoje, ao escrever esses agradecimentos, a imaginação toma forma e histórias são revividas — seja através de lágrimas ou sorrisos. O certo é que, ao olharmos para trás, precisamos reconhecer e agradecer a todos que contribuíram para que, hoje, pudéssemos chegar aonde chegamos. Esta vitória tem o sabor das dificuldades superadas, do dever cumprido, das sólidas amizades e dos momentos inesquecíveis compartilhados.

“De tudo ficarão três coisas: a certeza de que estamos começando, a certeza de que é preciso continuar e a certeza de que podemos ser interrompidos antes de terminar. Fazer da interrupção um caminho novo. Fazer da queda um passo de dança. Do medo, uma escada. Do sonho, uma ponte. Da procura, um encontro”. (Fernando Sabino)

RESUMO

O corrente trabalho trata de uma avaliação da superfície do pavimento da rodovia RN-072. Primeiramente, realizou-se um estudo sobre as condições da referida rodovia no do Estado do Rio Grande do Norte, descrevendo algumas características, como largura da pista, número de faixas e volume de tráfego. Em seguida foi elaborado um estudo teórico-metodológico sobre pavimento, sua estrutura de camadas, a sua classificação e os materiais mais utilizados para a pavimentação asfáltica. Além disso, foram descritos, detalhadamente, as patologias que ocorrem em pavimentos asfálticos e quais as suas possíveis causas, visando absorver uma base conceitual para o diagnóstico da avaliação a ser executado. Para a ação de campo, foi escolhido um trecho de 300 m que liga as cidades de Lucrécia à Umarizal, com o intuito de realizar um levantamento das patologias encontradas na superfície do pavimento asfáltico. O método adotado foi baseado na Norma do DNIT 006/2003 - PRO, que consiste na “Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos”. Após a realização do trabalho de campo, os dados coletados foram tabulados e analisados, a fim de obter um índice que retrate o grau de degradação atingido. Calculou-se o IGG (Índice de Gravidade Global), que conceituou o trecho estudado em péssimo no seu estado de conservação. Diante disso, foram propostas medidas corretivas para os defeitos encontrados.

Palavras – Chave: Patologias. Pavimentos Asfálticos. Gerência de Pavimentos.

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Tabela de Código de Defeitos.....	27
QUADRO 2 – Condições de Superfície do Pavimento.....	38
QUADRO 3 – Condição do pavimento em função do IGG.....	46
QUADRO 4 – Valor de fator de ponderação.....	47

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Estrutura de um Pavimento Flexível.....	22
FIGURA 2 – Classificação das bases e sub-bases flexíveis e semi-rígidas.....	25
FIGURA 3 – Trinca Jacaré.....	31
FIGURA 4 – Trincas Transversais.....	32
FIGURA 5 – Trinca Longitudinal.....	32
FIGURA 6 – Trinca tipo bloco.....	33
FIGURA 7 – Exsudação.....	33
FIGURA 8 – Escorregamento.....	34
FIGURA 9 – Escorregamento do revestimento.....	34
FIGURA 10 – Desgaste.....	35
FIGURA 11 – Depressão.....	36
FIGURA 12 – Afundamento de Trilha.....	37
FIGURA 13 – Afundamento.....	37
FIGURA 14 – Corrugação.....	38
FIGURA 15 – Remendo.....	38
FIGURA 16 – Remendo mal executado.....	39
FIGURA 17 – Remendo bem executado.....	39
FIGURA 18 – Panelas.....	39
FIGURA 19 – Exemplo de estação em pista simples.....	43
FIGURA 20 – Trecho em estudo.....	46
FIGURA 21 – Panela.....	53
FIGURA 22 – Trincas Transversais.....	54
FIGURA 23 – Desgaste, Trilhas de Roda, Afundamento.....	54
FIGURA 24 – Trincas Longitudinais.....	55
FIGURA 25 – Panelas e Remendo mal executado	55
FIGURA 26 – Trincas Interligadas.....	56

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1 PROBLEMA	15
1.2 JUSTIFICATIVA	16
2. OBJETIVOS	18
2.1 OBJETIVO GERAL.....	18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
3.1 PAVIMENTO RODOVIÁRIO	19
3.2 ESTRUTURAS DO PAVIMENTO.....	20
3.3 CAMADAS CONSTITUINTES.....	21
3.3.1 Subleito	21
3.3.2 Reforço do subleito	21
3.3.3 Sub-base.....	22
3.3.4 Base	22
3.3.5 Revestimento	24
3.4 PRINCIPAIS PATOLOGIAS.....	27
3.5 AVALIAÇÃO DOS PAVIMENTOS ASFÁLTICOS.....	38
3.5.1 Dnit 006/2003 – Pro – Avaliação objetiva da superfície de pavimentos asfálticos – Procedimento	40
4. METODOLOGIA	43
4.2 A RODOVIA A SER ESTUDADA	44
4.3 METODOLOGIA UTILIZADA NO TRABALHO DE CAMPO.....	46
4.4 PROCEDIMENTOS DO LEVANTAMENTO DE DADOS NA AVALIAÇÃO FUNCIONAL OBJETIVA.....	46
4.4.1 Cálculo do índice de gravidade global expedito.....	47

5. RESULTADOS.....	51
6. CONCLUSÃO	59
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

1. INTRODUÇÃO

No Brasil o transporte rodoviário é o principal meio de escoamento da população e da produção nacional e, por isso, é imperioso que as vias rodoviárias estejam sempre em boas condições. Entretanto, estradas esburacadas e desniveladas, entre outros defeitos, estão presentes nas rodovias de todas as regiões do Brasil, e essa é a causa de vários transtornos para os que as trafegam.

No interior do Rio Grande do Norte, na região do alto-oeste, encontramos esse problema. No trecho entre as cidades de Lucrécia e Umarizal, de aproximadamente 18 km, podemos observar com facilidade a maioria das complicações existentes na maior parte das estradas do nosso país.

Diante disso, como cidadãos que utilizam a RN-072, temos nos preocupado com as patologias existentes na estrada que ligam às cidades referidas, visto que, esses defeitos estão trazendo prejuízos enormes para os que a trafegam, tanto financeiramente, como também a perda da vida.

1.1 PROBLEMA

Os pavimentos possuem um determinado período de vida útil. Durante este período, sofre transição de uma condição ótima até uma condição ruim. O decréscimo da condição ou da serventia do pavimento ao longo do tempo é conhecido como deterioração do pavimento (DNIT, 2006). A deterioração do pavimento é agravada com o passar do tempo e é acompanhada do aparecimento de patologias caso não haja uma avaliação e manutenção frequentes conforme a necessidade.

O sistema viário urbano e a malha rodoviária em nosso país estão em estado de colapso. As rodovias estão entregues a todos os tipos de danos possíveis, caracterizando um abandono por parte das autoridades brasileiras. O pensamento futurista das autoridades responsáveis pelo sistema rodoviário não se desenvolveu com o tempo, o pensamento arcaico é o que predomina.

Partindo para o caso particular da RN-072, verifica-se que, o que se vê a nível nacional reflete-se à escala estadual. É uma estrada que apresenta um fluxo rodoviário intenso, serve de ligação entre o alto-oeste potiguar e Mossoró, a maior cidade da região oeste, e apresenta diversos defeitos.

Problemas nessa rodovia potiguar, como, trincamentos e desintegração ocorrem frequentemente. Diferentes tipos de obstáculos são encontrados na estrada, e advêm de defeitos no pavimento. Grande parte das pessoas que utiliza essa rodovia queixa-se dos danos causados tanto nos seus veículos de transporte, como também, da falta de segurança que o uso dessa rodovia traz.

O estudo de Patologias em estradas apresenta várias indagações e sua problemática é extensa, pois podem ser de tipos e causas diversas, assim como também necessitam de recuperação característica. Essas patologias estão relacionadas à influência de diversos fatores.

Por isso, quais as patologias existentes na RN-072? Quais são os fatores que estão fazendo com que essas patologias estejam cada vez mais presentes? Como esse problema pode ser resolvido ou amenizado? O que se deve fazer para que a RN-072 permaneça em um estado de tráfego viável?

1.2 JUSTIFICATIVA

Durante o seu período de utilização, o pavimento pode sofrer deformações em sua estrutura devido a inúmeros fatores, como: deficiência de projeto ou de execução e falta de manutenção permanente, que podem levar ao surgimento de defeitos. Quando um pavimento compromete a segurança e o conforto dos usuários, ou quando a sua estrutura está sobremodo ameaçada, é imprescindível algum tipo de reparo ou de reabilitação para que ele volte a ser seguro, eficaz e de rolamento suave (DOMINGUES, 1993).

Cabe salientar, que quando essas patologias não passam por medidas corretivas, a tendência é piorar. Visto que, as patologias enfraquecem ainda mais o pavimento, deixando-o cada vez mais vulnerável à deterioração. Dessa forma, essas patologias tornam o pavimento cada vez mais perigoso e de restauração mais cara e difícil.

O desenvolvimento desse trabalho parte de uma pretensão de atentar os cidadãos que utilizam a rodovia para os defeitos que ali estão presentes e suas consequências. Também, tem o intuito de mostrar para as autoridades responsáveis que a RN-072 está em estado de calamidade e necessita de uma intervenção urgente.

Portanto, realizar a avaliação das condições atuais de uma rodovia e estudar as patologias nela encontradas é de fundamental importância. Pois, somente dessa

maneira pode-se tornar possível que tenham uma vida útil mais longa, por ser submetidas à frequente manutenção. Combatendo a tão comum e atual deterioração, que causa vários transtornos aos que utilizam as rodovias e leva ao fim de sua vida útil.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a condição superficial do pavimento asfáltico encontrado na RN-072 e compreender a situação atual, a fim de sugerir as possíveis alternativas para restabelecer a função da via.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar as patologias existentes na RN-072;
- Verificar os fatores que estão favorecendo as deficiências encontradas nessa via rodoviária;
- Informar algumas maneiras corretivas que poderão ser tomadas para a solução das patologias encontradas.
- Avaliar as condições da superfície do pavimento asfáltico com base nos procedimentos da norma do DNIT 006/2003 – PRO – Avaliação objetiva da superfície de pavimentos asfálticos – Procedimento;

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 PAVIMENTO RODOVIÁRIO

Uma vez que o solo natural não é suficientemente resistente para suportar a repetição de cargas de roda sem sofrer deformações significativas, torna-se necessária a construção de uma estrutura, denominada pavimento, que é construída sobre o subleito para suportar as cargas dos veículos de forma a distribuir as solicitações às suas diversas camadas e ao subleito (CRONEY, 1977).

Pavimento rodoviário, segundo o DNER (Departamento Nacional de Estrada e Rodagem), é a estrutura construída por uma ou mais camadas, destinada economicamente e simultaneamente a resistir e distribuir os esforços verticais oriundos das cargas transmitidas pelos veículos, melhorar as condições de rolamento quanto à comodidade e segurança dos usuários e resistir aos esforços horizontais que nele atuam, tornando mais durável a superfície do rolamento.

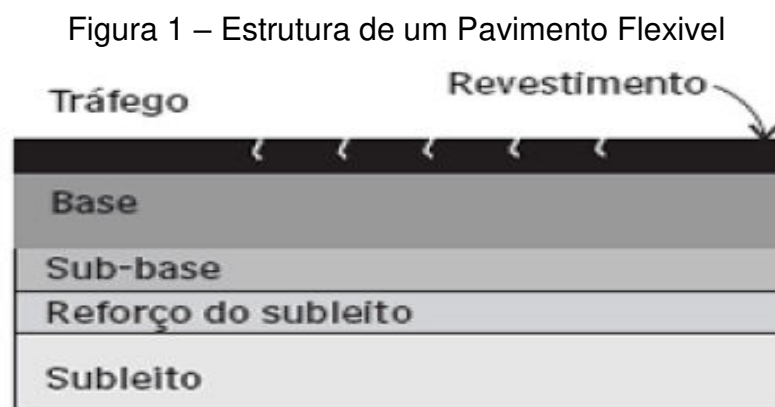
Pavimentos podem ser classificados em flexíveis, semi-rígidos e rígidos. O pavimento flexível é aquele em que todas as camadas sofre deformação elástica significativa, quando se aplica um carregamento. Já o pavimento semi-rígido é constituído de uma base cimentícia sobre o solo, e por último o pavimento rígido, que é o pavimento que tem uma elevada rigidez no seu revestimento, esse revestimento absorve quase todas as cargas aplicadas nele. Os pavimentos flexíveis possuem em sua constituição revestimentos asfálticos (betuminosos) delgados executado sobre camadas granulares ou acima de camada de solo estabilizado granulometricamente. Por sua vez, os pavimentos rígidos constituem-se em placas de concreto (cimento Portland) que podem ser armadas ou não, apoiadas sobre camadas granulares. A função das placas é absorver as tensões advindas do carregamento aplicado na estrutura, pois possuem uma elevada rigidez em relação às camadas subjacentes. Pavimentos considerados semi-rígidos apresentam-se como uma situação intermediária entre os pavimentos flexíveis e rígidos. Utilizam misturas do tipo solo-cal, solo-betume, solo-cimento, dentre outras que representa uma presumível resistência às solicitações de tração (DNIT, 2006).

Segundo BALBO (2007), respeitando uma terminologia coerente, de uma forma mais completa possível, o pavimento possui as seguintes camadas: revestimento,

base, sub-base e reforço do subleito. Dependendo do caso, o pavimento poderá ou não possuir camada de sub-base ou de reforço.

3.2 ESTRUTURAS DO PAVIMENTO

Segundo Bernucci *et al.* (2007), as estruturas de pavimentos são camadas construídas sobre uma fundação chamada de subleito. O comportamento estrutural do pavimento depende de inúmeros fatores. Na Figura 1, mostraremos a estrutura de um pavimento flexível.



Fonte: Bernucci *et al* (2007).

Uma estrutura bem projetada e bem construída deve resistir aos esforços solicitantes e impedir que poucas solicitações provoquem ruptura ou, até mesmo, deformações excessivas no pavimento (BERNUCCI *et al.*, 2007). Ou seja, a estrutura deve dar segurança e conforto para quem utiliza o complexo rodoviário em todas as vias, portanto um trabalho de dimensionamento de uma rodovia conseguira de uma forma ajudar na prevenção de patologias, ou no mínimo retardar o aparecimento de defeitos.

As principais propriedades dos materiais que devem ser levadas em conta ao projetar um pavimento são sua resistência à ruptura, permeabilidade e deformabilidade, frente à repetição de carga e ao efeito do clima (BERNUCCI *et al.*, 2007).

3.3 CAMADAS CONSTITUINTES

3.3.1 SUBLEITO

A seção transversal típica do pavimento flexível apresenta uma fundação, o subleito, e camadas que tem espessuras definidas por meio de um dos métodos de dimensionamento (SENÇO, 1997).

A NBR 11170 (TB-372) define subleito como sendo um “maciço teoricamente infinito que serve de fundação para um pavimento”. É nessa camada que há a necessidade de regularização da superfície, para que ela possa suportar as outras camadas.

Terreno de fundação do pavimento, no entanto, deve-se limitar este conceito apenas à camada superficial do terreno, pois os esforços que as camadas superiores exercem sobre o subleito são dispersos abaixo do solo, sendo desprezível o efeito atuante nas camadas inferiores (SENÇO, 1997).

3.3.2 REFORÇO DO SUBLEITO

Considera-se reforço do subleito, uma camada cuja finalidade é atenuar as cargas aplicadas sobre um subleito denominado frágil ao ponto em que este seja capaz de suportar as cargas. Também pode ser considerado como camada complementar à base, pois possuem funções semelhantes (SENÇO, 1997).

Essa camada é responsável pelo suporte dos esforços solicitados nessa camada, mas difere do subleito por suportar cargas maiores.

A norma técnica DNIT 138/2010, define reforço do subleito da seguinte maneira: Camada estabilizada granulometricamente, executada sobre o subleito devidamente compactado e regularizado, utilizada quando se torna necessário reduzir espessuras elevadas da camada de sub-base, originadas pela baixa capacidade de suporte do subleito.

3.3.3 SUB-BASE

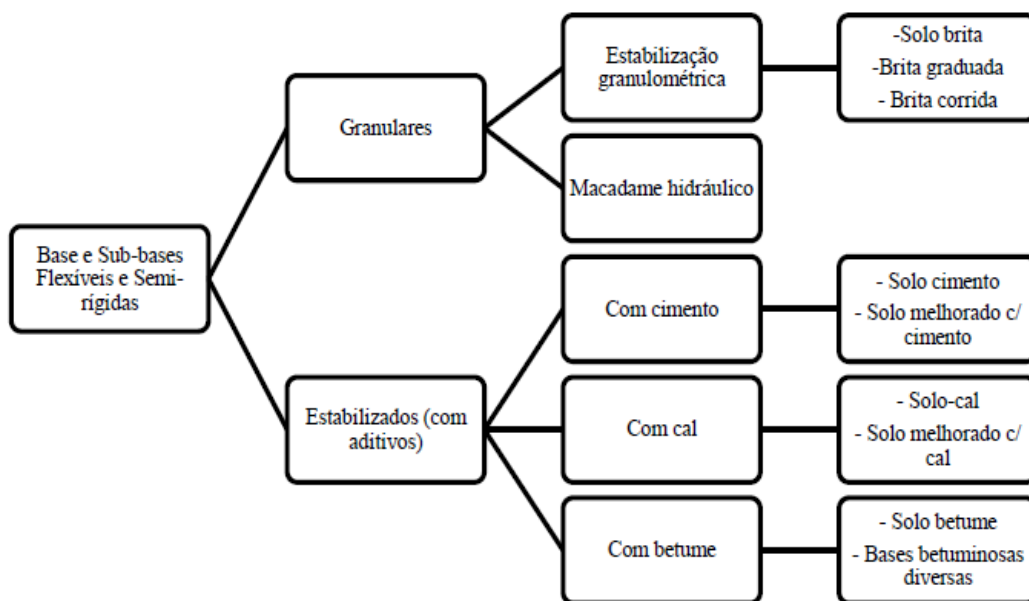
“Camada de pavimentação, complementar à base e com as mesmas funções desta, executada sobre o subleito ou reforço do subleito devidamente compactado e regularizado” (DNIT, 2010). A sub-base tem como finalidade tornar economicamente viável o processo de execução das camadas do pavimento flexível, pois possui materiais de menor custo. Torna-se necessária quando, ao dimensionar o pavimento, a camada de base obtém espessura demasiada. Tem como funções resistir aos carregamentos, além da função de resistir e repassar os esforços advindos das camadas superiores às camadas inferiores, essa camada também atua na drenagem do pavimento (BALBO, 2007).

3.3.4 BASE

Camada anterior ao revestimento, isto faz com quem esta camada responda diretamente às cargas advindas do tráfego de veículos tendo como função principal a distribuição destas cargas para as camadas inferiores. Pode ser constituída por solo estabilizado, solo-brita, brita graduada, solo estabilizado quimicamente com ligante hidráulico ou asfáltico, dentre outros (SENÇO, 1997).

Segundo o manual de pavimentação do DNIT (2006) as bases e sub-bases podem ser classificadas de acordo com a Figura 2:

Figura 2: Classificação das bases e sub-bases flexíveis e semi-rígidas.



Fonte: Manual de pavimentação do DNIT-2006

As bases comumente utilizadas são as seguintes:

- Base de Brita Graduada – pode ser definida como uma base resultante da mistura, em usina ou “in situ”, de um agregado previamente dosado granulometricamente, contendo inclusive material de enchimento e água.
- Base de Brita Corrida – é uma camada constituída por produtos resultantes da britagem primária de rocha sã, enquadrados numa condição granulométrica contínua.
- Base de Macadame Hidráulico – é definida por compressão de agregado graúdo seguida do enchimento de seus vazios com agregado miúdo uniformemente distribuído, a princípio a seco e depois com ajuda de água. Diferencia-se das anteriores pelo tamanho do agregado pétreo principal, que nesse caso tem no máximo 10 cm de diâmetro médio.
- Base de Macadame Betuminoso – embora o nome macadame indique semelhança com o macadame hidráulico, contudo é limitado a certos fatores. Esse tipo de base consiste na superposição de camadas de agregados britados, interligados entre si por pinturas de material betuminoso.
- Base de Solo Estabilizado Granulometricamente – consiste da utilização de solos naturais, rochas alteradas ou ainda de qualquer combinação desses

materiais, de modo a oferecer, após umedecimento e compactação, boas condições de estabilidade.

- Base de Solo Cimento – pode ser definida como uma mistura íntima de solo, água e cimento, em proporções convenientes e previamente determinadas, mistura essa que, uniformizada e compactada, apresenta após a cura e cobertura por uma capa de rolamento, boas condições de durabilidade.
- Base de Solo Arenoso Fino Laterítico – é uma base de solo que predomina a fração areia fina, com pequenas porcentagens de silte e argila. Este solo é o característico das regiões tropicais e foi formado pelo processo pedológico de laterização.
- Base de Solo-Brita – pode ser dividida em solo arenoso-brita e solo argiloso-brita. A primeira constitui-se de uma mistura de solo arenoso fino laterítico e brita corrida, e a segunda, de solo com predomínio de argila, misturado com brita corrida. Para ambos os casos as porcentagens ideais das misturas devem ser definidas em estudos de laboratório.
- Brita Graduada Tratada com Cimento – é constituída de uma mistura usinada de brita graduada ou brita corrida, cimento e água, adequadamente estudada com relação ao teor de cimento, e devidamente compactada no campo. Tem sido utilizado como camada de sub-base.

3.3.5 REVESTIMENTO

O revestimento asfáltico é definido como a camada superior destinada a resistir diretamente às ações do tráfego e transmiti-las de forma atenuada às camadas inferiores, impermeabilizando o pavimento, além de melhorar as condições de rolamento (conforto e segurança) (BERNUCCI *et al.*, 2007).

“Os materiais utilizados para tal devem estar bem conectados entre si evitando grandes deformações no revestimento para não afetar a estrutura do pavimento. Esta ligação também deve evitar a infiltração de água na estrutura ao máximo possível, função bem exercida pelos betumes” (NETO, 2011).

Devido ao grande número de materiais betuminosos disponíveis o seu uso pode ser resumido nos seguintes serviços:

- Pinturas Asfálticas - são serviços que consistem na aplicação de uma película de material asfáltico, de consistência líquida, sobre a superfície de uma camada do pavimento. Conforme as funções desejadas as pinturas asfálticas podem ser dos seguintes tipos:

- a) Imprimação - pintura asfáltica realizada com objetivo de conferir coesão à superfície da camada pela penetração do ligante aplicado, atribuir à camada granular certo grau de impermeabilização e promover condições de aderência entre a base e a camada asfáltica a ser sobreposta;

- b) Pintura de ligação - pintura asfáltica executada com a função básica de promover a aderência em relação à camada asfáltica a ser sobreposta. A pintura de ligação pode ser aplicada sobre antigos revestimentos asfálticos, previamente à execução de um recapeamento, ou mesmo de um tratamento de rejuvenescimento, sobre pinturas asfálticas aplicadas anteriormente e que pela ação do tráfego e do tempo tenham perdido a sua potencialidade de promover aderência com a camada a ser sobreposta e como elemento de ligação entre duas camadas asfálticas;

- c) Pintura de Cura – pintura asfáltica aplicada sobre camadas tratadas com cimento Portland ou cal hidratada, recém executadas, com a função de evitar a perda acelerada de umidade e, conseqüentemente, promover adequadas condições para o desenvolvimento do processo de cura. Secundariamente, a pintura de cura desempenha a função de conferir aderência entre a camada tratada e o revestimento asfáltico a ser sobreposto.

- Tratamento Superficial – é o serviço por penetração que envolve aplicações alternadas de ligante asfáltico e agregados minerais, em operação simples ou múltipla. É classificado como simples, duplo ou triplo, em função das aplicações de agregado/ligante de que é constituído. Pode ser ainda classificado pela forma de penetração do ligante asfáltico em penetração direta ou penetração invertida.

- Macadame Betuminoso – é o serviço por penetração que envolve aplicações alternadas de ligante betuminoso e agregados minerais. O emprego deste tipo de serviço pode se dar como base ou revestimento, sendo neste último caso necessária a aplicação de uma capa selante. Diferencia-se do tratamento superficial devido a granulometria e a espessura.

- Concreto Asfáltico – é uma mistura asfáltica a quente executada em usina apropriada constituída de agregado mineral graduado e cimento asfáltico,

espalhada e comprimida a quente, com características de estabilidade, vazios e relação betume/vazios definidas nas especificações de serviços. Recebendo geralmente as seguintes designações:

a) Camada de rolamento ou simplesmente capa asfáltica – camada superior da estrutura destinada a receber diretamente a ação do tráfego. A mistura empregada deve apresentar estabilidade e flexibilidade compatíveis com o funcionamento elástico da estrutura e condições de rugosidade que proporcionem segurança ao tráfego, mesmo sob condições climáticas e geométricas adversas;

b) Camada de ligação ou binder – camada posicionada imediatamente abaixo da capa. Apresenta, em relação à mistura utilizada para camada de rolamento, diferenças de comportamento decorrentes do emprego de agregado de maior diâmetro máximo, de maior percentagem de vazios e menor relação betume/vazios;

c) Camada de nivelamento ou regularização – serviço executado com massa asfáltica de graduação fina, com a função de corrigir deformações ocorrentes na superfície de um antigo revestimento e, simultaneamente, promover a selagem de fissuras existentes.

- Pré-Misturado a Quente Aberto – é a mistura asfáltica executada a quente em usina apropriada, composta por cimento asfáltico e agregado mineral preponderantemente graúdo, cuja graduação confere à mistura elevada percentagem de vazios ($V_v \geq 12\%$), sendo espalhada e comprimida a quente. A mistura é usualmente utilizada como camada intermediária, posicionada imediatamente abaixo de um revestimento do tipo concreto asfáltico. Sua utilização, no entanto, pode ser estendida a diversas aplicações, entre as quais destacam-se as seguintes:

a) Camada de regularização em obras de restauração onde, além da função estrutural, deseja-se corrigir deformações da pista existente;

b) Camada de revestimento recebendo uma capa selante;

c) Camada delgada aplicada sobre revestimentos, para prevenção contra derrapagens, compondo-se a mistura, neste caso, com agregado de limitado diâmetro máximo.

- Lama Asfáltica ou Micro Revestimento Asfáltico a Frio – é a mistura resultante da associação, em consistência fluída, de agregados ou misturas de

agregados miúdos, material de enchimento (“filler”), água e emulsão asfáltica. A consistência da lama asfáltica e a graduação dos agregados empregados permitem que a mistura seja aplicada em espessuras bastante delgadas. O serviço tem especial aplicação no rejuvenescimento de superfícies asfálticas desgastadas, e na impermeabilização de revestimentos fissurados.

- Capa Selante – é o serviço executado por penetração invertida, envolvendo uma aplicação de ligante asfáltico e uma aplicação de agregado miúdo. Sua execução tem por finalidade principal o melhoramento das condições de impermeabilidade da camada a ser tratada. A capa selante influencia na macro-rugosidade dos revestimentos melhorando as condições de aderência dos veículos no caso de certos tratamentos superficiais, de macadames asfálticos, de pré-misturados de textura aberta e de misturas asfálticas densas desgastadas pela ação do tráfego e das intempéries.

3.4 PRINCIPAIS PATOLOGIAS

A RN-072 claramente não se encaixa na definição que foi dada pelo DNIT, pois a rodovia está mais parecida com uma estrada carroçável. Para que a rodovia chegasse a esse estado de calamidade a deterioração comum a todos os pavimentos aconteceu de forma descontrolada, sendo agravada pela falta de avaliação e manutenção necessárias, com o aparecimento de vários tipos de defeitos, ou seja, patologias.

As patologias existentes nas estradas são inúmeras, entretanto como o estudo foi especificamente na RN-072, não foram encontrados todos os tipos de defeitos. Tipos de defeitos, ou patologias são difíceis de serem classificadas. *“Não se trata de uma tarefa simples decidir sobre o termo mais adequado a ser empregado para denominar o tipo de defeito”* (BALBO, 1997).

As falhas dos pavimentos flexíveis são definidas de acordo a norma do DNIT 005/2003 – TER: defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos: terminologia. Ela descreve a terminologia dos tipos de defeitos encontrados na camada superficial dos pavimentos asfálticos. O Quadro 1 apresenta os defeitos e seus respectivos códigos conforme a norma do DNIT.

Quadro 1 – Tabela de Código de Defeitos

Defeito	Código
Fissura	FI
Trinca Transversal Curta	TTC
Trinca Transversal Longa	TTL
Trinca Longitudinal Longa	TLL
Trinca Longitudinal Curta	TLC
Couro de Jacaré sem erosão	J
Couro de Jacaré com erosão	JE
Trinca de Retração Térmica	TRR
Trinca de Bloco sem Erosão	TB
Trinca de Bloco com Erosão	TBE
Afundamento Plástico Local	ALP
Afundamento Plástico da Trilha	ATP
Afundamento de Consolidação Local	ALC
Afundamento de Consolidação de Trilha	ATC
Ondulação/Corrugação	O
Escorregamento	E
Exsudação	EX
Desgaste	D
Panelas	P
Remendo Superficial	RS
Remendo Profundo	RP

Fonte: DNIT 005/2003- TER.

As principais patologias estudadas são as seguintes: Fissuras, trincas, exsudação, escorregamento, desgaste, depressões, afundamento de trilha de roda, corrugação, remendos e panelas.

As fissuras são fendas com abertura asfáltica perceptíveis a olho nu apenas a distancias inferiores a 1,5m, podendo ocorrer em qualquer região do pavimento. As trincas são fendas que tem abertura superior que o da fissura. As trincas pode ser divididas em quatro tipos: Trincas longitudinais, trincas transversais, trincas tipo jacaré e trincas em bloco.

A Trinca Tipo Jacaré é um conjunto de trincas capilares interconectadas, formando uma malha composta de peças de orientações variadas, com ângulos agudos e muitos lados, sendo que o maior lado dessas peças mede menos de 30cm, podendo ocorrer principalmente nas trilhas de roda ou se estender por toda a área que estiver sujeita ao tráfego. Esse trincamento caracteriza o fim da vida útil do revestimento, como mostrado na Figura 3. (DOMINGUES, 1993)

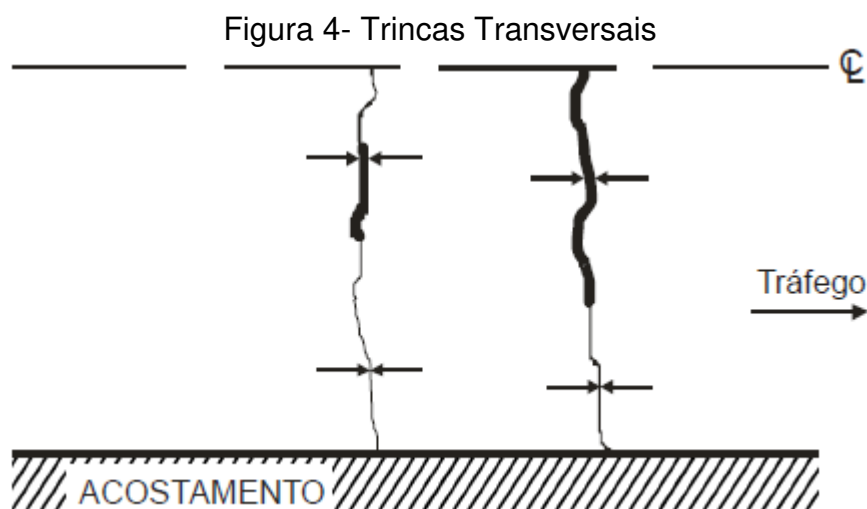
Figura 3 - Trinca Jacaré



Fonte: Domingues, 1993.

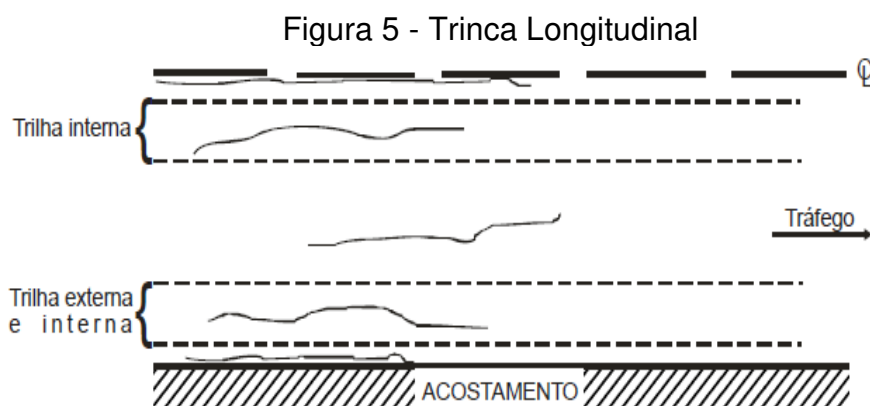
Várias causas podem gerar o trincamento jacaré, entre elas: ação da repetição de cargas do tráfego; ação climática – gradientes térmicos; envelhecimento do ligante e perda de flexibilidade seja pelo tempo de exposição seja pelo excesso de temperatura na usinagem; compactação deficiente do revestimento; deficiência no teor de ligante asfáltico; subdimensionamento; rigidez excessiva do revestimento em estrutura com elevada deflexão; reflexão de trincas de mesma natureza; recalques diferenciais; entre outros. Podem aparecer em trilhas de roda, localizadamente, junto às bordas ou de forma generalizada.

Trincas transversais são fendilhamentos perpendiculares ao eixo do pavimento e podem ocorrer ao longo de qualquer porção da superfície do pavimento. São consideradas curtas quando sua extensão for inferior a 1m, caso contrário, são consideradas longas. (DOMINGUES, 1993). Como mostrado na Figura 4.



Fonte: Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos (DNIT, 2006).

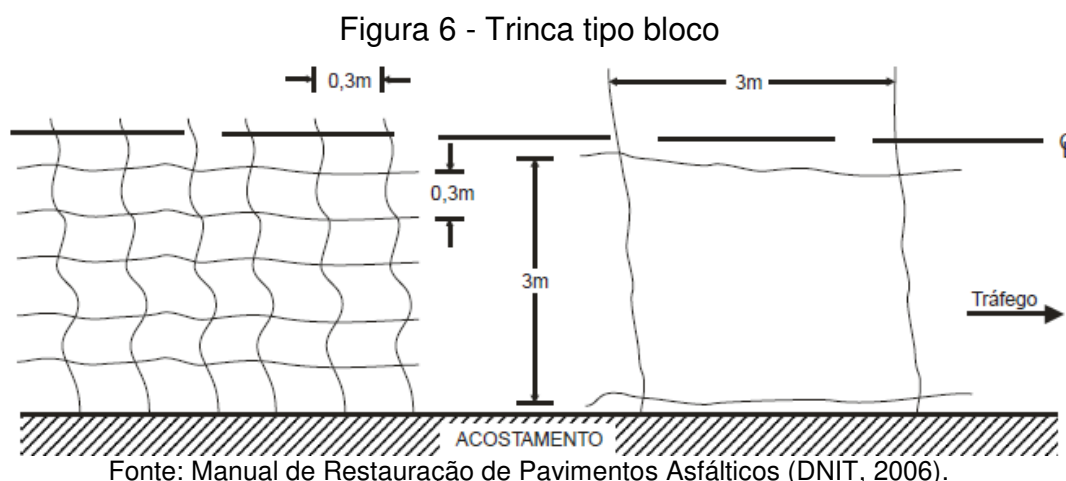
Trinca Longitudinal é um conjunto de trincas paralelas à linha central do pavimento podendo ocorrer entre duas faixas de execução do revestimento. São consideradas curtas quando sua extensão for inferior a 1m, caso contrário, são consideradas longas. (DOMINGUES, 1993). Conforme mostrado na Figura 5.



Fonte: Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos (DNIT, 2006).

Possíveis agentes causadores dessa patologia: falhas na execução, na temperatura de compactação ou mesmo na dosagem da mistura asfáltica. Envelhecimento de ligante asfáltico, essas características para a trinca longitudinal curta. Para a longitudinal longa, os agentes causadores são os seguintes: falhas executivas, recalques diferenciais. Podem também aparecer junto à trilha de roda ou como falha de juntas longitudinais de diferentes frentes de compactação.

O Trincamento em bloco é um conjunto de trincas que divide a superfície do asfalto em peças retangulares com área de aproximadamente $0,1 \text{ m}^2$ (lados com aproximadamente 30 cm) a 10 m^2 (lados com aproximadamente 3 m) e ocorrem sobre grandes áreas do pavimento. Este trincamento quando ocorre e grandes blocos é geralmente classificado como trincamento longitudinal e transversal (DOMINGUES, 1993). Como mostrado na Figura 6.



Exsudação é o aparecimento localizado do ligante ou de argamassa betuminosa na superfície do pavimento, criando manchas de dimensões variadas que apresentam um brilho vítreo de cor preta, e superfície lisa de baixa resistência à derrapagem, podendo ocorrer nas trilhas de roda ou em qualquer porção da superfície do pavimento. (DOMINGUES, 1993)

Figura 7 - Exsudação

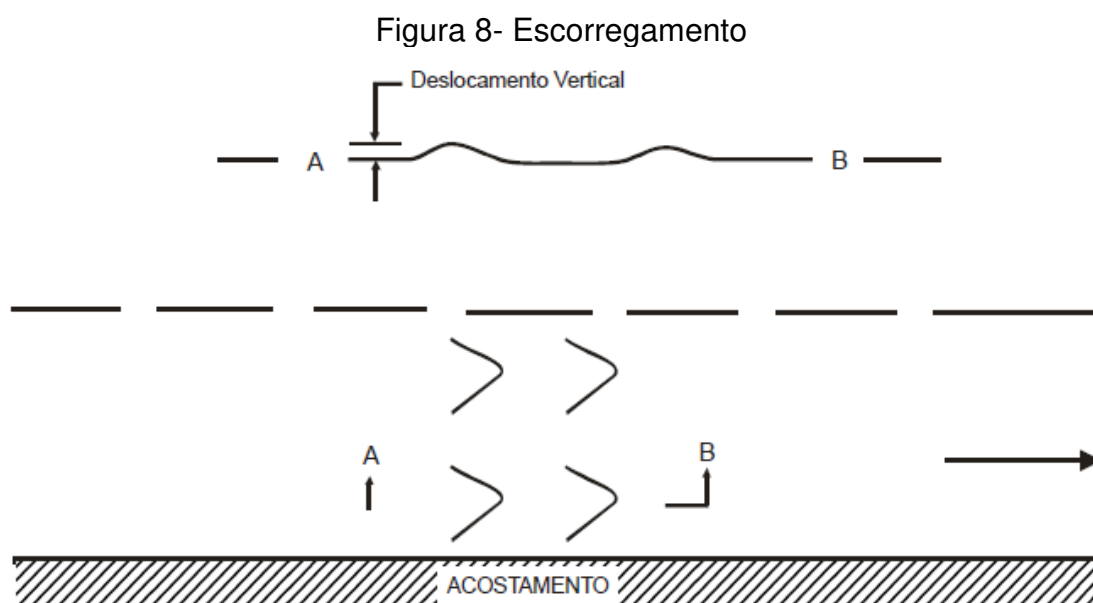


Fonte: Bernucci *et al* (2007).

Segundo o DNIT (2006), a exsudação poderá ocorrer de duas maneiras, pela dosagem inadequada da mistura asfáltica, acarretando teor excessivo de ligante ou

índice de vazios muito baixo, ou também pela temperatura do ligante acima da especificada no momento da mistura, acarretando a dilatação do asfalto e ocupação irreversível dos vazios entre as partículas.

O escorregamento é um movimento horizontal do revestimento ocasionado pelos esforços tangenciais transmitidos pelos eixos dos veículos (frenagem e aceleração) e que produzem uma ondulação curta e abrupta na superfície do pavimento em forma de meia lua. (DNIT, 2006). Como mostrado nas Figuras 8 e 9.



Fonte: Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos (DNIT, 2006).

Figura 9- Escorregamento do revestimento



Fonte: Bernucci *et al* (2007).

Desgaste é a corrosão do revestimento do pavimento em virtude da perda da adesão asfalto-agregado, podendo ocorrer ao longo de toda superfície do pavimento. (DOMINGUES, 1993). Como mostrado na Figura 10.

Figura 10 - Desgaste



Fonte: Bernucci *et al* (2007).

Segundo o DNIT (2006), o desgaste é causado pelos seguintes motivos:

- Redução da ligação existente entre o agregado e o ligante devido à oxidação do ligante e pela ação combinada do tráfego e dos agentes intemperes;
- Perda de coesão entre agregado e ligante devido à presença de poeira ou sujeira no momento da construção;
- Execução da obra em condições meteorológicas desfavoráveis;
- Presença de água no interior do revestimento que originam sobrepressões hidrostáticas capazes de provocar o deslocamento da película betuminosa;
- Deficiência localizada de ligante asfáltico nos serviços por penetração decorrente de entupimento dos bicos ou má regulagem da barra espargidora.

Depressão é uma concavidade no pavimento gerando deformações localizadas que podem ser acentuadas ou não, podendo ocorrer em qualquer porção da superfície do pavimento e principalmente nos encontros ou travessias de obras de arte, como mostrado na figura 11. (DOMINGUES, 1993)

Figura 11 - Depressão



Fonte: Domingues, 1993.

Afundamento de trilha é uma depressão nas trilhas de roda acompanhada ou não de deslizamento, podendo ocorrer elevação ao longo das bordas desse afundamento. (DOMINGUES, 1993)

Quando os afundamentos ocorrem com extensões até 6 m são chamados de "afundamentos locais". Quando ocorrem com extensões contínuas maiores são chamados de "afundamentos de trilhas de rodas". Conforme apresentado nas Figuras 12 e 13

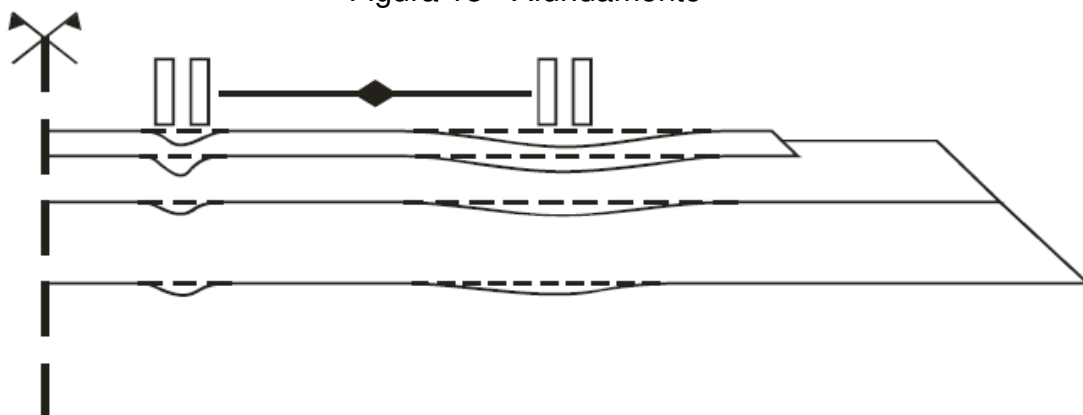
Segundo o DNIT (2006), o afundamento por trilhas de roda é decorrente de densificação ou ruptura por cisalhamento de camadas subjacentes ao revestimento; pode também ocorrer por descolamento de película de asfalto junto ao agregado (*stripping*); em geral desenvolvem-se trincas dentro das trilhas de roda ou à sua borda. Em geral, sem compensação volumétrica lateral, a não ser em alguns casos de ruptura por cisalhamento. Já no caso do afundamento localizado as causas da patologia são os problemas ou deficiências construtivas; falhas de compactação; presença de solo "borrachudo"; problemas de drenagem; rupturas por cisalhamento localizadas; em geral desenvolvem-se trincas nas depressões.

Figura 12 - Afundamento de Trilha



Fonte: Domingues, 1993.

Figura 13 - Afundamento



Fonte: Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos (DNIT, 2006).

Corrugação é a sucessão regular ou não de saliências transversais, podendo ocorrer nas zonas fortemente solicitadas por efeitos tangenciais (fortes rampas com tráfego pesado intenso, zona de frenagem ou aceleração), sendo mais pronunciada nas proximidades da trilha de roda, como mostrado na Figura 14.

Figura 14 - Corrugação



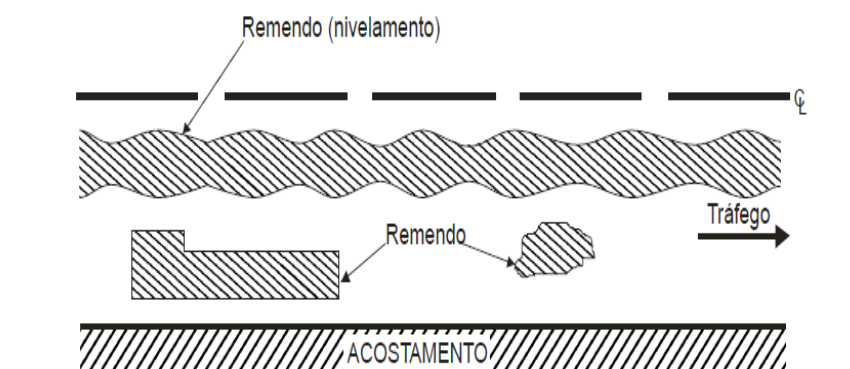
Fonte: Bernucci *et al* (2007).

Segundo o DNIT (2006), a corrugação pode ser causada por:

- Instabilidade da mistura betuminosa da camada de revestimento ou base de um pavimento;
- Excesso de umidade das camadas subjacentes;
- Contaminação da mistura asfáltica por materiais estranhos;
- Retenção de água na misturas asfálticas.

Segundo o DNIT (2006), o remendo é uma porção do revestimento onde o material original foi removido e substituído por outro material (similar e diferente). Remendos existentes são em geral consideradas falhas, já que se refletem o mau comportamento da estrutura original, gerando normalmente incremento na irregularidade longitudinal. Deverá ser avaliada também a deterioração da área remendada, como visto a seguir na Figura 15.

Figura 15 - Remendo



Fonte: Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos (DNIT, 2006).

Figura 16 - Remendo mal executado



Fonte: Bernucci *et al* (2007).

Figura 17 - Remendo bem executado



Fonte: Bernucci *et al* (2007).

Panelas são cavidades de tamanhos variados, podendo ocorrer em qualquer porção da superfície do revestimento e principalmente nas trilhas de roda (por serem mais solicitadas), como mostrado na Figura 18. (DOMINGUES, 1993)

Figura 18- Panelas



Fonte: Domingues, (1993).

Segundo o DNIT (2006), as principais causas deste defeito podem estar relacionadas a trincamento por fadiga no estágio terminal e a desintegração localizada na superfície do pavimento.

Os defeitos dos pavimentos podem ser classificados como defeitos estruturais e defeitos funcionais. O defeito estrutural é aquele que compromete a capacidade do pavimento de suportar as cargas oriundas do tráfego, ou seja, a estrutura do pavimento. O defeito funcional é aquele que compromete as boas condições de rolamento da via, ou seja, o conforto do usuário e a segurança quanto à derrapagem.

3.5 AVALIAÇÃO DOS PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

Para que um pavimento possa obter uma máxima utilização, ele deve estar sempre em boas condições, mas, para que isso ocorra o processo de manutenção é indispensável, pois a deterioração do desempenho do pavimento, ao longo do tempo, é previsível.

Para o DNIT (2006), em cada ciclo de vida, o desempenho do pavimento é previsível: as ações interativas do “tráfego + meio ambiente”, sobre o contexto do pavimento, iniciam-se logo após a abertura do tráfego causando, de imediato, deteriorações de início imperceptíveis, mas que tendem a crescer e se diversificar interativamente afetando, o desempenho do pavimento.

O manual de restauração de pavimentos asfálticos do DNIT (2006) define como condição de um pavimento o nível de degradação resultante dos processos associados ao meio ambiente e ao tráfego.

A avaliação de pavimentos asfálticos é de fundamental importância para se conhecer as condições atuais do pavimento e se determinar as medidas que devem ser tomadas para manutenção das boas condições de tráfego. É feita através de procedimentos padronizados de medidas e observações, permitindo determinar as condições funcionais e estruturais dos pavimentos.

As normas utilizadas para a avaliação das condições de superfície dos pavimentos asfálticos, são as seguintes:

- DNIT 006/2003 – PRO – Avaliação objetiva da superfície de pavimentos asfálticos – Procedimento;

- DNIT 007/2003 – PRO – Levantamento para avaliação da condição de superfície de subtrecho homogêneo de rodovias de pavimento flexível e semi-rígido para gerência de pavimentos e estudos e projetos – Procedimento;
- DNIT 008/2003 – PRO – Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos asfálticos – Procedimento;
- DNIT 009/2003 – PRO – Levantamento para avaliação subjetiva da superfície do pavimento – Procedimento.

A avaliação funcional, que é intitulada como Serventia do Pavimento, consiste em dois tipos: a subjetiva e a objetiva. A avaliação subjetiva como o nome já diz é uma avaliação que é feita por pessoas capacitadas que são orientadas por técnicas de análise, que vão a campo e observam as condições em que o pavimento se encontra. Permite definir o estado de degradação do pavimento a partir de conceitos qualitativos (alfanuméricos). A avaliação objetiva permite expressar a degradação do pavimento através de quantificação numérica e da distribuição de severidade das diversas manifestações de ruína. Consiste em uma análise feita através de cálculos, com dados obtidos em um determinado trecho da rodovia. Permite expressar a degradação do pavimento através de quantificação numérica e da distribuição de severidade das diversas manifestações de ruína. Com a obtenção dos resultados dos cálculos feitos analiticamente com determinados índices, compara-se os resultados com tabelas previamente feitas, e com isso a avaliação será concluída.

Entre os índices existentes cabe mencionar os seguintes: VSA- Valor de Serventia Atual, IGGE- Índice de Gravidade Global Expedito, IES- Índice do Estado da Superfície, ICPF- Índice de Condição do Pavimento Flexível e o IRI- Índice de Irregularidade de Superfície.

Segundo o DNIT (2006), o Quadro 2 mostra a classificação das condições da superfície do pavimento, com base na faixa pertinente aos principais índices/parâmetros utilizados na avaliação objetiva.

Quadro 2- Condições de Superfície do Pavimento

Conceito	Irregularidade		ICPF	IGG	TR
	QI (cont./km)	IRI (m/km)			
Excelente	13-25	1-1,9	5-4	0-20	0-2
Bom	25-35	1,9-2,7	4-3	20-40	2-5
Regular	35-45	2,7-3,5	3-2	40-80	5-10
Ruim	45-60	3,5-4,6	2-1	80-160	10-25
Péssimo	>60	>4,6	1-0	>160	>25

Fonte: Autoria Própria (2016)

Onde:

QI= Quociente de Irregularidade

IRI= Índice Internacional de Irregularidade

ICPF= Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis

IGG= Índice de Gravidade Global

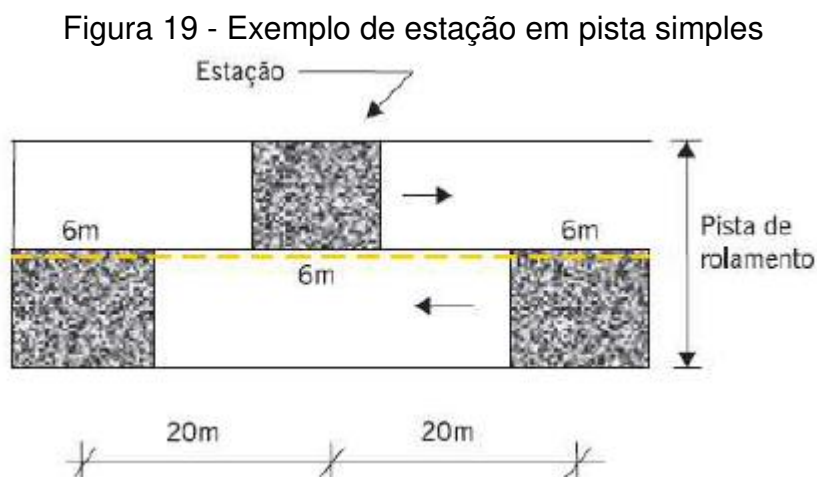
TR= Trincamento

3.5.1 DNIT 006/2003 – PRO – AVALIAÇÃO OBJETIVA DA SUPERFÍCIE DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS – PROCEDIMENTO

O objetivo básico da Norma DNIT 006/2003 – PRO é o de apresentar a sistemática de cálculo de um índice combinado de falhas, o Índice de Gravidade Global (IGG) (Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos, DNIT, 2006). O cálculo do IGG inclui também a medida das profundidades dos afundamentos nas trilhas de roda, avaliadas a partir das medidas das flechas com treliça de base igual a 1,20m.

Nesse método, devem ser implantadas estacas de ensaio afastadas de 20m, alternando as faixas de tráfego direita e esquerda, para o caso de pista simples. Para o caso de pista dupla, as estações devem estar afastadas de 20 m, na mesma faixa de tráfego, que geralmente é a direita por ser a mais crítica. A superfície de avaliação será delimitada por uma seção transversal situada 3 m à ré da estação, por outra

situada 3 m avante, e pelo eixo da pista de rolamento, para pista simples, ou eixo de separação de faixa para pista dupla. A Figura 19 mostra um exemplo das estações em pista simples. O procedimento da norma DNIT 006/2003 – PRO, considera 15% da área total avaliada.



Fonte: (Bernucci *et al.*, 2007 *apud* Coelho, 2009).

Em cada estação de ensaio, um técnico perfeitamente treinado para identificar os diferentes tipos de defeitos deverá anotar em uma ficha de campo a configuração de terraplenagem e a presença ou não de cada um dos tipos de falha.

Observe-se que não será indicada a quantidade de cada tipo de defeito em cada estação, mas apenas será identificada a sua presença. Portanto, com a utilização de uma trelça de alumínio com base de 1,2 m, munida de uma régua graduada (a qual se desloca verticalmente na sua região central), o técnico deverá medir a flecha nas trilhas de roda externa e interna, expressa em mm.

Com a coleta dos dados terminada, deve-se inicialmente separar os segmentos com características homogêneas. Em seguida, deve-se determinar a frequência absoluta e relativa das falhas anotadas, bem como a média aritmética e a variância (o quadrado do desvio padrão) das flechas nas trilhas de roda.

Após identificarmos os problemas, defeito ou parâmetro estatístico das flechas, deve-se atribuir um peso ou fator de ponderação, que exprima sua maior ou menor importância no que diz respeito à serventia

O produto de frequência relativa de cada defeito e também da média e variância das flechas pelo seu fator de ponderação, resulta no Índice de Gravidade Individual (IGI) correspondente ao evento. A somatória de todos os valores de IGI representa,

finalmente, o valor do IGG a ser atribuído ao segmento homogêneo. O IGG permite classificar o estado geral de um determinado trecho homogêneo de pavimento, em função da incidência de defeitos de superfície.

4. METODOLOGIA

A metodologia utilizada para a realização das avaliações funcionais foi baseada nas normas do DNIT. Os levantamentos das condições atuais do pavimento em estudo basearam-se nos seguintes procedimentos:

- Avaliação objetiva da superfície do pavimento pelo procedimento DNIT 006/2003 – PRO e cálculo do IGG;
- Relação dos defeitos encontrados na superfície do trecho estudado;
- Indicação do método corretivo a ser realizado no trecho estudado.

4.1 FAMILIARIZAÇÃO COM AS PATOLOGIAS NAS SUPERFÍCIES DOS PAVIMENTOS

Na avaliação objetiva da condição atual do pavimento foi determinada, de forma detalhada, através do inventário dos defeitos superficiais existentes, e de várias outras informações, que foram registrados durante o preenchimento em campo das tabelas de cálculo e análise do seu nível de serventia.

Para que sejam corretamente identificados em campo e analisados, os defeitos devem ser bem compreendidos pelo avaliador do pavimento. A terminologia que deve ser utilizada para cada tipo de defeito deve estar de acordo com a norma do DNIT 005/2003-TER (DNIT, 2003). Esta norma define os termos empregados nos defeitos que ocorrem nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos.

A classificação dos defeitos de um pavimento é feita de acordo com sua gênese ou com sua morfologia. Essa classificação pode ser dificultada quando os defeitos são provocados por diferentes causas. Algumas causas ocorrem durante erros na execução do pavimento, durante sua utilização mal condicionada, ou falta de manutenção. Por fim, pode ser dificultada pela falta de controle tecnológico durante a sua execução, em que não haverá registros de como foram realizadas as etapas de execução, não oferecendo indícios de suas prováveis causas.

A pesquisa em materiais bibliográficos como livros, publicações e estudos de patologias em estradas tornou o estudo das patologias mais compreensível, visto que, os defeitos encontrados nas nossas rodovias são bastante diversificados.

Posteriormente, foi realizado um estudo de caso de cunho descritivo através de um método de pesquisa qualitativo.

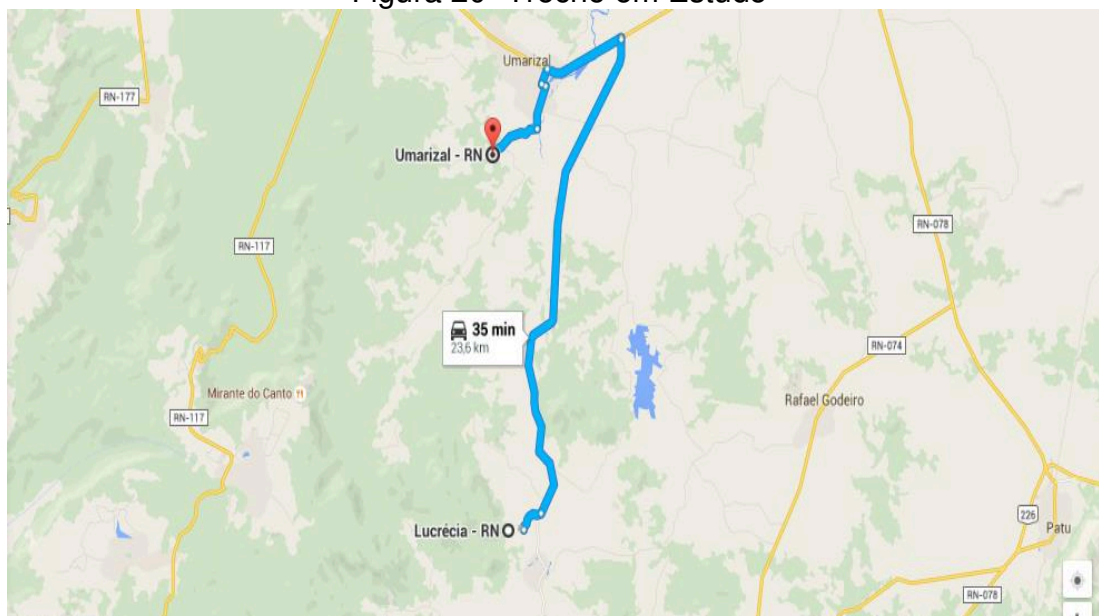
4.2 A RODOVIA A SER ESTUDADA

A curiosidade do pesquisador deste trabalho para com o assunto surgiu de um minicurso ministrado na UFERSA, que explanava sobre as patologias existentes em pavimentos.

Visto que o assunto é de suma importância, pois é um problema de extrema notoriedade na região estudada. E devido observações da problemática abordada neste trabalho, vivenciadas pela população, devido às condições em que se encontra a RN-072, ficou definido o tema - estudo das patologias apresentadas nesta rodovia, levantamento de alguns métodos corretivos, e indicação às autoridades, para que possam fazer uso dessa pesquisa e iniciar a recuperação ou restauração da RN-072.

A rodovia a ser estudada trata-se da RN-072 que liga as cidades de Lucrécia e Umarizal. É um trecho rodoviário que fica situado no alto-oeste potiguar. A obra teve início em meados dos anos 90. Sua inauguração foi no ano 2000, e nesse período, a rodovia nunca teve as reparações necessárias em sua superfície. As autoridades regulamentadoras e políticas até o momento não deram aparato nenhum em relação ao estado em que se encontra a rodovia. Tal rodovia é considerada simples com baixo volume de tráfego, onde sua pista de rolamento (duas faixas de tráfego) mede 7 metros de largura, sem acostamento. É importante reiterar que a população não consegue utilizá-la da maneira necessária, pois os defeitos encontrados na mesma são de grande escala. Acidentes ocorrem com grande frequência, pois a rodovia é constituída de curvas de raios bastante reduzido. Portanto, essa característica geométrica aliada com a grande quantidade de defeitos, é um fator determinante para a insatisfação das pessoas que utilizam a rodovia.

Figura 20- Trecho em Estudo



Fonte: Google Maps (2016)

O motivo da escolha dessa rodovia para o estudo, foi o descontentamento dos usuários da mesma, visto que, são pessoas que não tem o conhecimento requisitado para avaliar os motivos que levaram a RN-072 ao estado que se encontra.

A RN-072 tem função primordial para o desenvolvimento de sua cidade polo, que é a cidade Umarizal, pois por se tratar da maior cidade da região, o fluxo rodoviário em direção a mesma é intenso. Órgãos Públicos, Federais e Privados de grande importância, como Banco do Brasil, concessionária do grupo automobilístico Honda tem sede na cidade de Umarizal, e com isso pessoas de várias cidades se deslocam até ela para a resolução das pendências existentes.

Questões históricas também explicam o fluxo rodoviário da mesma. A cidade de Umarizal é conhecida regionalmente por sua feira ao ar livre, onde os pequenos empreendedores se reúnem semanalmente nas ruas da cidade e expõem os seus produtos. A feirinha é realizada semanalmente, nos dias de segunda-feira, portanto o fluxo rodoviário mais intenso na RN-072 é na data referida, pois moradores e vendedores de várias cidades deslocam-se para a cidade de Umarizal. Nos outros dias da semana o fluxo é suave, visto que, a RN-072 não serve de escoamento para grandes cargas, pois não possui polo industrial nas cidades que a compõem.

4.3 METODOLOGIA UTILIZADA NO TRABALHO DE CAMPO

A avaliação realizada na RN-072, no trecho Lucrécia – Umarizal foi do tipo funcional objetiva. A metodologia utilizada para a realização da avaliação funcional objetiva da superfície nesse trecho foi baseada na norma 006/2003 do DNIT com o título: Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Procedimento.

A realização da avaliação em campo contou com a ajuda do discente Saulo Sérvulo Queiroz de Medeiros, aluno do Curso de Engenharia Civil da UFERSA Campus Caraúbas. Também foram requisitados alguns amigos que se disponibilizaram para ajudar na sinalização no momento da execução da tabulação dos dados.

Embora os procedimentos para avaliação tenham sido realizados segundo as normas do DNIT, alguns equipamentos para a execução do levantamento de dados em campo foram adaptados, diante das limitações existentes. Entretanto não houve nenhuma precarização na obtenção dos dados levantados.

Como substituição à treliza de alumínio indicada na norma para medição das flechas nas trilhas de roda interna (TRI) e externa (TRE), foram utilizadas uma ripa de madeira totalmente retilínea, de 2 m de comprimento, e uma trena de 30 metros.

4.4 PROCEDIMENTOS DO LEVANTAMENTO DE DADOS NA AVALIAÇÃO FUNCIONAL OBJETIVA

A avaliação teve início na faixa direita da pista, pois além de representar a faixa mais solicitada, ficava próxima ao vilarejo Jurema I, facilitando a avaliação e não impedindo totalmente o tráfego de veículos por disponibilizar a outra faixa para o fluxo. A superfície a ser estudada foi delimitada pelas bordas da faixa de tráfego e por duas seções transversais, situadas, respectivamente, a 3,00 m antes e 3,00 m após a estação considerada. A avaliação teve sequência com a alternância de eixos da pista, ou seja, a cada 20 metros se alternava o eixo da pista a ser estudado.

Foi estudado um trecho de 300 m, dividido em estacas de 20 m de distância, totalizando assim 15 estacas. Dessa forma, foram estudados 15 trechos de pavimentos, cada um com comprimento de 20 m.

Em cada estaca, com o auxílio de uma trena de 30m e um GPS, foi demarcada a superfície de avaliação (estação). Foi realizada uma pintura com tinta de demarcação, demarcando as medições feitas com o GPS e a trena. Verificamos que o GPS apresentou grande precisão durante a avaliação, já que as informações das demarcações eram cuidadosamente anotadas.

Em cada estação, eram identificadas as trilhas de roda e com o auxílio da ripa citada anteriormente, foram medidas as flechas nas trilhas de roda interna (TRI) e externa (TRE) existentes. Era definida como flecha característica da TRI e da TRE de cada estação a maior flecha dentre as medidas no levantamento em campo.

Também identificávamos a ocorrência das patologias, sempre anotando a quantidade de vezes que a mesma se apresentava em cada estação. Algumas dificuldades foram encontradas na realização deste procedimento, pois em todo o trecho era comum a aparição de remendo, o que dificultava a identificação das trilhas de roda.

Após a demarcação das áreas para avaliação e medição das trilhas de roda, fez-se o inventário das ocorrências, ou seja, o levantamento dos defeitos, de acordo com a norma DNIT 005/2003 – PRO, e os tipos de seção de terraplenagem ocorrentes na estação de avaliação.

4.4.1 CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL EXPEDITO

Realizado o inventário das ocorrências, iniciou-se o cálculo das frequências absolutas e relativas. Calculou-se também a média e a variância das flechas apresentadas. Com esses dados obtidos, incluindo os fatores de ponderação, calculou-se o IGI (Índice de Gravidade Individual), e realizando o seu somatório obteve-se o IGG (Índice de Gravidade Global). Com a finalidade de conferir ao pavimento inventariado um conceito que retrate o grau de degradação atingido.

Para as patologias detectadas, ou parâmetro estatístico das flechas, deve-se atribuir um peso ou fator de ponderação, que demonstre sua maior ou menor importância no que diz respeito à serventia. Por exemplo, as trincas de classe 1 possuem menor influência na serventia, recebendo, portanto, um fator de ponderação

menor (0,2), enquanto que para painéis, as quais exercem forte influência na serventia, atribui-se um fator de ponderação maior (1,0).

O resultado da frequência relativa de cada defeito e também da média e variância das flechas pelo seu fator de ponderação resulta no Índice de Gravidade Individual (IGI) correspondente ao evento. A somatória de todos os valores de IGI representa, finalmente, o valor do IGG a ser atribuído ao segmento homogêneo. O IGG permite classificar o estado geral de um determinado trecho homogêneo de pavimento, em função da incidência de defeitos de superfície. Ele é um indicador das condições de pavimento, muito útil para a tomada de decisões quanto às intervenções de restauração necessárias, atribuindo-lhe conceitos variáveis, segundo o Quadro 3 a seguir apresentado.

Quadro 3 – Condição do pavimento em função do IGG

Conceitos	Limites
Ótimo	$0 < \text{IGG} \leq 20$
Bom	$20 < \text{IGG} \leq 40$
Regular	$40 < \text{IGG} \leq 80$
Ruim	$80 < \text{IGG} \leq 160$
Péssimo	$\text{IGG} > 160$

Fonte: Norma DNIT 006/2003.

A frequência absoluta (f_a) é o número de vezes em que a ocorrência foi verificada. A frequência relativa (f_r) é dada através da Equação 1:

$$f_r = \frac{f_a \times 100}{n} \quad \text{Eq.(1)}$$

Onde:

f_r - frequência relativa;

f_a - frequência absoluta;

n - número de estações inventariadas.

Em relação as flechas encontradas em rodovias de pista simples, a média ($\bar{x}$) (Equação 2) e a variância (s^2) (Equação 3) das flechas medidas nas TRI e TRE devem ser feitas em ambas as faixas de tráfego, e o cálculo é feito da seguinte maneira:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad \text{Eq. (2)} \quad s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad \text{Eq. (3)}$$

Onde:

$\bar{x}$ - média aritmética dos valores das flechas medidas (TRI e TRE);

x_i - valores individuais;

s - desvio padrão dos valores das flechas medidas (TRI e TRE);

s^2 - variância.

Com os valores de $\bar{x}$ e s conhecidos, calcularemos então o IGI, para cada estação estudada pela Equação 4:

$$IGI = f_r \times f_p \quad \text{Eq. (4)}$$

Onde:

f_r - frequência relativa;

f_p - frequência de ponderação.

O fator de ponderação é um valor tabelado, ou seja cada patologia vai receber um valor de ponderação. O Quadro 4, mostra a seguir os valores de ponderação.

Quadro 4 – Valor de fator de ponderação

Ocorrência Tipo	Codificação de ocorrências de acordo com a Norma DNIT 005/2002-TER “Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Terminologia” (ver item 6.4 e Anexo D)	Fator de Ponderação f_p
1	Fissuras e Trincas Isoladas (FI, TTC, TTL, TLC, TLL e TRR)	0,2
2	FC-2 (J e TB)	0,5
3	FC-3 (JE e TBE) NOTA: Para efeito de ponderação quando em uma mesma estação forem constatadas ocorrências tipos 1, 2 e 3, só considerar as do tipo 3 para o cálculo da frequência relativa em percentagem (f_r) e Índice de Gravidade Individual (IGI); do mesmo modo, quando forem verificadas ocorrências tipos 1 e 2 em uma mesma estação, só considerar as do tipo 2.	0,8
4	ALP, ATP e ALC, ATC	0,9
5	O, P, E	1,0
6	EX	0,5
7	D	0,3
8	R	0,6

Fonte: DNIT(2006).

O fator de ponderação para a média aritmética das médias das flechas e para a média aritmética das variâncias das flechas, é dotado de duas especificações, a primeira é que quando a média aritmética das médias das flechas for igual ou inferior a 30, o fator de ponderação é igual a $4/3$; quando superior a 30, o Índice de Gravidade Individual é igual a 40 e quando a média das variâncias das flechas for igual ou inferior a 50, o fator de ponderação é igual a 1 (um); quando superior a 50, o Índice de Gravidade Individual é igual a 50.

Para encontrarmos o IGG, é feito o cálculo da somatória dos Índices de Gravidade Individuais. O cálculo é feito, a partir da Equação 5,

$$IGG = \sum IGI \quad \text{Eq. (5)}$$

A avaliação teve início no dia 06 de maio de 2016, na tarde do referido dia com a demarcação das estacas. Como esses trabalhos tiveram início ao entardecer, quando a luz solar estava desaparecendo, surgiram algumas dificuldades, por isso foi necessário contar com muitos cones de segurança e luzes led para conferir segurança durante o procedimento.

Na manhã do dia seguinte foi dado início ao processo de identificação e medição das patologias e prepararmos o inventariado daquele trecho da RN, mas o transcorrer técnico da avaliação foi de bastante tranquilidade, pois as adequações feitas nos materiais não trouxeram erro nos resultados, e nem dificuldade de se implantar a norma que rege essa avaliação.

5. RESULTADOS

Com a aplicação das metodologias descritas anteriormente, foi possível identificar as patologias encontradas no sub-trecho, ou seja, foram encontradas algumas patologias descritas nas normas que regem a avaliação. Com o preenchimento do inventário, foi possível tabular os dados que foram usados na avaliação.

Foram encontrados defeitos como trincas, remendos, panelas, desgaste, afundamentos, ou seja, patologias que são encontradas com frequência em rodovias que não recebem manutenção rotineira. As patologia mais encontrada foi o desgaste, isso porque a região em que se encontra a rodovia, é um local de grande exposição a agentes físicos, que será mostrada na Figura 21. As outras patologias encontradas, são apresentadas seguir nas Figuras 22,23,24,25 e 26.

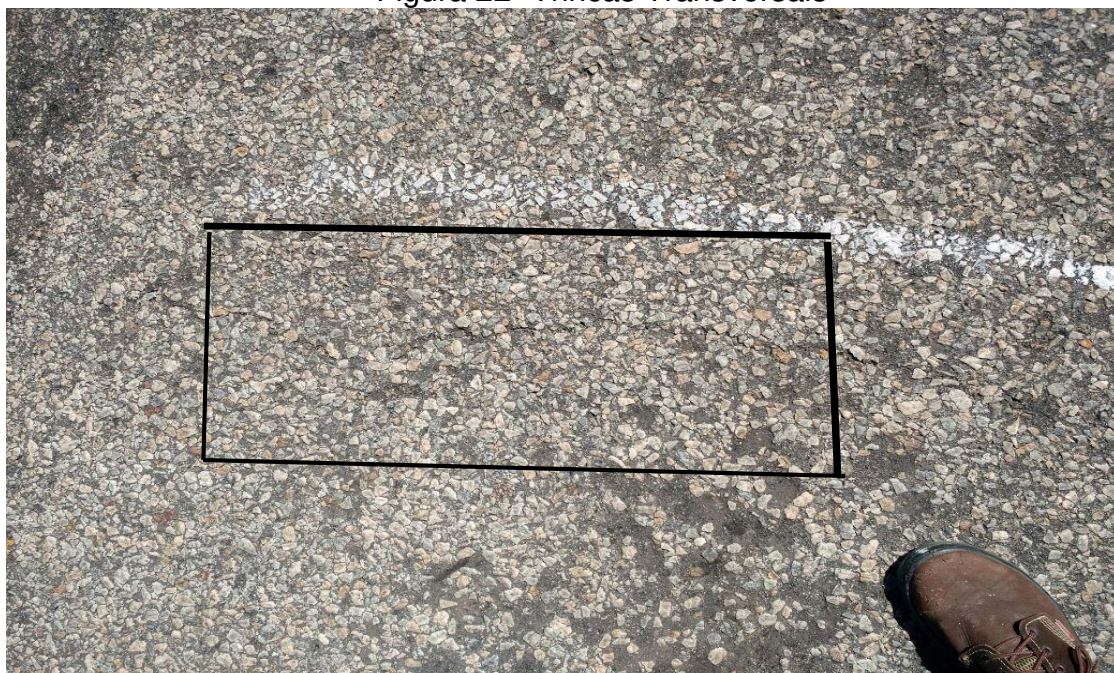
Um fato curioso encontrado foi o grande número de afundamentos, que é uma patologia geralmente encontrada em rodovias que tem um fluxo rodoviário pesado, ou seja, veículos de grande cargas, que não é a realidade da RN-072.

Figura 21- Panela



Fonte: Autoria Própria (2016)

Figura 22- Trincas Transversais



Fonte: Autoria Própria (2016)

Figura 23- Desgaste, Trilhas de Roda, Afundamento



Fonte: Autoria Própria (2016)

Figura 24 – Trincas Longitudinais



Fonte: Autoria Própria (2016)

Figura 25 – Painéis e Remendo mal executado



Fonte: Autoria Própria (2016)

Figura 26 – Trincas Interligadas



Fonte: Autoria Própria (2016)

Como visto nas figuras, havia um grande número de patologias nesse sub-trecho de 300 m da RN-072. As patologias já tinham tomado uma proporção alarmante, que nos mostrou o real estado da rodovia. Entretanto, a partir dos resultados de avaliação, medidas reparadoras não são mais a melhor solução.

Medidas preventivas devem ser feitas periodicamente, pois é de grande naturalidade a aparição de defeitos em rodovias com o passar dos anos, mas no caso da RN-072 isso não aconteceu. Qualquer rodovia deve ser projetada em relação aos seus 10 anos seguintes, ou seja, deve-se fazer uma projeção de como será o fluxo rodoviário daqui a 10 anos.

O que aconteceu na RN-072, não foi bem isso, pois a rodovia teve um aumento no fluxo rodoviário em grande escala, isso porque o aumento da aquisição de veículo nas cidades cresceu alardamente. Portanto a RN-072 deveria ter sido acompanhada de perto por técnicos, pois medidas preventivas periódicas deveriam ter sido feitas a anos atrás, e não deixar a rodovia chegar na situação em que se encontra. O poder público, ou seja, os representantes do povo, deveriam ter chamado a atenção das autoridades responsáveis por gerenciar as rodovias do estado, pois a RN-072 é uma rodovia que serve de ligação de cidades que se necessitam economicamente.

Cabe ressaltar também a quantidade de pessoas que perderam a vida, por falta de responsabilidade dos políticos responsáveis por gerir as cidades que compõem o trecho da RN-072, por deixarem a rodovia chegar ao estado em que se encontra.

Vários acidentes ocorreram por motivos da existência de buracos, pois o mesmo serve de obstáculo pra quem trafega na rodovia.

Nesse contexto, verificou-se que a aparição de desgaste foi observada em 100% das estações analisadas, já o afundamento apareceu em 66,66% das estacas, depois as trincas tipo FC-3 correspondendo a 33,3%, e as painéis em 20% das estações avaliadas, as outras patologias encontradas não tiveram números tão significativos. As flechas médias obtidas nas trilhas de roda interna e externa foram, respectivamente, 1,13 mm e 4,44 mm, correspondendo a um Índice de Gravidade Individual (IGI) de 9,17, o que não demonstra uma caso grave, para essa patologia, em comparação com os outros IGI's obtidos. As TER's e TRI's foram diagnosticados em apenas 4 estações e suas médias foram citadas anteriormente.

O defeito que apresentou o mais grave IGI, considerando os fatores de ponderação, foi o correspondente ao afundamento, que obteve um índice de 60,03. Enquanto que o desgaste, mesmo observado em 100% das estações, obteve um índice de 30,00. Os remendos tiveram uma pequena participação no cálculo do IGG, já que apresentou um IGI no valor de 7,998.

Na planilha de cálculo do Índice de Gravidade Global, pode-se encontrar o somatório dos Índices de Gravidade Individual, que resultou no valor de 190,82, que mostra que o pavimento obteve conceito péssimo no seu estado de conservação, revelando um elevado grau de degradação.

Como já foi comentado, o trabalho busca identificar as patologias e suas causas, como também sugerir algumas medidas corretivas. Portanto, falaremos agora das possíveis causas das patologias identificadas na RN-072. A compreensão dos mecanismos que regem o processo de deterioração de um pavimento é condição primordial para o diagnóstico das causas que o levaram a sua atual condição, bem como para a escolha e programação da técnica mais adequada para a sua restauração.

Os revestimentos betuminosos tendem a trincar, pois como já foi dito o pavimento tem uma vida útil, pois as mesmas estão a ação permanente de tráfego e estão expostas as condições ambientais. As trincas, foram as patologias mais diagnosticados, elas tendem a prejudicar o pavimento no sentido que o revestimento fica exposta a entrada da água, com isso enfraquecendo o revestimento e possibilitando o recalque nas camadas que compõem a estrutura do pavimento, ou seja, sendo um fator que prejudica o pavimento de maneira significativa.

As trincas isoladas, que são originadas pela fadiga do revestimento, foram as patologias mais encontradas, em todas as direções, tanto transversalmente como verticalmente. Esse tipo de trinca, em quase todas estações vinham acompanhadas de outra patologia, que era o desgaste, que também tem influência significativa da fadiga.

As deformações permanentes, incluindo os afundamentos nas trilhas de roda, afundamentos plásticos, panelas e desgaste foram observadas no pavimento avaliado. Estes defeitos, que podem ser causados pelo grande número de repetições de cargas, afetam a qualidade do rolamento, o custo de manutenção dos veículos. Os mecanismos de desagregação provocam, o defeito do pavimento conhecido como desgaste. Esta patologia foi observada em todas as estações avaliadas. O desgaste, por ter sido diagnosticado em todas as estações avaliadas, deve ser atentado, pois em seu estágio mais avançado, poderá evoluir para panelas ou buracos. Portanto, deve-se executar uma medida corretiva, como a execução de um remendo do revestimento.

O que foi identificado na RN-072 que chamou bastante atenção foi o grande número de trincas por fadiga. Deve ser feito um estudo mais profundo nas camadas subjacentes ao revestimento, pois acredita-se que o maior problema encontra-se na estrutura das camadas.

Levando em base o valor encontrado no cálculo do IGG, onde o pavimento obteve o conceito péssimo no seu estado de conservação, pode-se previamente citar como uma maneira corretiva a um curto prazo um recapeamento, onde deve-se fazer um estudo que dimensione a camada de revestimento asfáltico necessário para aquele pavimento. É uma correção relativamente cara, em relação a outras medidas corretivas, mas acredita-se que seja a mais correta para a atual situação em que se encontra a RN-072.

A medida corretiva ideal seria a construção de um novo revestimento, isso ocorreria com a reciclagem dos materiais que compõem a base. Portanto, se consideraria a reconstrução do pavimento. Mas como sabemos, o Brasil está imerso em uma crise, ou seja, a pavimentação rodoviária, está sendo considerada atualmente um serviço secundário. Com isso os responsáveis por gerir o Brasil, dão as costas para a situação em que se encontra as rodovias estaduais e federais.

A seguir será apresentada a planilha de cálculo da norma que foi utilizada para a avaliação. Ela mostrará explicitamente como foi feito os cálculos e como se faz para se conceituar um pavimento, com relação ao seu estado de conservação.

RODOVIA: RN-072 PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)							Data: 18/05/2016		Folha:	
TRECHO: Lucrécia à Umarizal							Estaca ou Quilômetro		Estaca ou Quilômetro	
SUB-TRECHO: 300 m							1		15	
REVESTIMENTO TIPO: Pavimentos Flexíveis										
Item	Natureza do defeito	Frequência absoluta	Frequência absoluta considerada	Frequência relativa	Fator de ponderação	Índice de gravidade individual	Observações			
1	Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC,	32	10	66,67%	0,2	13,334				
2	(FC - 2) J, TB	0	0	0%	0,5	0				
3	(FC - 3) JE, TBE	6	5	33,33%	0,8	26,64				
4	ALP, ATP, ALC, ATC	10		66,67%	0,9	60,003				
5	O, P, E	6		40%	1,0	40				
6	EX	0		0%	0,5	0				
7	D	15		100%	0,3	30				
8	R	2		13,33%	0,6	7,998				
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	TRE= 4,4 mm		TRI=1,13 mm	F=2,765	1 A (x) 1 B ()	3,68			
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	TREV=14,11 mm	TRIV=4,24 mm	FV=9,17	2 A (x) 2 B ()	9,17				
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES		n = 15	$\sum$ IND. GRAVID. IND. = IGG				190,82	Conceito		
1A) IGI = $\bar{F}$ x 4/3 quando $\bar{F} \leq 30$							Operator			
1B) IGI = 40 quando $\bar{F} > 30$							Cálculo		PÉSSIMO	
							Visto			

6. CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos, pode-se conceituar o sub-trecho da RN-072 estudada como péssima, segundo a norma que o estudo foi baseado. Em todas as estações a identificação de patologias foi possível. A rodovia precisa urgentemente de algum aparato das autoridades responsáveis, pois o estado em vários trechos da rodovia está sem condições de uso.

Visto que o Brasil é um país de vasta extensão territorial as rodovias necessitam de uma manutenção rotineira, isso porque o fluxo rodoviário no nosso país é intenso. A situação que se encontra na rodovia RN-072 é o reflexo da situação do Brasil. O que se atentou foi que as questões ligadas a métodos de conservação das rodovias são tão importantes quanto às questões técnicas em relação ao comportamento de pavimentos. As autoridades responsáveis por gerenciar a rodovia estudada deram as costas para a mesma, investimentos em políticas de conservação não foram feitos, gerando assim a situação alarmante em que a rodovia se encontra.

Também foi visto que as patologias inseridas na rodovia estão se traduzindo em altos índices de acidentes, em aumento no tempo de locomoção, prejuízos financeiros para os que utilizam a rodovia, pois seus veículos se desgastam com o uso da rodovia.

Diante do trabalho de campo, realizado no sub-trecho da RN-072, entre Lucrécia e Umarizal, pode-se concluir que o procedimento adotado de “Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos”, com base na Norma do DNIT 006/2003 – PRO, tem relevante importância na classificação do estado de conservação do pavimento e na determinação de um método indicativo para a gerência da rodovia.

O resultado da avaliação feita, indicou um índice de Gravidade Global de 190,82. Com base os dados coletados, e os limites estabelecidos pela norma, verificou-se que o sub-trecho foi conceituado em péssimo para o estado de conservação do pavimento em estudo. Com tal resultado foram indicadas medidas corretivas a serem adotadas.

Portanto deve-se tomar cuidado na hora de se tomar uma decisão em qual medida corretiva será tomada, ou seja, deve-se levar em conta a questão custo-benefício que a medida corretiva trará. Acredita-se que a medida corretiva ideal a ser tomada, seja a reconstrução total do pavimento, pois o sub-trecho em estudo foi um

dos melhores encontrados na rodovia, e o mesmo apresenta pouquíssima condição de uso.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTAS, P. M. et al, **Estradas: Projeto Geométrico e de Terraplenagem**. Rio de Janeiro, Editora Interciência, 2010.

BALBO, J. T., **Pavimentos Asfálticos- patologias e manutenção**. São Paulo, Editora Plêiade, 1997.

BALBO, José Thadeu. **Pavimentação asfáltica: materiais, projeto e restauração**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

BERNUCCI, L. B.; CERATTI, J. A. P.; MOTTA, L. M. G.; SOARES, J. B. (2007) ***Pavimentação Asfáltica: formação básica para engenheiros***. PETROBRAS, ABEDA, Rio de Janeiro, RJ.

CRONEY, D. **The design and performance of road pavements**. Londres: Her Majesty's Stationery Office, 1977.

DNER. **Manual de conservação rodoviária- Instruções técnicas de execução de serviços**. Diretoria de desenvolvimento tecnológico. 1974.

DNER. **Projeto de restauração de pavimentos flexíveis**. Rio de Janeiro, 1995.

DNIT. **Pavimentação – Reforço do Subleito**. ES – 138. RJ: Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Divisão de Capacitação Tecnológica. IPR, 2010.

DNIT. Manual de pavimentação. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Publicação IPR – 719, Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br>>. Acesso em: 10 abr. 2016.

DOMINGUES, F. A. A., **MID- manual para identificação de defeitos de revestimentos asfálticos de pavimentos**. São Paulo, s.n., 1993.

GOOGLE. Google Chrome. 2016. Lucrécia a Umarizal. Disponível em: <
<https://www.google.com.br/maps/dir/Umarizal+-+RN/Lucr%C3%A9cia+-+RN,+59805-000/@6.0552289,37.8866311,12.25z/data=!4m14!4m13!1m5!1m1!1s0x7badb301e874c35:0x66c385e4d0d8cda0!2m2!1d37.8183701!2d5.9827766!1m5!1m1!1s0x7bad269a96c95ed:0xfbd9b136c9e08f2d!2m2!1d-37.8246955!2d-6.107479!3e0>>. Acesso em: 18/05/2016

NETO, G. L. G. **Estudo Comparativo Entre Pavimentação Flexível e Rígida**. Trabalho de Conclusão de Curso. Belém 2011.

Norma DNIT 005/2003 – TER. **Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Terminologia**.

Norma DNIT 006/2003 – PRO. **Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Procedimento**.

PINTO, S.; PREUSSLER, E. (2002) ***Pavimentação Rodoviária: conceitos fundamentais sobre pavimentos flexíveis***. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ.

SENÇO, Wlastermiller. **Manual de Técnicas de Pavimentação** - Volume I. São Paulo - SP, 1ª Ed., PINI, 1997.

