

**INSTITUTO ENSINAR BRASIL
FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA**

**ÍCARO PEREIRA GOMES
LUCCAS ALVES SERAFIM**

**ESTUDO DO DESEMPENHO FUNCIONAL DA RODOVIA MG/329 E PROPOSTAS
DE SOLUÇÕES PARA AS PATOLOGIAS IDENTIFICADAS**

**CARATINGA
2018**

**ÍCARO PEREIRA GOMES
LUCCAS ALVES SERAFIM**

FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA

**ESTUDO DO DESEMPENHO FUNCIONAL DA RODOVIA MG/329 E PROPOSTAS
DE SOLUÇÕES PARA AS PATOLOGIAS IDENTIFICADAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil das Faculdades Doctum de Caratinga, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Pavimentação, Transporte, Patologia

Orientador: Prof. Eng. José Nelson Vieira da Rocha.

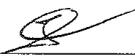
**CARATINGA
2018**

TERMO DE APROVAÇÃO

O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: ESTUDO DO DESEMPENHO FUNCIONAL DA RODOVIA MG/329 E PROPOSTAS DE SOLUÇÕES PARA AS PATOLOGIAS IDENTIFICADAS, elaborado pelo(s) aluno(s) ÍCARO PEREIRA GOMES e LUCCAS ALVES SERAFIM foi aprovado por todos os membros da Banca Examinadora e aceito pelo curso de ENGENHARIA CIVIL das FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA, como requisito parcial da obtenção do título de

BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL.

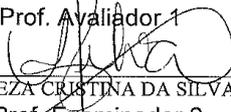
Caratinga 06/12/2018



JOSÉ NELSON VIEIRA DA ROCHA
Prof. Orientador



SÉRGIO ALVES DOS REIS
Prof. Avaliador 1



ANDREZA CRISTINA DA SILVA
Prof. Examinador 2

AGRADECIMENTOS

A Deus “Dando graças constantemente a Deus Pai por todas as coisas, em nome de nosso Senhor Jesus Cristo.” (Ef. 5.20), por ter nós dado saúde e força para superar as dificuldades.

A esta faculdade, seu corpo docente, direção e administração que sempre estão promovendo oportunidades, que na qual nos sentimos honrados por desfrutá-las.

Ao nosso orientador José Nelson, pelo suporte, dedicação, correção e incentivos.

Eu Ícaro Pereira agradeço aos meus familiares e amigos que sempre me apoiaram e incentivaram nessa nova jornada.

Eu Luccas Serafim, agradeço aos meus familiares e amigos que sempre me apoiaram e incentivaram nessa nova jornada. Em especial aos meus pais João Serafim e Dária Alves de Rezende Serafim, e meus irmãos Ester Serafim e Manassés Serafim.

E a todos que direta e indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

ABREVIATURAS E SIGLAS

DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte
MG	Minas Gerais
IGG	Índice de Gravidade Global
IGI	Índice de Gravidade Individual
IGGE	Índice de Gravidade Global Expedito
TTC	Trinca Transversal Curta
TTL	Trinca Transversal Longa
TLC	Trinca Longitudinal Curta
TLL	Trinca Longitudinal Longa
TRR	Trinca por Retração
J	Trinca Tipo “Couro de Jacaré”
JE	Trinca Tipo “Couro de Jacaré” com Erosão
TB	Trinca Tipo “Bloco”
TBE	Trinca tipo “Bloco” com Erosão
ALP	Afundamento Plástico Local
ATP	Afundamento Plástico da Trilha
ALC	Afundamento de Consolidação Local
ATC	Afundamento de Consolidação da Trilha
O	Ondulação
E	Escorregamento
EX	Exsudação
D	Desgaste
P	Panelas
R	Remendos
RS	Remendo Superficial
RP	Remendo Profundo
TRI	Trilha de Roda Interna
TER	Trilha de Roda Externa
Km	Quilômetros
M	Metros
Mm	Milímetros
Fa	Frequência Absoluta

Fr	Frequência Relativa
Ft	Frequência
Pt	Peso do Conjunto de Trincas
Foap	Frequência do Conjunto de Deformações
Poap	Peso do Conjunto de Deformações
Fpr	Frequência (quantidade por quilômetro) de Panelas e Remendos,
Ppr	Peso do Conjunto de Panelas e Remendos
ICPF	Índice de Condição do Pavimento Flexível
IES	Índice do Estado da Superfície
LVC	Levantamento Visual Contínuo
AASHTO	Associação Norte-Americana e Especialistas Rodoviários e de Transporte

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 Pavimento flexível	18
Figura 02 Camadas de Pavimentação Rígida	19
Figura 03 Trinca Isolada - Transversal	21
Figura 04 Trinca Isolada - Longitudinal	22
Figura 05 Trinca Isolada – Tipo “Jacaré”	22
Figura 06 Trinca Interligada – Tipo Bloco	23
Figura 07 Afundamento de Trilha de Roda	24
Figura 08 Afundamento Local	24
Figura 09 Ondulações	25
Figura 10 Escorregamento	25
Figura 11 Exsudação.....	26
Figura 12 Desgaste	26
Figura 13 Buraco ou “Panela”	27
Figura 14 Estação 13 – Pista MG 329	37
Figura 15 Panelas e Trincas do Trecho 5	44
Figura 16 Patologias Trecho 5	47
Figura 17 Trincas couro de jacaré.....	51

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Resumo dos Defeitos – Codificação e Classificação	28
Quadro 2	Fatores de Ponderação.....	32
Quadro 3	Conceito de Degradação do Pavimento em Função do IGG	33
Quadro 4	Avaliação de Serventia.....	33
Quadro 5	Pesos dos Defeitos em Função da Frequência de Ocorrência	40
Quadro 6	Valores do ICPF	40
Quadro 7	(IES) Índice do Estado da Superfície do Pavimento.....	42
Quadro 8	Notas da Avaliação Subjetiva	43
Quadro 9	Cálculo do IGI e IGG	44
Quadro 10	Índice de gravidade individual (IGI) Rodovia PB - 111	45
Quadro 11	Nível de severidade e incidência	46
Quadro 12	Índice de gravidade global expedito.....	48

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1.....	36
Equação 2.....	38
Equação 3.....	38
Equação 4.....	38
Equação 5.....	38
Equação 6.....	41

RESUMO

No Brasil a pavimentação rodoviária é essencial ao desenvolvimento da população, este processo engloba tanto pessoas quanto cargas, segundo a Confederação Nacional de Transporte mais de 90% dos deslocamentos de pessoas são realizados por rodovias, e mais de 60% dos transportes de cargas são rodoviários. No entanto, conforme pesquisa realizada no ano de 2017 pela Confederação Nacional de Transportes em 105.814 km de rodovias estaduais e federais em relação à qualidade do pavimento constatou que, 50% apresentam qualidade regular, ruim ou péssima. Neste trabalho foi analisado o desempenho funcional e as patologias da rodovia MG/329 que faz a ligação do município de Caratinga – MG a Bom Jesus do Galho – MG, abordando quatro quilômetros da rodovia, com início no quilometro zero localizado na junção da BR 116, até os quatros quilômetros seguintes. A pesquisa aplicada tem como base exploratória, visitas no local e levantamentos quantitativos e qualitativos, para realização desse estudo foi feito a fundamentação teórica em normas disponibilizadas pelo DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte). Após inventariada as patologias, foram realizados os cálculos do IGG (Índice de Gravidade Global) e do LVC (Levantamento Visual Contínuo) nos quais os resultados representam o estado de conservação da via, o valor encontrado indica uma via em estado ruim de conservação. Ao final do trabalho foram propostas maneiras eficazes de restauração da rodovia MG/329.

Palavras-chave: Pavimento; patologia; desempenho funcional; defeitos.

ABSTRACT

In Brazil road paving is essential to the development of the population, this process encompasses both people and cargo, according to the National Transportation Confederation, more than 90% of the displacements of people are carried out by highways, and more than 60% of cargo transportation is road . However, according to research conducted in 2017 by the National Transportation Confederation in 105,814 km of state and federal highways in relation to pavement quality found that 50% have regular quality, bad or bad. In this work the functional performance and pathologies of the MG / 329 highway that connects the municipality of Caratinga - MG to Bom Jesus do Galho - MG, were analyzed, covering four kilometers of the highway, beginning at zero km located at the junction of BR 116 , until the next four kilometers. The applied research has as an exploratory basis, on-site visits and quantitative and qualitative surveys, to carry out this study was made the theoretical basis in standards made available by DNIT (National Department of Transport Infrastructure). After an inventory of the pathologies, the IGG (Global Severity Index) and LVC (Continuous Visual Survey) calculations were performed, in which the results represent the conservation status of the road, the value found indicates a bad state of conservation. At the end of the work, effective ways of restoring the MG / 329 highway were proposed.

Keywords: Pavements, pathology, functional performance, defects.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Contextualização	14
1.2 Objetivos	14
1.2.1 Objetivo geral	14
1.2.2 Objetivo específico	15
1.3 Justificativa	15
1.4 Estrutura do Trabalho.....	15
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
2.1 Estrutura e classificações dos pavimentos	17
2.2 Patologias presentes em pavimento asfáltico	20
2.2.1 Técnicas de recuperações e manutenções do asfalto	29
2.2.2 Recuperação de Ondulações / Corrugações:.....	30
2.2.3 Recuperação do escorregamento:.....	30
2.2.4 Recuperação exsudação:	31
2.2.5 Recuperação panela ou buraco:.....	31
2.3 Métodos de avaliação da superfície	31
2.3.1 DNIT 006/2003 – Avaliação objetiva da superfície	32
2.3.2 DNIT 009/2003 – Avaliação subjetiva da superfície	33
2.3.3 DNIT 008/2003: Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos asfálticos	34
3 METODOLOGIA	35
3.1 Desempenhos do pavimento, avaliação subjetiva	35
3.2 Avaliação objetiva	36
3.3 Avaliação de Defeitos da Superfície dos Pavimentos	39
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
4.1 Avaliação subjetiva e objetivada rodovia MG – 329.....	43

4.2 Discussão da avaliação objetiva	45
4.3 Levantamento visual contínuo da MG-329	46
4.4 Discussão do levantamento visual contínuo	48
5 CONCLUSÃO.....	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
ANEXO A	57
APÊNDICE A - TÍTULO.....	57
APÊNDICE B - TÍTULO.....	58
APÊNDICE C - TÍTULO.....	59

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

As rodovias e os sistemas viários têm como simples objetivo oferecer segurança e conforto durante transito de veículos sejam eles de grande ou pequeno porte, para que isso aconteça é necessário que a mesma esteja em boas condições de uso e com suas manutenções realizadas periodicamente, as vezes a falta de planejamento em relação ao acelerado crescimento da frota de veículos acaba por influenciar diretamente na degradação de um pavimento.

Buscando proporcionar uma melhoria operacional para o tráfego e garantir assim um maior conforto no deslocamento do veículo, com mais segurança e até mesmo melhor conforto ambiental na vias, as mesmas devem apresentar uma condição superior de rolamento, mais regular, com mais aderência e menos ruídos, com essas características a via proporciona aos usuários uma redução no custo da manutenção de seus veículos tendo em vista que eles são diretamente ligados as condições do pavimento (BALBO,p.35. 2007).

Os pavimentos são todas as estruturas composta por múltiplas camadas com diferentes espessuras e materiais assentadas sobre um subleito regularizado, a fim de proporcionar aos seus usuários boas condições de segurança, economia e conforto, contudo eles devem resistir aos esforços provenientes de tráfego bem como do clima (DNIT, p.95. 2006).

Segundo (BERNUCCI 2006) as camadas do revestimento asfáltico estão sujeitas a deformações e patologias, são elas depressões, afundamento no trilho da roda, deformações plásticas, fendas, entre outras, e essa patologias acabam por deixar a pista em más condições de uso, afetando diretamente no seu desempenho e qualidade.

1.2Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Analisar o desempenho funcional e apresentar propostas para resolução das patologias encontrados no trecho do km 4 da MG/329.

1.2.2 Objetivos específicos

- Verificar o desempenho da via em relação ao conforto e segurança para os seus usuários aplicando as especificações das normas DNIT 006/2003 e DNIT 009/2003;
- Utilizar a norma do DNIT 008/2003 para fazer um levantamento visual contínuo e avaliar a superfície do pavimento;
- Com o auxílio da norma DNIT 008/2003 especificar qual tipo de manutenção deve ser feita no trecho.
- Propor correções das patologias encontradas.

1.3 Justificativa

O objeto da pesquisa foi escolhido após observância do estado de má conservação da pista, com muitas patologias evidentes, e, também, por ser um trecho de grande importância socioeconômica para o município de Caratinga, situado ao leste do estado de Minas Gerais, com duas grandes empresas que geram um grande fluxo de veículos de grande porte.

Assim, após a verificação do trecho, um dos ganhos sociais extraídos da pesquisa foi a identificação de diretrizes para colocar em prática soluções que visem reparar as condições do pavimento, assegurando a segurança dos usuários da via pública e prevenindo acidentes.

1.4 Estrutura do Trabalho

No primeiro capítulo “Introdução” são abordados o tema, a contextualização, a importância e os objetivos da pesquisa.

No segundo capítulo “Fundamentação teórica” foi feita a revisão bibliográfica onde são abordados temas relacionados com este trabalho, como: classificações dos pavimentos, estruturas de pavimentação asfáltica, camadas das estruturas da pavimentação, patologias presentes em pavimento asfáltico, recuperações das patologias.

No terceiro capítulo “Metodologia” são apresentados os métodos para a realização da avaliação do desempenho funcional e avaliação dos defeitos da via seguindo as normas do DNIT e dessa forma mostrar as reais condições do pavimento.

No quarto capítulo “Resultados e Discussão” são abordados os resultados obtidos após as avaliações, estudos realizados pela dupla e as discussões relacionadas a outros trabalhos abordando temas parecidos.

No quinto e último capítulo “Conclusão” é abordado a conclusão sobre o desempenho funcional da Rodovia MG-329 e as propostas para a correção e melhoria do pavimento.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste tópico é abordado um panorama geral sobre os principais temas relacionados a esta pesquisa. Sendo assim este capítulo apresenta a seguinte estrutura: Estrutura e classificação dos pavimentos, Patologias presentes em pavimento asfáltico, Métodos de avaliação da superfície.

2.1 Estrutura e classificações dos pavimentos

Segundo (BALBO, 2007) pavimento é uma estrutura composta por múltiplas camadas com diversas espessuras, sobre a superfície do solo e tem como função resistir aos esforços provenientes do tráfego de veículos, às ações do clima e oferecer aos seus usuários conforto, economia e segurança.

Os componentes estruturais do pavimento são: o revestimento, a base, sub-base, reforço do subleito e subleito. A sub-base e o reforço do subleito não são camadas obrigatórias, elas são integradas na estrutura de acordo com a solicitação do projeto, já o revestimento é item obrigatório para que a estrutura se torne uma pavimentação, ele receberá as cargas oriundas do tráfego (BALBO, 2007).

O subleito é a fundação em que será apoiado toda a estrutura da pavimentação, ele deve estar bem compactado e é constituído por material natural, já o reforço do subleito é constituído por solos resistentes e com expansão e contração melhores que o subleito, é utilizado buscando uma maior economia, quando ele é empregado na estrutura as camadas de base e sub-base que tem um custo mais elevado virão a ter espessuras mais finas (BALBO, 2007).

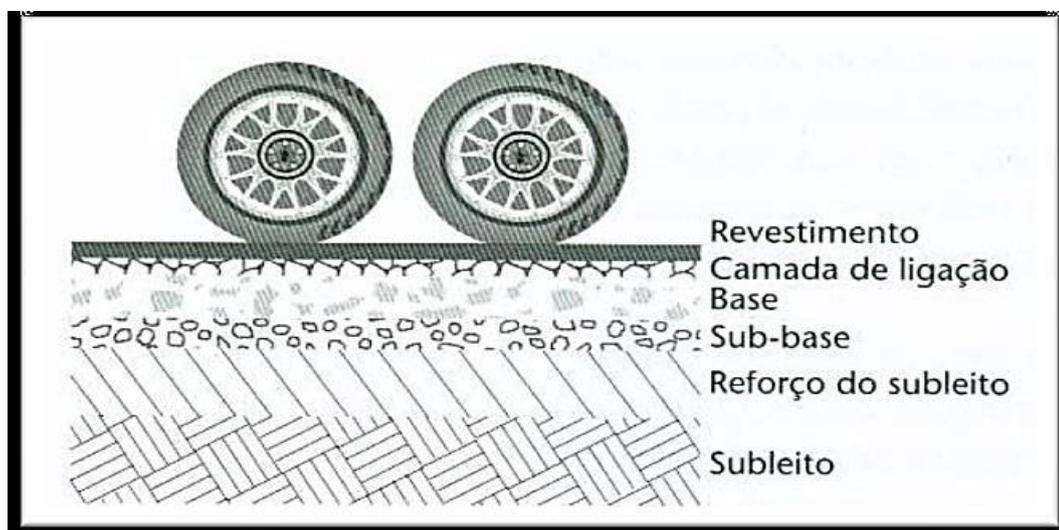
De acordo com (BALBO, 2007) a base tem como função resistir às pressões solicitantes, e também pode ser utilizada para distribuir as cargas nas camadas inferiores, nessas condições recomenda-se acrescentar a sub-base com um menor custo de execução torna a estrutura economicamente mais viável.

Segundo o manual de pavimentação da DNIT (2006) o pavimento deve suportar perfeitamente os efeitos climáticos, permitir deslocamento confortável e suave, não desgastar excessivamente os pneus, proporcionar o escoamento das águas, terem alta resistência a derrapagens e uma estrutura forte. A estrutura capaz de suportar esforços provenientes do tráfego juntos com as condições climáticas poderá proporcionar um tráfego seguro e confortável aos seus usuários.

Os pavimentos são classificados de acordo com sua rigidez, e basicamente divididos em três tipos, sendo eles: pavimento flexível, pavimento semirrígido e pavimento rígido (BALBO, 2007).

Os pavimentos flexíveis são aqueles que possuem revestimento de cimento asfáltico a base petróleo sobre camada base, quando submetido aos esforços do tráfego, as tensões causadas geram significativas deformações elásticas de tração, e principalmente de compressão em suas camadas subjacentes, por isso a nomenclatura flexível. (BERNUCCI, 2006). A Figura 01 ilustra um pavimento flexível.

Figura 01 Pavimento flexível

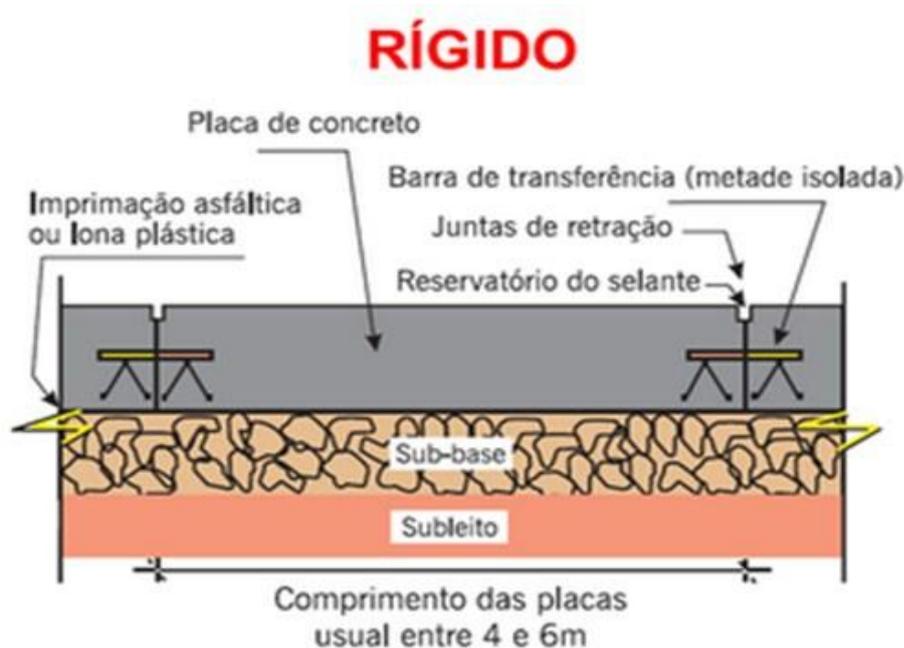


Fonte: Balbo(2007)

Portanto o seu desempenho estrutural varia de acordo com a espessura de cada uma das camadas, da rigidez e da perfeita interação entre elas, desde o subleito até o revestimento (BERNUCCI, 2006).

Já o pavimento rígido se caracteriza por ter uma elevada rigidez em relação às camadas inferiores, assim ele é capaz de absorver praticamente todas as tensões dos esforços aplicados pelo tráfego, e raramente sofrem deflexões, e é constituído por cimento Portland (BERNUCCI, 2006) A Figura 02 ilustra as camadas da pavimentação rígida.

Figura 02 Camadas de Pavimentação Rígida



Fonte: Bernucci(2006)

O pavimento semirrígido é constituído basicamente por uma base cimentada, ou seja, uma camada de solo cimentada revestida por uma camada asfáltica, a camada cimentada busca proporcionar melhor coesão e aumentar a rigidez. (BERNUCCI, 2006).

Em busca de proporcionar uma melhor coesão e aumentar sua rigidez, para resistir a esforços de tração algumas camadas subjacentes ao revestimento podem ser feitas com materiais estabilizados quimicamente. Esses materiais possuem uma alta resistência a tração quando comparados com os solos finos, que apesar de ter uma coesão os mesmos têm baixa resistência à tração (DNIT, 2006).

Se compararmos o pavimento asfáltico com o de concreto *portland*, é possível notar uma grande diferença em relação a sua rigidez, com isso as tensões ocorridas no pavimento asfáltico são compartilhadas nas demais camadas, fazendo com que as cargas da superfície sejam distribuídas em uma área menor. Quando a estrutura é bem dimensionada e construída as cargas que virão a atuar não devem provocar ruptura ou deformação excessiva após algumas poucas solicitações (DNIT, 2006).

Segundo SILVA (2011) a deterioração do pavimento asfáltico ocorre devido as seguintes ocasiões: surgimento de fissuras nas camadas do revestimento oriundas da carga do tráfego; afundamentos na trilha da roda e ondulações superficiais devido a

elevada deformação plástica em suas camadas também geradas pelas repetições de cargas; desgaste decorrente da abrasão causado por veículos e juntamente com o intemperismo que diminui o coeficiente de atrito do asfalto.

Todos esses fatores são elevados quando o asfalto ultrapassa seu ciclo de vida que é de 8 a 10 anos. Nesse período é necessário um novo estudo para prever os novos parâmetros que o pavimento deverá atender e assim realizar os procedimentos necessários para sua correção (DNIT, 2006).

Portando antes da execução do pavimento é necessário fazer um estudo de tráfego e condições climáticas, assim será possível prever o período em que o pavimento estará em boas condições de uso, e posteriormente saber o período em que será necessário fazer as manutenções do mesmo.

2.2 Patologias presentes em pavimento asfáltico

Ao construir uma via, necessariamente deve-se fazer um estudo de caso para aquela região, procurando entender a real necessidade, o custo benefício, entre outros aspectos. Para que isso ocorra da forma correta é obrigatório a análise de um profissional especializado, nesse caso um Engenheiro Civil.

O profissional em questão realiza cálculos, faz um intensivo estudo do solo por onde a estrada irá percorrer, usa a melhor aplicação das normas do DNIT e das Normas da ABNT NBR (Norma Brasileira Regulamentadora). Contudo, por melhor que seja a elaboração do projeto e a especificação da obra, com o passar do tempo podem aparecer defeitos na pavimentação, situação que se torna pior quando a análise em questão é feita incorretamente, pois as falhas aparecem mais rápido. Tais defeitos são denominados patologias.

A norma DNIT 005/2003 – Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos dividem as patologias em grupos e traz a abordagem sobre as suas características, com o objetivo de orientar na sua identificação. As patologias são classificadas das formas descritas a seguir.

Segundo a DNIT 005/2003 as fendas são quaisquer tipos de descontinuidades encontrados no pavimento, apresentam diversas formas, nos grupos das trincas e fissuras, as trincas subdividem-se em isoladas e interligadas. Trincas isoladas, por sua vez, são compostas por trincas transversais, longitudinais e de retração, ao passo que das trincas interligadas é composto por trincas do tipo couro de jacaré e bloco.

A Norma (DNIT 005/2003,p2) considera:

- 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.
- trinca: 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.

Trincas isoladas presentes perpendicular em relação ao eixo da pista, são denominada como trinca isolada transversal conforme figura 03. A mesma pode ser classificada em curta desde que seu tamanho máximo não seja superior a 100 cm, se caso a trinca ultrapassar o valor máximo proposto pela norma, a mesma é considerada como trinca isolada longa (DNIT 005/2003).

Figura 03 Trinca Isolada - Transversal



Fonte: Norma DNIT 005/(2003)

Do mesmo modo que as trincas isoladas transversal, conceitua-se as trincas isoladas longitudinal conforme a Figura 04, onde a trinca apresenta predominantemente paralela ao eixo da via (DNIT 005/2003).

Figura 04 Trinca Isolada - Longitudinal



Fonte: Norma DNIT 005/(2003)

O grupo de trincas interligadas não apresentando direção uniforme, é denominada trinca tipo couro de jacaré representa na Figura 05, por se apresentar de forma assemelhada ao aspecto de couro de jacaré, recebeu este nome, a mesma pode apresentar ou não, erosão acentuada nas bordas (DNIT 005/2003).

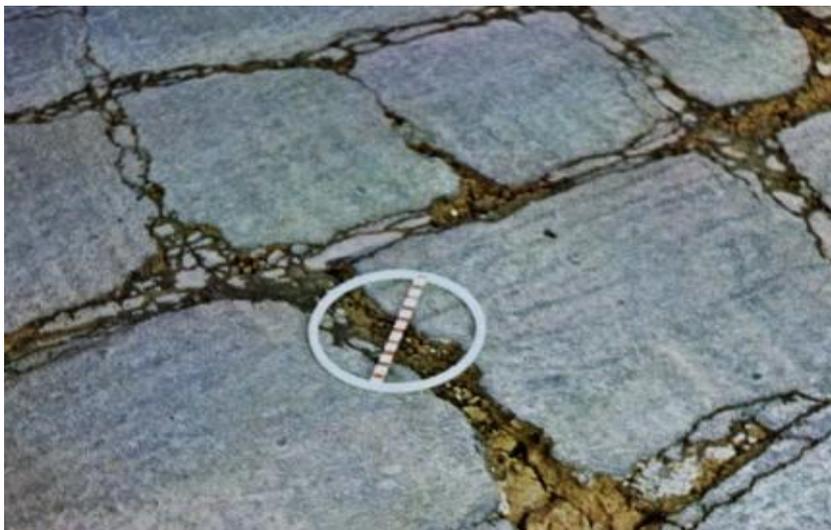
Figura 05 Trinca Isolada – Tipo “Jacaré”



Fonte: Norma DNIT(005/2003)

Trinca tipo bloco é definido como um grupo de trincas interligadas possuindo aparência de blocos com lados bem definidos conforme a Figura 06, a mesma pode apresentar ou não, erosão acentuada nas bordas (DNIT 005/2003).

Figura 06 Trinca Interligada – Tipo Bloco



Fonte: Norma DNIT 005/(2003)

O afundamento ocorre muitas das vezes pela carga que transita em cima do cimento asfáltico ser superior à carga prevista para aquele pavimento, fazendo que a estrutura no interior da pista afunde.

A Norma DNIT 005 (2003, p3) considera:

afundamento: deformação 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,

- afundamento plástico: afundamento causado pela fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito, acompanhado de solevamento. “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”,
- afundamento de consolidação: afundamento de consolidação é causado pela consolidação diferencial de uma ou mais camadas do pavimento ou subleito sem estar acompanhado de solevamento. “Quando ocorre em extensão de até 6 m é denominado afundamento de consolidação local; quando a extensão for superior a 6m e estiver localizado ao longo da trilha de roda é denominado afundamento de consolidação da trilha de roda.

O afundamento de trilha de roda é caracterizado por deformações de afundamento na superfície asfáltica localizada na área de maior trânsito de pneus, quando o afundamento for maior que 6m, retratado na Figura 07 (DNIT 005/2003).

Figura 07 Afundamento de Trilha de Roda



Fonte: Norma DNIT 005/(2003)

Caracterizada por apresentar uma depressão da superfície do pavimento seguida por compensação volumétrica lateral em um local da pista de uma área menor ou igual 6m denomina-se afundamento local conforme a figura 08 (DNIT 005/2003).

Figura 08 Afundamento Local



Fonte: Norma DNIT 005/(2003)

As ondulações, assim como o escorregamento, acontecem devido a má execução da obra (DNIT 005/2003).

A Norma DNIT 005 (2003, p3) considera:

ondulação ou corrugação: deformação caracterizada por ondulações ou corrugações transversais na superfície do pavimento; escorregamento: deslocamento do revestimento em relação à camada subjacente do pavimento, com aparecimento de fendas em forma de meia-lua.

As ondulações são ocasionadas pela falta de equilíbrio na efetuação da mistura asfáltica ou impurezas na mistura asfáltica conforme a Figura 09 (DNIT 005/2003).

Figura 09 Ondulações



Fonte: Norma DNIT 005/(2003)

Escorregamentos conforme a Figura 10, são causadas por falhas construtivas e também por pinturas de ligação (DNIT 005/2003).

Figura 10 Escorregamento



Fonte: Norma DNIT 005/(2003)

Na preparação do revestimento asfáltico deve-se analisar se o produto foi executado corretamente, para não acontecer desgaste e exsudação (DNIT 005/2003). A Norma (DNIT 005/2003, p3) considera:

exsudação: Excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento, causado pela migração do ligante através do revestimento. Observar a Figura 11. Desgaste: efeito do arrancamento progressivo do agregado do pavimento, caracterizado por aspereza superficial do revestimento e provocado por esforços tangenciais causados pelo tráfego.

Figura 11 Exsudação



Fonte: Norma DNIT 005/(2003)

É importante a atenção na preparação do material asfáltico para que o mesmo não fique poroso, fazendo que os agregados se soltem do material inicial. A porosidade é uma das principais características para ocasionar o desgaste podendo observar na Figura 12 (DNIT 005/2003).

Figura 12 Desgaste



Fonte: Norma DNIT 005/(2003)

O buraco também conhecido como panela, conforme a Figura 13, encontrado na pista, causa transtorno e pode provocar acidentes. Deve-se analisar o que provoca o efeito da panela, se é o deslocamento das camadas provocado pela má aderência entre elas ou até mesmo por outras situações, o mais correto a se fazer para solucionar a curto prazo é o remendo, pois é um serviço mais rápido e com baixo custo, mas se o estado de degradação da pista for muito grande, recomenda-se fazer o recapeamento da pista por completo (DNIT 005/2003).

A Norma DNIT 005 (2003,p3) considera:

panela ou buraco: cavidade 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;
remendo: panela preenchida com uma ou mais camadas de pavimento na operação denominada de “tapa-buraco”.

Figura 13 Buraco ou “Panela”



Fonte: Norma DNIT 005/(2003)

Para maior compreensão das patologias citadas anteriormente, são referidos no Quadro 1 a seguir, extraído do anexo A da Norma DNIT 005/2003, o nível de classificação das trincas e com codificação para todas as patologias citadas:

Quadro 1 Resumo dos Defeitos – Codificação e Classificação

FENDAS			CODIFICAÇÃO		CLASSE DAS FENDAS		
FISSURAS			FI		-	-	-
Trincas no revestimento geradas por deformação permanentes e/ou decorrentes do fenômeno de fadiga	Trincas isoladas	Transversais	Curtas	TTC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TTL	FC-1	FC-2	FC-3
		Longitudinais	Curtas	TLC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TLL	FC-1	FC-2	FC-3
	Trincas interligadas	"Jacaré"	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	J	-	FC-2	-
			Com erosão acentuada nas bordas das trincas	JE	-	-	FC-3
Trincas no revestimento não atribuídas ao fenômeno de fadiga	Trincas isoladas	Devido a retração térmica ou dissecação da base (solo cimento) ou do revestimento		TTR	FC-1	FC-2	FC3
	Trincas interligadas	Bloco	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	TB	-	FC-2	-
			Com erosão acentuada nas bordas das trincas	TBE	-	-	FC-3
	Outros defeitos					Codificação	
Afundamento	Plástico	Local	Devido a fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito		ALP		
		Da trilha	Devido a fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito		ATP		
	De consolidação	Local	Devido a consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito		ALC		
		Da trilha	Devido a consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito		ATC		
Ondulação/Corrugação -ondulações transversais causadas por instabilidade da mistura betuminosa constituinte do revestimento ou da base					O		
Escorregamento -(do revestimento betuminoso)					E		
Exsudação do ligante betuminoso no revestimento					EX		
Desgaste acentuado na superfície do revestimento					D		
"Panelas" ou buracos decorrentes da desagregação do revestimento e as vezes das camadas inferiores					P		
Remendos			Remendo Superficial		RS		
			Remendo Profundo		RP		

Fonte: NORMA DNIT 005/(2003)

Legendas (DNIT 005/2003) Classe das trincas isoladas

- FC-1: trincas menores que 1,0mm e abertura maiores que as fissuras.

- FC-2: trincas maiores que 1,0mm e que não apresentam erosão nas bordas.
- FC-3: trincas maiores que 1,0mm e que apresentam erosão nas bordas.

Classe das trincas interligadas

- Trincas interligadas apresentam classificações como FC-3 e FC-2 caso apresentem ou não erosão nas bordas.

2.2.1 Técnicas de recuperações e manutenções do asfalto

A manutenção de um pavimento é um conjunto de medidas necessárias para manter e recuperar as características funcionais de uma rodovia, prolongando o seu período de vida útil.

São separadas em três métodos de intervenções: conservações preventivas ou de rotina, que visam evitar o surgimento de defeitos ou reparar os encontrados; restaurações superficiais, realizada com a finalidade de melhorar as condições do pavimento por meio de recapeamentos, remendos, fresagem, capa selante, lama asfáltica é a reconstrução da troca do material existente da estrutura do pavimento realizada quando os demais processos já não são economicamente viáveis devido ao elevado grau de degradação (DNIT, 2006).

As atividades realizadas para promover as manutenções preventivas e corretivas são basicamente: limpezas de sarjetas, bueiros, valetas, corte da vegetação rasteira próximo ao acostamento para evitar sua expansão no acostamento e facilitar a drenagem, selagem de trincas entre outras (DNIT, 2006).

As técnicas de restaurações superficiais se destinam em reparar os efeitos maléficis encontrados no pavimento por meio de correções previas. Entre os defeitos temos as trincas, os desgastes e as panelas, as correções são:

- Capa selante:

Segundo (SILVA, 2011) capa selante é um serviço executado que consiste na aplicação apenas de ligante asfáltico ou de ligante com agregados, para fins de renovar o revestimento asfáltico, reintegrar o coeficiente de atrito entre pavimento e o pneu, selar trincas com pequenas aberturas, inibir a penetração de água no interior do pavimento e postergar o desgaste causado por intemperismo.

- Lama asfáltica consiste em aplicação de agregados denso em foco de restauração de pavimentos, principalmente nos revestimentos desgastados

superficialmente e com um menor grau de trincamento, o resultado dessa aplicação é restaurar o pavimento o deixando praticamente novo e restaurar suas funções programadas inicialmente (DNIT, 2006).

- Micro revestimento asfáltico:

De acordo com (SILVA, 2011) o micro revestimento asfáltico é uma técnica melhorada da lama asfáltica, com um grau de avanço maior, as técnicas se assemelham por usarem o mesmo princípio e concepção, entretanto no micro revestimento asfáltico utiliza emulsões modificadas com polímero para aumentar a vida útil do pavimento.

- Recapeamento:

O recapeamento, é uma atividade onde se refaz a camada superficial do pavimento, nessa atividade muitas das vezes para a recuperação estrutural do pavimento, se faz o recapeamento de duas ou mais camadas sobre o pavimento já existente, uma dessas camadas é para corrigir o nivelamento da camada anterior, geralmente sua espessura varia de 2,5 cm a 5,0 cm (DNIT, 2006).

- Fresagem

É uma técnica de remoção do revestimento antigo, que serve tanto para nivelar a superfície a ser recapeada, como reduzir a energia de propagação de trincas, uma de suas grandes vantagens é a reutilização do material extraído (DNIT, 2006).

A respeito da fressagem considera que:

“é a operação de corte, com uso de máquinas especiais, do revestimento asfáltico existente em um trecho de via, ou de outra camada do pavimento, para restauração da qualidade ao rolamento da superfície, ou como melhoramento da capacidade de suporte” (BERNUCCI, 2006, p.188).

2.2.2 Recuperação de Ondulações / Corrugações

O fato das ondulações terem praticamente as mesmas características da patologia de afundamento, as técnicas sugeridas pelos especialistas na área são as mesmas. Segundo (BERNUCCI 2006) o recapeamento e a fresagem, são ótimos métodos para este tipo de patologia.

2.2.3 Recuperação do escorregamento

Para evitar o escorregamento deve-se na etapa de execução tomar alguns cuidados, por exemplo, preparar corretamente o local onde será fixado o material de concreto asfáltico, e atenção durante a execução da obra. Caso ocorra em grande proporção, as técnicas recomendadas são o recapeamento e a fresagem (SILVA, 2011).

2.2.4 Recuperação da exsudação

Como a exsudação é uma patologia que não causa muito periculosidade, não é viável financeiramente a sua recuperação, pois um dos meios seria a técnica de fresagem. A melhor solução para evitar essa patologia, é uma maior atenção na preparação do material e execução da obra (SILVA, 2011).

2.2.5 Recuperação de painéis ou buracos

A técnica empregada para recuperação de painéis ou buracos é por meio de remendos, contudo o serviço deve ser bem executado. A atividade será simplificada se a patologia encontrada for em menor proporção, isso acontecerá se o defeito ainda não tiver alcançado a base, sub-base ou subleito, caso isso ocorra o trabalho a ser executado exigirá uma técnica mais aprimorada (BALBO, 2007).

A realização do serviço em questão é feito com um corte normalmente no formato geométrico retangular, com as arestas formando ângulos de 90° com a superfície, o executor do serviço deve ficar atento para que não ocorra o desmoronamento do revestimento. Logo após é imprimindo toda a área, inclusive as bordas do corte para assim evitar a propagação das trincas e em seguida é aplicado o novo pavimento asfáltico, no caso da recuperação profunda, todas as camadas do pavimento (BALBO, 2007).

2.3 Métodos de avaliação da superfície

Os métodos de avaliações de um pavimento são baseados na condição do nível de degradação da superfície de pavimentos, que são decorrentes de processos associados ao meio ambiente e ao uso contínuo pelo tráfego. Esses métodos têm como objetivo auxiliar nas estratégias e procedimentos a serem realizados para a

conservação, restauração ou reconstrução do pavimento. O manual de restauração de pavimento do (DNIT, 2006) indica alguns métodos de avaliação entre eles estão:

- DNIT 006/2003: Avaliação objetiva da superfície de pavimentos asfálticos.
- DNIT 008/2003: Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos asfálticos.
- DNIT 009/2003: Levantamento para avaliação subjetiva da superfície do pavimento.

2.3.1 DNIT 006/2003 – Avaliação objetiva da superfície

A avaliação objetiva é um sistema de cálculo baseado no levantamento quantitativo e qualitativo de patologias superficiais em pavimento asfáltico, neste método os levantamentos são realizados de 20 em 20 metros alternando o lado da pista. Com os levantamentos dos defeitos superficiais encontrados no pavimento, obtém-se o (IGI) Índice de Gravidade Individual que representa a gravidade de cada patologia e é calculado através do número de aparições das patologias vezes o fator de ponderação relativo a cada tipo de ocorrência, no Quadro 2 temos os fatores de ponderação (DNIT 006/2003).

Quadro 2 Fatores de Ponderação

TIPO DE OCORRÊNCIA	CODIFICAÇÕES DAS OCORRENCIAS	FATOR DE PONDERAÇÃO fp
1	Fissuras e Trincas Isoladas (TTC, TTL, TLC, TLL, TRR)	0,2
2	J e TB	0,5
3	JE e TBE	0,8
4	ALP, ATP, e ALC, ATC	0,9
5	O, P, E	1,0
6	EX	0,5
7	D	0,3
8	R	0,6

Fonte: DNIT 006/(2003)

É realizado uma somatoria dos valores do (IGI) e assim obtem-se o (IGG) Índice de Gravidade Global, que permite classificar o estado geral do trecho analisado de um pavimento com conceitos entre “Ótimo” e “Péssimo” respectivamente conforme o quadro 3. Ele é um indicador do estado funcional do pavimento, util para tomadas de decisões quanto as intervenções necessárias (DNIT 006/2003).

Quadro 3 Conceito de Degradação do Pavimento em Função do IGG

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

Fonte: DNIT 006/(2003)

2.3.2 DNIT 009/2003 – Avaliação subjetiva da superfície

Os procedimentos utilizados na avaliação subjetiva são baseados na metodologia desenvolvida na experiência da AASHTO (Associação Norte-Americana e Especialistas Rodoviários e de Transporte), que buscava determinar o Valor de Serventia Atual. Essa avaliação baseia-se no conforto e na suavidade de rolamento proporcionado pela superfície dos pavimentos flexíveis.

O valor de serventia atual é obtido através de avaliadores que percorrem o trecho a ser avaliado e atribuem notas subjetivamente de 0 a 5 referente ao conforto de rolamento proporcionado pelo asfalto conforme o Quadro 4.

Quadro 4 Avaliação de Serventia

Conceitos	Valor de Serventia
Ótimo	4 - 5
Bom	3 - 4
Regular	2 - 3
Ruim	1 - 2
Péssimo	0 - 1

Fonte: DNIT 009/(2003)

2.3.3 DNIT 008/2003: Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos asfálticos

Esse método baseia-se em analisar as condições reais do pavimento por meio de um levantamento visual contínuo que busca fazer o levantamento de defeitos superficiais como trincas, flechas, buracos, desgaste, remendos e deformações. Esses são classificados de acordo com a frequência e níveis de severidade a fim de determinar o Índice de Gravidade Global Expedido (IGGE) que é a somatória de todos os defeitos encontrados e deve ser realizado por dois avaliadores no interior de um veículo em velocidade não superior a 40km/h.

Durante a avaliação é atribuída notas subjetivas ao pavimento, a fim de obter o (ICPF) que é o Índice de condição do pavimento. Essas notas são baseadas na condição funcional do pavimento, que envolve aspectos referentes ao conforto, segurança e aos níveis de deterioração da superfície, e por fim com os valores do (IGGE) e o (ICPF) se obtém o (IES) que é o Índice do Estado da Superfície do pavimento que conceitua o pavimento entre “ótimo” e “péssimo” respectivamente.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo são apresentados os métodos que foram utilizados em campo para a avaliação do desempenho funcional da rodovia MG – 329 e a proposta para a solução das patologias identificadas do seu km zero ao km quatro. Os métodos aqui utilizados foram abordados de forma resumida de acordo com as normas do DNIT 006/2003 - Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos e DNIT 009/2003 - Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos. Foi avaliado desempenho funcional da rodovia, e posteriormente com a ajuda do método de levantamento visual contínuo DNIT 008/2003 foi possível determinar os defeitos do pavimento e então levantar as possíveis formas de restauração e manutenção do mesmo.

Por se tratar de uma pesquisa exploratória este estudo foi fundamentado em uma proposta teórica a partir de material já publicado, portanto o procedimento aqui levantado configura em estudo bibliográfico e assim busca a solução de problemas específicos no pavimento analisado. Como complemento foi feito um levantamento qualitativo para analisar os resultados dos dados coletados e assim buscar atender os objetivos propostos.

3.1 Desempenhos do pavimento, avaliação subjetiva

As avaliações do desempenho do pavimento foram obtidas através do valor de serventia atual (VSA) seguindo a norma da DNIT 009/2003 – (Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos).

Os procedimentos de execução foram realizados seguindo as orientações da norma, com isso cinco avaliadores conhecedores destas orientações percorreram oito trechos utilizando carro popular, cada trecho com quinhentos metros de comprimento. Ao longo dos quatro primeiros quilômetros da rodovia MG-329, cada avaliador atribuiu subjetivamente um valor em escala de 0,0 a 5,0, correspondente a “péssimo” ou “ótimo”, respectivamente. Com as notas desses trechos foi possível encontrar o valor da serventia atual utilizando uma ficha de avaliação padronizada.

Seguindo as orientações da norma DNIT 009/2003 a avaliação foi feita sob condições climáticas favoráveis e os avaliadores ignoraram os aspectos do projeto

geométrico do trecho como, alinhamento, largura do acostamento, largura do revestimento entre outros.

Durante o preenchimento da ficha cada avaliador foi questionado sobre os seguintes aspectos conforme a Norma (DNIT 009/2003, p 4).

- Como se portaria este trecho de pavimento, atendendo à finalidade para a qual foi construído, durante um período de 24 horas por dia, se ele estivesse localizado em uma rodovia principal?
- Qual o conforto este pavimento me proporcionaria se tivesse que utilizá-lo dirigindo um veículo durante 8 horas?
- Como me sentiria dirigindo ao longo de 800 quilômetros sobre este pavimento?.

Com esses questionamentos e o preenchimento da ficha foi possível encontrar o valor de serventia atual com a Equação 1:

$$VSA = \frac{\sum X}{n} \quad (1)$$

Onde:

VSA – valor de serventia atual;

X – Valores de serventia atual individual atribuído por cada avaliador;

n – Número de avaliadores.

3.2 Avaliação objetiva

Procedimento a seguir é a avaliação objetiva, que foi realizado no trecho de pior índice de serventia obtido na avaliação subjetiva. Refere-se a estudos científicos, baseados nos métodos da norma DNIT 006/2003 - Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos.

A avaliação objetiva da superfície do pavimento constituiu-se em inventariar as deformidades por estações. Estações são marcos realizados em pontos específicos na faixa central do tráfego inventariado. Para iniciar essa atividade foram feitos antes de tudo a locação destas posições conforme a figura 14 que ilustra um destes pontos. As estações foram locadas com um giz e enumeradas de zero a vinte e quatro de forma alternada na pista com distância de vinte metros uma da outra, totalizando

assim quinhentos metros. Para a realização desse processo foi utilizado a norma do DNIT 006/2003.

Figura 14 Estação 13 – Pista MG 329



Fonte: Autores (2018)

Seguindo as orientações da norma do DNIT 006/2003 depois de demarcar as estações de avaliação com giz, enumerando cada uma delas, o procedimento seguinte é uma avaliação com anotações em planilhas utilizando as terminologias e as patologias apresentadas. A área de avaliação é de seis metros de comprimento linear, três metros antes e três metros após a locação de cada estação.

Para a realização de avaliação de cada ocorrência inventariada, foi utilizado o cálculo da norma DNIT 006/2003 de Índice de Gravidade Individual (IGI) que é o índice do estado de conservação do pavimento e se baseia nas frequências de cada patologia e no seu fator de ponderação, todos os dados foram preenchidos no quadro 9 e em formulários colocados em apêndice A e B, relativos a patologias encontradas.

Após a coleta dos dados foram calculadas as frequências absolutas e relativas das ocorrências inventariadas. Com os dados da frequência absoluta que é a quantidade de vezes que a ocorrência foi encontrada e o número total das estações, foi calculado a frequência relativa conforme a Equação 2 (DNIT 006/2003):

$$fr = \frac{fa \times 100}{n} \quad (2)$$

Onde:

fr – frequência relativa;

fa – frequência absoluta (número de vezes que a ocorrência foi verificada);

n – número de estações inventariadas.

Para prosseguir com a pesquisa, foi utilizado o quadro 2 do DNIT 006/2003 para determinar o fator de ponderação, onde os valores atribuídos são de acordo com o grau de periculosidade que a patologia em questão possa oferecer aos usuários da via.

Após o resultado do cálculo de frequência relativa e com os dados fornecidos na tabela de fator de ponderação foi possível encontrar o valor do Índice de Gravidade Individual (IGI) conforme a Equação 3 (DNIT 006/2003).

$$IGI = fr \times fp \quad (3)$$

Em seguida foi necessário realizar o calculado da média das flechas (é denominado flechas pela norma DNIT 006/2003 afundamentos encontrados nas trilhas de roda), conforme a Equação 4, e também foi realizado o cálculo da Equação 5 para encontrar o desvio padrão das flechas medidas. As flechas foram obtidas durante a coleta de dados em campo e encontradas na planilha de defeitos disponível no apêndice A e B, com isso foi possível obter o IGI dos afundamentos internos e externos na trilha da roda (Equação 4 e 5).

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{n} \quad (4)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (5)$$

Onde:

\bar{x} - média aritmética dos valores das flechas medidas;

x_i – valores individuais;

s – desvio padrão dos valores das flechas medidas;

s^2 - variância.

A Norma (DNIT 006/2003, p 4) ainda orienta:

Quando a média aritmética das médias das flechas for igual ou inferior a 30, o fator de ponderação é igual a 4/3; quando superior a 30, o Índice de Gravidade Individual é igual a 40.

Quando a média das variâncias das flechas for igual ou inferior a 50, o fator de ponderação é igual a 1 (um); quando superior a 50, o Índice de Gravidade Individual é igual a 50.

Concluídos os respectivos cálculos, o Índice de Gravidade Global (IGG) foi obtido através da somatória dos Índices de Gravidade Individuais (IGI) calculados anteriormente. Depois de todos os resultados alcançados utilizou-se o quadro de conceitos de degradação do pavimento em função do IGG fornecido pela norma DNIT 006/2003, para classificar o pavimento quanto ao seu desempenho funcional conforme o Quadro 3.

3.4 Avaliação de Defeitos da Superfície dos Pavimentos

Para avaliar os defeitos da Superfície dos Pavimentos foi utilizado o método do levantamento visual contínuo (LVC) (DNIT 008/2003 – Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos), que consiste em fazer uma análise de defeitos observados durante o trajeto do trecho avaliado, este método foi executado por dois avaliadores no interior de um veículo em uma velocidade média de 40km/h, e tem como objetivo analisar a condição da superfície do pavimento através do levantamento visual e contínuo dos defeitos encontrados na pista.

Os defeitos encontrados foram registrados no Quadro 10 e também inventariados no Apêndice C, todas as faixas de tráfego do trecho devem ser avaliadas. Segundo o DNIT 008/2003, deve ser estabelecido segmentos de 1km de extensão para que haja absoluta segurança da homogeneidade dos defeitos ao longo da extensão do segmento, com isso o levantamento das informações foi feito ao fim de cada quilômetro percorrido, e foram identificadas as ocorrências, frequência e a

severidade de cada um dos defeitos. As frequências dos defeitos foram registradas seguindo a norma DNIT 008/2003 sendo A (alta), M (média), B (baixa), de acordo com a sua qualidade e a quantidade de defeitos por trecho.

Os defeitos foram classificados em: deformações e trincas que leva em consideração o fator de frequência das mesmas (fte) por quilômetro e as panelas e remendos (Fpr) que é a frequência de cada uma por quilômetro. Cada grupo tem seu peso determinado que variam com a frequência de defeitos, de acordo com o Quadro 5.

Quadro 5 Pesos dos Defeitos em Função da Frequência de Ocorrência

Frequência	Gravidade	Panelas e Remendos		Trincas (t) e Deformações (oap)		
		Fator (Fpr) (quantidade/km)	Peso	Fator(fte) Foap	Peso de trincas	Peso das Deformações
A – Alta	3	≥5	1,00	≥50	0,65	1,00
M – Média	2	2-5	0,80	50 – 10	0,45	0,70
B – Baixa	1	≤2	0,70	≤10	0,30	0,60

Fonte: DNIT 008/(2003)

Posteriormente foram determinados os valores do Índice de Condição do Pavimento Flexível ICPF, que resultou dos valores obtidos pelos dois avaliadores para cada um dos quatro quilômetros analisados com relação ao estado de superfície do pavimento, conforme o Quadro 6.

Quadro 6 Valores do ICPF

Conceito	Descrição	ICPF
Ótimo	Necessita apenas de conservação rotineira.	5,0 – 4,0
Bom	Aplicação de lama asfáltica – Desgaste superficial, trincas não muito severas em áreas não muito extensas.	4,0 – 3,0

Continua

Conclusão

Regular	Correção de pontos localizados ou recapeamento – Pavimento trincado, com painelas e remendos pouco frequentes e com irregularidade longitudinal ou transversal.	3,0 – 2,0
Ruim	Recapeamento com correções prévias – Defeitos generalizados correções prévias em áreas localizadas, remendos superficiais ou profundos.	2,0 – 1,0
Péssimo	Reconstrução – defeitos generalizados com correções prévias em toda a extensão. Degradação do revestimento e das demais camadas – infiltração de água e descompactação da base.	1,0 – 0,0

Fonte: DNIT 008/(2003)

Concluídos esses levantamentos, posteriormente os dados foram analisados com a finalidade de dar continuidade a pesquisa. Em seguida foi realizado o cálculo do Índice de Gravidade Global Expedito (IGGE) no qual é feito a média dos dados encontrados por cada um dos avaliadores, e foi determinado através da frequência e dos pesos das ocorrências identificadas, conforme a Equação 6 (DNIT 008/2003), este foi realizado para cada um dos quatro quilômetros analisados.

$$IGGE = (Pt \times Ft) + (Poap \times Foap) + (Ppr \times Fpr) \quad (6)$$

Onde:

Ft = Frequência,

Pt = Peso do Conjunto Trincas (t),

Foap = Frequência do conjunto de Deformações (oap),

Poap = Peso do Conjunto de Deformações (oap),

Fpr = Frequência (quantidade por quilômetro) de Painelas (p) e Remendos (r),

Ppr = Peso do Conjunto de Painelas (p) e Remendos (r).

Após os cálculos do ICPF e do IGGE foi calculado o Índice do Estado da Superfície (IES), em que os valores estão compreendidos de 0 a 10 e conceituados entre “ÓTIMO” e “PÉSSIMO” conforme o quadro 7, e foram avaliados em função do ICPF (Índice de Condição do Pavimento Flexível) e IGGE já calculados anteriormente, pois o IES está diretamente relacionada com o ICPF que são os cinco níveis de serventia que se encontra o pavimento.

Quadro 7 (IES) Índice do Estado da Superfície do Pavimento

DESCRIÇÃO	IES	CÓDIGO	CONCEITO
$IGGE \leq 20$ e $ICPF > 3,5$	0	A	ÓTIMO
$IGGE \leq 20$ e $ICPF \geq 3,5$	1	B	BOM
$20 \leq IGGE \leq 40$ e $ICPF > 3,5$	2		
$20 \leq IGGE \leq 40$ e $ICPF \leq 3,5$	3	C	REGULAR
$40 \leq IGGE \leq 60$ e $ICPF > 2,5$	4		
$40 \leq IGGE \leq 60$ e $ICPF \leq 2,5$	5	D	RUIM
$60 \leq IGGE \leq 90$ e $ICPF > 2,5$	7		
$60 \leq IGGE \leq 90$ e $ICPF \leq 2,5$	8	E	PÉSSIMO
$IGGE > 90$	10		

Fonte: DNIT 008/(2003)

Após todos os quatro trechos serem analisados foi possível perceber a real situação da pavimentação da rodovia e com base nos valores do Índice do estado de superfície IES e do Índice de Condição do Pavimento Flexível ICPF foi possível montar a estratégia para a solução dos problemas identificados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliação subjetiva e objetivada rodovia MG – 329

Conforme abordado no capítulo anterior, os avaliadores percorreram o trecho com os formulários e assim as notas foram atribuídas pelo processo da avaliação subjetiva, e foi validada uma vez que o desvio de valores não foi superior a 1,5, como pode se observar no Quadro 8, com isso o desvio ficou dentro dos limites recomendados pela norma da DNIT 009/2003.

Quadro 8 Notas da Avaliação Subjetiva

AVALIADORES		A	B	C	D	E	Média	Desvio
TRECHO	1	2,50	2,50	2,00	2,50	1,50	2,20	0,36
TRECHO	2	3,00	2,00	2,50	2,50	2,00	2,40	0,32
TRECHO	3	2,00	2,50	3,00	2,50	2,50	2,50	0,20
TRECHO	4	2,50	1,50	2,00	2,00	1,50	1,90	0,32
TRECHO	5	1,50	1,00	1,50	2,00	1,50	1,50	0,20
TRECHO	6	4,00	3,00	3,50	3,50	3,00	3,40	0,32
TRECHO	7	2,50	1,50	2,50	3,00	2,50	2,40	0,36
TRECHO	8	2,00	1,50	2,50	2,50	2,50	2,20	0,36

Fonte: Autores (2018)

Observa-se que as notas não chegaram a ser maiores que 3,5 (BOM), no geral a média dos trechos ficou entre 2,0 e 3,0, que indica um índice de serventia REGULAR, o trecho que obteve o pior conceito foi o de número 5 com nota média de 1,50 e desvio de apenas 0,20. Um fator de grande influência na nota obtida pelo trecho 5 foi a quantidade de painéis e trincas encontradas conforme a Figura 15.

Figura 15 Painéis e Trincas do Trecho 5

Fonte: Autores (2018)

Devido o trecho 5 obter a pior nota subjetiva foi feito uma análise objetiva do mesmo de acordo com o que foi descrito na metodologia. Por se tratar de uma análise mais técnica, foi possível perceber com mais clareza um grande índice de ocorrências patológicas no trecho avaliado, conforme o Quadro 9.

Quadro 9 Cálculo do IGI e IGG

TIPO	NATUREZA DO DEFEITO	FREQUÊNCIA		FATOR DE PONDERAÇÃO	IGI
		ABSOLUTA	RELATIVA		
1	TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	27,0	108,0	0,2	21,6
2	J, TB	9,0	36	0,5	18,0
3	JE, TBE	7,0	28,0	0,8	22,4
4	ALP, ATP	-	-	0,9	-
5	O, P, E	13,0	52,0	1,0	52,0
6	EX	-	-	0,5	-
7	D	24,0	96,0	0,3	28,8
8	R	3,0	12,0	0,6	7,2
9	TRILHA DE RODA (mm)	INTERNA	EXTERNA	(TRI+TER) /2	IGI
\bar{x}	MÉDIA	3,88	4,88	4,38	5,84
s	DESVIO PADRÃO	2,42	2,95	2,68	-
s ²	VARIÂNCIA	5,86	8,70	7,28	7,28
NÚMERO DE ESTAÇÕES INVENTARIADAS		25			
ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)		163,12			

Fonte: Adaptado DNIT 006/(2003)

Finalizado os cálculos, pode-se encontrar os valores do Índice de Gravidade Individuais (IGI) e o resultado do Índice de Gravidade Global (IGG), o procedimento posterior foi classificar o pavimento de acordo com o Quadro 3 (conceito de degradação do pavimento em função do IGG), a nota obtida do IGG foi de 163,12 (Péssimo). Com o valor da nota atingida, pode-se certificar que o pavimento asfáltico averiguado encontra-se em péssimo estado de conservação, visto que para o efeito da escala analisada de acordo com a norma DNIT 006/2003, o índice qualidade péssima, a nota precisaria alcançar um valor acima de 160,0. O quadro contendo as patologias por estações inventariadas encontra-se no anexo 02 e 03.

4.2 Discussão da avaliação objetiva

Em uma comparação com um estudo de avaliação objetiva por GUEDES (2016), na rodovia PB-111 que obteve um IGGE > 160, conforme o quadro 10, é possível perceber que em ambas análises um defeito que contribuiu muito para o alto índice de gravidade global, são as painelas. Na análise da rodovia PB-111 essas tiveram um IGI de 82,0 e na da rodovia MG-329 obtiveram um IGI de 52,0, uma vez que devido ao grau de severidade seu fator de ponderação é o mais alto entre as demais patologias.

Quadro 10 Índice de gravidade individual (IGI) Rodovia PB - 111

TIPO	NATUREZA DO DEFEITO	FREQUÊNCIA		FATOR DE PONDERAÇÃO	IGI
		ABSOLUTA	RELATIVA		
1	TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	19,0	38,0	0,2	8,00
2	J, TB	32,0	64,0	0,5	32,00
3	JE, TBE	-	-	0,8	-
4	ALP, ATP	6	12	0,9	11,00
5	O, P, E	41	82,0	1,0	82,0
6	EX	-	-	0,5	-
7	D	44,0	88,0	0,3	26,00
8	R	7,0	14,0	0,6	8,00
9	F, FV	-	-	-	-
10	Índice de Gravidade Global (IGGE)				167,00

Fonte: Monografia Luan Guedes (2016)

Um dos prováveis fatores que contribuiu para o surgimento de patologias na rodovia da PB-111 foi a construção de uma adutora naquela região, que aumentou o tráfego de caminhões pesados o qual provavelmente não foi dimensionado para o fluxo esperado na rodovia, pois a mesma tinha passado por uma manutenção recente (GUEDES 2016, p.55). No trecho analisado da rodovia MG-329 estão localizadas duas grandes empresas que nos últimos anos gerou-se um grande tráfego de veículos pesados para o trecho, este fato também pode ter contribuído consideravelmente para o aumento das ocorrências encontradas, levando ainda em consideração que o fator de IGI para desgaste foi o segundo maior, com 28,8, conforme o Quadro 8. Segundo BERNUCCI (2006) o surgimento de ambas patologias, panelas e desgastes, estão relacionadas ao aumento de tráfego de veículos pesados.

Pode-se notar nas tabelas, um fator relevante, não é apenas quantidade frequente de que uma patologia específica aparece em cada estação inventaria, mas como de fator de ponderação (fp) influencia no cálculo, pois tal incógnita indica a gravidade que cada um exerce.

4.3 Levantamento visual contínuo da MG-329

O levantamento contínuo foi realizado conforme as orientações já descritas na metodologia, através dele foi possível obter as ocorrências das patologias nos trechos e com isso feito a quantificação. Os trechos com defeitos e os seus níveis de severidade conforme mostra o Quadro 11.

Quadro 11 Nível de severidade e incidência

DEFEITOS	NIVEL DE SEVERIDADE				TOTAL DE TRECHOS COM DEFEITOS
	Não possui defeito	B	M	A	
P	0	0	0	4	4
TR	0	0	0	4	4
TJ	0	0	2	2	4
TB	4	0	0	0	0
R	0	0	3	1	4
AF	1	2	1	0	3

Continua

	Conclusão				
O	1	0	2	1	3
D	0	0	1	3	4
EX	4	0	0	0	0
E	4	0	0	0	0

Fonte: Autores (2018)

Foi possível perceber um grande índice de ocorrências como panelas, desgastes e trincas. Através da figura 18 percebe-se melhor essas patologias encontradas e seus efeitos sobre a qualidade de rodagem no pavimento (Figura 16).

Figura 16 Patologias Trecho 5



Fonte: Autores (2018)

Após os levantamentos das patologias em campo foi calculado o IGGE que leva em consideração a frequência e o peso de cada patologia conforme o Quadro 12.

Quadro 12 Índice de gravidade global expedito

SEGMENTO			TRINCAS			DEFORMAÇÕES			PANELA + REMENDO			IGGE
Nº Seg	Km Início	Km Fim	Pt	Ft %	Ft x Pt	Foap %	Poap	Foap x Poap	Fpr nº	Ppr	Fpr X Ppr	
1	0	1	0,65	70	45,5	20	0,7	14	10	1	10	69,5
2	1	2	0,65	60	39	10	0,6	6	7	1	7	52
3	2	3	0,65	80	52	40	0,7	28	13	1	13	93
4	3	4	0,65	70	45,5	30	0,7	21	11	1	11	77,5
MÉDIA TOTAL DO IGGE											73	

Fonte: Adaptado DNIT (008/2003)

De acordo com os dados levantados obteve-se o valor do IGGE de 73 e um ICPF de 2,53, com isso através da norma 008/2003 do DNIT foi possível estabelecer o IES de 7, mostrando que o estado da pavimentação ao longo dos quatro quilômetros é ruim. Quanto maior o valor do IGGE pior é o estado da superfície.

Analisando os resultados de cada quilometro estudados a partir do IGGE e o ICPF temos que no primeiro quilometro o Índice do Estado da Superfície do pavimento IES encontra-se em 7 ruim, já no segundo quilometro o IES é 5 regular, no terceiro quilometro obtivemos um IES de 10 péssimo e posteriormente no quarto e último um IES de 7 ruim.

É notável que os resultados obtidos nas avaliações objetiva DNIT 006/2003, subjetiva 009/2003 e visual 008/2003 foram praticamente os mesmos não ultrapassando o conceito “Regular”, enfatizando assim as condições irregulares da rodovia MG – 329.

4.4 Discussão do levantamento visual contínuo

Houve uma variação do IES entre regular e péssima no estado de conservação da pista, no terceiro quilometro obteve-se o pior índice de estado de conservação da superfície com o IGGE de 93, ou seja, péssimo conforme o quadro 7. A maior contribuição para esse resultado foram as trincas com um conjunto de frequência vezes peso de 52 de acordo com o quadro 11. Já o segundo quilometro foi o trecho de melhor índice de estado da superfície com avaliação regular com IES igual a 5,

nesse trecho as trincas também foram as grandes responsáveis pelo resultado, pois sua contribuição em relação a frequência vezes peso foi de 39.

No geral as trincas isoladas as de couro de jacaré, as painelas e os desgastes foram identificados em todos os quatro trechos analisados conforme o quadro 4. As isoladas e as painelas com nível de severidade alta em (100%) dos casos, as trincas tipo couro de jacaré em (50%), e o desgaste em (75%) dos casos. Os conjuntos de trincas foram os que mais influenciaram no resultado final do IGGE índice de gravidade global expedito, devido a alta frequência.

Em um estudo de levantamento visual contínuo realizado em um trecho da rodovia ERS-305 do rio grande do Sul por PODKOWA (2015), foram obtidos os seguintes resultados: IGGE de 26 um ICPF de aproximadamente 3,0 e o IES de 3. Com esses resultados o estado da superfície do pavimento foi classificado em regular.

É importante ressaltar que nos levantamentos realizados por Podkowa as mais significantes patologias para a classificação da rodovia ser regular também foram as trincas, as isoladas e os desgastes ambos com 86,67% de abrangência, e cerca de 61,54% das trincas isoladas obtiveram o índice de severidade alta, e os desgastes obtiveram cerca de 84,61% de severidade alta, seguidos pelas trincas do tipo couro de jacaré com 73,33% de abrangência, e com cerca de 36,36% de severidade alta.

Em outro estudo de levantamento visual contínuo realizado por DRESCH (2014) na cidade de Santa Rosa/RS as trincas isoladas também foram as mais decorrentes apareceram em cerca de 98,78% seguidas dos desgastes com 74,04% nos trechos analisados, neste as trincas couro de jacaré foram decorrentes em 49,04% e as painelas em 41,68%, neste estudo os níveis de severidade alta foram de: 16,67% das trincas isoladas, 13,85% referentes ao desgaste, 30,71% das trincas tipo couro jacaré e as painelas com 46,82.

Esses levantamentos foram realizados nas principais vias da cidade de Santa Rosa/RS. Nos trechos classificados em regular obtiveram um IES de 4 e IGGE não superior a 60 e ICPF entre três e dois, já os trechos com conceito ruim o IES foi de 7, o IGGE não foi maior que 90, e o ICPF entre dois e um.

Em todos os estudos percebe-se que o conjunto das trincas foi a patologia mais recorrente, segundo SILVA (2011) os principais motivos do surgimento de trincas são a fadiga devido o excesso de tráfego de veículos de grande porte juntamente com a retração térmica do próprio revestimento, outro fator relevante e preocupante relacionado às trincas é o surgimento de painelas que na grande maioria são oriundas

das trincas tipo couro jacaré, principalmente em períodos chuvosos em que a penetração da água no pavimento facilitada pelas trincas contribui para a degradação do revestimento.

Outro contribuinte para o surgimento de panelas são as falhas estruturais, quando o revestimento tem menor capacidade de suporte em suas camadas inferiores e pouca espessura, acontece a fragilização em alguns pontos do pavimento, e todos esses fatores estão diretamente relacionados com o envelhecimento do asfalto e a falta de manutenções preventivas (SILVA, 2011)

Os problemas aumentaram com o tráfego que acaba por causar descompactação das partículas gerando o desgaste. É importante ressaltar que cada situação deve ser examinada independentemente, em outras palavras nem sempre a ocorrência de uma patologia pode estar relacionada ao mesmo fator (SILVA, 2011).

Nas pesquisas de levantamento visual contínuo citadas anteriormente o surgimento das patologias estava relacionado a um conjunto de falhas, desde a dificuldade de previsão do aumento do tráfego que sobrevém da inexistência de dados do tráfego local e da falta de planejamento regional que ocasiona o desconhecimento das taxas do real crescimento, até a falta de manutenção, que segundo BERNUCCI (2006) não deve ser feita somente quando necessita de uma correção estrutural ou funcional. Ainda segundo BERNUCCI (2006) para evitar que o pavimento fique em condições críticas devem-se realizar intervenções periódicas de 8 a 10 anos, e manutenções preventivas para garantir o retardamento nas ocorrências superficiais, técnicas simples como aplicação de lama asfáltica ou selagem de trincas podem evitar que pequenos conjuntos de trincas como o da Figura 17, se tornem panelas e prejudiquem ainda mais o pavimento.

Figura 17 Trincas couro de jacaré



Fonte: Acervo dos autores (2018)

O trabalho de PODKOWA (2015) e DRESCH (2014), baseou-se nos valores do ICPF para propor as medidas de correção. Tanto à rodovia ERS-305 quanto os trechos da cidade de Santa Rosa/RS obtiveram conceito regular, assim constatou-se que ambos necessitam de correções em pontos localizados ou recapeamento, visto que os pavimentos estão trincados e com baixa frequência de painéis. No trecho de Santa Rosa/RS com conceito ruim, o pesquisador DRESCH (2014) constatou que já foram realizadas correções prévias nas áreas mais degradadas, correções do tipo remendos superficiais e profundos, ele ainda indicou a realização de um recapeamento, ressalta-se que todas as estratégias foram baseadas na norma DNIT-008/2003.

De acordo com o manual de pavimentação do DNIT (2006), correções prévias são compreendidas como um conjunto de procedimentos que se destinam a manter ou recuperar as funções operacionais do pavimento e são realizadas em sua superfície, como por exemplo, remendos, recapeamentos, capa selante, lama asfálticas, entre outros, essas correções são utilizadas quando a estrutura do pavimento não está comprometida.

Observou-se que nenhum dos índices finais de ICPF foi péssimo, pois de acordo com a norma DNIT- 008/2003 implicaria na possível necessidade de uma reconstrução deste trecho, segundo o manual de restauração do DNIT (2006). Tornou-se necessário a reconstrução de um trecho quando o processo de degradação está

em estado avançado e as intervenções periódicas de manutenção são insuficientes para suportar as solicitações futuras. O processo de reconstrução pode atingir todas as camadas do pavimento sendo necessário a realização de estudos com o intuito de definir as camadas que serão retrabalhadas, aditivadas ou até mesmo removidas.

Os valores de investimentos necessários para a reconstrução e reforço estrutural do pavimento são muito maiores que os de manutenções e correções, portanto é essencial salientar que as correções dentro dos prazos cabíveis geram uma grande diminuição de custos futuros (SILVA, 2011).

A deterioração inicial do pavimento geralmente se desenvolve lentamente, porém há um grande aumento quando atinge o estado regular e ruim, contudo as medidas de conservação aplicadas durante essas etapas previnem a evolução para o nível péssimo do pavimento, portanto com correções rotineiras e periódicas a via dificilmente alcançará altos níveis de deterioração em que se torne necessário a sua reconstrução (DNIT, 2006).

5 CONCLUSÃO

Os estudos tiveram relevância relacionada ao desempenho funcional e para as patologias predominantes no pavimento. Durante a realização da análise subjetiva e objetiva constatou-se que o desempenho funcional da via não atende ao quesito qualidade de rodagem, devido ao alto índice de patologias, onde o mesmo apresenta muito desconforto e pouca segurança para os seus usuários.

As principais causas que contribuíram para as ocorrências encontradas estão ligadas ao tráfego de veículos pesados e a falta de manutenções que não conseguiram suprir a demanda da via.

Os resultados obtidos na avaliação funcional objetiva e subjetiva do pavimento correlacionaram com o levantamento visual contínuo, uma vez que as patologias existentes em um pavimento influenciam diretamente na avaliação subjetiva de seus usuários.

Conclui-se que é de grande importância realizar planejamentos que envolvam medidas de prevenção e conservação do pavimento, deste modo o agravamento das condições do pavimento será evitado, e conseqüentemente seus custos serão menores.

Apesar de a metodologia aplicada ser relativamente simples, nota-se que um bom planejamento voltado em manutenções regularizadoras e preventivas pode evitar maiores gastos no futuro, uma vez que com o passar do tempo os procedimentos e recursos para restauração não serão mais os mesmos.

Com relação ao estado de superfície do pavimento, realizado através do levantamento visual contínuo a via apresenta uma condição ruim ao longo dos quatro quilômetros analisado, e através da interpretação dos dados e da norma DNIT 008/2003 conclui-se que para sanar as patologias e melhorar a trafegabilidade necessitaria de recapeamento com correções prévias em áreas localizadas, com remendos superficiais ou profundos.

Sobre as patologias encontradas, pode-se observar que o maior índice inventariado foi de trincas interligadas tipo couro de jacaré, desgaste e painelas. E a respeito de recursos de restauração da via são propostas duas soluções viáveis:

A Primeira seria o uso de lama asfáltica para desgastes e trincas, e nos pontos mais críticos deve-se utilizar a fresagem juntamente o micro revestimento asfáltico, como abordado no capítulo 2 desta monografia, técnicas de recuperações e

manutenções do asfalto. Para a restauração das panelas, recomenda-se o uso da técnica de remendo.

A segunda proposta de solução seria o recapeamento da pista onde foram registrados os maiores índices de patologias, que seriam os primeiros dois quilômetros e meio, pois esta técnica engloba restauração total de qualquer patologia existente no local. E nos demais trechos, com baixo índice de trincas interligadas e desgastes inventariados utilizar capa selante, e referente as panelas o uso da técnica de remendo.

Ao final como propostas para trabalhos futuros, recomenda-se a realização do levantamento de gastos inerentes a estas intervenções necessárias para correção da pista.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15115**. Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos. Rio de Janeiro, 2004.

BALBO, José Tadeu. **Pavimentação Asfáltica: materiais, projeto e restauração**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. v. 1, 560p.

BERNUCCI. **Pavimentação Asfáltica: Formação básica para engenheiros**. 1.ed. Rio de Janeiro: Petrobras ABEDA, 2008. v. 1, 496p.

BERNUCCI, L.B; MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J.A.P.; SOARES, J.B. **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro: Petrobrás; Associação Brasileira das Empresas Distribuidoras de Asfalto, 2006.v, 2, 253p. Disponível em :
<<http://www.ufjf.br/pavimentacao/files//2018/03/Cap-7-Materiais-e-estruturas-de-pavimentos-asf%C3%A1lticos.pdf>>. Acesso em: 27 Abril. 2018.

BRASIL. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – **DNIT. Norma DNIT 005/2003– TER**. 6 de agosto de 2003.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de pavimentação**. 3ªEd. Rio de Janeiro: IPR. Publ., 719, 2006. 278p.

ROCHA, R.S. **Patologias de pavimentos asfálticos e suas recuperações: estudo de caso da Avenida Pinto de Aguiar**. Salvador, 2010.

SILVA, F. A. PAULO. **Manual de Patologia e Manutenção de Pavimentos**. 2 ed., 2011.

DNIT. **Manual de restauração de pavimento asfáltico**. Publicação IPR-720. Ministério dos Transporte. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes, 2006.

DNIT. **Manual de pavimentação asfáltico**. Publicação IPR-719. Ministério dos Transporte. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes, 2006.

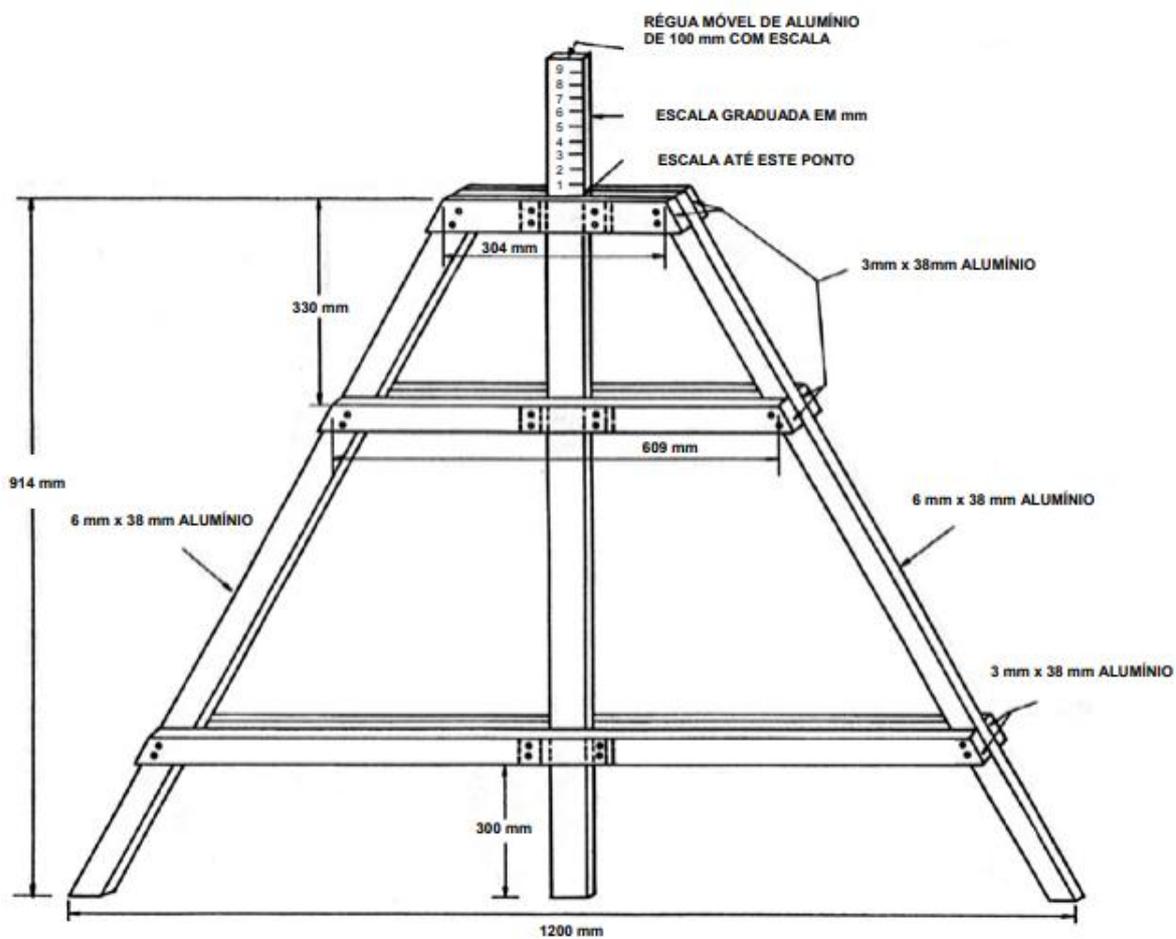
Leticia Daiane Podkowa. Pavimento asfaltico. 2015. 101 f. monografia (**Levantamento visual e contínuo em duas rodovias estaduais do rio grande do sul**)- unijui, UNIJUI, [S.l.], 2015. 10. Disponível em: <<http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3399/TCC%20%282%29.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 15 nov. 2018.

Fernanda Dresch. *Pavimento asfáltico*. 2014. 95 f. monografia (**Gerencia de Pavimentos Urbanos**)- Universidade regional do noroeste do rio grande do sul, UNRN, [S.l.], 2014. 10. Disponível em: <<http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/2442/FERNANDA%20DRESCH.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 12 nov. 2018.

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

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTE – DNIT 008/2003 – PRO: **Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Procedimento**. Rio de Janeiro, 2003.

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

ANEXO A TRELIÇA PARA MEDIÇÃO DAS FLECHAS NA TRILHA DA RODA

Fonte: DNIT 006/2003

APÊNDICE A – INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO

INVENTÁRIO DE SUPERFÍCIE															
RODOVIA: MG 329			TRECHO						OPERADOR						
			SUBTRECHO						REVESTIMENTO TIPO: CBUQ						
DATA: NOV/2018		FOLHA 1/2	ESTACA INICIAL						ESTACA FINAL						
ESTAÇÃO			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
FAIXA			E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E
CONFIGURAÇÃO DA TERRAPLANAGEM			SMA	SMA	SMA	SMA	SMA	SMA	SMA	SMA	SMA	SMA	SMA	SMA	C
TIPO	OK	SEM DEFEITO													
1	F1	FISSURAS	X	X		X			X			X	X		
(FCI)	TTC	TRINCAS TRANSVERSAIS CURTAS													
	TTL	TRINCAS TRANSVERSAIS LONGAS													
	TLC	TRINCAS LONGITUDINAIS CURTAS	X				X		X				X		
	TLL	TRINCAS LONGITUDINAIS LONGAS	X									X			
	TRR	TRINCAS ISOLADAS DE RETRAÇÃO													
2	J	COURO JACARÉ		X	X					X		X			X
(FCII)	TB	TRINCAS EM BLOCO													
3	JE	COURO JACARÉ C/ EROSÃO				X		X							
(FCIII)	TBE	TRINCAS EM BLOCO C/ EROSÃO													
4	ALP	AFUNDAMENTO PLÁSTICO LOCAL													
	ATP	AFUNDAMENTO PLÁSTICO TRILHA													
5	O	ONDULAÇÃO				X			X			X			
	P	PANELA			X		X	X			X				
6	EX	EXSUDAÇÃO													
7	D	DESGASTE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
8	R	REMENDO	X												
	ALC	AFUNDAMENTO CONSOLIDAÇÃO LOCAL													
	ATC	AFUNDAMENTO CONSOLIDAÇÃO TRILHA		X	X	X	X	X	X	X	X	X			X
	E	ESCORREGAMENTO													
	TRI	AFUNDAMENTO TRILHA INTERNA (mm)	0	5	4	1	6	2	3	8	1	5	3	2	6
	.TRE	AFUNDAMENTO TRILHA EXTERNA (mm)	5	3	8	4	4	5	9	7	6	5	2	1	8

Fonte: Autores (2018)

APÊNDICE B - INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO

INVENTÁRIO DE SUPERFÍCIE														
RODOVIA: MG 329			TRECHO							OPERADOR				
			SUBTRECHO							REVESTIMENTO TIPO: CBUQ				
DATA: NOV/2018		FOLHA 1/2	ESTACA INICIAL							ESTACA FINAL				
ESTAÇÃO			13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
FAIXA			D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E
CONFIGURAÇÃO DA TERRAPLANAGEM			C	C	SMA	SMA	SMA	SMA	SMA	SMA	SMA	SMA	SMA	SMA
TIPO	OK	SEM DEFEITO								X				
1	F1	FISSURAS	X			X	X	X			X		X	
(FCI)	TTC	TRINCAS TRANSVERSAIS CURTAS	X			X		X					X	
	TTL	TRINCAS TRANSVERSAIS LONGAS						X						
	TLC	TRINCAS LONGITUDINAIS CURTAS				X								X
	TLL	TRINCAS LONGITUDINAIS LONGAS				X							X	
	TRR	TRINCAS ISOLADAS DE RETRAÇÃO												
2	J	COURO JACARÉ	X			X		X			X			
(FCII)	TB	TRINCAS EM BLOCO												
3	JE	COURO JACARÉ C/ EROÇÃO	X	X			X	X	X					
(FCIII)	TBE	TRINCAS EM BLOCO C/ EROÇÃO												
4	ALP	AFUNDAMENTO PLÁSTICO LOCAL												
	ATP	AFUNDAMENTO PLÁSTICO TRILHA												
5	O	ONDULAÇÃO	X		X									
	P	PANELA	X				X		X		X			
6	EX	EXSUDAÇÃO												
7	D	DESGASTE	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X
8	R	REMENDO	X								X			
	ALC	AFUNDAMENTO CONSOLIDAÇÃO LOCAL	X			X								
	ATC	AFUNDAMENTO CONSOLIDAÇÃO TRILHA	X	X	X	X	X		X					X
	E	ESCORREGAMENTO	X											
	TRI	AFUNDAMENTO TRILHA INTERNA (mm)	7	5	6	8	7	3	4	0	5	3	1	2
	.TRE	AFUNDAMENTO TRILHA EXTERNA (mm)	12	7	4	3	7	1	10	0	5	5	4	2

Fonte: Autores (2018)

APÊNDICE C – FORMULÁRIO DO LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO

SEGMENTO			FREQUÊNCIA DE DEFEITOS (A, M, B ou S)										I C P F	
Nº DO TRECHO	ODÔMETRO/KM		Ext. (m)	P	TRINCAS			R	DEFORMAÇÕES		OUTROS DEFEITOS			
	INICIO	FIM			TR	TJ	TB		AF	O	D	EX		E
1	0 km	1 km	1000	A	A	M		M		M	M			
2	1 km	2 km	1000	A	A	M		M	B		A			2,70
3	2 km	3 km	1000	A	A	A		M	M	A	A			2,20
4	3 km	4 km	1000	A	A	A		A	B	M	A			2,60
P - Panela		AF- Afundamento			D- Desgaste									
TR - Trincas Isoladas		O - Ondulação			EX- Exsudação									
TJ- Trinca Couro de Jacaré		E- Escorregamento do revestimento betuminoso			R- Remendo									
TB - Trinca em Bloco		ICPF- Índice de Condições												

Fonte: Autores (2018)