



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS VIII
CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIA E SAÚDE
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

ELONIR DAYANNA IZIDORO DO NASCIMENTO

***AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE SERVENTIA E IDENTIFICAÇÃO DE DEFEITOS EM
TRECHO RECÉM-CONSTRUÍDO DA PB – 111, ENTRE A CIDADE DE CACIMBA DE
DENTRO E A PB – 105: ESTUDO DE CASO***

**ARARUNA-PB
2016**

ELONIR DAYANNA IZIDORO DO NASCIMENTO

**AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE SERVIENTIA E IDENTIFICAÇÃO DE DEFEITOS EM
TRECHO RECÉM-CONSTRUÍDO DA PB – 111, ENTRE A CIDADE DE CACIMBA
DE DENTRO E A PB – 105: ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof^a. Ma. Maria das Vitórias do Nascimento.

**ARARUNA-PB
2016**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

N244a Nascimento, Elonir Dayanna Izidoro do
Avaliação do nível de serventia e identificação de defeitos em trecho recém- construído da PB- 111, entre a cidade de Cacimba de Dentro e a PB – 105 [manuscrito] : estudo de caso / Elonir Dayanna Izidoro Do Nascimento. - 2016.
61 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Tecnologia e Saúde, 2016.

"Orientação: Ma. Maria das Vitórias do Nascimento, Departamento de Engenharia Civil".

1.Pavimentação 2.Asfalto 3.Engenharia de transporte I.
Título.

21. ed. CDD 625.8

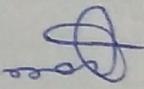
ELONIR DAYANNA IZIDORO DO NASCIMENTO

AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE SERVIENTIA E IDENTIFICAÇÃO DE DEFEITOS EM
TRECHO RECÉM-CONSTRUÍDO DA PB – 111, ENTRE A CIDADE DE CACIMBA DE
DENTRO E A PB – 105: ESTUDO DE CASO

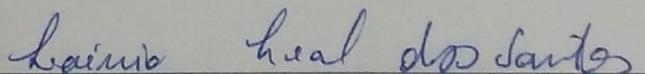
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a
Universidade Estadual da Paraíba, como
requisito parcial à obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em: 33/05/2016

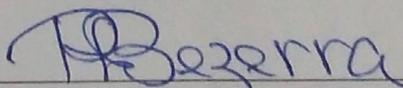
BANCA EXAMINADORA


Maria das Vitórias do Nascimento

Profª. Ma. Maria das Vitórias do Nascimento (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)


Laércio Leal dos Santos

Prof. Dr. Laércio Leal dos Santos
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)


Raimundo Leidimar Bezerra

Prof. Dr. Raimundo Leidimar Bezerra
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Aos meus pais, Everaldo e Dalvanir, e irmãs, Elizabeth e Eloyze pelo apoio, companheirismo, dedicação, amizade confiança e incentivo em todos os momentos, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ser o princípio de todas as coisas e que me deu a dádiva da vida e me concedeu chegar até aqui. Ele fez brotar em meu coração o desejo de ser uma engenheira e de construir um mundo melhor, que tem como pilares os meus sonhos e os daqueles que ainda irão cruzar o meu caminho. Obrigada meu Deus pela concretização deste sonho. Agradeço também, pelas vezes que, sob a intercessão de Nossa Senhora me alegraste quando estava triste, que me levantou quando caí, que me deu a mão para que eu não desistisse e principalmente pela sua misericórdia para comigo, além de ter iluminado e guiado os meus passos, por ter me permitido viver e superar todos os obstáculos.

Aos meus pais, Everaldo Anísio do Nascimento Junior e Dalvanir Isabel Izidoro do Nascimento, que resistiram a saudade e a todos os dias que passei longe do nosso lar, que me incentivaram, me apoiaram e foram meu porto seguro, para que eu não resignasse na primeira dificuldade e que não mediram esforços para que eu pudesse concluir essa etapa.

As minhas queridas irmãs Elizabeth Denize Izidoro do Nascimento e Eloyze Darlla Izidoro do Nascimento, pelo exemplo de cumplicidade e amizade, por me apoiarem incondicionalmente em todas as minhas decisões e por me mostrarem diariamente que eu era capaz.

A minha tia Dalenir Praxedes pelo grande exemplo de mulher, perseverante na fé e modelo de coragem. Agradeço também por não ter me deixado fraquejar durante esta jornada.

As minhas avós Maria das Graças Praxedes Izidoro e Maria José do Nascimento (*in memoriam*) por terem me dado o meu bem mais valioso: meus pais e por serem exemplos de dedicação.

Aos meus familiares pela contribuição valiosa e toda a torcida.

A todos os meus amigos, em especial as amigas que a engenharia me presenteou Drielly Rodrigues e Priscilla Costa, pela oportunidade de pudermos desfrutar de experiências inesquecíveis, por me ajudar a crescer quanto pessoa e profissional e por todas as horas dedicadas ao longo da graduação.

A minha orientadora Ma. Maria das Vitórias do Nascimento que com muita sabedoria e em meio a tantas dificuldades soube dirigir-me os passos e os pensamentos para o alcance do meu tão sonhado objetivo.

A todos os professores e funcionários desta Universidade que me ensinaram com maestria e se tornaram espelho para mim pela manifestação do caráter e afetividade na educação.

Por fim, a todos que fizeram parte direta ou indiretamente do meu processo de formação profissional, o meu muito obrigado.

RESUMO

As rodovias em bom estado de conservação são fundamentais para o desenvolvimento socioeconômico do país, tendo em vista que o modal rodoviária apresenta grande destaque no transporte de bens e pessoas. A pavimentação é a atividade de construção da estrutura que visa à melhoria do tráfego e tende a apresentar características que possibilitam maior conforto no deslocamento e mais segurança em condições de pista. O presente trabalho teve como objetivo avaliar funcionalmente as condições de um determinado pavimento na PB-111, no trecho entre a cidade de Cacimba de Dentro-PB e a PB-105. Definiu-se um trecho que apresenta estado de deterioração acentuado, com extensão de 1 km e o mesmo foi estaqueado a cada 20 m, a fim de diagnosticar os defeitos identificados e suas possíveis causas, bem como verificar as prováveis causas para a redução precoce da vida útil do referido pavimento. O fim da vida útil tão precoce do trecho analisado pode estar associado a três principais fatores: problemas na dosagem e execução do microrrevestimento; escolha inadequada do tipo de revestimento e, excesso de carregamento, em decorrência de veículos pesados que ali transitam. Além disso, quanto às condições funcionais, o referido trecho analisado foi considerado em estágio ruim.

Palavras-Chave: Pavimentação. Microrrevestimento. Deterioração.

ABSTRACT

Roads in good condition are essential for socio-economic development of the country, considering that the road modal is a highlight in the transportation of goods and people. The paving is the structure construction activity aimed at improving traffic and tends to present features that provide greater comfort in travel and more safety on the track conditions. This study aimed to functionally evaluate the conditions of a given floor in the route PB-111, on the road between the city of Cacimba de Dentro and route PB-105. Defined a segment that has been in salient deterioration, extending 1 km and the same was staked every 20m in order to diagnose the defects identified and their possible causes and verify the probable causes for premature reduction lifetime of said floor. The end of life as early in the analyzed segment may be linked to three main causes: problems in dosage and execution of micro-surfacing; inappropriate choice of the type of coating and excess loading due to heavy goods vehicles transiting there. In addition, for the functional conditions, that analyzed section was considered in bad stage.

Keywords: Paving. Micro-surfacing. Deterioration

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Concreto-Cimento (corte longitudinal).....	18
Figura 2 - Asfáltico (corte transversal).....	19
Figura 3 - Exemplo de aplicação de microrrevestimento.....	23
Figura 4 - Execução de Pavimentação asfáltica em microrrevestimento. (Fonte: www.fircon.com.br).....	23
Figura 5 - Sistema de Gerência de Pavimentos (Fonte: Manual de Gerência de Pavimentos, 2011).....	25
Figura 6 - Ficha de Avaliação de Serventia (Fonte: DNIT PRO 009/2003).....	28
Figura 7 - Trinca Isolada Transversal (Fonte: DNIT - TER 005/2003).....	30
Figura 8 - Trinca Isolada Longitudinal (Fonte: DNIT- TER 005/2003).....	30
Figura 9 - Trinca de Retração (Fonte: Bernucci, 2010).....	31
Figura 10 - Trinca tipo “couro de jacaré” (Fonte: DNIT -TER 005/2003).....	32
Figura 11 - Trinca tipo “bloco” (Fonte: DNIT-TER 005/2003).....	32
Figura 12 - Afundamento por consolidação de trilhas de rodas- ATC (Fonte: Bernucci, 2010).....	33
Figura 13 - Afundamento plástico nas trilhas de rodas- ATP (Fonte: Bernucci, 2010).....	34
Figura 14 - Ondulação (O) (Fonte: DNIT 005/2003-TER).....	35
Figura 15 - Escorregamento (E) (Fonte: DNIT-TER 005/2003).....	36
Figura 16 - Detalhe da Exsudação (EX) (Fonte: DNIT 005/2003-TER).....	37
Figura 17 - Desgaste (D) (Fonte: Bernucci, 2010).....	37
Figura 18 - Panela (P) (Fonte: DNIT-TER 005/2003).....	38
Figura 19 - Remendo bem executado (R) (Fonte: Bernucci, 2010).....	39
Figura 20 - Cacimba de Dentro (Fonte: Google Earth).....	40
Figura 21 - PB-111 (Fonte: Google Earth).....	41
Figura 22 - Veículo utilizado na avaliação.....	42
Figura 23 - Início do Trecho em Cacimba de Dentro.....	43
Figura 24 - Trinca tipo couro de Jacaré (J).....	43
Figura 25 - Escorregamento (E).....	44
Figura 26 - Afundamento(A).....	45
Figura 27 - Panela (P).....	46
Figura 28 - Conjunto de Painéis (P).....	46
Figura 29 - Trinca Longitudinal Longa (TLL).....	47
Figura 30 - Trinca Longitudinal Longa (TLL).....	48
Figura 31 - Trinca Transversal (TT).....	48
Figura 32- Encontro de trincas.....	49
Figura 33 - Desgaste (D).....	49
Figura 34 - Remendos (R).....	50
Figura 35 - Corrugação (O).....	51
Figura 36 - Exsudação (E).....	51
Figura 37 - Consequência do tráfego de máquinas pesadas.....	52
Figura 38 - Ausência de Acostamento.....	53

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Camadas de Revestimento asfáltico.....	21
Quadro 2 - Níveis de Serventia.....	27
Quadro 3 - Serventia do trecho.....	42
Quadro 4- Defeitos encontrados ao longo do trecho.....	52
Quadro 5- Percentual de Aparecimento dos defeitos.....	54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CNT	Confederação Nacional do Transporte
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte
MPRF	Microrrevestimento Asfáltico a Frio
SGP	Sistema de Gerenciamento de Pavimentos
VSA	Valor da Serventia Atual

SUMÁRIO

1.0 INTRODUÇÃO.....	15
2.0 OBJETIVO GERAL.....	16
2.1 Objetivos Específicos.....	16
3.0 REVISÃO DE LITERATURA.....	16
3.1 Conceito de Pavimento.....	17
3.2 Importância da Pavimentação.....	17
3.3 Classificação dos Pavimentos.....	18
3.3.1 Pavimentos Rígidos.....	18
3.3.2 Pavimentos Flexíveis.....	18
3.3.2.1 Camadas dos pavimentos flexíveis.....	19
3.4 Tipos de Pavimentos Flexíveis.....	21
3.4.1 Microrrevestimento.....	22
3.5 Gerenciamento dos Pavimentos.....	24
3.6 Manutenção dos Pavimentos.....	25
3.7 Avaliação dos Pavimentos.....	26
3.7.1 Avaliação Funcional.....	27
3.7.1.1 Valor da Serventia Atual.....	27
3.8 Principais Defeitos em Pavimentos Flexíveis.....	28
3.9 Causas dos Defeitos.....	39
4.0 METODOLOGIA.....	40
5.0 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	40
5.1 Trecho Escolhido.....	40
5.2 Avaliação da Serventia do Pavimento.....	41
5.3 Avaliação Visual dos Defeitos.....	43
5.5 Discussão dos Resultados.....	52
6.0 CONCLUSÕES.....	57
7.0 REFERÊNCIAS.....	58
ANEXO I.....	60

1.0 INTRODUÇÃO

O modal rodoviário apresenta grande destaque no transporte de bens e pessoas e, em decorrência disto, as rodovias em bom estado de conservação são peças fundamentais para o desenvolvimento socioeconômico do país.

Conhecer a situação atual da infraestrutura rodoviária brasileira é de extrema importância, visto que possibilita o desenvolvimento de soluções adequadas para os mais variados problemas encontrados.

Segundo pesquisa realizada em 2014 pela CNT (Confederação Nacional de Trânsito), quanto ao pavimento, 50,1 % da extensão total do pavimento das rodovias brasileiras encontram-se em estado ótimo (42,4%) ou bom (7,7%). Entretanto, 49,9% apresentam algum tipo de deficiência, de forma que 36,7% dos pavimentos são classificados como regular; 9,8% como ruim; e 3,4% como péssimo. Os trechos considerados críticos são aqueles avaliados como ruim ou péssimo e atualmente apresentam extensão de 13.017 km.

Ainda segundo a pesquisa realizada no Brasil, foram identificadas obras em alguns trechos da extensão, demonstrando iniciativas na conservação e melhoria do pavimento nas rodovias brasileiras, embora ainda aquém das necessárias para garantir uma infraestrutura rodoviária que não onere o setor de transporte, por estar em condições inadequadas de uso.

A avaliação de um pavimento rodoviário compreende um conjunto de atividades destinadas à obtenção de dados, informações e parâmetros que permitam diagnosticar os problemas e interpretar o desempenho de uma estrutura. Esta avaliação é feita visando detectar as necessidades atuais e futuras de manutenção do pavimento e se prever as consequências da implementação de estratégias alternativas de manutenção.

A manutenção dos pavimentos e todas as demais atividades relacionadas a ela, como: manutenção rotineira, manutenção preventiva, serviços de restauração e reconstrução devem fazer parte do ciclo da vida dos mesmos, visto que contribuem diretamente para manter, conservar e prolongar a vida útil do pavimento.

A manutenção do pavimento visa estabelecer metas que possibilitem sua conservação em condições adequadas de trafegabilidade. Cabe ao estado manter e aprimorar o patrimônio público, direito de todos os cidadãos, estando a importância da conservação das rodovias fundamentada nisto.

O presente trabalho teve como objetivo fazer uma avaliação funcional de um pavimento na PB-111 no trecho entre a cidade de Cacimba de Dentro-PB e a PB-105, o mesmo foi reconstruído recentemente e já apresenta necessidade de serviços de restauração e reconstrução. Para tanto, escolheu-se um pequeno trecho de um 1 km que apresenta elevado estado de deterioração, onde foi realizado um diagnóstico dos defeitos apresentados e as possíveis causas para o fim da vida útil desse pavimento em período inferior a 1 ano.

2.0 OBJETIVO GERAL

Avaliar funcionalmente a superfície do pavimento flexível recém-construído com microrrevestimento na rodovia PB-111 entre a cidade de Cacimba de Dentr- PB o e a PB-105, visando apresentar os principais defeitos encontrados, bem como apontar as possíveis causas da deterioração precoce do referido pavimento.

2.1 Objetivos Específicos

- Analisar o conforto ao rolamento e/ou serventia do trecho analisado;
- identificar os defeitos existentes;
- identificar as possíveis causas para o fim da vida útil do pavimento de forma precoce;
- comparar o tempo de vida útil do microrrevestimento com a realidade constatada *in loco*.

3.0 REVISÃO DE LITERATURA

Segundo Balbo (2007), pavimentar é a atividade de construção de estrutura que visa primordialmente à melhoria operacional para o tráfego, independente de sua natureza, na medida em que é criada uma superfície mais regular e mais aderente, características que permitem, respectivamente, maior conforto no deslocamento e mais segurança em condições de pista úmida ou molhada.

3.1 Conceito de Pavimento

Estrutura constituída por diversas camadas sobrepostas, de materiais e granulometrias distintas, construída sobre o subleito, destinada a resistir e distribuir ao subleito esforços horizontais e verticais, bem como melhorar as condições de segurança e conforto aos usuários, e de ter grande importância socioeconômica para o progresso e desenvolvimento das localidades brasileiras é uma estrutura de múltiplas camadas de espessuras finitas, construída sobre a superfície final de terraplenagem, destinada técnica e economicamente a resistir aos esforços oriundos do tráfego de veículos e do clima, e a propiciar aos usuários melhoria nas condições de rolamento, com conforto, economia e segurança. (BALBO, 2007)

O Manual de Pavimentação do DNIT (2006) explica a definição de pavimento por injunções de ordem técnico-econômicas, como sendo uma estrutura de camadas em que materiais de diferentes resistências e deformabilidades são colocados em contato, resultando daí um elevado grau de complexidade no que respeita ao cálculo de tensões e deformações e atuantes nas mesmas resultantes das cargas impostas pelo tráfego.

3.2 Importância da Pavimentação

As estradas são consideradas meios de deslocamento da sociedade para diferentes localidades, estando à importância do deslocamento fundamentada na integração social, cultural, entre outros. Diante disto, o pavimento pode ser considerado uma forma de aperfeiçoar as condições dos deslocamentos, visto que tendem a proporcionar segurança, eficiência e conforto aos usuários.

De acordo com Neto (2011), uma estrada pavimentada de forma correta apresenta a superfície regular e mais aderente aos pneus utilizados nos meios de transporte, proporcionando, assim, menores riscos quanto à perda de controle do veículo e garantindo a resposta à qualquer necessidade de frenagens ou desvios repentinos.

Do ponto de vista do usuário, o estado da superfície do pavimento é o mais importante, pois os defeitos ou irregularidades nessa superfície são percebidos uma vez que afetam o conforto. (BERNUCCI, 2010)

A economia em manutenção, tanto do pavimento, quanto dos veículos utilizados, estão entre as principais vantagens ao usuário com relação a uma pavimentação de qualidade, haja vista que o recurso para implantação e manutenção da pavimentação de estradas vem de impostos cobrados do mesmo. (NETO, 2011).

3.3 Classificação dos Pavimentos

O pavimento pode ser classificado de acordo com sua constituição principal, sejam constituídos com cimento Portland, sejam constituídos à base de ligantes betuminosos (QUIRINO, 2013).

A classificação do pavimento rodoviário dá-se, segundo Bernucci (2010) em dois tipos básicos: rígidos e flexíveis. Mais recentemente há uma tendência de usar-se a nomenclatura pavimentos de concreto de cimento Portland (ou simplesmente concreto-cimento) e pavimentos asfálticos, respectivamente, para indicar o tipo de revestimento do pavimento.

A estrutura do pavimento é concebida, em seu sentido puramente estrutural para receber e transmitir esforços de maneira a aliviar tensões sobre as camadas inferiores, que geralmente são menos resistentes. (BALBO, 2007)

Segundo o Manual de Pavimentação do DNIT (2006), o pavimento rígido é aquele em que o revestimento tem uma elevada rigidez em relação às camadas inferiores e, portanto, absorve praticamente todas as tensões provenientes do carregamento aplicado. Exemplo típico: pavimento constituído por lajes de concreto de cimento Portland.

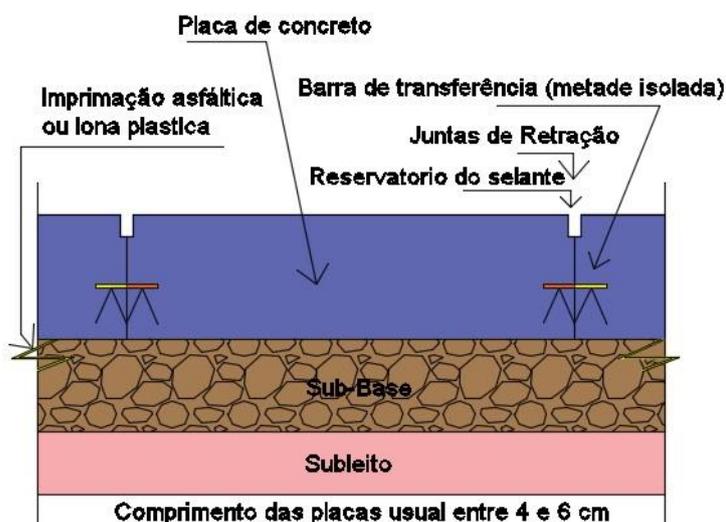


Figura 1- Concreto-Cimento (corte longitudinal)

3.3.2 Pavimentos Flexíveis

Quirino (2013) define que pavimento flexível é uma estrutura composta por várias camadas que devem trabalhar em conjunto, cada uma delas absorvendo parte das solicitações impostas e transmitindo o restante às camadas inferiores.

Cada camada do pavimento possui uma ou mais funções específicas, que devem proporcionar aos veículos as condições adequadas de suporte e rolamento em qualquer condição climática (BALBO, 2007). A Figura 2 exemplifica a seção característica de um pavimento flexível.

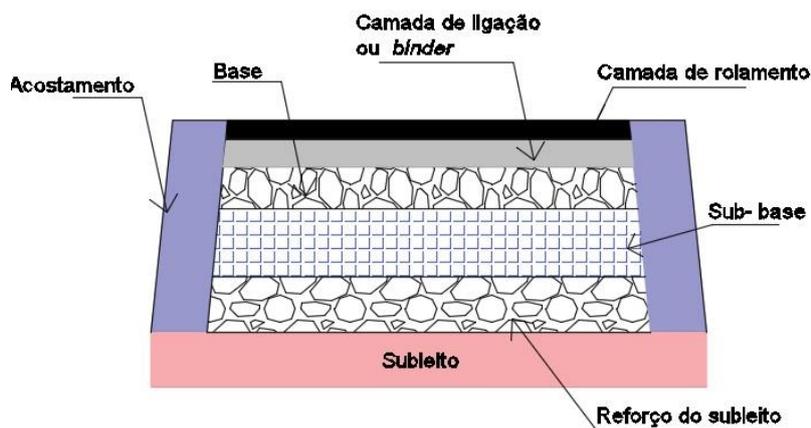


Figura 2 - Asfáltico (corte transversal)

3.3.2.1 Camadas dos pavimentos flexíveis

- Base

Segundo Souza (2004), base é a camada destinada a resistir e distribuir os esforços verticais oriundos das cargas dos veículos e sobre a qual é construído o revestimento, situado acima da sub-base, quando existente, ou diretamente sobre o subleito.

As bases são construídas geralmente por misturas de solos e agregados (solo-brita), brita graduada, brita graduada tratada com cimento, solo estabilizado quimicamente com ligante hidráulico ou asfáltico e concretos (BALBO, 2007).

- Sub-base

Sub-base é a camada construída sobre a base, com as mesmas funções desta, mas que por posição na estrutura já pode ter características inferiores as da base, pois recebe esforços menores. (SOUZA, 2004). Além da função de resistir e repassar os esforços aplicados sobre as camadas superiores às inferiores, esta camada também atua na drenagem do pavimento.

A sub-base torna-se necessária quando, ao dimensionar o pavimento, a camada de base obtém espessura demasiada a fim de resistir aos carregamentos, sendo assim, é viável economicamente dividir esta camada em duas, onde a inferior (sub-base) é composta por materiais de menor custo. (BALBO,2007 apud NETO, 2011, p. 26).

Souza (2004) afirma que além de camada estrutural, a sub-base tem algumas funções secundárias que são: prevenir a intrusão ou bombeamento do solo do subleito na base e prevenir o acúmulo de água livre no pavimento.

- Reforço do subleito

Segundo a definição da norma DNIT ES 138/2010, o reforço de subleito é uma camada 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.

Quanto a resistência do reforço de subleito, Balbo (2007) explica que a referida camada resistirá as solicitações de maior ordem de grandeza, respondendo parcialmente pelas funções do subleito e exigindo menores espessuras de base e sub-base sobre si.

Os materiais empregados nesta camada podem ser solos, misturas de solos ou materiais rochosos com características físicas melhores que os materiais empregados do subleito. (HERMES, 2013).

- Revestimento

É a camada, tanto quanto possível impermeável, que recebe diretamente a ação do tráfego e destinada a melhorar a superfície de rolamento quanto às condições de conforto e segurança, além de resistir ao desgaste, ou seja, aumentando a durabilidade. (SENÇO, 1997).

Em concordância ao que Senço (1997) e Balbo (2007) afirmam, Neto (2011) assegura que o revestimento é a camada mais nobre do pavimento, ou seja, a de maior custo para construção, porém também é a camada de maior importância para o pavimento, haja vista que esta interage diretamente com o tráfego, sendo responsável pela resposta direta aos esforços verticais e horizontais aplicados pelos veículos.

Neto (2011) ressalta que os materiais utilizados para a camada de revestimento do pavimento flexível 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.

Os revestimentos asfálticos são muitas vezes subdivididos em duas ou mais camadas por razões técnicas, construtivas e de custo. Assim, é comum encontrar expressões como “camada de rolamento” e “camada de ligação” para descrever um revestimento dividido em duas camadas de diferentes materiais, conforme mostra o Quadro 1.

Quadro 1- Camadas de Revestimento asfáltico.

Tipo de Camada	Descrição	
Camada de Rolamento	Camada superficial do pavimento, diretamente em contato com as cargas e com ações ambientais.	Camada de desgaste
Camada de Ligação	Camada intermediária, também em mistura asfáltica, entre a camada de rolamento e a base do pavimento.	<i>Binder</i>

3.4 Tipos de Pavimentos Flexíveis

As misturas asfálticas constituem sistemas plástico-elásticos cujos componentes têm características, composta de uma fase sólida, que é constituída pelos agregados pétreos de elevado módulo de elasticidade, uma fase líquida de betume asfáltico com viscosidade elevada e outra fase gasosa de ar, que é um fluído de compressibilidade elevada. As misturas podem ser classificadas em abertas ou fechadas, misturas a frio e a quente e misturas usinadas.

Misturas Abertas ou Fechadas: Abertas são aquelas que possuem granulometria com predomínio de agregados grossos de um mesmo tamanho (de 1” a 1 1/2” são chamados de macadame). Agora as misturas fechadas possuem uma granulometria contínua, assim os agregados finos preenchem os vazios deixados pelos agregados grossos.

Misturas a Frio e a Quente: As misturas cuja temperatura de execução é menor que 100°C, são misturados a frio, sendo nessas utilizados asfaltos diluídos ou emulsificados, e os agregados não são aquecidos para eliminar a umidade. Uma mistura asfáltica a quente é a combinação dos agregados aquecidos a uma temperatura relativamente alta e misturados com asfalto à quente acima de 100°C, esta ainda tem a vantagem de que logo depois de compactada e fria, esta já pode ser submetida imediatamente ao tráfego.

Quando os agregados são distribuídos ao longo da estrada sobre ligante betuminoso, para depois misturá-los mediante meios mecânicos (motoniveladores, arados de discos, usinas móveis, etc.) denominam-se “misturas na estrada” ou “mistura local”.

3.4.1 Microrrevestimento

Os microrrevestimentos asfálticos, são misturas betuminosas composta por agregado, material de enchimento (filler), emulsão asfáltica modificada por polímero do tipo SBS, água, aditivos se necessários, com consistência fluida, uniformemente espalhada sobre uma superfície previamente preparada. Suas espessuras variam de 4 mm a 37 mm (DNIT ES 035/200).

O serviço de Microrrevestimento Asfáltico a Frio (MRAF) é reconhecido como um meio eficaz e de elevado benefício na manutenção de pavimentos. É geralmente utilizado como uma forma de conservação ou tratamento de superfície.



Figura 3 - Exemplo de aplicação de microrrevestimento
(Fonte: Bernucci, 2010)

Zogonel (2013), explica que para a aplicação deste tipo de revestimento é necessário uma usina móvel multidistribuidora de agregado e ligante, conforme ilustra a Figura 4, fabricada especialmente para a aplicação deste tipo de revestimento e deve possuir os seguintes equipamentos:

- silo de agregados;
- tanque de água;

- tanque de emulsão;
- caixa misturadora;
- caixa de Espalhamento.



Figura 4 - Execução de Pavimentação asfáltica em microrrevestimento.
(Fonte: www.fircon.com.br)

Quando o microrrevestimento é utilizado como tratamento de superfície, fornece um revestimento resistente à derrapagem, devido principalmente à sua característica de macrotextura. Como tratamento de conservação, é também usado para enchimento de trilhas de rodas e depressões no pavimento.

A principal aplicação do microrrevestimento é na manutenção de pavimentos que necessitam de rejuvenescimento, aderência pneu-pavimento, sendo utilizado também como camada de revestimento final de pavimentos flexíveis ou rígidos, bases granulares ou recicladas, e como camadas para a redução da espessura de reforço; selando trincas e fissuras (REIS, 2010 apud PEREIRA, 2014, p. 54).

O microrrevestimento pode ser utilizado em pavimentos de baixo custo, bem como em pavimentos asfálticos que apresentem alguns tipos de patologias superficiais específicas (fissurações sem desagregação). (BALBO, 2007)

A técnica do microrrevestimento é uma das melhores e mais adequadas soluções para ser adotada em nossas cidades na recuperação e, principalmente, na preservação de um patrimônio de inestimável valor. O microrrevestimento regenera e revitaliza a superfície do pavimento, bloqueando a penetração de água através de suas trincas, recuperando e estabilizando em parte a base desse pavimento (PINTO, 2012).

Por fim, segundo o mesmo autor, o microrrevestimento é no momento, indiscutivelmente, a melhor técnica na manutenção de pavimentos com vida útil extinta, respondendo muito bem aos problemas que enfrentamos hoje em nossos municípios.

3.5 Gerenciamento dos Pavimentos

A gerência dos pavimentos é a realização de atividades para a manutenção do estado da via em condições trafegáveis e que tragam conforto e segurança aos usuários. Essa gerência é constituída de etapas, que vão desde as atividades de avaliação do pavimento, passando pelas atividades de manutenção e, para rodovias mais deterioradas, atividades de reabilitação. Diante disto faz-se necessário o planejamento prévio, a troca de informações e a tomada de decisões de maneira lógica, coordenada e eficiente (SANTOS, 2008).

De acordo com o Manual de Gerência de Pavimentos (DNIT, 2011), o Sistema de Gerência de Pavimentos tem como componentes, que devem interagir mutuamente, o planejamento, o projeto, a construção e a manutenção dos pavimentos. Como principais fatores externos podem ser citados os recursos orçamentários, os dados necessários ao sistema e as diretrizes políticas e administrativas, conforme ilustra a Figura 5.

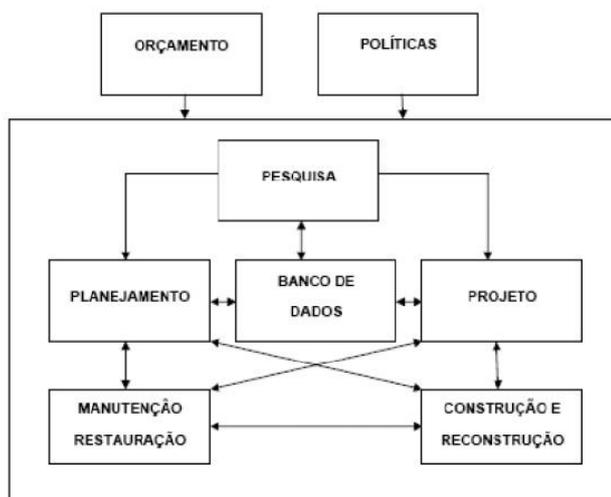


Figura 5 - Sistema de Gerência de Pavimentos
(Fonte: Manual de Gerência de Pavimentos, 2011)

Os levantamentos periódicos e sistemáticos acerca das deteriorações do pavimento são de extrema importância para o SGP (Sistema de Gerenciamento de Pavimento), visto que o

mesmo exige certo nível de confiabilidade das informações da condição do pavimento, bem como dos defeitos apresentados.

Senço(2007) assegura que o gerenciamento de pavimentos, por meio de levantamentos periódicos das superfícies expostas, com a quantificação da gravidade das falhas, leva a estimativa da vida útil ainda restante e dos serviços necessários para reposição da estrutura em condições de atender à demanda de tráfego.

3.6 Manutenção dos Pavimentos

O objetivo maior do pavimento é atender, adequadamente, às suas funções básicas. Por este motivo, deverá ser ele concebido, projetado, construído e conservado de forma a apresentar, invariavelmente, níveis de serventia compatíveis e homogêneos, em toda sua extensão, os quais são normalmente avaliados através da apreciação de três características gerais de desempenho: a segurança, o conforto e a economia (de manutenção, operação e segurança) (Manual de Pavimentação do DNIT, 2006).

Segundo o Manual de Gerência de Pavimentos (DNIT, 2011), a manutenção é a atividade desenvolvida em determinados períodos da vida de serviço da rodovia, objetivando dotá-la permanentemente de condições adequadas de serventia e segurança. Especificamente quanto ao pavimento, constitui-se de atividades de restauração, que visam melhorar periodicamente as condições estruturais e funcionais do mesmo.

A necessidade de manutenção dos pavimentos da rodovia ocorre desde a sua construção, quando ela ainda é nova e em bom estado até o fim da sua vida útil. A respeito dos pavimentos, constata-se a necessidade da intervenção em hora oportuna, uma vez que os pavimentos começam a se deteriorar a partir do primeiro dia útil (LIMA e RODRIGUES, 2000 apud SANTOS, 2008, p.29).

Conforme descrito no Manual de Gerência de Pavimentos (DNIT,2011), os pavimentos rodoviários representam um valioso patrimônio, cuja conservação e restauração oportunas são essenciais para a sua preservação. Qualquer interrupção ou redução na intensidade ou na frequência dos serviços necessários à manutenção desse patrimônio implica em aumentos substanciais nos custos de operação dos veículos e na necessidade de investimentos cada vez mais vultosos para sua recuperação.

Uma conservação preventiva, muito mais do que uma conservação corretiva, concorre para o retardamento do processo destrutivo a que um pavimento é submetido desde o instante

de abertura ao tráfego. Esse retardamento rende, em termos econômicos, grandes dividendos, por permitir maior racionalização da distribuição dos recursos e economia direta, pura e simples. (SENÇO, 2007)

De acordo com o Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos do DNIT (2006), a infraestrutura rodoviária, se conservada nas condições em que foi construída, duraria, teoricamente, para sempre. Na prática, porém, a conservação apenas ajuda a rodovia a desempenhar, de maneira satisfatória, o seu papel durante a vida para a qual ela foi projetada.

3.7 Avaliação dos Pavimentos

A avaliação de um pavimento compreende um conjunto de atividades destinadas à obtenção de dados, informações e parâmetros que permitam diagnosticar os problemas e interpretar o desempenho apresentado pelo pavimento, de modo a se poder detectar suas necessidades atuais e futuras de manutenção e se prever as consequências da implementação de estratégias alternativas de manutenção. A partir disto, tais informações poderão ser utilizadas na gerência de pavimentos e contribuir para serviços de manutenção e/ou restauração dos pavimentos. (SHAHIN,1994 apud HENRIQUE, 2013, p. 4)

Conforme citado no Manual de Gerência de Pavimentos (DNIT, 2011), a avaliação de pavimentos é a atividade que possibilita que sejam definidas as condições funcionais, estruturais e operacionais dos pavimentos dos segmentos constituintes de uma malha viária em um determinado momento, mediante a obtenção dos dados fundamentais. Esses dados irão contribuir diretamente para um melhor desempenho quanto ao gerenciamento dos pavimentos.

Um importante dado obtido pelas avaliações superficiais são os tipos de defeitos encontrados no pavimento, com a identificação das possíveis causas das manifestações patológicas, propiciando um melhoramento na decisão a ser tomada para a recuperação do trecho defeituoso (SANTOS, 2008).

3.7.1 Avaliação Funcional

Para avaliar funcionalmente determinado pavimento, dois parâmetros da avaliação são bastante consistentes, quais sejam, o Valor da Serventia Atual (VSA), uma medida subjetiva baseada em notas dadas por técnicos avaliadores, e o Índice de Irregularidade Internacional (IRI), parâmetro determinado por meio de medições de irregularidade longitudinal, efetuadas

por meio de aparelhos especificamente projetados para este fim (Manual de Gerência de Pavimentos do DNIT, 2011).

3.7.1.1 Valor da Serventia Atual

De acordo com a norma do DNIT 009/2003 PRO: Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos, a serventia atual é a “capacidade de um trecho específico de pavimento de proporcionar, na opinião do usuário, rolamento suave e confortável em determinado momento, para quaisquer condições de tráfego.”

Ainda segundo a norma DNIT 009/2003 PRO, o VSA é a medida subjetiva das condições de superfície de um pavimento, feita por um grupo de avaliadores que percorrem o trecho sob análise, registrando suas opiniões sobre a capacidade do pavimento de atender às exigências do tráfego que sobre ele atua, no momento da avaliação, quanto à suavidade e ao conforto.

Cada membro do grupo irá atribuir um valor do VSA de acordo com a sua experiência vivida ao longo da sua atividade profissional, onde esse tenha dirigido veículos e avaliado consideráveis extensões de rodovias. (SANTOS, 2008)

Ainda segundo Santos (2008), “o parecer dos componentes do grupo deve ser registrado em escala de 0 a 5, indicando, respectivamente, pavimentos de péssimo a ótimo.” A condição de perfeição, sem quaisquer irregularidades (VSA=5), não é encontrada na prática. Conforme expresso no Quadro 2 e na Figura 6, segundo a norma.

Quadro 2- Níveis de Serventia

Padrão de conforto ao rolamento	Avaliação (Faixa de notas)
Excelente	4 a 5
Bom	3 a 4
Regular	2 a 3
Ruim	1 a 2
Péssimo	0 a 1

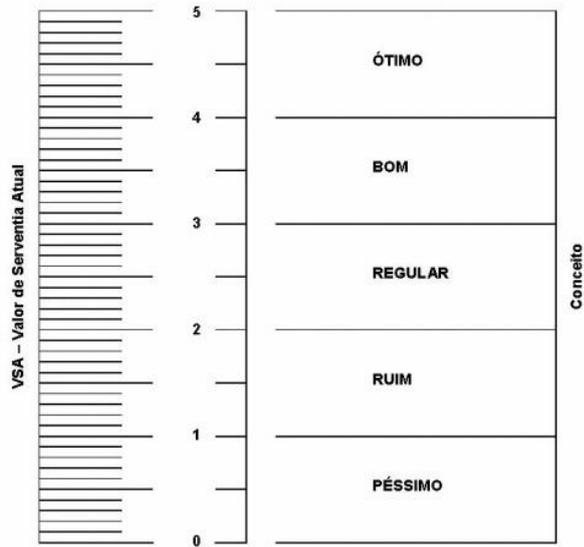


Figura 6 - Ficha de Avaliação de Serventia
(Fonte: DNIT PRO 009/2003)

O VSA é, em geral, elevado logo após a construção do pavimento, quando bem executado, pois este exibe uma superfície suave, praticamente sem irregularidades. Porém, após o término da construção do pavimento, o VSA depende muito da qualidade executiva e das alternativas de pavimentação selecionadas (BERNUCCI, 2010).

Bernucci (2010) ainda assegura que “o VSA do pavimento diminui com o passar do tempo por dois fatores principais: o tráfego e as intempéries”.

3.8 Principais Defeitos em Pavimentos Flexíveis

Os pavimentos flexíveis submetidos ao tráfego e intempéries estarão sempre sujeitos à fadiga e deformações e, em consequência disto, tendem a apresentar o aparecimento de diversos defeitos em sua estrutura. Estes poderão surgir precocemente ou a médio e/ ou longo prazo e serão explicados a seguir. A norma brasileira utilizada na classificação dos defeitos é a DNIT TER 005/2005.

- Fendas

As fendas representam um dos defeitos mais significativos dos pavimentos asfálticos e são subdivididas dependendo da tipologia e da gravidade (BERNUCCI, 2010).

Segundo a norma DNIT 005/2003 TER, fenda é “Qualquer descontinuidade na superfície do pavimento, que conduza a aberturas de menor ou maior porte, apresentando-se sob diversas formas.”

- Fissuras

Segundo a norma DNIT - TER 005/2003, as fissuras são fendas incipientes que ainda não causam problemas funcionais ao revestimento, não sendo assim consideradas quanto à gravidade nos métodos atuais de avaliação das condições de superfície.

- Trincas

A norma DNIT 005/2003-TER define trincas como sendo fenda existente no revestimento, facilmente visível, com abertura superior à da fissura, podendo apresentar-se sob a forma de trinca isolada ou trinca interligada.

As trincas isoladas podem ser: transversal, longitudinal ou trincas de retração, enquanto as trincas interligadas podem ser: tipo couro de jacaré ou bloco.

- Trincas Transversais

Trinca isolada que apresenta direção predominantemente ortogonal ao eixo da via. Quando apresentar extensão de até 100 cm é denominada trinca transversal curta. Quando a extensão for superior a 100 cm denomina-se trinca transversal longa. (DNIT-TER 005/2003), conforme ilustra a Figura 7.



Figura 7 - Trinca Isolada Transversal
(Fonte: DNIT - TER 005/2003)

- Trincas Longitudinais

Segundo a norma DNIT-TER 005/2003, é uma trinca isolada na direção predominantemente paralela ao eixo da via. Quando apresentar extensão de até 100 cm é denominada trinca longitudinal curta. Quando a extensão for superior a 100 cm denomina-se trinca longitudinal longa.



Figura 8 - Trinca Isolada Longitudinal
(Fonte: DNIT- TER 005/2003)

Bernucci (2010) afirma que dentre as possíveis causas para a trinca isolada longitudinal curta estão: falhas na execução, na temperatura de compactação ou mesmo na dosagem da mistura asfáltica e envelhecimento de ligante asfáltico.

Enquanto que para as trincas isoladas longitudinais longas, o mesmo autor afirma que as mesmas podem ser decorrentes de: falhas executivas, recalques diferenciais. Podem também aparecer junto à trilha de roda ou como falha de juntas longitudinais de diferentes frentes de compactação. Envelhecimento do ligante asfáltico.

- Trincas de Retração

A DNIT-TER 005/2003 define a trinca de retração como uma trinca isolada atribuída aos fenômenos de retração térmica ou do material do revestimento ou do material de base rígida ou semi-rígida subjacentes ao revestimento trincado.



Figura 9 - Trinca de Retração
(Fonte: Bernucci, 2010)

Bernucci (2010), explica que as trincas de retração são “trincas decorrentes da reflexão de trincas de placas de concreto de cimento Portland ou de trincas preexistentes.”

- Trincas tipo “Couro de jacaré”

Trincas interligadas sem direções preferenciais, assemelhando-se ao aspecto de couro de jacaré e podem apresentar, ou não, erosão acentuada nas bordas. (DNIT -TER 005/2003), como apresenta a Figura 10.



Figura 10 - Trinca tipo “couro de jacaré”
(Fonte: DNIT -TER 005/2003)

Bernucci (2010) explica que várias causas podem originar as trincas tipo “couro de 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 tipo “Bloco”

Segundo a norma DNIT-TER 005/2003, são trincas interligadas caracterizadas pela formação de blocos formados por lados bem definidos, podendo, ou não, apresentar erosão acentuada nas bordas.



Figura 11 - Trinca tipo “bloco”
(Fonte: DNIT-TER 005/2003)

- Afundamento

Caracteriza-se por depressão da superfície do pavimento, acompanhada, ou não, de sollevamento, podendo apresentar-se sob a forma de afundamento plástico ou de consolidação (DNIT-TER 005/2003).

Bernucci (2010) classifica os afundamentos da seguinte forma: Afundamento por consolidação (AC), quando as depressões ocorrem por densificação diferencial, podendo ser localizado (ALC) quando a extensão não supera 6 m, ou longitudinal nas trilhas de roda (ATC) no caso que exceda 6 m de extensão; ou afundamentos plásticos (AP), quando as depressões são decorrentes principalmente da fluência do revestimento asfáltico, podendo ser localizado (ALP) ou longitudinal nas trilhas de roda (ATP).

- Afundamento por consolidação

Segundo o Manual de Conservação do DNIT (2005), o afundamento por consolidação é uma depressão do revestimento que se forma na região onde se dá a passagem das cargas, ou seja, nas trilhas de rodas, conforme ilustra a Figura 12.



Figura 12 - Afundamento por consolidação de trilhas de rodas- ATC
(Fonte: Bernucci, 2010)

Conforme exposto no Manual de Conservação do DNIT (2005), tal defeito é causado por: compactação insuficiente de uma ou mais camadas durante a construção; mistura asfáltica inadequada (com baixa estabilidade); enfraquecimento de uma ou mais camadas devido a infiltração de água.

Esses afundamentos são considerados aceitáveis até certo ponto, mas, a partir do momento que o acúmulo de tais deformações causam flechas significativas nas trilhas de roda, a estrutura estará comprometida, pondo em risco o conforto e a vida dos usuários (Manual de Conservação do DNIT, 2005).

- Afundamento plástico

Hermes (2013) afirma que o afundamento plástico é caracterizado por um sollevamento lateral junto à região da depressão formada na trilha de roda, tendo como causa a ruptura das camadas do pavimento devido à sollicitação do tráfego.

A Norma DNIT - TER 005/2003 explica que “quando ocorre em extensão de até 6 m é denominado afundamento plástico local; quando a extensão for superior a 6 m e estiver localizado ao longo da trilha de roda é denominado afundamento plástico da trilha de roda.” Ver Figura 13.



Figura 13 - Afundamento plástico nas trilhas de rodas- ATP
(Fonte: Bernucci, 2010)

O afundamento plástico tem como causa a ruptura de uma ou mais camadas do pavimento devido à ação das cargas de tráfego. (Manual de Conservação Rodoviária do DNIT, 2005)

- Ondulação ou corrugação

A Norma DNIT-TER 005/2003, explica que ondulação ou corrugação é a deformação caracterizada por ondulações ou corrugações transversais na superfície do pavimento.

As ondulações e as corrugações são classificadas pela letra (O) na norma brasileira, embora sejam decorrentes de fenômenos diferentes.

Para Bernucci (2010), as corrugações (O) são deformações transversais ao eixo da pista, em geral compensatórias, com depressões intercaladas de elevações, com comprimento de onda entre duas cristas de alguns centímetros ou dezenas de centímetros.

As ondulações (O) são também deformações transversais ao eixo da pista, em geral decorrentes da consolidação diferencial do subleito, diferenciadas da corrugação pelo comprimento de onda entre duas cristas da ordem de metros. (BERNUCCI, 2010)

Ambas são classificadas pela letra (O) na norma brasileira, embora sejam decorrentes de fenômenos diferentes.



Figura 14- Ondulação (O)
(Fonte: DNIT 005/2003-TER)

Conforme exposto no Manual de Conservação do DNIT (2005) as ondulações e as corrugações tem como causas: instabilidade de mistura betuminosa da camada de revestimento e/ou a base de um pavimento; excesso de umidade das camadas subjacentes; contaminação da mistura asfáltica por materiais estranhos; retenção de água na mistura asfáltica.

- Escorregamento

Conforme a norma do DNIT-TER 005/2003 escorregamento é o deslocamento do revestimento em relação à camada subjacente do pavimento, com aparecimento de fendas em forma de meia-lua.



Figura 15 - Escorregamento (E)
(Fonte: DNIT-TER 005/2003)

As possíveis causas para este defeito são: imprimação inadequada (excessiva ou insuficiente) da base, gerando deslocamentos transversais, especialmente em trechos de curva; viscosidade inadequada do ligante; excesso de ligante na mistura (SANTOS, 2008).

- Exsudação

A exsudação é um fenômeno em que a película ou filme de material betuminoso forma-se na superfície do pavimento e se caracteriza por manchas de variadas dimensões. (Manual de Conservação do DNIT, 2005)



Figura 16 - Detalhe da Exsudação (EX)
(Fonte: DNIT 005/2003-TER)

Bernucci (2010) explica que a exsudação apresenta algumas possíveis causas, tais como: as falhas de dosagem provocando excesso de ligante em alguns pontos ou de maneira generalizada; pode ocorrer por segregação de massa, com concentração de ligante em alguns pontos e falta em outros; ou ainda por cravamento de agregados em base e ascensão de ligante à superfície.

- Desgaste

Considera-se pela designação genérica “desgaste”, a perda de agregados e/ou argamassa fina do revestimento asfáltico. Caracteriza-se pela aspereza superficial anormal,

com perda do envolvimento betuminoso e arranxamento progressivo dos agregados (Manual de Conservação do DNIT, 2005).



Figura 17 - Desgaste (D)
(Fonte: Bernucci, 2010)

Bernucci (2010) cita que as prováveis causas para que possa ocorrer o desgaste nos pavimentos são as falhas de adesividade ligante-agregado, presença de água aprisionada sobre repressão em vazios da camada de ligante, gerando deslocamento de ligante, problemas no teor do ligante, falhas de bico em tratamentos superficiais, problemas na execução ou de projeto.

- Panela ou Buraco

As panelas são cavidades formadas inicialmente no revestimento do pavimento e que possuem dimensões e profundidades variadas. O defeito é muito grave, pois afeta estruturalmente o pavimento, permitindo o acesso das águas superficiais ao interior da estrutura (Manual de Conservação do DNIT, 2005).

As possíveis causas para as panelas ou buracos, de acordo com o Manual de Conservação do DNIT (2005), são: trincamento por fadiga (estágio terminal); desintegração localizada na superfície do pavimento (desgastes de severidade alta).



Figura 18 - Panela (P)
(Fonte: DNIT-TER 005/2003)

- Remendo

Segundo Balbo (2007), os remendos são pequenas áreas reparadas, apresentando características físicas diferentes da superfície asfáltica original, podendo ter forma de quadrilátero bem definido ou irregular. O autor descreve que os remendos evidenciam intervenções corretivas no pavimento, por motivos de existências de afundamentos, escorregamentos, trincas interligadas, buracos, etc.

A norma do DNIT-TER 005/2003 classifica remendos profundos e remendos superficiais. Os remendos profundos sendo aqueles em que é retirada a camada do revestimento e eventualmente uma ou mais camadas do pavimento, geralmente são retangulares. Já os remendos superficiais são apenas uma correção em área localizada na superfície do revestimento pela aplicação de um material betuminoso.



Figura 19 - Remendo bem executado (R)
(Fonte: Bernucci, 2010)

3.9 Causas dos Defeitos

Os defeitos de superfície podem aparecer precocemente (devido a erros ou inadequações) ou a médio ou longo prazo (devido à utilização pelo tráfego e efeitos das intempéries), (BERNUCCI, 2010).

Para Santos(2008), os mais importantes modos de ruptura dos pavimentos são devido à resistência, fadiga, deformação plástica, retração hidráulica, retração térmica, propagação de trinca e ruptura funcional.

Balbo (2007) explica que a atuação diária e sazonal do clima não apenas implica alterações momentâneas na resposta estrutural dos pavimentos, como também e principalmente, a modificação de características dos materiais, o que resulta na degradação mais célere das estruturas do pavimento, sob ação combinada de clima e cargas atuantes.

Para Bernucci (2010), entre os erros ou inadequações que levam à redução da vida de projeto, destacam-se os seguintes fatores, agindo separada ou conjuntamente: erros de projeto; erros ou inadequações na seleção, na dosagem ou na produção de materiais; erros ou inadequações construtivas; erros ou inadequações nas alternativas de conservação e manutenção.

4.0 METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho adotou-se a seguinte metodologia:

- embasamento teórico a cerca de: tipos de pavimentos flexíveis; gerência, avaliação e manutenção desses pavimentos; tipos de defeitos e suas possíveis causas;
- avaliação da Serventia Atual na área objeto de estudo;
- vistorias *in loco* a cada 20 m no trecho de 1 km para identificação dos defeitos;
- finalmente de posse dos dados coletados fez-se uma possível associação das causas da deterioração precoce e calculou-se o nível de serventia.

5.0 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Trecho Escolhido

O município de Cacimba de Dentro localiza-se no Curimataú oriental do estado da Paraíba e possui uma população de 16.755 habitantes (IBGE, 2010), e insere-se nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Curimataú. Os principais cursos d'água são o Rio Curimataú e o riacho Capivara, todos de regime intermitente.

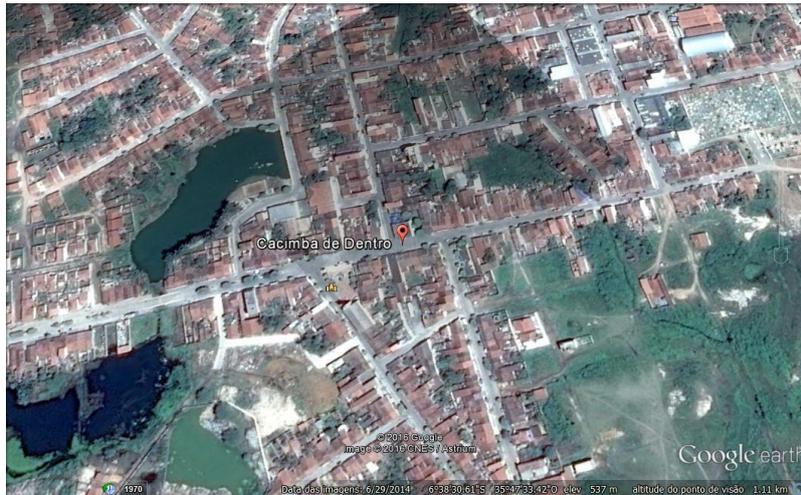


Figura 20 - Cacimba de Dentro-PB
(Fonte: Google Earth. Data: 05/05/2016)

A PB-111 começa no município de Tacima, e cruza as cidades de Araruna e Cacimba de Dentro-PB, conectando-se à PB-105 no município de Solânea-PB. O trecho escolhido para desenvolvimento deste trabalho localiza-se entre o município de Cacimba de Dentro e a PB-105.

A escolha desta rodovia foi pautada no fato de que a referida passou por um processo de recuperação e/ou reconstrução iniciado em 2014 e finalizado em 2015, no entanto, em vários trechos a mesma se encontra em elevado estágio de deterioração precoce.

Escolheu-se um trecho homogêneo com extensão de 1 km, na saída do município de Cacimba de Dentro em direção à PB-105, o mesmo foi estaqueado a cada 20 m. O trecho em estudo foi reconstruído em pavimento flexível do tipo microrrevestimento, tendo em vista o baixo volume de tráfego no local.

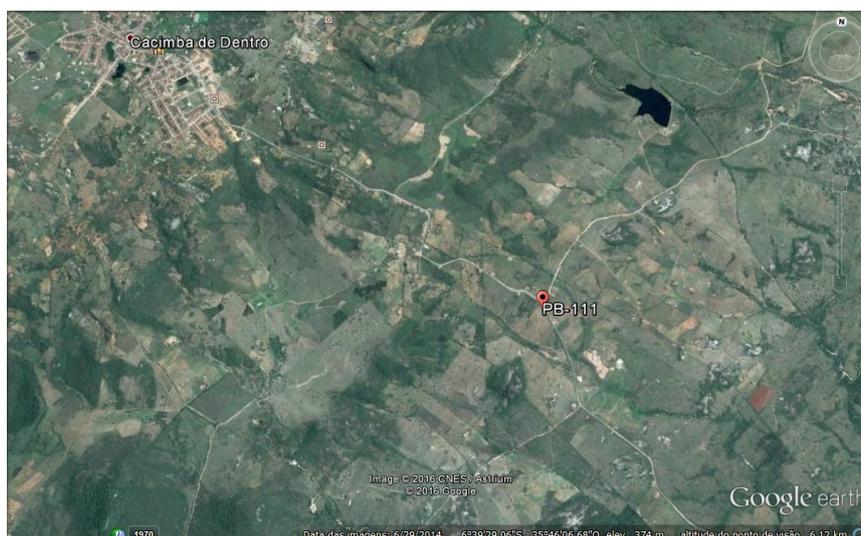


Figura 21 - PB-111
(Fonte: Google Earth)

5.2 Avaliação da Serventia do Pavimento

A fim de verificar a condição da serventia do trecho objeto de estudo, quatro motoristas distintos o avaliaram. Os quatro veículos que passaram pelo trecho foram registrados, a exemplo do veículo da Figura 22.



Figura 22 - Veículo utilizado na avaliação

Após passagem pelo trecho em estudo, os motoristas foram questionados quanto às condições de conforto ao rolamento. Os condutores dos veículos fizeram suas avaliações, conforme mostra o Quadro 2.

Quadro 3 - Serventia do trecho

Motorista	Avaliação	Padrão de conforto ao rolamento
1	3	Regular
2	2	Ruim
3	0	Péssimo
4	1	Ruim

Os resultados para cada trecho de pavimento avaliado devem ser relacionados separadamente e são obtidos por meio da seguinte fórmula:

$$VSA = \frac{\sum X}{n}$$

Onde:

VSA - Valor de Serventia Atual;

X - Valores de Serventia Atual individuais atribuídos por cada membro do grupo;

n - número de membros do grupo de avaliação.

Assim, após a avaliação quantitativa, contabilização das notas atribuídas pelos motoristas entrevistados, através da aplicação da fórmula descrita acima, o trecho alcançou a média de 1,5 quanto a serventia. Ou seja, quanto ao padrão de conforto ao rolamento, o mesmo é considerado ruim, ficando evidente o desconforto que os usuários sentem ao trafegar pelo trecho.

5.3 Avaliação Visual dos Defeitos

A avaliação dos defeitos foi realizada a cada 20 m. O início do trecho é marcado por inúmeros defeitos, tendo sido estes avaliados individualmente a fim de melhor compor a estrutura dos resultados obtidos e descritos a seguir.



Figura 23 - Início do Trecho em Cacimba de Dentro

- Trincas Tipo Couro de Jacaré (J)

A trinca tipo couro de jacaré, se comparada com os demais defeitos encontrados, foi um dos menos observados ao longo do trecho. Ver Figura 24.



Figura 24 - Trinca tipo couro de Jacaré (J)

As trincas tipo couro de jacaré podem ser causadas por diversos fatores, dentre os quais: a ação da repetição das cargas de tráfego naquele local; a ação dos agentes climáticos; 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.

Em virtude do trecho ter sido recém-construído, esse defeito pode estar associado a deficiência no teor de ligante asfáltico.

- Escorregamento (E)

A Figura 25 ilustra um defeito, pouco encontrado, mas que se apresentou sob uma extensão considerável, o escorregamento (E).

O escorregamento é o deslocamento do revestimento com relação as camadas inferiores, com o surgimento de fendas em forma de meia-lua. Em geral este defeito pode ser identificado junto às depressões localizadas, às trilhas de roda e às bordas de pavimentos. Para o caso em estudo, ele pode ser observado nas bordas do pavimento e possivelmente é decorrente da imprimação inadequada.



Figura 25 - Escorregamento (E)

- Afundamento (A)

O afundamento, conforme ilustra o Quadro 3, foi o segundo defeito menos observado ao longo da rodovia. Verificou-se que os mesmos estavam em “estágio inicial”, visto que apresentaram uma profundidade em torno de 1 cm, não sendo esta considerada tão alarmante.

O referido defeito é decorrente de deformações permanentes, sejam do revestimento asfáltico ou de suas camadas subjacentes e, possuem a capacidade de evolução com o decorrer do tempo, dando origem às panelas (P). Observe a Figura 26.



Figura 26 – Afundamento (A)

O afundamento pode ser consequência de 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. Para o objeto em estudo, o referido defeito pode ter sido motivado por deficiências construtivas ou pode ser consequência da umidade do solo do subleito combinado com a drenagem ineficiente.

- Painelas (P)

A Painela (P) destaca-se como o segundo defeito mais constatado ao longo do trecho, de acordo com o Quadro 3. Além de apresentar-se de forma isolada, em alguns pontos do trecho foi possível observar a presença de um conjunto delas. Vale ressaltar o agravante mais relevante encontrados foram as dimensões de tais defeitos e sua profundidade.

A área total ocupada pelo conjunto de painelas, por exemplo, afeta diretamente as condições de tráfego, conforto e segurança dos usuários, bem como influenciou diretamente no resultado da avaliação funcional do trecho analisado. Ver Figuras 27 e 28.



Figura 27 - Painela (P)



Figura 28 - Conjunto de Painelas (P)

Após prévia análise e observação das Figuras 27 e 28 é possível inferir que existe a possibilidade de que tal defeito são derivações do local onde havia trincas interligadas e que

com a ação do tráfego e intempéries houve remoção do revestimento ou mesmo de parte da base.

Outras prováveis causas para o surgimento de panelas é a falha construtiva, que pode ser constatada através da deficiência na compactação, umidade excessiva em camadas de solo, falha na imprimação e/ou a desagregação por falha na dosagem ou ainda segregação.

O trecho da rodovia analisado apresentou ao longo de quase toda a sua extensão tal defeito e, diante do estado da via, da profundidade e o diâmetro das panelas encontradas torna-se justificável afirmar que as mesmas foram consequências da ação combinada de problemas de drenagem e do desgaste pelo tráfego. A ação do tráfego é justificada pelo o fato de que imediatamente após a conclusão da reconstrução desse trecho, iniciou-se a obra de implantação de uma adutora e que caminhões de grande porte passaram a trafegar pela via constantemente, e que possivelmente a rodovia não estaria dimensionada para suportar tais solicitações, além do mais a região é montanhosa o que faz com que as solicitações sejam maiores.

- Trincas Longitudinais (TL)

A Figura 29, a seguir, ilustra de forma bastante nítida a trinca longitudinal. Tal defeito pôde ser observado praticamente ao longo de todo o trecho, sendo importante destacar que em certos pontos foi notória sua evolução, atingindo o estágio de panela, conforme ilustra a Figura 30.



Figura 29 - Trinca Longitudinal Longa (TLL)



Figura 30 - Trinca Longitudinal Longa (TLL)

Eventualmente as trincas longitudinais podem ser causadas por diversos fatores, dentre eles: falhas na execução, na temperatura de compactação ou mesmo na dosagem da mistura asfáltica e envelhecimento de ligante asfáltico. Para a rodovia estudada, a trinca longitudinal é uma provável consequência de falhas na dosagem da mistura asfáltica.

- **Trincas Transversais (TT)**

Assim como as trincas longitudinais, as trincas transversais apresentaram-se em grande escala ao longo do trecho avaliado. O defeito citado manifestou-se ortogonalmente ao eixo da rodovia. Ver Figura 31.



Figura 31 - Trinca Transversal (TT)

Ao longo do trecho foi possível verificar o cruzamento das trincas longitudinais, com as trincas transversais, conforme mostra Figura 32.



Figura 32- Encontro de trincas

Durante a avaliação do trecho da rodovia escolhida, verificou-se que o aparecimento das trincas transversais foi observado ao longo de quase toda a sua totalidade. A explicação para isso pode estar relacionada com falhas de execução e/ou discrepância na dosagem da mistura asfáltica.

- Desgaste (D)

O Desgaste (D), definido como a perda do filme asfáltico de envolvimento dos agregados, também foi um dos defeitos mais identificados ao longo da avaliação da rodovia. A causa mais frequente e provável para o aparecimento desse tipo de defeito condiz com a aderência insuficiente do ligante sobre a superfície de aplicação ou desgaste pela ação do tráfego.

As prováveis causas para esse defeito são problemas de adesividade ligante-agregado, presença de água aprisionada sobre repressão em vazios da camada de ligante, gerando deslocamento de ligante e problemas no teor do ligante (Figura 33).



Figura 33 - Desgaste (D)

- Remendo (R)

A Figura 34 ilustra um defeito bastante encontrado ao longo desta rodovia, bem como de muitas outras em nosso país, o remendo, visto que a operação “tapa-buracos” é altamente empregada como paliativo para as panelas que surgem nas estradas.

O Remendo (R) é a porção do revestimento onde o material original foi removido e substituído por outro material (similar ou diferente). Remendos existentes são considerados falhas, já que refletem o mau comportamento da estrutura original, gerando normalmente incremento na irregularidade longitudinal. (Manual de Conservação do DNIT, 2005).



Figura 34 - Remendos (R)

O remendo, apesar de ser uma atividade de conservação, é considerado um defeito tendo em vista que o mesmo aponta o local de fragilidade do revestimento, acentua o desconforto aos usuários, e estimula a capacidade de deterioração da via.

Na rodovia PB-111, constatou-se que os remendos avaliados não estavam nivelados com a pista de rolamento e em decorrência disto, apresentavam um nível de elevação perceptível a olho nu.

- **Corrugação (O)**

A corrugação (O) também pode ser verificada em alguns pontos ao longo do trecho. O defeito mencionado provavelmente foi causado devido à fluência da massa asfáltica (Figura 35).



Figura 35 - Corrugação (O)

Apesar de este defeito apresentar uma extensão não muito acentuada, se comparado aos demais, a corrugação merece destaque, pois normalmente apresenta-se nas regiões de aceleração e/ou frenagem dos veículos e com maior gravidade nas proximidades com as trilhas de roda.

- **Exsudação (EX)**

Embora não tenha sido muito verificado ao longo da vistoria, a exsudação (EX) foi constatada em alguns pontos específicos. A mesma pode ocorrer por duas razões: dosagem inadequada da mistura asfáltica, acarretando teor excessivo de ligantes e/ou índice de vazios muito baixos ou temperatura de ligante acima da especificada no momento da mistura, acarretando a dilatação do asfalto e ocupação irreversível dos vazios entre as partículas (Figura 36).



Figura 36 - Exsudação (E)

Para o trecho analisado, o excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento, causado pela migração do ligante através do revestimento, pode ser apontado como a causa mais provável para a manifestação da exsudação.

A Figura 37 mostra a consequência da ação de máquinas pesadas sobre o pavimento, logo após a execução do microrrevestimento no local. Sendo possível concluir que as condições e/ ou propriedades do pavimento foram diretamente afetadas naquele local.



Figura 37 - Consequência do tráfego de máquinas pesadas

Os acostamentos das rodovias são as faixas laterais construídas em ambos os lados ou de um só lado das faixas de tráfego destinadas a: aumentar a segurança da rodovia; propiciar um local de parada para os veículos defeituosos fora das faixas de tráfego, bem como aumentar a capacidade da rodovia. A ausência de acostamento ao longo de todo trecho da rodovia estudada foi um ponto de grande relevância ao longo da avaliação do trecho, tendo em vista a fundamental da importância dos acostamentos para os usuários, como evidencia a Figura 38.



Figura 38 - Ausência de Acostamento

5.5 Discussão dos Resultados

O Quadro 4 resume de forma qualitativa os defeitos constatados ao longo do trecho da rodovia analisada. O quadro está dividido conforme estaqueamento da totalidade do comprimento do trecho.

Quadro 4- Defeitos encontrados ao longo do trecho

Trecho	Característica
0-20 m	Trecho com alta presença de TTC, J, P e D. E com uma incidência de E.
20-40 m	Trecho com grande ocorrência de J, P e D. Aparecimento de TTC.
40-60 m	Presença marcante ao longo de todo o trecho de P e D. Aparecimento de TLC, J e R.
60-80 m	Grande presença de TLC, P, D e R. Incidência de TLL.
80- 100m	Presença elevada de TLC, TLL, P, D e R.
100- 120 m	Trecho com presença elevada de TLC, P e D e presença menor de TLL e R.
120-140 m	Grande aparecimento de TLC, P e D. Presença inferior de TLL e J.
140-160 m	Trecho com presença considerável de TLC, P e D. Aparecimento de TTC e TLL em quantidade menor.
160-180 m	Grande aparecimento de TTL, TLL, J, P e D. Incidência de TTC.
180- 200 m	Trecho com presença elevada de TTL, TLL, J, P e D. Presença de ALP.
200-220 m	Trecho com presença elevada de TTC, TTL, TLL, J, P e D. Presença de ALP.
220-240 m	Marcante aparecimento de TTC, TLL, J, P e D. Presença em quantidade inferior de TLL e ALP.
240-260 m	Presença de P e D em quantidade consideravelmente maior e de TTC, TTL, TLC, TLL, J e ALP em quantidade menor.
260- 280 m	Presença de P e D em quantidade consideravelmente maior e de TTC, TLC, TLL, J, ALP e R em quantidade menor.
280 - 300 m	Trecho com grande incidência de TTC, J, P e D. Aparecimento em quantidade inferior de TLC, TLL, ALP e R.
300-320 m	Aparecimento considerável de J, P e D. Surgimento em quantidade inferior de TTC, TTL, TLC e TLL.
320 -340 m	Marcante presença de TTL, P e D. Assiduidade menor de TTC, J e E.
340 -360 m	Trecho com grande presença de P e D. Inferior aparecimento de TTC, TTL e E.
360- 380 m	Trecho com grande presença de P e D. Inferior aparecimento de TTC e TLL.
380- 400 m	Relevante presença de TTC, TLC, P e D. Manifestação inferior de J e E.
400-420 m	Trecho com aparecimento maior de TTC, TTL, P e D e menor de TLL, J e E.
420 - 440 m	Grande presença de TTC, TLL, P e D. Aparecimento inferior de TTL, TLC, TRR e ALP.
440-460 m	Presença marcante de TTC, TTL, TLL, P e D. Incidência inferior de TLC, TRR, J e ALP.
460 - 480 m	Trecho com alta presença de TTC, TTL, P e D. E com uma incidência de TLC, TLL, TRR e E.
480 - 500 m	Alta presença de TTL, TRR, P e D. Aparecimento inferior de TTC, TLC e ALP.
500 - 520 m	Marcante presença de TTL, TLC, P e D. Surgimento em quantidade menor de TRR e ALP.

Ver
Anexo I

520 - 540 m	Trecho com alta presença de TTL, TLC, P e D. Manifestação inferior de J e D.
540 - 560 m	Grande incidência de J e D. Pequeno aparecimento de TTL, TLC, TLL, TRR, P e E.
560 - 580 m	Aparecimento considerável de TLL, TRR, J e D. Manifestação inferior de ALP e E.
580 - 600 m	Comportamento igual ao trecho anterior.
600-620 m	Trecho com grande aparecimento de TLL, J e D. Pequeno TTL, TRC e TRR.
620 -640 m	Aparecimento considerável de TTL e TRR e manifestação em menor escala de TLC, J, O e E.
640 - 660 m	Grande incidência de O e E. Menor aparecimento de TTC, TTL, TRR, D e R.
660 - 680 m	Trecho com marcante presença de TTC, O e D. Surgimento em quantidade menor de E e R.
680- 700 m	Trecho com marcante presença de TTC, O e D. Surgimento em quantidade menor de TTL e J.
700 - 720 m	Presença em quantidade inferior de TTC, TTL, TLC, TLL, J, O e D.
720 - 740 m	Trecho com presença marcante de TLL e inferior de TTC, TLC, J e D.
740 - 760 m	Grande presença de TCC e D. Manifestação inferior de TLC, TLL e J.
760 - 780 m	Aparecimento considerável de TLC e D. Incidência inferior de TTC, TLL, J e O.
780 - 800 m	Grande incidência de J e D. Menor aparecimento de TTC, TLC, TLL e O.
800 - 820 m	Trecho com presença notória de D. Manifestação inferior de TTC e J.
820 - 840 m	Trecho com presença notória de D. Manifestação inferior de TLC e J.
840 - 860 m	Presença marcante ao longo de todo o trecho de J e D. Aparecimento de TTL, TLC e TRR.
860 - 880 m	Relevante aparecimento de TTL, J e D. Incidência inferior de TLC, TRR e O.
880 - 900 m	Grande incidência de TTL, TLC, J, O e D. Surgimento em quantidade inferior de TLL e TRR.
900 - 920 m	Aparecimento considerável de TTL, J, O e D. Menor manifestação de TLL.
920 - 940 m	Surgimento considerável de TTL, J, O e D. Menor manifestação de TLC e TTR.
940 - 960 m	Trecho com presença considerável de TTL, J e O. Menor manifestação de TLC e D
960 - 980 m	Grande presença de TLC, J e O. Manifestação inferior de TTL e TRR.
980 - 1000 m	Trecho com presença elevada de TLC, TTR, J e O.

Para fins de análise quantitativa o Quadro 5 exprime a porcentagem de aparecimento dos defeitos ao longo do trecho.

Quadro 5- Percentual de Aparecimento dos defeitos

Defeito	Percentual de presença
TTC	8,30%
TTL	9,13%
TLC	10,37%
TLL	8,71%
TRR	4,56%
Trincas Totais	41,08%
J	13,28%
A	2,49%
O	4,98%
P	11,62%
E	3,73%
EX	1,66%
D	19,09%
R	2,07%

O quadro 5 exprime de maneira geral que o defeito mais encontrado ao longo do trecho foram as trincas, se as considerarmos como um “grupo”, as mesmas representam 41,08% do total de defeitos verificados. Porém, se avaliarmos os defeitos de forma isolada, o desgaste (D) ocupará a posição de destaque quanto aos demais defeitos, enquanto os remendos (R) apresentam-se em menor quantidade quando comparado aos demais. É notório e relevante também destacar a marcante presença das trincas do tipo couro de jacaré (J) e das painelas (P) no trecho analisado.

O aparecimento acentuado e constante de painelas pode ser registrado nos primeiros 540 m do estaqueamento total, ou seja, ao longo de toda essa extensão as painelas apresentaram-se como o defeito mais evidente.

O afundamento pode ser verificado nos trechos de 200-220 m, 240-260 m, 280- 300 m, 440-460 m, 500-520 m, 580- 600m. 200 a 300 m, 400 a 500m e 600 a 700 m.

Os trechos estaqueados 400-420 m, 420-440 m, 440-460 m, 460-480 m, 480-500 m, 900-920 m, 920-940 m, 940- 960 m, 960-980 m, 980-1000 m, apresentaram elevado índice de trincas se confrontados com os demais trechos. Isto é, quantitativamente os outros trechos não mencionados exibiram uma quantidade de trincas inferior em suas totalidades.

Foi constatada uma alta concentração de corrugações (O) nos trechos de 600-620 m, 620-640 m, 640-660 m, 660-680 m, 680-700 m, 700-720 m, 720-740 m, 740-760 m, 760-780 m, 780-800 m, 800-820 m, 820-840 m, 840-860 m, 860-880 m, 880-900 m, 900-920 m, 920-940 m, 940-960 m, 960-980 m, 980-1000 m, requerendo assim, uma maior atenção no sentido de investigar através dos procedimentos de avaliação estrutural, se o problema está relacionado às camadas inferiores do pavimento. Caso seja comprovado, é necessário a escarificação do pavimento, reciclagem através da mistura com a base, e reconstrução da base.

Os trechos de 800-820 m, 820-840 m, 840-860 m, 860-880 m, 880-900 m, destacaram-se como a avaliação mais satisfatória diante das demais, pois a quantidade de defeitos verificados foi inferior aos demais trechos estaqueados. Apesar disto, tal condição ainda não é a mais adequada. Observou-se que, na totalidade dos trechos mencionados, não houve presença de panelas e exsudação.

Após análise de todos os trechos expressos no Quadro 2, fica evidente que nenhum deles foi considerado em estados excelente e bom, devido à presença dos mais variados defeitos em cada um.

6.0 CONCLUSÕES

Após avaliação e análise dos defeitos constatados é notório que o referido trecho da rodovia PB 111, que passou por um processo recente de recuperação/reconstrução em pavimento flexível do tipo microrrevestimento, não deveria apresentar um estágio tão alto de deterioração.

O fim da vida útil tão precoce do trecho analisado pode estar associado a três principais fatores: problemas na dosagem e execução do microrrevestimento; escolha inadequada do tipo de revestimento devido a região ser montanhosa, apesar desse tipo de mistura ser indicado para vias de baixo volume tráfego; e excesso de carregamento devido a passagem de caminhões pesados na construção da adutora.

O fato dos defeitos se apresentarem de forma acentuada nas regiões íngremes e de curvas do trecho analisado reforçam a teoria da escolha inadequada do tipo de revestimento.

A relevante e numerosa quantidade de defeitos encontrados ao longo de todo o trecho influenciou diretamente a avaliação dos usuários quanto ao nível de serventia do trecho da rodovia analisado. O mesmo foi considerado em estágio ruim quanto às condições de conforto e rolamento, o que interfere diretamente na qualidade e segurança dos transeuntes que necessitam daquela via para realizar suas atividades rotineiras.

7.0 REFERÊNCIAS

BALBO, J. T. **Pavimentação asfáltica: materiais, projetos e restauração.** São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

BERNUCCI, L. B. **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros.** Rio de Janeiro: Petrobrás, ADEBA, 2006.

CNT, SEST, SENAT. Pesquisa CNT de rodovias 2014: relatório gerencial, Brasília, 2014.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTE - DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E PESQUISA - COORDENAÇÃO GERAL DE ESTUDOS E PESQUISA - INSTITUTO DE PESQUISAS RODOVIÁRIAS. **Manual de conservação rodoviária.** 2ª. ed. Rio de Janeiro: [s.n.], 2005.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTE - DIRETORIA EXECUTIVA - INSTITUTO DE PESQUISAS RODOVIÁRIAS. **Manual de restauração de pavimentos asfálticos.** 2ª. ed. Rio de Janeiro: [s.n.], 2005.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTE - DIRETORIA EXECUTIVA - INSTITUTO DE PESQUISAS RODOVIÁRIAS. **Manual de gerência de pavimentos.** Rio de Janeiro: [s.n.], 2011.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTE - INSTITUTO DE PESQUISAS RODOVIÁRIAS. **Manual de Pavimentação.** 3ª. ed. Rio de Janeiro: [s.n.], 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTE DNIT - DNIT - ES 035/2005. **Pavimento flexíveis - microrevestimento asfáltico a frio com emulsão modificada por polímero - Especificação de serviço.** Rio de Janeiro: [s.n.], 2005.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTE DNIT - DNIT - ES 138/2010. **Pavimentação - Reforço do subleito - Especificação de serviço.** Rio de Janeiro: [s.n.], 2010.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTE DNIT - DNIT - PRO 009/2003. **Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Procedimento.** Rio de Janeiro: [s.n.], 2003.

DNIT, DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTE, DNIT-TER 005/2003. **Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Terminologia.** Rio de Janeiro: [s.n.], 2003.

HENRIQUE, Y. F. **Método de avaliação de pavimentos aeroportuários aplicação a um aeródromo militar.** Rio de Janeiro. 2013.

HERMES, T. B. **Impacto do alto tráfego em pavimento dimensionado para baixo tráfego - Estudo de Caso: Coronel Barros.** Ijuí. 2013.

NETO, G. L. G. **Estudo comparativo entre a pavimentação flexível e rígida.** Belém. 2011.

PEREIRA, M. C. **Revestimentos asfálticos: tipos e propriedades.** Minas Gerais. 2014.

QUIRINO, M. E. P. **Recuperação de pavimentos flexíveis em áreas de taxiamento de aeronaves.** Belo Horizonte. 2013.

REIS, Rafael M. Martins et al. **Manual Básico de Emulsões Asfálticas.** ABEDA. 2. ed. Rio de Janeiro, 2010.

SANTOS, D. A. P. D. **Avaliação da superfície de pavimentos flexíveis através do levantamento visual contínuo - procedimento DNIT 008/2003 PRO: Estudo de caso na BR-324 no trecho entre Amélia Rodrigues e Feira de Santana - BA.** Feira de Santana. 2008.

SENÇO, W. D. **Manual de Técnicas de Pavimentação.** São Paulo: Pini, v. II, 1997.

SENÇO, W. D. **Manual de Técnicas de Pavimentação.** 1ª. ed. São Paulo: Pini, v. II, 2011.

SOUZA, M. J. D. **Patologias em pavimentos flexíveis.** São Paulo. 2004.

SHAHIN, M. Y., *Pavemente management for airports, roads and parking lots.* Ed. Chapman & Hall, New York, 1994.

ZAGONEL, A. R. **Inovações em revestimentos asfálticos utilizados no brasil.** Ijuí. 2013.

ANEXO 1

RODOVIA: PB-111 (Cacimba de Dentro-PB sentido Arara-PB)		INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO												FOLHA: 01/03																
TRECHO: 1 Km		REVESTIMENTO TIPO: Microrrevestimento												ESTACA OU QUILÔMETRO																
SUBTRECHO: Estaqueado a cada 20m.		DATA: 03/2016												ESTACA OU QUILÔMETRO																
Estaca ou Km	Seção Terrap.	OK	TRINCAS						AFUNDAMENTOS						OUTROS DEFEITOS		TRINCAS RODAS		Observações:											
			ISOLADAS			INTERLIGADAS			PLÁSTICO			CONSOLID.			O	P	E	EX		D	R	TRI	IRE							
			FI	TTC	TTL	TLC	TLL	TRR	J	TB	FC-2	FC-3	JE	TB	E	ALP	ATP	ALC	ATC	O	P	E	EX	D	R	TRI	IRE			
			1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	3	3	E	4	4	4	4	4	5	5	5	5	7	8	mm	mm		
0+00 m	A		X	X					X												X	X		X						
0+20 m	A		X	X					X													X		X						
0+40 m	A		X						X													X		X						
0+60 m	A		X																			X		X						
0+80 m	A		X																			X		X						
1+00 m	A		X																			X		X						
1+20 m	A		X																			X		X						
1+40 m	A		X																			X		X						
1+60 m	A		X	X																		X		X						
1+80 m	A		X																			X		X						
2+00 m	A		X																			X		X						
2+20 m	A		X	X																		X		X						
2+40 m	A		X	X																		X		X						
2+60 m	A		X																			X		X						
2+80 m	A		X	X																		X		X						
3+00 m	A		X	X																		X		X						
3+20 m	A		X																			X		X						
3+40 m	A		X	X																		X		X						
3+60 m	A		X																			X		X						
3+80 m	SMA		X	X																		X		X						
4+00 m	SMA		X	X																		X		X						
4+20 m	A		X	X																		X		X						
4+40 m	A		X	X																		X		X						

