



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE ANGICOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

JOÃO PAULO SILVA DO NASCIMENTO

MANUTENÇÃO E REPARO DE RODOVIAS – ESTUDO DE CASO DE TRECHO DA
BR 427.

Angicos-RN

2018

JOÃO PAULO SILVA DO NASCIMENTO

**MANUTENÇÃO E REPARO DE RODOVIAS - ESTUDO DE CASO DE
TRECHO DA BR 427.**

Trabalho Final de Graduação
apresentado à Universidade Federal
Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel
em Engenharia Civil.

Orientadora: Dra Andreza Kelly Costa
Nóbrega - UFERSA

Angicos-RN

2018

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), 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 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-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 (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

N244m Nascimento, João Paulo Silva do.
Manutenção e reparo de rodovias - Estudo de
caso de trecho da BR 427 / João Paulo Silva do
Nascimento. - 2018.
54 f. : il.

Orientadora: Andreza Kelly Costa Nóbrega.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
2018.

1. BR 427. 2. Manifestações patológicas. 3.
Operação tapa buraco. I. Nóbrega, Andreza Kelly
Costa, orient. II. Título.

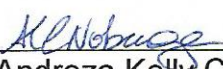
JOÃO PAULO SILVA DO NASCIMENTO

**MANUTENÇÃO E REPARO DE RODOVIAS – ESTUDO DE CASO DE TRECHO DA
BR 427.**

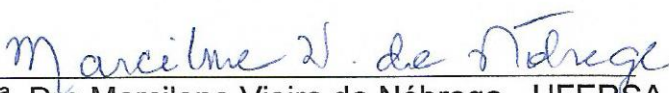
Trabalho Final de Graduação apresentado
a Universidade Federal Rural do Semi-
Árido como requisito para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Civil.

Defendida em: 11 / 09 / 2018

BANCA EXAMINADORA


Prof^a. Dra Andreza Kelly Costa Nobrega - UFERSA
Orientadora


Eng^a Civil. Me Ilana Maria da Silva Barros - UFERSA
1º Membro


Prof^a. Dra Marcilene Vieira da Nóbrega - UFERSA
2º Membro

Aos meus pais, Expedito Sebastião do Nascimento e Josefa Silva do Nascimento, que apesar de não terem tido a oportunidade, sempre me incentivaram sobre a importância em estudar.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado força e perseverança ao longo dessa caminhada, de maneira que eu conseguisse superar cada obstáculo encontrado ao longo destes cinco anos.

Aos meus pais Expedito Sebastião do Nascimento e Josefa Silva do Nascimento pelo amor, atenção e por servir como exemplo para que, mesmo diante das dificuldades, não desistisse e perseverasse até o fim.

A minha avó Ana Costa da Silva por sempre está presente em todas as minhas atividades, me incentivando e apoiando para que eu consiga atingir meus objetivos

Aos meus queridos irmãos Jarbas Silva do Nascimento e Jaiane Silva do Nascimento, por não medirem esforços e me dar todo o apoio em que precisei.

Aos meus padrinhos, madrinhas, tios, tias, sobrinhos, sobrinhas, primos, primas e todos aqueles que participaram diretamente ao longo de toda a minha vida.

Ao meu irmão Jarbas Silva do Nascimento por dedicar parte de seu tempo para irmos fazer a pesquisa in loco

Ao 1º BEC por ter aceitado que eu fizesse o trabalho me passando todas as informações necessárias para o preenchimento do formulário, permitindo que eu tirasse fotos das etapas executivas, e respondendo as perguntas em meio ao trabalho.

A minha orientadora Dra. Andreza Kelly Costa Nobrega que dedicou boa parte do seu tempo tirando dúvidas e dando sugestões ao longo do desenvolvimento do trabalho.

Aos participantes da banca, Prof. Dra. Marcilene Vieira da Nóbrega e a Engª Civil da UFERSA/Angicos Msª Ilana Maria Silva Barros, por estarem disponíveis a participar

da banca examinadora, dedicando certo espaço de tempo para o estudo e avaliação deste trabalho.

Ao coordenador do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil da UFRSA/Angicos. Dr. Kleber Cavalcanti Cabral.

A todos os professores do curso de engenharia civil da UFRSA/Angicos que me passaram um pouco do seu conhecimento: Dra. Andreza Kelly, Dr. Wendell Rossini, Dra. Sâmea Valenska, Dr. Edwin Luize, Msc Janaína Salustio, Dra. Roselene Lucena, Prof^a. Lanna Nazário, Dr. Kleber Cavalcanti, Msc. Luis Henrique, Prof. Arthuro Munay, Msc. Aerson Barreto, Msc Klaus André.

“A persistência é o caminho do êxito”.

Charles Chaplin

RESUMO

A construção de estradas surgiu a partir do momento em que o homem precisou se deslocar por percursos maiores em menos tempo, e vem se aperfeiçoando devido ao avanço da ciência e tecnologia. Com o crescimento do tráfego urbano, a construção de estradas passou a necessitar de grande investimento em infraestrutura para fornecer uma boa trafegabilidade com conforto e segurança aos usuários. Todavia, atualmente com todo o aparato tecnológico disponível, muitas rodovias brasileiras ainda se encontram em estado de deterioração, indicando que não basta apenas construir mais rodovias, a manutenção do pavimento deve ser realizada indispensavelmente. Em vista disso, este trabalho tem como objetivo realizar uma avaliação da operação tapa Buraco realizada pelo 1º BEC (Batalhão de Engenharia de Construção) na BR 427, trecho localizado entre os municípios de Jardim do Seridó/RN e Acarí/RN, analisando o passo a passo dos serviços realizados na operação. O trabalho foi desenvolvido a partir da realização de visitas in loco na BR- 427 em maio de 2018. Com a visita, foi possível fazer uma observação visual das manifestações patológicas, registros fotográficos e aplicação de um questionário Baseado na Norma do DER/PR ES-P 12/05. Constatou-se a ocorrência de diversos defeitos, como: fendas, afundamentos, desgastes e painéis, estes estavam sendo recuperados com o avanço dos serviços da operação tapa buraco. Assim, com a análise realizada ao longo do percurso foi possível concluir que o pavimento não estava proporcionando condições de conforto e segurança aos seus usuários, devido ao alto grau de deterioração da sua superfície o que estava sendo minimizada com a realização da manutenção realizada pelo 1º BEC. Os serviços foram executados de acordo com o que estava especificado na norma do DER/PR ES-P 12/05 seguindo todas as etapas de corte, limpeza da região, aplicação da emulsão, descarga do PMF e por fim compactação. No entanto, a vida útil do pavimento deverá ser prolongada, aumentando o intervalo de manutenção.

Palavras-chave: BR 427. Manifestações Patológicas. Operação tapa buraco.

ABSTRACT

The construction of roads arose from the moment in which the man had to travel by greater routes in less time, and has been improving in function of science and technology. With the growth of urban traffic, the construction of these works required a large investment in infrastructure to provide good trafficability with comfort and safety to users. However, currently with all the technological equipment available, many Brazilian highways are still in a state of deterioration, showing us that it is not enough just to build more highways, the maintenance of the pavement must be performed indispensably. The objective of this work is to evaluate the operation of the Buraco BEC (Construction Engineering Battalion) in BR 427, located between the municipalities of Jardim do Seridó / RN and Acarí / RN. step by step of the services performed in the operation. The work was developed from the on-site visits to the BR-427 in May 2018, with the visit it was possible to make a visual observation of the pathological manifestations, photographic records and application of a questionnaire Based on the Standard of the DER / PR ES- P 12/05, this standard prescribes the step by step on the completion of the hole cover operation. At the end of this evaluation, it was verified the occurrence of several defects, such as: cracks, sinkings, wear and pans, these were being recovered with the advance of the services of the lid hole operation. Thus, with the analysis carried out along the route, it was possible to conclude that the pavement was not providing conditions of comfort and safety to its users, due to the high degree of deterioration of its surface which was being minimized with the accomplishment of the maintenance performed by the 1st BEC, the services were performed according to what was specified in the DER / PR ES-P 12/05 standard following all steps of cutting, cleaning the region, applying the emulsion, discharging the PMF and finally compaction. However, the service life of the floor should be extended, increasing the maintenance interval.

Keywords: BR 427. Pathological Manifestations. Operation cover hole.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BEC – Batalhão de Engenharia de Construção

BR – Batalhão Rodoviário

CAUQ – Concreto Asfáltico Usinado a Quente

CBR – California Bearing Ratio.

CNT – Confederação Nacional dos Transportes

DER – Departamento Estadual de Rodagem

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes

DNER – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem

FRN – Fundo Rodoviário Nacional

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IGG – Índice de Gravidade Global

MG – Minas Gerais

MRFE - MALHA RODOVIÁRIA FEDERAL ESTRATÉGICA

NE - Nordeste

NO – Noroeste

PMF – Pré Misturado a Frio

PNV - PLANO NACIONAL DE AVIAÇÃO

PB - Paraíba

PR – Paraná

RC – Ruptura Concentrada

RJ – Rio de Janeiro

RL – Ruptura Lenta

RM – Ruptura Média

RN – Rio Grande do Norte

RR – Ruptura Rápida

SE - Sudeste

SO - Sudoeste

LISTA DE FIGURAS

Figura 01- Corte transversal de um pavimento flexível.

Figura 02: Corte transversal de um pavimento rígido.

Figura 03 – a) Trinca isolada transversal, b) Trinca isolada longitudinal.

Figura 04 – a) Afundamento de trilha de roda, b) Afundamento local.

Figura 05 – a) Ondulação, b) Escorregamento, c) Exsudação

Figura 06 – Desgaste.

Figura 07 – Panela ou Buraco

LISTA DE IMAGENS

Imagem 01: Classificação das Rodovias federais do Brasil

Imagem 02: Afudamento, plástico da trilha de roda.

Imagem 03: Panelas no pavimento.

Imagem 04: Estrutura do pavimento carreado pela água da chuva.

Imagem 05: Desgaste

Imagem 06: Defeitos diversos.

Imagem 07: Corte das regiões fragilizadas.

Imagem 08: Remoção do entulho gerado com o corte.

Imagem 09: Soprador de pó.

Imagem 10: Aplicação da pintura de ligação Ruptura rápida.

Imagem 11: Descarga do PMF (a), compactação com rolo fibrador liso (b).

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 OBJETIVOS	16
1.1.1 Objetivo geral	16
1.1.2 Objetivos Específicos	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 DEFINIÇÃO	17
2.2 HISTÓRICO SOBRE PAVIMENTOS	18
2.3 A PAVIMENTAÇÃO NO BRASIL	20
2.4 A MALHA RODOVIÁRIA BRASILEIRA	21
2.5 NOMENCLATURA DAS RODOVIAS	22
2.5.1 Rodovia Radial	23
2.5.2 Rodovias Longitudinais	23
2.5.3 Rodovias transversais	23
2.5.4 Rodovias diagonais	23
2.5.5 Rodovias de ligação	24
2.6 CLASSIFICAÇÃO DOS PAVIMENTOS	25
2.7 ESTRUTURA DOS PAVIMENTOS	26
2.7.1 Subleito	27
2.7.2 Reforço do subleito	27
2.7.3 Sub-base	27
2.7.4 Base	27
2.7.5 Revestimento	27
2.8 PAVIMENTO FLEXIVEL	28
2.8.1 Estrutura dos pavimentos flexíveis	28
2.8.2 Patologias nos pavimentos flexíveis (Norma DNIT 005)	28
2.8.3 Considerações Sobre a Manutenção Rodoviária	31
2.8.4 Situação da pavimentação no Brasil	32
2.8.5 Materiais utilizados na execução dos remendos	33
2.8.5.1 Pavimentação asfáltica pré-misturado a frio (PMF)	33
2.8.5.2 Emulsão asfáltica	34
2.8.5.2.1 Ruptura Rápida	36

2.8.5.2.2 Ruptura Média	36
2.8.5.2.3 Ruptura Lenta	36
2.8.5.2.4 Ruptura controlada	36
3 MATERIAIS E METODOS	37
3.1 ESTUDOS PRELIMINARES	37
3.2 LOCALIZAÇÃO DO TRECHO AVALIADO	37
3.3 ACOMPANHAMENTO DA EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS.	38
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	41
4.1 ANÁLISE DO PAVIMENTO.....	42
4.1.1 Afundamento	42
4.1.2 Panela.....	43
4.1.3 Carreamento do Talude.	44
4.1.4 Desgaste	44
4.1.5 Defeitos diversos	45
4.2 SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO	46
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
5.1 CONCLUSÕES	51
5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	52
REFERÊNCIAS	53

1 INTRODUÇÃO

Com a intenção de aumentar as ramificações em seu território e melhorar o acesso às fontes que a natureza disponibiliza (rochas, madeiras, água e minerais) o homem sentiu a necessidade de criar o que atualmente é conhecido por estradas. As estradas mais antigas são originadas na China e posteriormente são aperfeiçoadas pelos romanos, onde são instalados pavimentos e drenagem (BALBO, 2007).

As estradas sofreram diversas mudanças ao longo do tempo principalmente devido ao avanço das inovações tecnológicas e ao investimento nas ciências que estudam os fenômenos que interferem nas suas características de desempenho.

O manual de pavimentos desenvolvido pelo DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes) caracteriza o pavimento como sendo uma estrutura que é formada por várias camadas de espessura finita, e que sob essas camadas está a infraestrutura ao qual é denominada de subleito. No subleito deve ser realizado diversos ensaios para verificar se suas propriedades são capazes de absorver os esforços gerados pelas camadas do pavimento e pelo tráfego, caso contrário deverá ser feito um reforço no subleito.

Esse trabalho faz um acompanhamento do passo a passo dos serviços de manutenção que estavam sendo executados na BR 427 pelo 1º Batalhão de Engenharia de Construção e o que rege as especificações do DER/PR ES- P 12/05 sobre os serviços da operação tapa buraco, assim como observar as manifestações patológicas existentes no trecho e as formas de prevenção.

A BR 427 é uma rodovia federal que liga os estados da Paraíba ao Rio Grande do Norte, possui uma extensão de 170 Km, sendo considerada a rodovia mais importante para a região do Seridó, Atualmente vem sofrendo com a falta de manutenção, o que ocasiona a ocorrência de panelas, fissuras, trincas interligadas, desgaste etc.

Com o auxílio da norma do DNIT 005/2003 foi possível identificar e classificar as patologias presentes no pavimento da BR 427. Foi realizado uma visita in loco para verificar se os serviços da operação tapa buraco estavam sendo executados de acordo com as normas do DNIT, além de analisar os materiais que estão sendo empregados na recuperação das patologias presentes na rodovia, e verificar os pontos críticos na execução dos serviços realizados, sugerindo correções dos

processos de execução, caso surja alguma irregularidade.

De acordo com o que se observa nas rodovias federais brasileiras é frequente a necessidade de manutenção e o aparecimento prematuro de patologias. Isso pode ser oriundo de um serviço de má qualidade, excesso de carga ou materiais inadequados.

Tendo em vista a importância da BR 427 para o escoamento de parte da produção da região do Seridó, e o aparecimento prematuro de patologias, observou-se a oportunidade da realização de um estudo acerca dos serviços de manutenção que estão sendo executados na mesma. Assim como observar se os serviços estão sendo executados de acordo com o estabelecido pelas normas vigentes.

Portanto, esse trabalho terá como finalidade analisar as principais etapas dos serviços de manutenção que estão sendo executadas no trecho da BR-427 entre os municípios de Jardim do Seridó e Acari.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Acompanhar os serviços de manutenção realizados no pavimento da BR 427 (Trecho entre Jardim do seridó e Acari), avaliando seu processo executivo.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Identificar as manifestações patologicas presentes na superfície do pavimento flexível.
- Verificar os serviços de manutenção executados no local pelo 1º BEC (Primeiro Batalhão de engenharia de construção).
- Analisar os materiais que estão sendo empregados na recuperação das manifestações patologicas presentes no trecho da rodovia.
- Verificar os pontos críticos na execução dos serviços realizados.
- Sugerir correções dos processos de execução.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 DEFINIÇÃO

Segundo Balbo 2007, o pavimento tem como função proporcionar um tráfego seguro e confortável, estruturado com materiais que tenham capacidade de suportar os esforços gerado pelo tráfego de veículos e a ação das intempéries climáticas de maneira que os custos se tornem o menor possível.

Na rede rodoviária o pavimento constitui a infraestrutura mais importante no contexto da previsão dos investimentos em conservação/reabilitação, sendo aquela que está mais sujeita às ações mais severas, tanto do tráfego quanto do clima (SABATÉ, apud GUILHERME, 2017).

De acordo com Balbo 2007, o pavimento é composto por camadas sobrepostas com diferentes materiais compactados de maneira a suportar o tráfego de forma durável e ao mínimo custo possível.

As principais funções técnicas da estrutura de pavimento são de resistir e distribuir os esforços verticais provenientes do tráfego; melhorar as condições de rolamento quanto ao conforto e segurança; e resistir aos esforços horizontais de desgaste, tornando a superfície de rolamento mais durável FALEIROS (2005 apud RIBEIRO, 2017).

DNIT *apud* MOURA, 2011 define pavimento como:

“Estrutura construída após a terraplenagem, destinada a resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais oriundos dos veículos, a melhorar as condições de rolamento quanto ao conforto e segurança e a resistir aos esforços horizontais tornando mais durável a superfície e rolamento”.

Já SANTANA (1993 apud MARQUES, 2006) define o pavimento como uma estrutura construída sobre a superfície obtida pelos serviços de terraplanagem com a função principal de fornecer ao usuário segurança e conforto, que devem ser conseguidos sob o ponto de vista da engenharia, isto é, com a máxima qualidade e o mínimo custo.

Segundo Senço (2007 apud Rosas), pavimento é a estrutura construída sobre a terraplenagem e destinada a: resistir a os esforços verticais oriundos do tráfego e distribuí-los; melhorar as condições de rolamento quanto ao conforto e segurança; resistir aos esforços horizontais (desgaste), tornando mais durável a superfície de rolamento.

2.2 HISTÓRICO SOBRE PAVIMENTOS

Para a construção das pirâmides do Egito (2600-2400 a.C.) foi necessário implantar uma estrada pavimentada para trenós considerada uma das mais antigas, para amenizar o atrito era realizado o umedecimento através do uso de água, azeite ou musgo molhado (Saunier apud Bernucci, 2006).

Há mais ou menos 2000 anos os romanos já possuíam uma boa malha viária devido a necessidade de seu exército monitorar o vasto território do império de Otaviano Augusto no ano 27 a.C, sendo atribuída aos romanos a arte e o planejamento de obras viárias, apesar de se conhecer a existência de antigos sistemas de estradas em várias partes da terra, que tinha como finalidade a peregrinação religiosa e comercial.

As estradas construídas pelos incas (1438) foi quem mais se destacaram na América Latina, os habitantes da região pertencente hoje ao Equador, Colômbia, Peru, norte do Chile, oeste da Bolívia e noroeste da Argentina. O sistema de estradas dos Incas era capaz de cobrir regiões áridas do litoral, florestas, até grandes altitudes na Cordilheira dos Andes. De acordo com Bernucci 2006 havia duas estradas principais correndo no sentido longitudinal: uma serrana com cerca de 4.350 km e outra costeira com aproximadamente 3.900 km. Para conecta-las havia um elaborado sistema de vias transversais, a literatura conta que o total da rede viária era estimado em pelo menos 17.000 km, embora se encontrem textos apontando números de até 40.000 km.

A tabela 01 apresenta como se desenvolveu a evolução das técnicas empregadas na construção dos pavimentos até a década de 90.

Tabela 01: Evolução das técnicas empregadas nos pavimentos.

Período	Estado de desenvolvimento
Antes de 1920	Inexistência de projeto. Construções eram baseadas em tentativa e erro e na experiência local.
1920 – 1940	Surgimento da Mecânica dos solos. Primeiras Classificações de solos com base em sua adequação como fundação dos pavimentos (Hogentogler e Terzaghi). Construções utilizavam seções padrão. Primeira pista experimental em Illinois.
1940 – 1950	“WASHO Road Test”, que evidenciou a deterioração acelerada que ocorre durante o degelo da primavera, e demonstrou a influência da espessura do revestimento asfáltico no desempenho dos pavimentos flexíveis. Surge o sistema de classificação de solos aeroportuários
1950 – 1960	“AASHO Road Test”. Síntese da experiência californiana (com base no desempenho de rodovias em serviço). Método USACE (CBR).
1960 – 1970	Consolidação da Mecânica dos Pavimentos, como ferramenta básica para o dimensionamento estrutural dos pavimentos. Intensos estudos de laboratório sobre as propriedades mecânicas (reológicas, de fadiga e de deformações permanentes) dos materiais de pavimentação.
1970 – 1993	Modelos de previsão de desempenho mecanístico empíricos. Estruturação dos sistemas de Gerência de Pavimentos. A reflexão de trincas em recapeamentos asfálticos se torna uma preocupação central na restauração central dos pavimentos. Surgem os equipamentos automatizados para avaliação estrutural não destrutiva. Pesquisas fundamentais em trechos instrumentados e pistas circulares. Surge o “Heavy vehicle Simulator” (África do Sul), para ensaios de fadiga acelerados em verdadeira grandeza. Estudos sobre os efeitos das cargas dinâmicas dos diversos tipos de eixos e suspensões. Pesquisa SHRP.
1993 -Atual	Consolidação e implementação dos resultados da pesquisa SHRP. Início da pesquisa LTPP do FHWA, para calibração de modelos de previsão de desempenho, com base no monitoramento de seções de pavimentos em rodovias em serviço nos EUA e Canadá, a ser executado durante 15 anos

Fonte: Gonçalves, 1999.

2.3 A PAVIMENTAÇÃO NO BRASIL

No Brasil, além dos trabalhos já mencionados de Bittencourt (1958) e Prego (2001), outras publicações tratam da história de estradas, só que de forma específica, como Ribas (2003) e Concer (1997). Um resumo histórico de importantes estradas no país pode ser encontrado em História das rodovias (Bernucci et al 2006). Partindo dessas diversas referências, faz-se aqui uma cronologia de vias emblemáticas de modo a tentar ilustrar a história da pavimentação no país.

Segundo o DNER 1996, o histórico do rodoviarismo federal no Brasil se deu com a implantação da primeira estrada brasileira que foi a união industrial, inaugurada ainda no século XIX (1861), essa rodovia ligava o estado de Minas gerais ao Rio de Janeiro, com a rodovia pavimentada o tempo de viagem nesse trecho foi reduzido de 100 para 25 dias.

De acordo com BERNUCCI (2006) uma das primeiras estradas reportadas foi a Estrada do Mar que teve início em 1560, e a qual tinha como função ligar São Vicente ao Planalto Piratininga. Em 1661, o governo da Capitania de São Vicente ampliou esse caminho possibilitando assim o tráfego de veículos. Posteriormente, seguindo o mesmo traçado da Estrada do Mar, foi construída a Estrada da Maioridade, em homenagem à maioridade de D. Pedro II, iniciada em 1837 e concluída em 1844.

Conforme afirma Bernucci (2006) em 1920, foi criada a primeira estrada com pedágio do Brasil a Sociedade Caminho do Mar, em 1922, o seu trecho mais íngreme foi pavimentado com concreto.

Ainda de acordo com o DNER (1996), na década de 1940 o Brasil possuía apenas 423 Km das suas rodovias federais e estaduais pavimentadas, isso se deu devido a política adotada para o sistema rodoviário pela qual, o DNER não era considerado uma autarquia, ou seja, não possuía os recursos próprios e as atividades era desvinculada dos sistemas rodoviários estaduais e municipais.

Esse cenário começou a mudar com a criação da Lei Joppert em 1945, essa Lei dava autonomia técnica e financeira ao DNER, além de criar o Fundo Rodoviário Nacional, a partir dessa lei cinco anos mais tarde (em meados de 1950) o Brasil estava com 968 Km das rodovias pavimentadas. A Lei Joppert criou ainda os distritos rodoviários federais descentralizando a administração do DNER, isso fez com que ao final da década de 60, todas as capitais do Brasil excetuando-se

Manaus e Belém, estavam conectadas formando uma malha rodoviária federal.

Concer (1997) apresenta através do livro do fotógrafo do imperador, o francês Revert Henrique Klumb (Klumb, 1872), a história da Estrada de Rodagem União e Indústria, ligando Petrópolis (RJ) a Juiz de Fora (MG), sendo considerada a primeira rodovia concessionada do Brasil. Idealizada pelo comendador Mariano Procópio e inaugurada por D. Pedro II em 1860, é a primeira estrada brasileira a usar macadame como base/revestimento, esta estrada tinha um traçado que permitia a então impressionante velocidade de 20 km/h.

Engenheiros brasileiros juntamente com engenheiros norte-americanos no ano de 1942, construíram pistas de aeroportos e estradas de acesso durante a segunda guerra utilizando o ensaio California Bearing Ratio (CBR). Neste ano o Brasil possuía apenas 1.300km de rodovias pavimentadas, uma das menores extensões da América Latina. Logo após em 1956, a indústria automobilística foi implantada no país. O governo de Juscelino Kubitschek (1956-1961) impulsionou o rodoviarismo aumentando a área pavimentada do país.

Conforme Bernucci (2006) em sua obra *Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros*, A Rodovia Transamazônica e a Ponte Rio-Niterói são dois projetos de destaque que surgiram durante o governo militar (1964-1984).

Em 1985, o Brasil contava com aproximadamente 110.000 km de rodovias pavimentadas, saltando em 1993 para aproximadamente 133.000 km, que não inclui a rede viária municipal, responsável pela grande malha não-pavimentada no país. Números de 2005 apontam 1.400.000 km de rodovias não-pavimentadas (federais, estaduais e municipais) e 196.000 km de rodovias pavimentadas, sendo 58.000km federais, 115.000 km estaduais e 23.000 km municipais. Esse percentual (de cerca de 10% de vias pavimentadas) contrasta com um percentual nos Estados Unidos e na Europa de mais de 50% e de uma média na América do Sul superior a 20%.

As principais causas da vulnerabilidade nas rodovias federais segundo a Publicação IPR-719, foi a crise do petróleo na década de 70 juntamente com a extinção da FRN na década de 80 o que levou a uma redução significativa dos investimentos no setor.

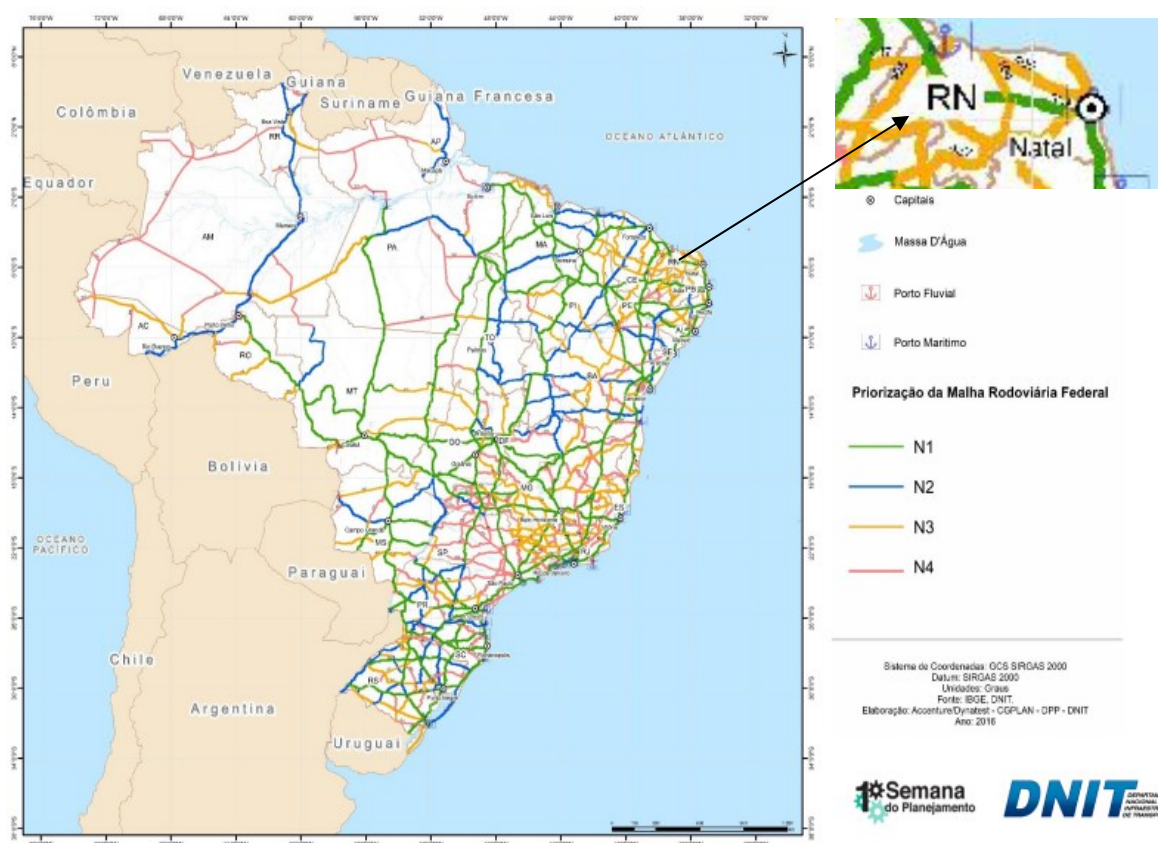
2.4 A MALHA RODOVIÁRIA BRASILEIRA

De acordo com MRFE (MALHA RODOVIÁRIA FEDERAL ESTRATÉGICA) a

malha rodoviária federal é dividida em 4 níveis hierárquicos.

- Nível 1 (N1): rede de rodovias formadas pelos principais eixos logísticos, vias de acesso à capitais e fronteira, conexões turísticas, acessos a portos e outras rodovias que forma as rotas mais importantes na circulação de cargas e passageiros relacionadas na MRFE;
- Nível 2 (N2): rede de rodovias que interligam os principais eixos N1 e que possuem funções secundárias previstas na MRFE;
- Nível 3 (N3): rodovias de importância local, não elencadas na MRFE;
- Nível 4 (N4): segmentos de acesso com baixa representatividade no escoamento atual da produção, não elencadas na MRFE.

Mapa 01: Níveis hierárquicos das rodovias.



Fonte: PNMR 2018.

2.5 NOMENCLATURA DAS RODOVIAS

O PNV (PLANO NACIONAL DE AVIAÇÃO) juntamente com o DNIT nomeia

as rodovias federais inicialmente com a sigla BR (rodovia federal) seguida posteriormente por três algarismos o primeiro vem indicando a categoria da rodovia. Os dois últimos algarismos define a posição geográfica, a partir da orientação geral da rodovia, relativamente à Capital Federal e aos limites do País (Norte, Sul, Leste e Oeste), a imagem 01 apresenta a nomenclatura de todas as rodovias federais do Brasil.

2.5.1 Rodovia Radial

O sentido das rodovias partem da capital federal (Brasília) em direção aos extremos do país, e tendo o quilômetro zero de cada estado no ponto da rodovia mais próximo à capital federal ex: BR: 0XX. A numeração pode variar de 05 a 95 seguindo a numeração 05 e no sentido horário.

2.5.2 Rodovias Longitudinais

A nomenclatura dessas rodovias começa com a sigla BR seguida do número 1 e os dois últimos varia entre 00 e 50 se a rodovia estiver a leste de Brasília e de 50 a 99 se estiver a oeste da capital. O sentido de quilometragem vai do norte para o sul. Com exceção as BR-163 e BR-174, que o sentido de quilometragem é o inverso (do sul para o norte).

2.5.3 Rodovias transversais

O sentido de quilometragem das rodovias transversais vai do leste para o oeste. O primeiro algarismo começa com o número dois, e os dois últimos números varia de 00 a 50 do Norte até a capital Brasília e de 50 a 99 de Brasília ao extremo sul.

2.5.4 Rodovias diagonais

Diferentemente das demais rodovias a numeração dessas rodovias se apresentam de duas maneiras de orientação (Nordeste-Sudoeste ou Noroeste-Sudeste), A numeração da quilometragem se inicia no ponto mais ao norte da

rodovia indo em direção ao ponto mais ao sul começando com o número 3 e os dois últimos números variando na direção geral NO-SE de 00 a 50 do Nordeste a Brasília e de 50 a 98 de Brasília ao Extremo sul, variando sempre em números pares. Já na direção NE-SO a numeração das rodovias varia em números ímpares começando do número 01 no extremo Noroeste a 51 em Brasília e de 51 a 99 de Brasília ao extremo Sul respectivamente.

2.5.5 Rodovias de ligação

As rodovias de ligação apresentam-se em qualquer direção, ligando rodovias federais ou pelo menos uma rodovia federal a uma cidade ou algum ponto importante do país.

Na maior parte das vezes a contagem da quilometragem segue do ponto mais ao norte da rodovia para o ponto mais ao sul. No caso de ligação entre duas rodovias federais, a quilometragem começa na rodovia de maior importância. A sua numeração começa com o número 4 seguido por dois números variando de 00 a 50 se a rodovia estiver ao norte do paralelo da capital federal, e entre 50 e 99 se estiver ao sul.

Tabela 02: Classificação das Rodovias federais do Brasil

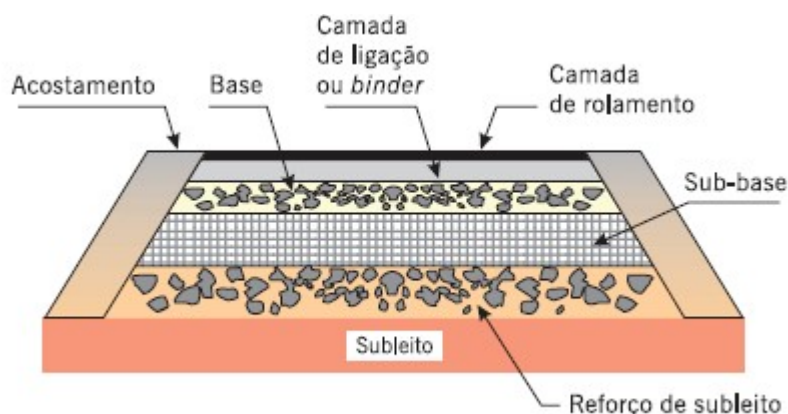
Radiais BR- 0xx	BR-010	BR-020	BR-030	BR-040	BR-050	BR-060	BR-070	BR-080
	BR-101	BR-104	BR-110	BR-116	BR-120	BR-122	BR-135	BR-146
Longitudinais BR-1xx	BR-153	BR-154	BR-155	BR-156	BR-158	BR-163	BR-174	
	BR-210	BR-222	BR-226	BR-230	BR-232	BR-235	BR-242	BR-251
Transversais BR-2xx	BR-259	BR-262	BR-265	BR-267	BR-272	BR-277	BR-280	BR-282
	BR-283	BR-285	BR-287	BR-290	BR-293			
	BR-304	BR-307	BR-308	BR-316	BR-317	BR-319	BR-324	BR-330
Diagonais BR -3xx	BR-342	BR-343	BR-349	BR-352	BR-354	BR-356	BR-359	BR-361
	BR-363	BR-364	BR-365	BR-367	BR-369	BR-373	BR-374	BR-376
	BR-304	BR-304	BR-304	BR-304	BR-304	BR-304	BR-304	BR-304
	BR-401	BR-402	BR-403	BR-404	BR-405	BR-406	BR-407	BR-408
	BR-409	BR-410	BR-411	BR-412	BR-413	BR-414	BR-415	BR-416
	BR-417	BR-418	BR-419	BR-420	BR-421	BR-422	BR-423	BR-424
	BR-425	BR-426	BR-427	BR-428	BR-429	BR-430	BR-431	BR-432
	BR-433	BR-434	BR-436	BR-437	BR-440	BR-447	BR-448	BR-450
De Ligação BR-4xx	BR-451	BR-452	BR-453	BR-454	BR-455	BR-456	BR-457	BR-458
	BR-459	BR-460	BR-461	BR-462	BR-463	BR-464	BR-465	BR-466
	BR-467	BR-468	BR-469	BR-470	BR-471	BR-472	BR-473	BR-474
	BR-475	BR-476	BR-477	BR-478	BR-479	BR-480	BR-481	BR-482
	BR-483	BR-484	BR-485	BR-486	BR-487	BR-488	BR-489	BR-490
	BR-491	BR-492	BR-493	BR-494	BR-495	BR-496	BR-497	BR-498
	BR-499							

FONTE: Sistema Nacional de Viação, 2018.

2.6 CLASSIFICAÇÃO DOS PAVIMENTOS

O Manual de Pavimentação do DNIT define e classifica os pavimentos em Flexíveis, Semi-rígidos, e Rígidos:

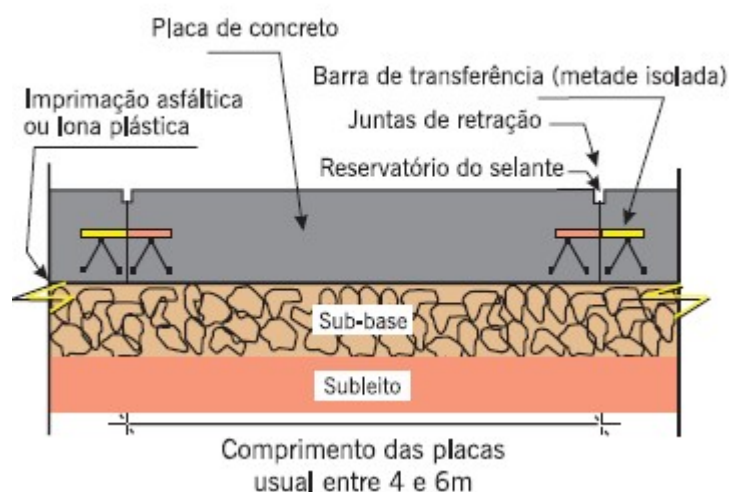
Flexível: todas as camadas que compõe o pavimento sofrem deformação elástica sob o carregamento aplicado e, portanto, a carga se distribui em parcelas aproximadamente equivalentes entre as camadas, geralmente seu revestimento é composto por material betuminoso.

Figura 01- Corte transversal de um pavimento flexível.

Fonte: Bernucci, 2006.

Semi-Rígido: caracteriza-se por uma base cimentada por algum aglutinante com propriedades cimentícias como por exemplo, por uma camada de solo cimento revestida por uma camada asfáltica.

Rígido: o revestimento é composto de concreto de cimento Portland, o que torna o revestimento com alta rigidez sendo, portanto capaz de absorver a quase todas as cargas provenientes do carregamento aplicado.

Figura 02: corte transversal de um pavimento rígido.

Fonte: Bernucci, 2006.

2.7 ESTRUTURA DOS PAVIMENTOS.

O Manual dos pavimentos define a função e classifica as camadas dos

pavimentos da seguinte maneira. As camadas dos pavimentos possui funções específicas capazes de proporcionar aos veículos as condições de suporte e rolamento adequadas em quaisquer condições climáticas.

2.7.1 Subleito

É o terreno de fundação do pavimento, o solo originado naquela região, após os serviços de terraplenagem ou construção de uma obra de arte o subleito passa a ser denominado leito que dependendo do greide pode passar por regularização até atingir as cotas.

2.7.2 Reforço do subleito

É uma camada de espessura constante, posta por circunstâncias técnico-econômicas, acima da camada de regularização, com características geotécnicas inferiores ao material usado na camada que lhe for superior, porém melhores que o material do subleito;

2.7.3 Sub-base

É a camada complementar a base, quando por circunstâncias técnicoeconômicas não for aconselhável construir a base diretamente sobre regularização;

2.7.4 Base

A base é a camada destinada a resistir e distribuir os esforços oriundos do tráfego e sobre a qual se constrói o revestimento;

2.7.5 Revestimento

O revestimento é a camada tanto quanto possível impermeável, que recebe diretamente a ação de rolamento dos veículos é destinada a melhorá-la quanto à comodidade e a segurança e a resistir ao desgaste.

2.8 PAVIMENTO FLEXIVEL

De modo geral os pavimentos flexíveis são associados aos pavimentos asfálticos, que são compostos por uma camada superficial asfáltica, denominada como Concreto Asfáltico, e por diversas camadas de material granular postas umas sobre as outras (BARRETO, 2016).

2.8.1 Estrutura dos pavimentos flexíveis

O Livro Pavimentação asfáltica classifica os pavimentos rodoviários flexíveis aqueles em que a estrutura é formada por quatro camadas principais: revestimento asfáltico, base, sub-base e reforço do subleito. O revestimento asfáltico pode ser composto por camada de rolamento – em contato direto com as rodas dos veículos e por camadas intermediárias ou de ligação, por vezes denominadas de *binder*. Dependendo do tráfego e dos materiais disponíveis, pode-se ter ausência de algumas camadas. As camadas da estrutura repousam sobre o subleito, ou seja, a plataforma da estrada terminada após a conclusão dos cortes e aterros.

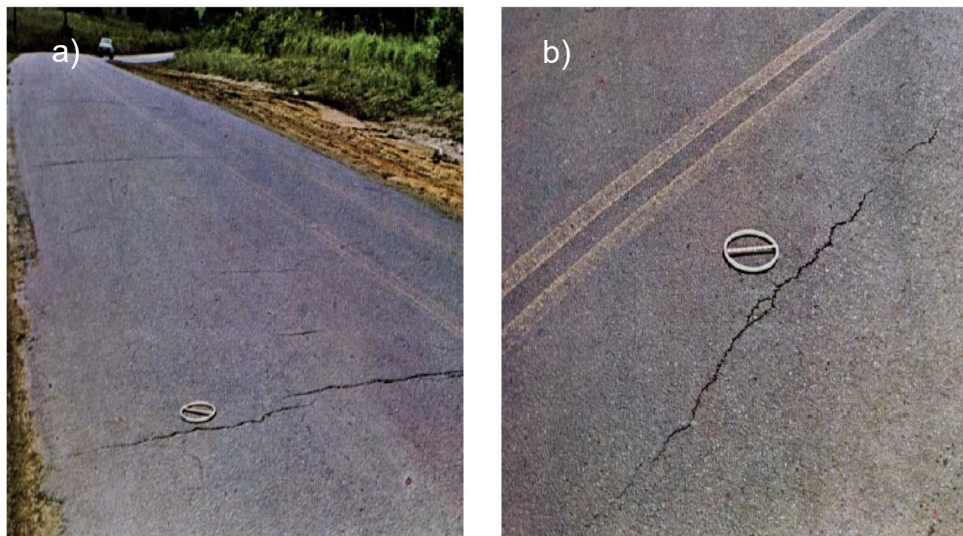
Pavimento flexível é constituído por revestimento asfáltico sobre camada de base granular ou sobre camada de base de solo estabilizado granulometricamente. Os esforços provenientes do tráfego são absorvidos pelas diversas camadas constituintes da estrutura do pavimento flexível.

2.8.2 Patologias nos pavimentos flexíveis (Norma DNIT 005)

Definição dos defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos de acordo com a norma do DNIT 005-TER.

Fenda é qualquer descontinuidade na superfície do pavimento, que conduza a aberturas de menor ou maior porte, apresentando-se sob diversas formas: Fissura Fenda de largura capilar existente no revestimento, posicionada longitudinal, transversal ou obliquamente ao eixo da via, somente perceptível a vista desarmada de uma distância inferior a 1,50 m; Fenda existente no revestimento, facilmente visível a vista desarmada, com abertura superior à da fissura, podendo apresentar-se sob a forma de trinca isolada ou trinca interligada.

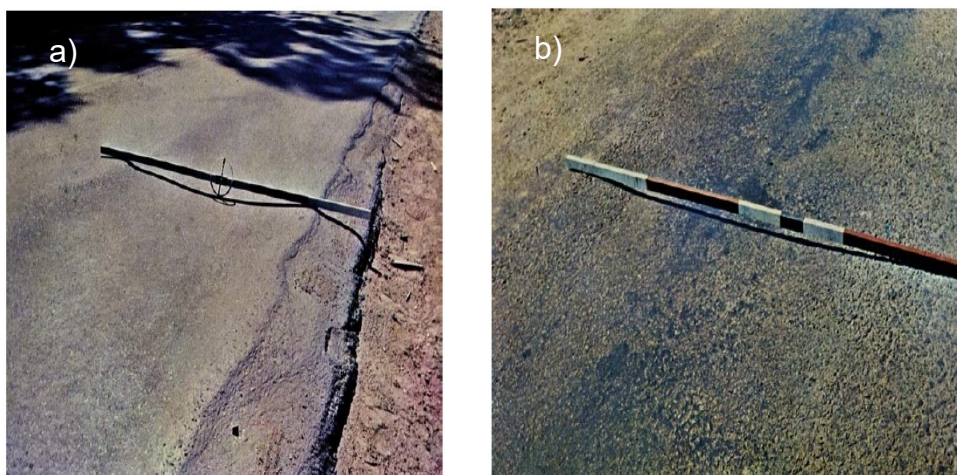
Figura 03 – a) Trinca isolada transversal, b) Trinca isolada longitudinal.



Fonte: DNIT 005: 2003.

Já o afundamento são deformações permanente caracterizada por depressão da superfície do pavimento, acompanhada, ou não, de solevamento, podendo apresentar-se sob a forma de afundamento plástico ou de consolidação.

Figura 04 – a) Afundamento de trilha de roda, b) Afundamento local.



Fonte: DNIT 005: 2003.

A Ondulação ou Corrugação são deformações transversais que ocorrem na superfície do pavimento, já o escorregamento é um deslocamento do revestimento em relação à camada subjacente do pavimento, com aparecimento de fendas em forma de meia-lua. Exsudação é o excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento, causado pela migração do ligante através do revestimento.

Figura 05 – a) Ondulação, b) Escorregamento, c) Exsudação.



Fonte: DNIT05: 2003.

Desgaste conforme apresenta a figura 06 é o efeito do arrancamento progressivo do agregado do pavimento, caracterizado por aspereza superficial do revestimento e provocado por esforços tangenciais causados pelo tráfego.

Figura 06 – Desgaste.

Fonte: DNIT 005: 2003.

Panela ou buraco são cavidades que se forma no revestimento por diversas causas (inclusive por falta de aderência entre camadas superpostas, causando o deslocamento das camadas), podendo alcançar as camadas inferiores do pavimento, provocando a desagregação dessas camadas

Segundo o DNIT os principais fatores que geram as panelas são: excesso de carga por eixo dos veículos, deficiência de projeto e construtiva, e ação da água devido a infiltração.

Figura 07 – Panela ou Buraco

Fonte: DNIT 005: 2003.

2.8.3 Considerações Sobre a Manutenção Rodoviária

O Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos define a reabilitação de pavimentos como sendo a recuperação de um pavimento que sobre alto grau de deterioração alcançado, perdeu a sua habilitação.

A Norma do DNER – TER 02-79 conceitua os termos empregados na área de manutenção rodoviária da seguinte forma:

Conservação: é o conjunto de operações destinado a manter as características técnicas e operacionais da rodovia até que tais operações se tornem antieconômicas, a conservação se divide em corretiva rotineira (é o conjunto de operações de conservação realizado com o objetivo de reparar ou sanar um defeito); preventiva periódica (é o conjunto de operações de conservação realizado com o objetivo de evitar o surgimento ou agravamento do defeito) e de emergência (é o conjunto de operações destinado a corrigir defeitos surgidos de modo repentino, ocasionando restrições ao tráfego e/ou sérios riscos aos usuários).

Restauração: é o conjunto de operações destinado a restabelecer o perfeito funcionamento da rodovia, mantidas as características técnicas originais do projeto, exceto quando a estrutura do pavimento que levará em conta as novas cargas incidentes.

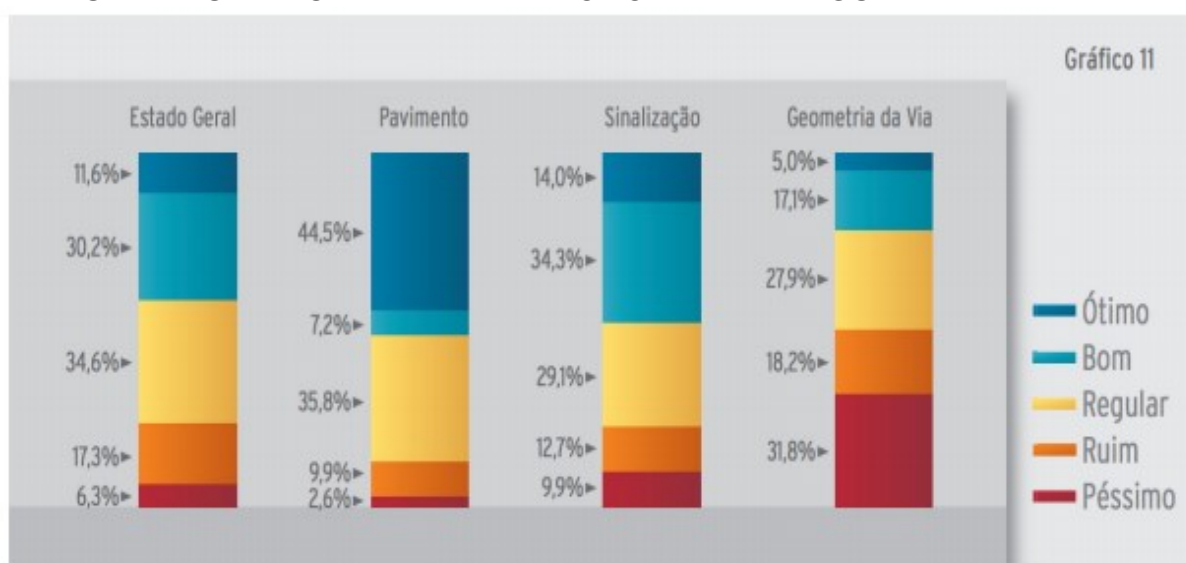
Melhoramento: é o conjunto de operações que acrescenta às rodovias características novas, ou modifica as características existentes; o melhoramento é decomposto em: complementação que são os melhoramentos que acrescentam condições técnicas não existentes após a construção da rodovia; e Modificações são os melhoramentos que alteram características existentes na rodovia levando-a a um nível superior de utilização.

2.8.4 Situação da pavimentação no Brasil

De acordo com dados da CNT 2015 (Confederação Nacional dos Transportes). Apenas 12,4% da malha rodoviária nacional é pavimentada, enquanto 78,6% permanecem sem pavimento, 48,6% da extensão pesquisada apresenta algum tipo de problema no pavimento, 35,4% foi classificada como regular; 10,1%, como ruim; e 3,1%, como péssimo. 39,8% da extensão pesquisada apresenta desgaste na superfície do pavimento. 79,5% das rodovias sob concessão teve classificação ótima ou boa. Nas rodovias sob gestão pública, 31,4% foram consideradas ótimas ou boas e 65,9%, regulares, ruins ou péssimas. As 10 melhores estradas, classificadas como ótimas, estão localizadas no estado de São Paulo, que tem a maior malha rodoviária concedida para a iniciativa privada.

O anuário da CNT demonstra que a qualidade e o crescimento da malha rodoviária não acompanham a demanda de infraestrutura para o escoamento da produção nem para o deslocamento de pessoas. Enquanto a frota de veículos aumentou 194,1%, de 2001 para 2016, as rodovias continuam com graves problemas de qualidade, comprometendo a segurança. Do total da malha, 1,7 milhão de km, apenas 12,2% (210.618,8 km) têm pavimento.

GRÁFICO 1: A CNT AVALIA AS RODOVIAS DA SEGUINTE MANEIRA.



*a pesquisa avalia toda a malha federal pavimentada e os principais trechos estaduais também pavimentados

Fonte: CNT 2017.

2.8.5 Materiais utilizados na execução dos remendos.

2.8.5.1 Pavimentação asfáltica pré-misturado a frio (PMF).

O PMF é um ligante asfáltico de petróleo que pode ser usado para compor as diversas camadas, assim como na restauração do pavimento asfáltico flexível, a mistura deve ser executada a temperatura ambiente. É uma técnica usada no Brasil desde 1980 em revestimentos asfálticos delgados (Tuchumantel Jr., 1990). Há algumas décadas os PMFs vem sendo utilizados para uso em revestimentos de vias urbanas sujeitas a baixo volume de tráfego, camadas intermediárias de revestimento e em serviços urbanos de conservação como regularização de revestimentos, e remendos de placas (Abeda, 2001).

Os materiais que compõe o PMF são o agregado mineral, material de enchimento e a emulsão asfáltica, a execução dos serviços com PMF não deve ocorrer em dias de chuva.

2.8.5.2 Emulsão asfáltica.

A emulsão asfáltica é um sistema constituído pela dispersão de uma fase asfáltica em uma aquosa, de acordo com Norma do DNIT 165/2013-EM a emulsão asfáltica se classifica em RR (Ruptura Rápida), RM (Ruptura Média), RC (Ruptura Controlada), RL (Ruptura Lenta), EAI (emulsão asfáltica para o serviço de imprimação), LA e LAN (emulsões asfálticas de ruptura lenta catiônica e de carga neutra, respectivamente são utilizadas para o serviço de lama asfáltica) e LARC (emulsão asfáltica catiônica de ruptura controlada, para o serviço de lama asfáltica) de acordo com as características estabelecida na Tabela 1.

A emulsão tem como função aumentar a viscosidade do concreto asfáltico de petróleo sem a necessidade de aquece-lo antes da aplicação. Segundo Bernucci 2006, para que o CAP possa recobrir convenientemente os agregados é necessário que apresente uma viscosidade em torno de 0,2 Pa.s, o que só sera atingido por aquecimento do ligante e do agregado a temperaturas convenientemente escolhidas para cada tipo de ligante.

Tabela 1: Características das Emulsões Asfálticas para Pavimentação.

CARACTERÍSTICA	UNIDADE	LIMITE							MÉTODO DE ENSAIO (1)			
		Ruptura Rápida		Ruptura Média		Ruptura Lenta			Ruptura Controlada	ABNT NBR	DNIT	
		RR-1C	RR-2C	RM-1C	RM-2C	RL-1C	LA-1C	LAN	EAI			LARC
Ensaio para a emulsão												
Viscosidade Saybolt-Furol a 25°C, máx.	s	90	-	-	-	90	90	90	90	14491:2007		
Viscosidade Saybolt-Furol a 50°C	s	-	100 a 400	20 a 200	100 a 400	-	-	-	-	14491:2007		
Sedimentação, máx.	% m/m	5	5	5	5	5	5	5	10	6570:2010		
Peneiração (0,84 mm), máx.	% m/m	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	14393:2012		
Resistência à água (cobertura), mín. (2)	%	80	80	80	80	-	-	-	-	14249:2007		
Adesividade em agregado miúdo, mín.	%	-	-	-	-	-	75	-	-	14757:2001		
Carga da partícula	-	positiva	positiva	positiva	positiva	positiva	positiva	neutra	-	6567:2009	158/2011	
pH, máx.	-	-	-	-	-	8,5	-	8,5	8	6299:2012		
Destilação												
Solvente destilado	% v/v	-	-	0 a 12	0 a 12	-	-	-	0 a 15	6568:2005		
Resíduo seco, mín.	% m/m	62	67	62	65	60	60	60	45	14378:2007		
Desemulsibilidade												
Mín.	% m/m	50	50	-	-	-	-	-	-	6568:2008	157/2011	
Máx.	% m/m	-	-	50	50	-	-	-	-	-		
Mistura com filler sílico	%	-	-	-	-	máx. 2,0	1,2 a 2,0	-	-	6302:2008		
Mistura com cimento	%	-	-	-	-	máx. 2,0	máx. 2,0	-	-	6297:2012		
Ensaio para o resíduo da emulsão obtido pela NBR 14896:2012												
Penetração a 25°C (100 g e 5s)	mm	4,0 a 15,0	4,0 a 15,0	4,0 a 15,0	4,0 a 15,0	4,0 a 15,0	4,0 a 15,0	4,0 a 15,0	-	6576:2007	155/2010	
Teor de betume, mín.	%	97	97	97	97	97	97	97	97	14855:2002		
Ductilidade a 25°C, mín.	cm	40	40	40	40	40	40	40	40	6293:2001		

Fonte: NORMA DNIT 165/2013 – EM.

(1) Os ensaios devem ser realizados pelas normas vigentes e, preferencialmente, pelas normas DNIT de método de ensaio.

(2) Se não houver envio de amostra ou informação da natureza do agregado pelo executante final, o distribuidor/fornecedor deve indicar a natureza do agregado usado no ensaio no Certificado da Qualidade.

2.8.5.2.1 Ruptura Rápida

A brasquímica descreve que a emulsão de ruptura rápida deve ser empregada para serviços de pintura de ligação, Macadame betuminoso e Tratamento superficial

2.8.5.2.2 Ruptura Média

Segundo a brasquímica a emulsão de ruptura média deve ser utilizada juntamente com o PMF e AAF

2.8.5.2.3 Ruptura Lenta

A emulsão de ruptura lenta pode ser utilizada segundo a brasquímica em Misturas, Lamas asfálticas e estabilização de solos

2.8.5.2.4 Ruptura controlada

A emulsão de ruptura controlada segundo a brasquímica deve ser aplicada em lama asfáltica e microrevestimento.

3 MATERIAIS E METODOS

3.1 ESTUDOS PRELIMINARES

Inicialmente foi realizada uma pesquisa bibliográfica a respeito da execução e recuperação das patologias nos pavimentos flexíveis com base em normas do DNIT, em seguida foi feito um acompanhamento executivo no local a fim de avaliar os materiais e metodologia empregados.

3.2 LOCALIZAÇÃO DO TRECHO AVALIADO

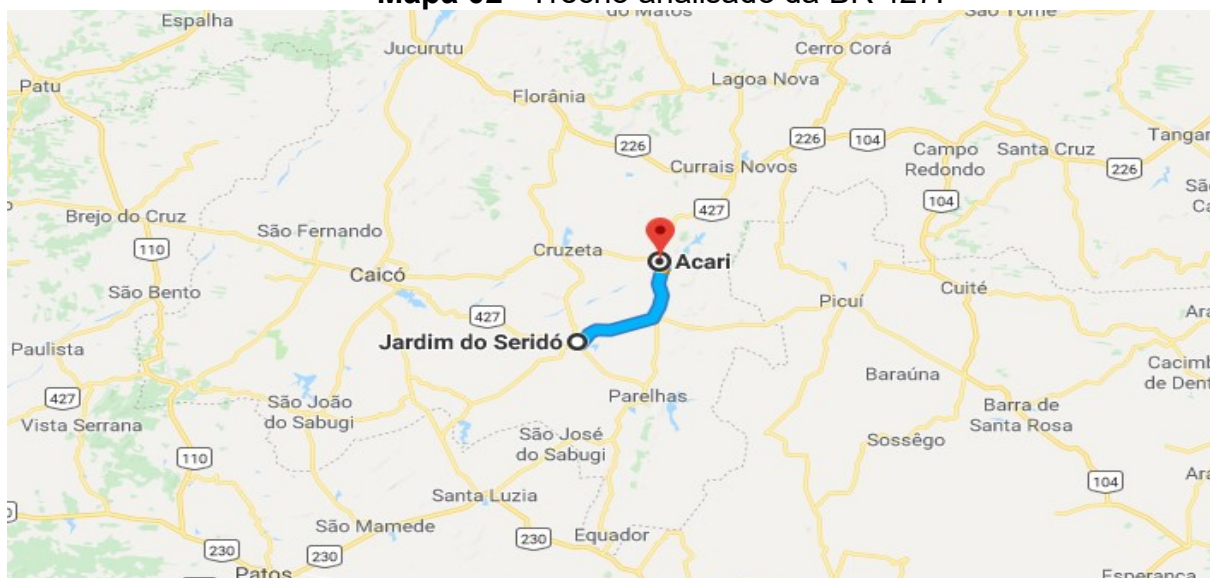
A BR 427 possui extensão total de 214,9 Km dos quais 213,4 são pavimentadas, e a qual se localiza na região seridó percorrendo os estados do RN e PB, iniciando em Pombal/PB passando por caicó, capital do seridó, e finalizando em Currais Novos/RN. Essa rodovia é considerada a rodovia mais importante da região.

A pesquisa foi desenvolvida em um trecho crítico da BR 427 compreendido entre os municípios de Jardim do seridó e Acará que estava passando por um processo de recuperação. A extensão desse trecho é de aproximadamente 28 km, e faz ligação com a RN-086, região que possui um pólo ceramista gerando um tráfego intenso de veículos pesados, o que pode ser considerado um fator agravante para a durabilidade do pavimento.

O estudo foi desenvolvido no trecho da BR 427 entre os municípios de Jardim do Seridó e Acará (Mapa 02), ambos os municípios são localizados na microrregião Seridó oriental Potiguar, Jardim do Seridó possui uma área de unidade territorial de 367,645 km², população estimada de 12.579 habitantes e, densidade demográfica de 32,86 hab/km² (IBGE, 2017) e Acará possui uma área de unidade territorial de 608,466 km², população estimada de 11.333 habitantes e, densidade demográfica de 18,13 hab/km² (IBGE, 2017).

O DNIT (2017) caracteriza o trecho entre Acará e a RN-086, como sendo uma pista de rolamento regular, com presença de buracos, acostamento em boas condições, sinalização horizontal em ótimo estado de conservação e vertical em boas condições, já o trecho da RN-086 à Jardim do seridó é descrito como pista de rolamento em condição ruim, com grande número de panelas e acostamento e sinalização igual ao trecho anterior.

Mapa 02– Trecho analisado da BR 427.



Fonte: Google Maps.

3.3 ACOMPANHAMENTO DA EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS.

Os dados foram obtidos através de fotografias da região, e questionário mostrado no Quadro 1 (As perguntas que compõe o questionário foram retiradas das especificações de serviços rodoviários DER PR ES-P 12/05; PAVIMENTAÇÃO: TAPA BURACO) realizados através da ficha de verificação dos serviços in loco com alguns dos responsáveis pela execução da operação tapa buraco do 1º BEC. Em seguida foi realizado um acompanhamento de como estava sendo executada a operação tapa buraco e se a mesma estava de acordo com o que rege a norma citada anteriormente.

Para a avaliação dos serviços da operação tapa buraco foi aplicado um questionário de acordo com o quadro 1, que foi elaborado de acordo com a sugestão contida na DER/PR ES-P 12/05. Ao verificar os serviços in loco, foi possível preencher o questionário com um x na alternativas sim para os serviços que estavam sendo executados de acordo com o estabelecido no questionário, e caso contrário foi marcado um x na alternativa não.

O material utilizado na operação é o PMF (pré-misturado a frio) com emulsão asfáltica convencional. Segundo a norma do DNIT 153/2010 é a mistura executada à temperatura ambiente, em usina apropriada, composta de agregado mineral graduado, material de enchimento (filler) e emulsão asfáltica, para espalhamento e compressão a frio.

Quadro 1: Questionário sobre os procedimentos executivos do remendo das manifestações patológicas.

SISTEMÁTICA EMPREGADO NA OPERAÇÃO TAPA-BURACO DA BR 427	SIM	NÃO
É realizado o corte das regiões fragilizadas que se localizam próximas ao buraco		
O corte é realizado com o emprego de serra corte combinado com picareta		
O corte é realizado com o emprego de serra corte combinado com perfuratriz pneumática		
A remoção da camada de revestimento asfáltico deteriorado é feita, no caso de tapa-buraco manual, com o emprego de pás, enxadas e vassouras manuais.		
A remoção da camada de revestimento asfáltico deteriorado é feita, no caso de tapa-buraco mecânico, com o emprego de mini-carregadeira		
Após a operação de remoção, inclusive de eventuais fragmentos soltos ocorrentes no interior da caixa, processa-se a varredura e limpeza da superfície a ser preenchida.		
Em seguida, executa-se o serviço de pintura de ligação do fundo e das paredes da caixa com emprego de material asfáltico indicado em projeto.		
O preenchimento da caixa é feito com concreto asfáltico usinado à frio, na espessura indicada em projeto, cujo serviço deve obedecer.		
A distribuição do concreto asfáltico, no tapa-buraco manual, é feita com o emprego de ferramentas manuais, tais como, pás, enxadas, rastelos e rodos.		
A distribuição do concreto asfáltico, no caso de tapa-buraco mecânico, é feita com o emprego de motoniveladora.		
O concreto betuminoso é disposto em uma camada única, quando a profundidade da caixa não for superior a 5 cm. Para profundidades maiores, o preenchimento se processa em duas ou, sendo que cada camada individual compactada não pode ser superior a 5 cm.		
A compactação da massa asfáltica com PMF para preenchimento da caixa, no caso de tapa-buraco mecânico, é feita de forma preponderante com o emprego de compactador vibratório portátil. O número de passadas necessárias equivale à quantidade requerida para obtenção do grau de compactação especificado.		
Libera-se o tráfego imediatamente após o completo resfriamento do PMF de preenchimento.		
O material removido na operação de corte e eventuais sobras de massa asfáltica (PMF) de preenchimento devem ser depositados em local indicado em projeto.		

Fonte: Autoria própria.

A seguir será descrita as etapas de acordo com a sequência lógica dos serviços da operação tapa buraco executados na BR 427:

A primeira etapa antes de começar definitivamente os serviços de remendo, é realizar a sinalização e controle do tráfego no local.

A segunda etapa da operação é a delimitação da região a ser realizada o corte.

Na Terceira etapa é realizado o corte das regiões fragilizadas até atingir toda à espessura da camada, sempre seguindo o sentido das bordas para o centro do buraco.

Na quarta etapa é realizada a remoção do entulho gerado ao realizar o corte com auxílio de pás, picaretas, mini-carregadeira e basculante.

Na quinta etapa foi realizada a limpeza da região com soprador a fim de eliminar o máximo de poeira da região aonde será feito o remendo.

Na sexta etapa foi aplicado a pintura de ligação com RR (Ruptura Rápida), que tem como função gerar aderência desse com o substrato do pavimento existente.

Após alguns minutos até a cura da pintura de ligação, foi descarregado e espalhado no local de enchimento o PMF, A última etapa foi realizar a compactação do material no local com rolo liso vibrador até que o material fique o mais próximo do nível do revestimento anterior evitando ressaltos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foi elaborado uma pesquisa de campo sobre as etapas do processo executivo de manutenção (Operação Tapa Buraco) que estavam sendo desenvolvidos na BR-427 pelo 1º Batalhão de Engenharia de Construção, além de analisar se os procedimentos estavam de acordo com o que prescreve as especificações do DER/PR.

Os dados que compõe o questionário foram obtidos das especificações de serviços rodoviários do DER/PR, que normatiza os procedimentos que devem ser executado para a recuperação do pavimento. Através da operação Tapa Buraco, a manutenção da rodovia reduz o risco de acidentes e possibilita uma maior mobilidade.

O acompanhamento foi realizado para comparar se os serviços de manutenção estavam sendo executado de acordo com as especificações do DER/PR ES-P 12/05, verificar quais as patologias que apareciam com mais frequência na superfície do pavimento flexível. Analisar quais os tipos de materiais que estavam sendo empregados na recuperação das patologias presentes na rodovia e Verificar os pontos críticos na execução dos serviços realizados, caso ocorresse alguma irregularidade perceptível sugerir correções dos processos de execução.

O referencial teórico foi desenvolvido abrangendo as estradas de forma geral, falando um pouco sobre a definição de pavimento, a história desde quando surgiu a necessidade de construir as primeiras estradas de rodagem que tinha como função reduzir o tempo de viagem de maneira segura e confortável, e que vem se aperfeiçoando com as técnicas até os dias de hoje com a evolução dos novos materiais e meio de transportes cada vez mais potentes e velozes.

Os principais problemas encontrados nas estradas brasileiras inclusive a rodovia analisada (BR 427) é a falta de planejamento, ou seja, não existe um plano que defina os periodos que deverão ser realizadas a manutenção das rodovias de acordo com o que está especificado em projeto, o que torna as rodovias brasileiras cada vez mais deficientes, além da falta de conscientização por parte dos transportadores de carga que ultrapassam os valores de carregamento especificado por eixo, reduzindo drasticamente a vida útil do pavimento afetando toda a sua estrutura, esses são uns dos principais responsáveis pelas manifestações

patológicas presentes no trecho em estudo.

4.1 ANÁLISE DO PAVIMENTO

A BR-427 é uma rodovia federal constituída por pista simples, que está com bastante problemas patológicos, o primeiro passo foi analisar as manifestações patológicas existentes no segmento de uma das vias entre Jardim do seridó e a RN-086, no qual foi verificado 51 pontos críticos, e que do total, 30 são buracos classificados com diâmetro grande, ou seja, possui diametro maior que o pneu de um veículo de passeio (Ribeiro, 2017). Os principais fatores que geram a ocorrência dessas manifestações patológicas são água da chuva, sobrecargas dos veículos e materiais e/ou espessuras inadequadas ou insuficientes para a construção do pavimento.

Apesar da rodovia está com muitas manifestações patológicas ao longo da superfície de rolamento, possui uma boa sinalização vertical e horizontal, assim como acostamento, o qual apresenta alguns trechos.

As imagens 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10 e 11 nos mostram os defeitos encontrados com mais frequência observados ao longo do trecho avaliado. Os defeitos encontrados foram identificados e classificados de acordo com a Norma DNIT 005: 2003_TER.

4.1.1 Afundamento

O afundamento pôde ser encontrado com frequência ao longo do trecho avaliado. Essa manifestação patológica é caracterizada por depressão da superfície do pavimento e pode causar acréscimo na irregularidade longitudinal afetando a qualidade de rolamento, a dinâmica das cargas e provocando o acúmulo de água o que facilita o aparecimento de novos problemas conforme ilustrado na imagem 02, gerando risco ao conforto e segurança dos usuários. Uma das possíveis causas que geram essa manifestação pode ser o elevado número de veículos de carga que passam pela rodovia diariamente com insumos para alimentar as indústrias cerâmistas do município de Carnaúba dos Dantas/RN.

Imagem 02: Afudamento, plástico da trilha de roda.



Fonte: Autoria Própria.

4.1.2 Painela

A painela é uma das manifestações patológicas que mais causam desconforto, falta de segurança e prejuízos financeiros aos usuários. Essa patologia na maioria das vezes atinge a camada de base do pavimento, o que é ocasionado pela desagregação do revestimento asfáltico, além de gerar redução da impermeabilidade do pavimento, facilitando a penetração de água para as subcamadas e diminuindo a capacidade funcional e estrutural do pavimento.

No percorrer do trecho diversas painelas foram encontradas, sendo a manifestação patológica com maior frequência ao longo do percurso avaliado. A ocorrência desse defeito foi muito expressiva com diâmetros de grandes dimensões, capazes de caber o pneu de um veículo de passeio. A Imagem 03 ilustra a presença de painelas.

As painelas ou covas surgem a medida que outras manifestações (principalmente aquelas do tipo couro de jacaré, afundamentos, desgastes, desagregação da camada de desgaste e a falta de aderência entre as camadas.) vão aparecendo no revestimento, podendo passar para a próxima camada, a água da chuva a qual acaba sendo outro fator agravante, pois o seu acúmulo entre as trincas superficiais acelera a degradação do revestimento, que é conhecida como stripping. A presença da água desagrega as camadas do pavimento e por esse motivo é comum ocorrer afundamentos em trilha de roda.

Imagem 03: Panelas no pavimento.



Fonte: Autoria própria.

4.1.3 Carreamento do Talude.

A Imagem 04 mostra uma região que estava sofrendo desagregação em toda a estrutura do pavimento, essa manifestação estava sendo ocasionada pelo acúmulo de água adjacente a região, o que mostra que o pavimento não possui um sistema de drenagem capaz de minimizar os efeitos provocados pelas chuvas em áreas críticas.

Imagem 04: Estrutura do pavimento carreado pela água da chuva.



Fonte: Autoria própria.

4.1.4 Desgaste

No trecho foi observado com pouca frequência o aparecimento de desgaste no pavimento da rodovia. Essa manifestação provoca desagregação do material e aspereza da superfície e, apesar de não gerar prejuízos estruturais ao pavimento a

princípio, ocasiona o desprendimento progressivo do agregado. Assim, o desgaste pode contribuir para o processo de evolução dos defeitos, dando origem a outras patologias, assim como a Imagem 05, em que o desgaste já está em estado tão avançado que começam a surgir novas manifestações patológicas.

Imagem 05: Desgaste.



Desgaste

Fonte: Autoria própria.

4.1.5 Defeitos diversos

A imagem 06 mostra uma das regiões mais críticas do trecho analisado. Esse trecho se encontra com diversas manifestações patológicas, a elipse, o retângulo e a seta na imagem indicam as manifestações patológicas do tipo couro de jacaré, placas e desgaste das bordas da rodovia respectivamente .

Imagem 06: Defeitos diversos.



Fonte: Autoria própria.

4.2 SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO

Durante a realização da avaliação dos serviços de manutenção do pavimento, os responsáveis pela operação do 1º BEC informaram que primeiro seria realizada a operação Tapa-Buraco de forma paliativa, e posteriormente ao terminar todo o trecho iriam voltar fazendo todo o recapeamento.

Pode-se observar que o trecho avaliado apresentou falhas em vários aspectos que comprometem à segurança e o rolamento de veículos, dentre eles: ausência de meio-fio; patologias no pavimento asfáltico; ausência do sistema de drenagem e de um plano de manutenção periódica.

O Quadro 2 apresenta os resultados obtidos in loco, onde o X, marcando a resposta sim mostra que os procedimentos executivos estão de acordo com as normas do DER/PR ES-P 12/05, e caso contrário o X foi marcado na alternativa não.

O início dos serviços da operação tapa buraco se dá com o corte das regiões que se localizam próximas ao buraco, conforme ilustra a imagem 07. O corte tem como objetivo retirar as regiões comprometidas que estão próximas ao local afetado, o corte foi realizado com o emprego de serra corte combinado com picareta, assim como especifica a norma do DER/PR.

Imagem 07: Corte das regiões fragilizadas.



Fonte: Autoria Própria.

A imagem 08 apresenta como o serviço de remoção da camada de revestimento asfáltico deteriorado é feita, No caso da operação tapa-buraco de forma manual, com o emprego de pás, enxadas e vassouras manuais.

Imagem 08: Remoção do entulho gerado com o corte.



Fonte: autoria Própria

Após a operação de remoção, inclusive de eventuais fragmentos soltos ocorrentes no interior da caixa, processa-se a varredura e limpeza da superfície a ser preenchida (Imagem 09).

Imagem 09: Soprador de pó.



Fonte: Autoria própria.

Após todo o processo de limpeza da superfície do revestimento asfáltico é realizado a pintura de ligação (Imagem 10), que tem como função unir o PMF ao

revestimento anterior, após a aplicação da pintura de ligação espera-se cerca de 15 minutos até o material secar.

Imagem 10: Aplicação da pintura de ligação Ruptura rápida.



Fonte: Autoria própria.

Imagem 11: Descarga do PMF (a), compactação com rolo vibrador liso (b).



Fonte: Autoria própria.



O material removido na operação de corte e eventuais sobras de massa asfáltica (CAUQ) de preenchimento deveriam ser depositados em local indicado em projeto ou determinado pelo órgão fiscalizador de maneira a atender à sua condição de reutilização, por parte do DNIT. O local de depósito selecionado não deve obstruir os sistemas de drenagem natural.

As falhas encontradas contribuem para a gradativa degradação do pavimento

principalmente nesses periodos chuvosos, reduzindo sua qualidade e vida útil em serviço, e conseqüentemente afetando as características relacionadas à segurança, economia e conforto.

Pesquisas revelam que a má qualidade do pavimento diminui a durabilidade dos componentes veiculares, sendo necessário aumentar a frequência nos serviços de manutenção dos veículos, o que gera também o aumento no tempo de viagem e o aumento no consumo de combustível.

Quadro 2: Questionário com os resultados obtidos sobre os procedimentos executivos para reduzir as manifestações patológicas.

SISTEMÁTICA EMPREGADA NA OPERAÇÃO TAPA-BURACO DA BR 427	SIM	NÃO
É realizado o corte das regiões fragilizadas que se localizam próximas ao buraco	x	
O corte é realizado com o emprego de serra corte combinado com picareta	x	
O corte é realizado com o emprego de serra corte combinado com perfuratriz pneumática		x
A remoção da camada de revestimento asfáltico deteriorado é feita, no caso de tapa-buraco manual, com o emprego de pás, enxadas e vassouras manuais.	x	
A remoção da camada de revestimento asfáltico deteriorado é feita, no caso de tapa-buraco mecânico, com o emprego de mini-carregadeira	x	
Após a operação de remoção, inclusive de eventuais fragmentos soltos ocorrentes no interior da caixa, processa-se a varredura e limpeza da superfície a ser preenchida.	x	
Em seguida, executa-se o serviço de pintura de ligação do fundo e das paredes da caixa com emprego de material asfáltico indicado em projeto.	x	
O preenchimento da caixa é feito com concreto asfáltico usinado à frio, na espessura indicada em projeto, cujo serviço deve obedecer.	x	
A distribuição do concreto asfáltico, no tapa-buraco manual, é feita com o emprego de ferramentas manuais, tais como, pás, enxadas, rastelos e rodos.	x	
A distribuição do concreto asfáltico, no caso de tapa-buraco mecânico, é feita com o emprego de motoniveladora.		x
O concreto betuminoso é disposto em uma camada única, quando a profundidade da caixa não for superior a 5 cm. Para profundidades maiores, o preenchimento se processa em duas ou, sendo que cada camada individual compactada não pode ser superior a 5 cm.	x	
A compactação da massa asfáltica com PMF para preenchimento da caixa, no caso de tapa-buraco mecânico, é feita de forma preponderante com o emprego de compactador vibratório portátil. O número de passadas necessárias equivale à quantidade requerida para obtenção do grau de compactação especificado.	x	
Libera-se o tráfego imediatamente após o completo resfriamento do CAUQ de preenchimento.	x	
O material removido na operação de corte e eventuais sobras de massa asfáltica (PMF) de preenchimento devem ser depositados em local indicado em projeto.	x	

Fonte: Autoria própria

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 CONCLUSÕES

O modo rodoviário tem fundamental importância para a realização das rotas comerciais e sociais, o que gera a necessidade de muitos usuários percorrem longas distâncias. Devido a esses e outros fatores todo pavimento deve ser projetado de forma a atender as características de desempenho relacionadas a segurança, economia e ao conforto.

Os grandes vilões que causam diversos problemas nas rodovias brasileiras é a falta de um projeto bem elaborado, utilização de materiais de baixa qualidade, mão de obra com baixa qualificação, e falta de planejamento na manutenção nas rodovias.

Entre as manifestações patológicas avaliadas na superfície do pavimento, as panelas e as trincas interligadas do tipo couro de jacaré são as mais frequentes ao longo dos trechos avaliados. O que gera bastante transtorno aos usuários principalmente devido a região está passando pelo período chuvoso o que agrava ainda mais as manifestações patológicas na rodovia.

Segundo o DNIT, os principais fatores que geram as panelas são: excesso de carga por eixo dos veículos, deficiência de projeto e construtiva, e ação da água devido à infiltração.

Durante a realização da avaliação dos serviços da operação tapa buraco observou-se que se executado de forma inadequada mesmo atuando de forma paliativa, essa operação pode gerar algumas manifestações patológicas, as principais são saliências que gera desconforto para os usuários.

O quadro 02 mostra que os serviços de manutenção executado na BR 427 estavam de acordo com os critérios adotados nas especificações do DER/PR ES-P 12/05, o X marcado na alternativa negativa afirma que o serviço estava sendo executado de maneira semelhante, podendo estar marcado na alternativa em seguida.

Para conseguir melhorar as condições da malha rodoviária, deve-se construir pavimentos de forma planejada, além da conscientização dos usuários que trafegam e desrespeitam a capacidade de carga por eixo da rodovia, o que gera sobrecarga

para as camadas estruturais do solo, vindo a acarretar as manifestações patológicas.

5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Elaboração de um trabalho que acompanhe a execução do recapeamento do pavimento da BR 427, que está para ser executado após a operação tapa buraco.
- Observar se os serviços da operação tapa buraco atenderam aos critérios estabelecidos em norma quanto às características de conforto e segurança.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, CLÉSIO. **Anuário do CNT do transporte 2017**. Disponível em: <file:///C:/Users/Jo%C3%A3o%20Paulo/Downloads/MaterialImprensa.pdf>. Acesso em: 01 de julho de 2018.

BERNUCCI, Liedi Bariani *et al.* **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro: PETROBRÁS/ ABEDA, 2006. 504 f. il.

BRASQUÍMICA, Produtos asfálticos Ltda. < http://www.brasquimica.com.br/informacoes-tecnicas/prg_pub_det.cfm/emulsoes-asfalticas-para-pavimentacao>. Acesso em: 25 de Agosto de 2018.

CHEQUER, Jabour chequer. BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES: **Manual de restauração de pavimentos asfálticos** – 2 ed. Rio de Janeiro 2005.

DNER – TER 02 – 79 - DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM: **Conservação, restauração e melhoramento terminologia**. 1979.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT. **Manual de Pavimentação**. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisa Rodoviárias. Rio de Janeiro, 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES DNIT. **Manual de Restauração Pavimentos Asfálticos**. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisa Rodoviárias. Rio de Janeiro, 2006.

DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE 005/2003: **Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Terminologia**. Rio de Janeiro, 2003.

DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE 006/2003: **Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Procedimento**. Rio de Janeiro, 2003.

DNIT, DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES <<http://www.dnit.gov.br/rodovias/rodovias-federais/nomeclatura-das-rodoviasfederais>>. Acesso em: 28 junho de 2018.

DNIT, DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES 153/2010: **Pavimentação asfáltica – Pré- misturado a frio com emulsão catiônica convencional – Especificação de serviço**. Rio de Janeiro, 2010.

IBGE Cidades. Dados do Município de Jardim do Seridó. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/jardim-do-serido>>. Acesso em: 07 abr. 2018.

IBGE Cidades. Dados do Município de Acari. Disponível em: <

<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/acari/panorama> >. Acesso em: 07 abr. 2018.
PAVIMENTAÇÃO: TAPA BURACO. Disponível em: <http://www.der.pr.gov.br/arquivos/File/p122005.pdf>. DER/PR – 12/05. Acesso em: 01 junho de 2018.

MARQUES, Geraldo Luciano de Madeiros. **O PAVIMENTO RODOVIÁRIO.** Notas de aula.

Manual de Pavimentação. Disponível em: <http://www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/ipr/ipr_new/manuais/Manual_de_Pavimentacao_Versao_Final.pdf>. 3 ed. Rio de Janeiro, 2006. Acesso em: 30 maio 2018.

MOURA, EDSON DE. **TRANSPORTES E OBRAS DE TERRA.** Disponível em: <http://www.professoredmoura.com.br/download/Aula4_Classificacao_de_%20pavimentos.pdf>. Acesso em: 25 junho de 2018.

NOTÍCIAS, Blog. **Pesquisa CNT apresenta a situação das estradas brasileiras.** Disponível em: < <http://www.autotrak.com.br/blog/pesquisa-cnt-apresenta-a-situacao-das-estradas-brasileiras/>>. Acesso em: 01 julho de 2018.

PRATES, Marco. **Porque o asfalto brasileiro é mesmo uma porcaria.** Disponível em: < <https://exame.abril.com.br/brasil/por-que-o-asfalto-brasileiro-e-mesmo-uma-porcaria/2/>>. Acesso em: 02 jun. 2018.

RIBEIRO, Thiago Pinheiro. **Estudo Descritivo das Principais Patologias em Pavimento Flexível.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Edição 04. Ano 02, Vol. 01. pp 733-754, Julho de 2017. ISSN:2448-0959

ROSAS, Letícia R. Batista. **DEFINIÇÃO DE PAVIMENTO E FUNÇÃO.** Notas de aula.

SENÇO, WLASTERMILER DE: **MANUAL DE TÉCNICAS DE PAVIMENTAÇÃO, volume II/** – 1 ed.-São Paulo: Pini, 2001.[http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/420_04-organizacao-rodoviaria .pdf](http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/420_04-organizacao-rodoviaria.pdf).