

AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO FLEXÍVEL DE UM TRECHO DA RUA RIO BRILHANTE, DOURADOS, MS

Niely Fernandes Silva¹; Domingos Jorge Ferreira da Silva²

Discente do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal da Grande Dourados¹;

Docente do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal da Grande Dourados²

nielyfernandessilva@gmail.com¹; domingosjsilva@ufgd.edu.br²

RESUMO - Apesar de ser um elemento fundamental para o desenvolvimento econômico dos espaços urbanos, grande parte da malha viária brasileira não apresenta condições adequadas de trafegabilidade. Neste artigo buscou-se avaliar as condições de superfície de um trecho do pavimento flexível da rua Rio Brilhante, localizada na cidade de Dourados-MS. Foram utilizados dois métodos de avaliação do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT) para pavimentos rodoviários: Avaliação Objetiva de Superfície, para determinação do Índice de Gravidade Global (DNIT 006/2003-PRO) e a Avaliação Subjetiva de Superfície, para obtenção do Valor de Serventia Atual (DNIT 009/2003-PRO). O resultado deste trabalho evidencia a necessidade de um plano de gerenciamento de pavimentos com enfoque na manutenção e conservação das rodovias e vias urbanas brasileiras.

Palavras-chave: Pavimento Flexível; Avaliação Objetiva; Avaliação Subjetiva.

ABSTRACT- Despite being a fundamental element for the economic development of urban spaces, much of the Brazilian road network does not have appropriate conditions of trafficability. In this article, we tried to evaluate the surface conditions of a section of the flexible pavement of Rio Brilhante street, located in the city of Dourados-MS. Two methods of evaluation of the National Department of Transport Infrastructure (DNIT) for road pavements were used: Objective Surface Evaluation, to determine the Global Severity Index (DNIT 006/2003-PRO) and Subjective Surface Evaluation, to obtain the Current Service Value (DNIT 009/2003-PRO). The result of this work evidences the need of a pavement management plan with focus on the maintenance and conservation of Brazilian highways and urban roads.

Keywords: Flexible pavement; Objective Evaluation; Subjective Evaluation.

1. INTRODUÇÃO

A pavimentação rodoviária de um país está intimamente ligada ao desenvolvimento econômico e à qualidade de vida da população. No entanto, a maior parcela da malha viária brasileira apresenta deficiências que interferem no seu desempenho funcional. Uma pesquisa realizada em 2017 pela Confederação Nacional de Transportes (CNT), demonstrou que apenas 38,2% das rodovias do Brasil têm um estado geral considerado bom ou ótimo.

Segundo o mesmo estudo, a ineficiência do planejamento e gerenciamento de obras, inadequações de projetos, escassez de investimentos pelo poder público, falhas no processos construtivos e falta de estratégias para manutenção e conservação das pistas são alguns dos fatores que contribuem para a má qualidade das vias brasileiras.

Considerando a péssima situação em que se encontra a malha viária da cidade de Dourados, MS e a relevância da pavimentação viária para a mobilidade e desenvolvimento econômico, verifica-se a necessidade da avaliação de pavimentações para a elaboração de estratégias de manutenção e conservação adequadas.

Este trabalho buscou avaliar as condições de superfície do pavimento flexível de um trecho da rua Rio Brilhante em

Dourados, MS e atribuir à via o Índice de Gravidade Global (IGG) e o Valor de Serventia Atual (VSA), de acordo com os procedimentos especificados nas normas DNIT 006/2003-PRO e DNIT 009/2003-PRO. Ademais, buscou-se propor soluções para o reparo dos defeitos de superfície encontrados no pavimento.

2. DEFEITOS NOS PAVIMENTOS FLEXÍVEIS

Pavimento é a estrutura de múltiplas camadas construída sobre o subleito e tem como função resistir os esforços oriundos do tráfego. Essa estrutura deve ter condições de rolamento satisfatórias, garantindo segurança, conforto e economia aos usuários (BERNUCCI et al., 2008; SENÇO, 2007).

Além disso, o pavimento é classificado em três tipos: rígido, semirrígido e flexível. Esses grupos se diferenciam pelos materiais que os compõem e a configuração da distribuição de esforços.

O Manual de Pavimentação do DNIT (2006) define como pavimento rígido aquele em que o revestimento tem elevada rigidez em relação as camadas inferiores. Já pavimento flexível é aquele em que todas as camadas sofrem deformação significativa devido ao carregamento aplicado.

E por fim, pavimento semirrígido é o pavimento em que o revestimento asfáltico está sobre uma base de material aglutinante com propriedades cimentícias, o que resulta numa estrutura mista (MANUAL DE

PAVIMENTAÇÃO DO DNIT, 2006; SENÇO, 2007).

Devido à sua elevada rigidez, o pavimento rígido apresenta maior durabilidade e menor necessidade de manutenção que o pavimento flexível.

Cada tipo de pavimento pode apresentar, ao longo de sua vida útil, defeitos que comprometem sua capacidade estrutural e trafegabilidade. Os defeitos estruturais estão ligados à perda da capacidade de suporte do pavimento, já os defeitos funcionais são aqueles que interferem nas boas condições de rolamento (MANUAL DE RESTAURAÇÃO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS DO DNIT, 2006).

Os defeitos de superfície, pertencentes à classe de defeitos funcionais, são os mais perceptíveis, pois podem ser detectados visualmente e interferem diretamente no conforto do usuário. Além disso, causam danos aos veículos e conseqüentemente geram maiores custos operacionais (BERNUCCI et al., 2008).

De acordo com a norma DNIT 005/2003-TER, as patologias que podem ser encontradas nos pavimentos flexíveis são:

Fendas

Descontinuidades na superfície do pavimento, caracterizadas por aberturas de menor ou maior porte. São classificadas em dois tipos: fissuras e trincas.

As fissuras são fendas capilares com abertura inferior a 1 mm de largura e podem ser posicionadas longitudinal, transversal ou obliquamente. São perceptíveis somente à uma distância inferior à 1,5 m e não causam problemas funcionais e nem estruturais ao pavimento. São causadas pela compactação excessiva ou por excesso de finos no revestimento (BERNUCCI et al., 2008).

As trincas são fendas com largura superior à da fissura, sendo divididas em dois grupos: trincas isoladas e trincas interligadas.

As trincas isoladas podem ser: transversais curtas, transversais longas, longitudinais curtas, longitudinais longas ou ainda de retração. São consideradas curtas quando têm extensão de até 100 cm e longas quando tem extensão superior a 100 cm. Na Figura 1 é possível observar um exemplo de trinca isolada transversal.

Figura 1. Trinca isolada transversal.



Fonte: DNIT 005/2003-TER (2003).

As trincas isoladas surgem devido a falhas na execução das juntas de construção,

contração e dilatação causadas pela ação da variação da temperatura, propagação de trincas de camadas subjacentes (ROCHA, 2009).

As trincas interligadas podem ser do tipo “Couro de Jacaré” ou do tipo “Bloco”. A trinca tipo “Couro de Jacaré” é denominada assim devido a apresentação de irregularidades com aspecto semelhante ao couro de jacaré, podendo apresentar erosão acentuada junto às bordas. A Figura 2 exemplifica esse tipo de defeito.

Figura 2. Trinca interligada tipo “Couro de jacaré”.



Fonte: DNIT 005/2003-TER (2003).

Já a trinca do tipo “Bloco” é caracterizada pela formação de blocos bem definidos e pode ou não apresentar erosão acentuada junto às bordas. A Figura 3 mostra um exemplo de trinca tipo “Bloco” com erosão junto às bordas.

Figura 3. Trinca tipo “Bloco”.

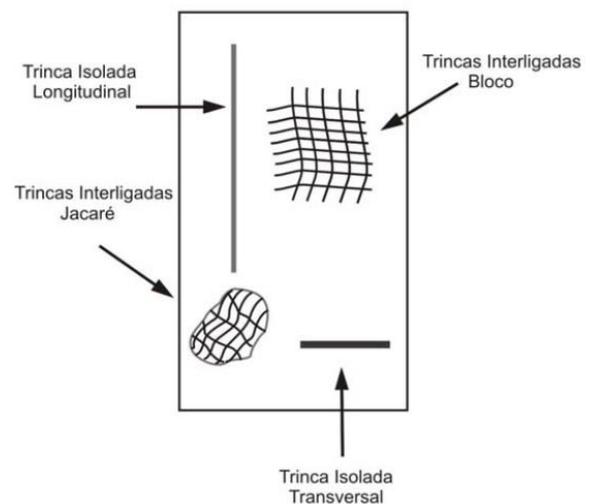


Fonte: DNIT 005/2003-TER (2003).

Segundo Yoshizane (2005), os fatores que contribuem para as trincas interligadas são: deformações causadas pelas ações repetidas do tráfego, camadas do pavimento com espessuras insuficientes para receber a carga aplicada, base granular e subleito com presença de solo saturados e plásticos.

Por fim, a Figura 4 mostra como as trincas isoladas e interligadas se manifestam.

Figura 4. Trincas isoladas e interligadas.



Fonte: DNIT 005/2003-TER (2003).

Afundamento

É a deformação que se manifesta como uma depressão na superfície do pavimento flexível, acompanhada ou não, de solevamento. Os afundamentos são classificados como: afundamento plástico ou afundamento de consolidação.

Afundamento plástico é o afundamento ocasionado pela fluência plástica das camadas do pavimento ou do subleito, sendo acompanhado de solevamento. Na Figura 5 é possível visualizar essa patologia.

Figura 5. Afundamento plástico.



Fonte: Confederação Nacional de Transportes (2018).

Afundamento por consolidação, é causado pela consolidação de uma ou mais camadas do pavimento ou subleito e não é acompanhado de solevamento. A Figura 6 mostra esse tipo de afundamento.

Figura 6. Afundamento por consolidação.



Fonte: Confederação Nacional de Transportes (2018).

Quando o afundamento apresenta extensão inferior a 6 m é denominado afundamento localizado. Quando a extensão é superior a 6 m é denominado afundamento de trilhas de roda.

Segundo Bernucci et al. (2008), as prováveis causas do afundamento são: excesso de ligante asfáltico; falhas de compactação; presença de solo “borrachudo”, ou seja, solos com teores elevados de umidade e totalmente plásticos; ruptura por cisalhamento de camadas devido à ação do tráfego ou problemas de drenagem.

Escorregamento

Caracteriza-se pelo deslocamento do revestimento em relação à camada subjacente do pavimento, ocasionando o aparecimento de fendas em forma de meia-lua, conforme mostra a Figura 7.

Figura 7. Escorregamento.



Fonte: DNIT 005/2003-TER (2003).

Pode ser ocasionado por falhas construtivas e de pintura de ligação, fluência plástica do revestimento devido à temperatura elevada e compactação deficiente das misturas asfálticas (MANUAL DE RESTAURAÇÃO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS DO DNIT, 2006).

Ondulação ou corrugação

São depressões intercaladas em forma de ondas ou corrugações transversais na superfície do pavimento (Figura 8).

Figura 8. Ondulação.



Fonte: DNIT 005/2003-TER (2003).

As causas que podem estar relacionadas a esse defeito são: a instabilidade da mistura asfáltica; excesso de agregados finos; excessiva umidade do solo; ligação fraca entre base e revestimento; contaminação da mistura asfáltica por materiais estranhos e retenção de água nas misturas asfálticas (YOSHIZANE, 2005).

Exsudação

A exsudação é o excesso de ligante betuminoso, criando um brilho vítreo na superfície do pavimento.

De acordo com o Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos do DNIT (2006), a exsudação pode ser causada por alto teor de ligante asfáltico, índice de vazios muito baixo na mistura asfáltica, ou temperatura do ligante acima da especificada no momento da mistura.

A Figura 9 exemplifica o defeito da exsudação.

Figura 9. Exsudação.



Fonte: DNIT 005/2003-TER (2003).

Desgaste

Desprendimento progressivo do agregado do pavimento, causando aspereza ao revestimento, de acordo com o exemplo da Figura 10.

Segundo Yoshizane (2005), o desgaste é causado pela permanência de água na superfície do pavimento, falhas de adesividade ligante- agregado, execução da obra em condições meteorológicas adversas e ação do tráfego.

Figura 10. Desgaste asfáltico.



Fonte: DNIT 005/2003-TER (2003).

Panela ou buraco

É a concavidade que se forma no revestimento, podendo alcançar as camadas inferiores do pavimento, conforme apresentado na Figura 11.

É um defeito grave pois além de interferir no desempenho funcional do pavimento também compromete a integridade estrutural do pavimento, deixando que a umidade superficial tenha

acesso às camadas interiores do pavimento. (MANUAL DE RESTAURAÇÃO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS DO DNIT, 2006).

Segundo Rocha (2009), esse defeito pode ser causado por: trincas por fadiga e desintegração da superfície do pavimento.

Figura 11. Panela ou buraco.



Fonte: DNIT 005/2003-TER (2003).

Remendo

Se caracteriza por ser uma panela preenchida com uma ou mais camadas de revestimento asfáltico na operação denominada “tapa-buraco”. Apesar de ser técnica de correção de panelas, é considerado um defeito quando mal executado, ocasionando irregularidades no pavimento (BERNUCCI et al., 2008).

São classificados em dois tipos: remendo superficial e remendo profundo. Remendo superficial é aquele em que há a correção localizada da superfície do revestimento através da aplicação de mistura asfáltica. Já o remendo profundo é a

reconstituição do revestimento e também das camadas de base, sub-base e subleito (DNIT 154/2010 – ES, 2010).

Na Figura 12 é possível visualizar um pavimento com esse defeito.

A norma DNIT 005/2003-TER também codifica e classifica os defeitos de pavimentos flexíveis, conforme apresentado no Quadro 1.

Figura 12. Remendos.



Fonte: Tribuna Paraná (2015).

Quadro 1. Codificação dos defeitos de pavimentos flexíveis.

Defeitos	Codificação
Fissuras	FI
Trincas transversais curtas	TTC
Trincas transversais longas	TTL
Trincas longitudinais curtas	TLC
Trincas longitudinais longas	TLL
Trincas interligadas do tipo “Couro de Jacaré” sem erosão acentuada nas bordas da trinca	J
Trincas interligadas do tipo “Couro de Jacaré” com erosão acentuada nas bordas da trinca	JE
Trincas interligadas do tipo “Bloco” sem erosão acentuada nas bordas da trinca	TB
Trincas interligadas do tipo “Bloco” com erosão acentuada nas bordas da trinca	TBE
Trincas isoladas	TRR
Afundamento plástico local	ALP
Afundamento plástico da trilha	ATP
Afundamento de consolidação local	ALC
Afundamento de consolidação da trilha	ATC
Ondulação/ Corrugação	O
Escorregamento	E
Exsudação	EX
Desgaste	D
Panela	P
Remendo superficial	RS
Remendo profundo	RP

Fonte: Adaptado de DNIT 005/2003-TER (2003).

3. AVALIAÇÃO DOS PAVIMENTOS FLEXÍVEIS

Segundo o Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos do DNIT (2006), o estado de um pavimento flexível é caracterizado pelo nível de degradação proveniente do tráfego contínuo e de processos ambientais.

A avaliação desse estado leva em conta vários parâmetros de referência, que permitem determinar as condições de superfície, as condições estruturais, as condições de rugosidade longitudinais e as condições de aderência pneu/ pavimento. As condições de superfície podem ser avaliadas com base em critérios objetivos ou subjetivos. Neste trabalho, foram utilizados os dois critérios de avaliação que são: Avaliação Objetiva de Superfície (DNIT 006/2003-PRO) e Avaliação Subjetiva de Superfície (DNIT 009/2003-PRO).

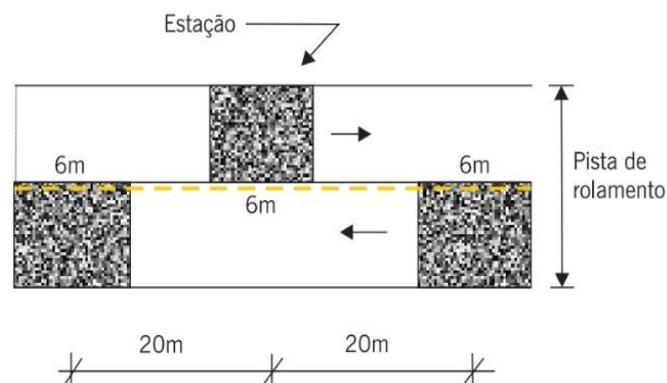
3.1. AVALIAÇÃO OBJETIVA DE SUPERFÍCIE

A Avaliação Objetiva de Superfície (DNIT 006/2003-PRO), consiste no levantamento dos defeitos do pavimento flexível e na atribuição do Índice de Gravidade Global que permite classificar as condições de superfície da via. Para a realização da dessa avaliação são demarcadas superfícies de avaliação que são localizadas de acordo com os seguintes critérios:

- a) a cada 20 m alternados em relação ao eixo da via no caso de via com pista simples;
- b) a cada 20 m na faixa de tráfego mais solicitada em vias com pista dupla.

Mais dois traços que delimitam as superfícies de avaliação devem ser marcados: um 3,00 m avante e outro 3,00 m a ré. A Figura 13 exemplifica a demarcação das estações no caso de pista simples.

Figura 13. Exemplo de demarcação de superfícies para inventário de defeitos.



Fonte: BERNUCCI et al. (2008).

Posteriormente, a presença dos defeitos em cada superfície de avaliação é registrada em um formulário padronizado pela norma DNIT 006/2003-PRO.

As frequências relativas de cada defeito são calculadas através da seguinte fórmula:

$$fr = \frac{fa \times 100}{n} \quad (1)$$

Onde:

fr = frequência relativa;

fa = frequência absoluta (número de vezes em que a ocorrência do defeito foi verificada);
 n = número de superfícies inventariadas.

A frequência relativa de cada tipo de defeito é multiplicada por um fator de ponderação, resultando assim no Índice de Gravidade Individual:

$$IGI = fp * fr \quad (2)$$

Em que:

IGI = Índice de Gravidade Individual;

fp = fator de ponderação;

fr = frequência relativa.

Os fatores de ponderação de cada tipo de defeito estão especificados na Tabela 1.

Tabela 1. Fatores de ponderação.

Ocorrência Tipo	Codificação de ocorrências de acordo com a Norma DNIT 005/2002-TER “Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos – Terminologia”	Fator de Ponderação fp
1	Fissuras e Trincas isoladas (FI, TTC, TTL, TLC, TLL e TRR)	0.2
2	FC-2 (J e TB)	0.5
3	FC-3 (JE e TBE)	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: Adaptado de DNIT 005/2003-TER (2003).

Quando ocorrerem defeitos do tipo 1, 2 ou 3 só devem ser considerados os defeitos de maior gravidade, ou seja, se em determinada estação ocorrer defeitos do tipo 1, 2 e 3, só devem ser contabilizados os defeitos do tipo 3. Semelhantemente, se ocorrerem defeitos do tipo 1 e 2, só devem ser considerados os defeitos do tipo 2.

Se forem verificadas as ocorrências de afundamentos de trilhas de rodas, as flechas das trilhas de roda externas (TRE) e internas (TRI) devem ser medidas em mm e então calcula-se o IGI dos afundamentos de trilha de

roda, considerando a média e a variância das flechas:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad (3)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (4)$$

Em que:

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

x_i = valores individuais;

s = desvio padrão dos valores das flechas medidas;

s^2 = variância.

O fator de ponderação das flechas de trilhas de rodas a ser utilizado depende das seguintes condições:

- a) se a média aritmética das médias das flechas for igual ou inferior a 30, o fator de ponderação é igual a 4/3; se for superior a 30, o IGI é igual a 40;
- b) quando a média das variâncias das flechas for igual ou inferior a 50, o fator de ponderação é igual a 1; quando superior a 50, o IGI é igual a 50.

Por fim, o somatório de todos os Índices de Gravidade Individual gera o Índice de Gravidade Global (IGG):

$$IGG = \sum IGI \quad (5)$$

O Índice de Gravidade Global permite classificar as condições do pavimento em estudo, dando conceitos qualitativos, conforme apresentado na Tabela 2, e é muito útil no processo decisório de intervenções para a restauração de pavimentos.

Tabela 2. Conceitos 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	$IGG \geq 160$

Fonte: DNIT 006/2003-PRO (2003).

3.2. AVALIAÇÃO SUBJETIVA DE SUPERFÍCIE

A Avaliação Subjetiva de Superfície (DNIT 009/2003-PRO), permite a determinação do chamado Valor de Serventia Atual (VSA). Esse parâmetro permite avaliar subjetivamente o conforto e segurança que uma determinada pavimentação proporciona aos usuários.

Consiste na média de notas dadas por cinco avaliadores divididos em dois veículos, do tipo médio padrão, que percorrem trechos da pavimentação. Os trechos devem ser localizados em sequência que permita um tempo de percurso razoavelmente pequeno. Além disso, devem contemplar uma ampla variação na qualidade de rolamento.

A avaliação não pode ocorrer em dias chuvosos e os avaliadores devem considerar os seguintes aspectos:

- a) considerar apenas o estado atual da superfície;
- b) considerar o trecho avaliado como uma via destinada ao tráfego intenso, composto por veículos comerciais e de passageiros;
- c) considerar principalmente buracos, saliências e irregularidades transversais e longitudinais do pavimento;
- d) avaliar o conforto que o pavimento proporcionaria no caso da sua utilização por um longo período de tempo ou por uma longa distância.

Cada avaliador deve dar notas que variam de 0 a 5, sendo que a nota 0 indica pavimento em condições péssimas e a nota 5, pavimento em condições ótimas. O valor de serventia para cada trecho é dado por:

$$VSA = \frac{\sum X}{n} \quad (6)$$

Em que:

VSA = Valor de Serventia Atual;

X = Valor de Serventia de Serventia Atual individuais atribuídos por cada membro do grupo;

n = Número de membros do grupo de avaliação.

A Tabela 3 mostra a classificação das condições do pavimento de acordo com o Valor de Serventia atribuído.

Tabela 3. Qualidade do pavimento em função do VSA.

Qualidade do pavimento	Valor de Serventia Atual
Excelente	4 a 5
Bom	3 a 4
Regular	2 a 3
Ruim	1 a 2
Péssimo	0 a 1

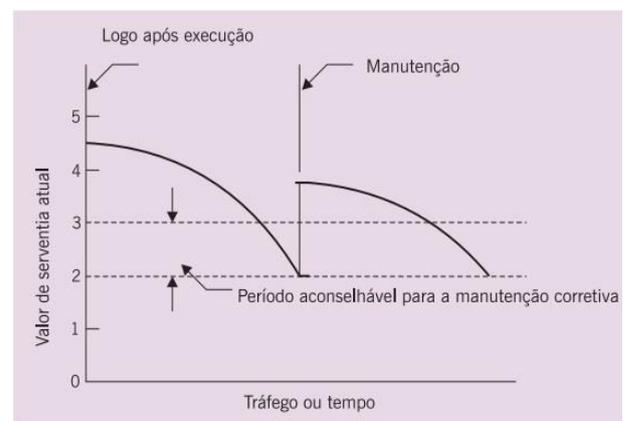
Fonte: DNIT 009/2003-PRO (2003).

Os pavimentos recém construídos geralmente têm VSA elevado, pois apresentam a superfície suave, livre de painelas e outras irregularidades. Com o decorrer do tempo, o pavimento tem o seu VSA diminuído devido a dois fatores

principais: o tráfego e as intempéries. Quando o VSA chega ao conceito de 2,5 recomenda-se a manutenção corretiva a fim de repor as condições adequadas de trafegabilidade.

A Figura 14 mostra o período recomendável para a manutenção de pavimentos.

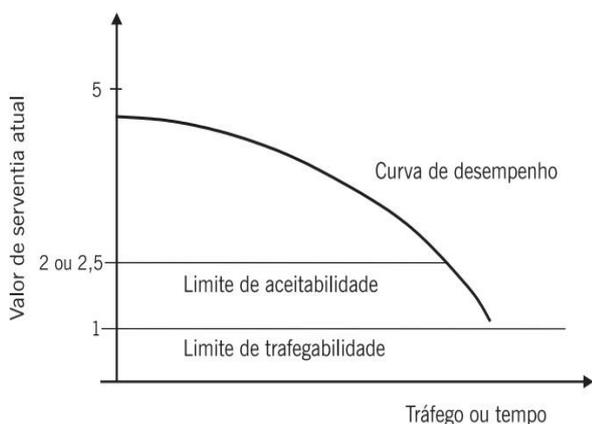
Figura 14. Período recomendável para a manutenção de pavimentos.



Fonte: BERNUCCI et al. (2008).

Após a manutenção corretiva o VSA torna a se elevar e pode chegar até mesmo aos valores iniciais, dependendo da qualidade das técnicas de execução. Caso não haja intervenções, o pavimento pode chegar ao limite de trafegabilidade (Figura 15), tornando necessária a sua reconstrução (BERNUCCI et al., 2008).

Figura 15. Variação da serventia com o tráfego ou com o tempo decorrido de utilização da via.



Fonte: BERNUCCI et al. (2008).

Portanto, a melhor estratégia no que se refere a manutenção e conservação das vias, é a aplicação de intervenções preventivas e periódicas a fim de retardar a deterioração do pavimento, corrigir pequenos defeitos de superfície e garantir que o Valor de Serventia Atual do pavimento não chegue ao limite da trafegabilidade.

4. TÉCNICAS DE RESTAURAÇÃO EM PAVIMENTOS FLEXÍVEIS

Após o diagnóstico das condições de um pavimento flexível, torna-se possível determinar soluções para a recuperação do mesmo. As principais técnicas de recuperação de pavimentos flexíveis estão relacionadas a seguir.

Para a correção de trincas, as técnicas mais empregadas são: capa selante, tratamento superficial, lama asfáltica e microrrevestimento asfáltico.

Segundo o Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos do DNIT (2006), capa selante é definida como a atividade que consiste na aplicação por penetração invertida de ligante asfáltico, geralmente emulsão asfáltica, e agregado miúdo a fim de selar trincas e reduzir a permeabilidade do revestimento.

Já o tratamento superficial é o revestimento de pequena espessura originado pela aplicação por penetração invertida, sem mistura prévia, de ligantes asfálticos e agregados minerais, com posterior compactação. Pode ser simples, duplo ou triplo. Proporciona uma camada com alta resistência ao desgaste, protege a infraestrutura do pavimento, além de possuir alta flexibilidade (YOSHIZANE, 2005).

A lama asfáltica é a combinação de agregados miúdos, fíler, emulsão asfáltica e água. É um composto com alta resistência à abrasão e é utilizada principalmente na impermeabilização de revestimentos antigos com desgastes superficiais, na selagem de fissuras, e na eliminação de problemas de derrapagem (DNIT 150/2010- ES, 2010).

O microrrevestimento asfáltico é derivado da lama asfáltica. Consiste em uma mistura asfáltica a frio com aplicação em um ou duas camadas, composta de agregados minerais, fíler, água e emulsão com polímeros elastoméricos. É utilizado na reabilitação de pavimentos e para melhorar as condições de

aderência pneu/pavimento (PINTO; PINTO, 2015).

Na correção de afundamentos e ondulações/corrugações, as seguintes técnicas podem ser utilizadas: fresagem e o recapeamento.

De acordo com Pessoa Júnior (2014), a fresagem é corte do revestimento através de uma máquina especial, sem que haja o corte de camadas inferiores como a base e sub-base. Tem como objetivo a regularização da superfície do pavimento antes da execução de do recapeamento.

O recapeamento é uma modalidade de restauração de pavimentos e consiste na sobreposição de uma ou mais camadas asfálticas ao pavimento já existente (YOSHIZANE, 2005).

Na recuperação de painéis são utilizados os remendos. A execução do remendo consiste no corte reto do local do revestimento a ser recuperado, na imprimação da área e na aplicação da mistura betuminosa. Por fim, há a compactação através do rolo liso vibratório ou comum (MANUAL DE RESTAURAÇÃO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS, 2006).

O remendo deve ser executado de forma a garantir uma superfície livre de irregularidades. No caso de um remendo profundo deve ser feita a recuperação de todas as camadas de sustentação do pavimento (BERNUCCI et al., 2008).

Durante a execução do remendo, é importante também o controle da temperatura do ligante asfáltico, pois caso a temperatura do ligante esteja abaixo da ideal, a compactação é prejudicada gerando um volume de vazios acima do especificado, acarretando na desintegração dos agregados (LEHNEN, 2015).

Em casos de pavimentos muito deteriorados (IGG > 180), em que a restauração não é mais viável, é necessária a reconstrução do pavimento com a remoção total ou parcial do revestimento asfáltico (MANUAL DE RESTAURAÇÃO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS, 2006).

5. METODOLOGIA

A pesquisa realizada neste trabalho é de natureza aplicada, com abordagem qualitativa, e quanto aos procedimentos se classifica como um estudo de caso (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

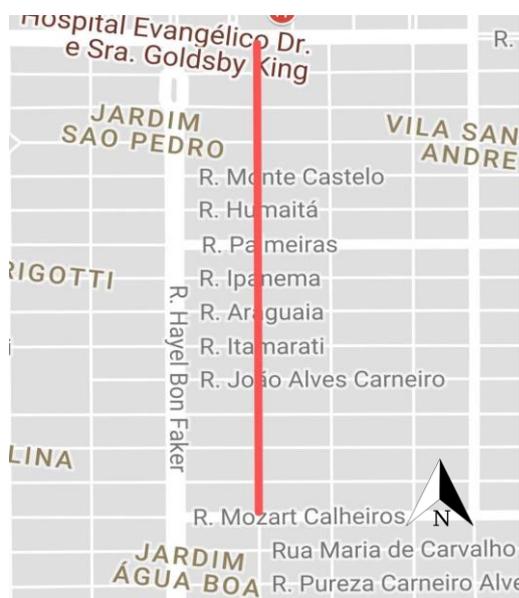
A via escolhida para o estudo foi a Rua Rio Brilhante, localizada em Dourados, MS. A mesma foi escolhida como objeto de estudo por ser uma rua com alto tráfego de veículos de passeio, circulação de ônibus e por apresentar ao longo de sua pavimentação várias irregularidades que comprometem a sua trafegabilidade.

A rua Rio Brilhante é classificada pela Lei Municipal n ° 205, de 19 de outubro de 2012, como uma via de Eixo de Suporte (ESU),

ou seja, é uma via que dá suporte aos eixos sobrecarregados. O trecho escolhido para avaliação está delimitado pela Rua Cuiabá e a Rua Mozart Calheiros, tem extensão de 1120 m e apresenta intenso tráfego, composto principalmente por veículos leves.

A Figura 16 mostra a localização da via na cidade de Dourados, MS.

Figura 16. Localização da via.



Fonte: Adaptado do Google Maps (2018).

Para o estudo da condição de superfície da via, foram utilizadas as duas referências normativas do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT) já citadas nesse artigo: A Avaliação Objetiva de Superfície, para determinação do Índice de Gravidade Global (DNIT 006/2003-PRO) e a Avaliação Subjetiva de Superfície, para obtenção do Valor de Serventia Atual (DNIT 009/2003-PRO).

As atividades foram divididas de acordo com o tipo de avaliação a ser realizada e estão especificadas a seguir.

5.1. AVALIAÇÃO OBJETIVA DE SUPERFÍCIE

A Avaliação Objetiva de Superfície foi realizada no dia 14 de outubro de 2018 conforme critérios da norma DNIT 006/2003-PRO. Para evitar a interferência do tráfego, o início do procedimento se deu por volta das 6 horas da manhã.

O levantamento teve início com a demarcação das 55 superfícies de avaliação com auxílio de giz e uma trena. As superfícies de avaliação eram localizadas a cada 20 m alternados, sendo delimitadas por dois traços: um a 3,00 m avante e outro 3,00 m à ré de cada estação.

Na Figura 17 é possível visualizar a demarcação de uma estação de avaliação da rua Rio Brilhante.

Figura 17. Demarcação das superfícies de avaliação.



Fonte: Autora (2018).

Posteriormente, houve a verificação visual das frequências absolutas de cada defeito nas estações demarcadas, que foram registradas em formulários normatizados.

Também foram feitos registros fotográficos dos defeitos encontrados na via.

5.2. AVALIAÇÃO SUBJETIVA DA SUPERFÍCIE.

Essa etapa foi executada no dia 20 de outubro de 2018. O grupo de avaliação era composto por 5 pessoas, com formação na área de engenharia civil.

Os integrantes do grupo de avaliação receberam uma ficha de avaliação padronizada e instruções para realização do procedimento, portanto todos estavam conscientes do propósito da avaliação.

O grupo foi dividido em dois veículos e a via foi percorrida duas vezes. Após a análise das condições de superfície, cada participante atribuiu duas notas à via: uma referente à faixa da direita (Faixa 1) e outra referente à faixa da esquerda (Faixa 2). Com a média das notas de avaliação, foi obtido o Valor de Serventia Atual (VSA) da rua Rio Brilhante.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1. ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL

Com o levantamento dos defeitos, foi possível observar que a patologia mais recorrente foi o remendo, ocorrendo em 43 superfícies de avaliação. Apesar de ser uma técnica de restauração de panelas, o remendo

é executado inadequadamente ao longo da rua, o que ocasiona uma superfície de pavimento bastante irregular, conforme a Figura 18.

Em algumas áreas foram verificados também remendos atravessando toda a seção transversal da via (Figura 19), que eram provenientes de operações da empresa de saneamento que atua em Dourados.

Figura 18. Remendos na rua Rio Brilhante.



Fonte: Autora (2018).

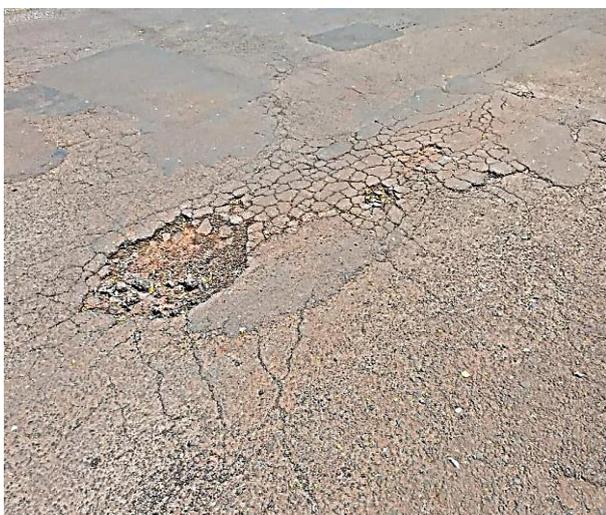
Figura 19. Remendos oriundos de obras de saneamento.



Fonte: Autora (2018).

Outra patologia frequente foi o desgaste, presente em 67% das superfícies, o que demonstra a intensa deterioração do pavimento. As panelas também foram recorrentes, chegando até mesmo a atingir as camadas subjacentes. A Figura 20 mostra a ocorrência dessas patologias na rua Rio Brilhante.

Figura 20. Patologias diversas.



Fonte: Autora (2018).

Trincas isoladas transversais e longitudinais foram encontradas em várias estações. Também foram verificadas trincas interligadas do tipo “Couro de Jacaré”, como mostra a Figura 21.

Não foi constatada a presença de trincas do tipo “Bloco”.

Figura 21. Trincas tipo “Couro de Jacaré”.



Fonte: Autora (2018).

Em apenas 9 estações foram observados os afundamentos. Estes se apresentaram na forma de consolidação local, ou seja, ocorreram em uma extensão de menos de 6m e sem a presença de solevamento.

Os defeitos de exsudação e afundamento de trilha de roda não foram verificados em nenhuma das superfícies de avaliação.

Conforme os procedimentos da norma DNIT 006/2003-PRO, foi calculado o Índice de Gravidade Global (IGG) do trecho em estudo da rua Rio Brilhante, que resultou em 190,90, o que classifica o pavimento como PÉSSIMO. A Tabela 4 mostra a planilha de cálculo para determinação do Índice de Gravidade Global (IGG).

Tabela 4. Planilha de Cálculo do Índice de Gravidade Global (IGG) da Rua Rio Brilhante.

Item	Natureza do defeito	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)	Fator de ponderação	Índice de Gravidade Individual
1	Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	33	60	0.2	12.0
2	(FC – 2) J, TB	28	51	0.5	25.5
3	(FC – 3) JE, TBE	13	24	0.8	18.9
4	ALP, ATP, ALC, ATC	9	16	0.9	14.7
5	O, P, E	29	53	1	52.7
6	EX	0	0	0.5	0
7	D	37	67	0.3	20.2
8	R	43	78	0.6	46.9
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TER	TRE = 0	TRI = 0	F = 0	0
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	TREv = 0	TRIV = 0	FV = 0	0
Número de estações inventariadas		n = 55	IGI = $(F \times 4/3)$ quando $F \leq 30$		IGI = FV quando $FV \leq 50$
Índice de Gravidade Global		190.9	IGI = 40 quando $F > 30$		IGI = 50 quando $FV > 50$

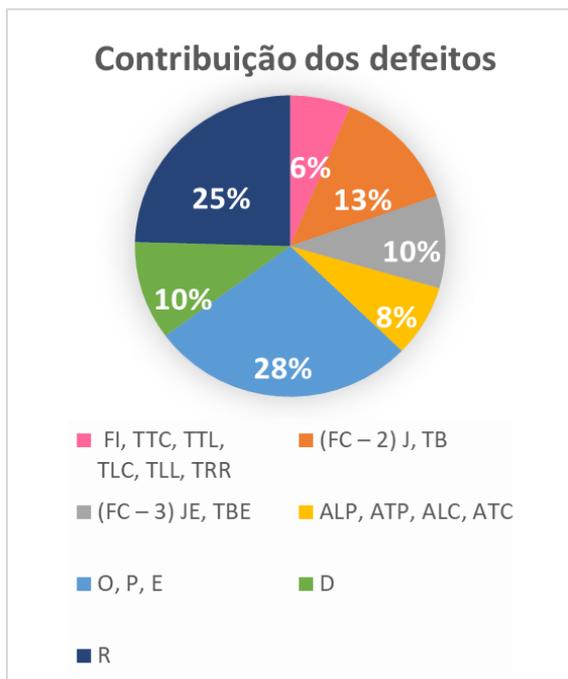
Fonte: Autora (2018).

As panelas, escorregamentos e ondulações foram os defeitos que mais contribuíram para o Índice de Gravidade Global (IGG) da via, mesmo não sendo os mais frequentes. Isso se deve ao fato de que essas patologias têm um fator de ponderação alto ($f_p=1$), ou seja, são consideradas de maior gravidade.

Logo após, vêm os remendos com 25% de contribuição para o Índice de Gravidade Global (IGG) da via.

A Figura 22 mostra a contribuição em porcentagem de cada defeito para o IGG da rua Rio Brilhante.

Figura 22. Contribuição de cada tipo de defeito para o IGG.



Fonte: Autora (2018).

6.2. VALOR DE SERVENTIA ATUAL

Através da análise das condições de superfície do pavimento por cada integrante do grupo de avaliação, chegou-se ao Valor de Serventia Atual (VSA) de 1,3, o que caracteriza as condições de superfície da rua Rio Brilhante como RUINS. A Tabela 5 mostra os valores de VSA obtidos em cada faixa da via.

Tabela 5. Valores do VSA.

Trecho	Avaliadores					VSA médio	VSA
	1°	2°	3°	4°	5°		
Faixa 1	1.0	0.9	0.8	2.0	0.8	1.1	1.3
Faixa 2	1.5	1.1	1.0	2.5	1.5	1.5	

Fonte: Autora (2018).

Pela Tabela 5, observa-se que os avaliadores consideraram que a faixa da

direita (Faixa 1) se encontra em piores condições em relação à faixa da esquerda (Faixa 2).

Além disso, o Valor de Serventia da Atual (VSA) classificou a qualidade do pavimento como RUIM. Esse conceito é relativamente melhor que o conceito PÉSSIMO atribuído pelo Índice de Gravidade Global (IGG). Isso é justificado pelo fato de que no cálculo do IGG são considerados defeitos como fissuras, trincas e desgastes, e essas patologias não interferem tanto quanto as panelas, ondulações e remendos no conforto do usuário.

6.3. TÉCNICAS DE RECUPERAÇÃO PARA O PAVIMENTO DA RUA RIO BRILHANTE

O Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos do DNIT (2006) afirma que vias com Índice de Gravidade Global (IGG) acima de 180 devem ser reconstruídas com remoção parcial ou total do pavimento existente e substituição por uma nova estrutura compatível com o tráfego do local.

Além disso, é importante notar que o Valor de Serventia Atual da via (VSA=1,3) está perto dos limites de trafegabilidade (VSA=1), o que corrobora a necessidade de reconstrução do pavimento.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através deste trabalho, conclui-se que a superfície do pavimento da rua Rio Brilhante

se encontra em péssimas condições. Essa avaliação reflete a situação em que se encontra não só as vias do município de Dourados, mas também grande parte da malha viária brasileira, o que evidencia a importância da correção preventiva e a manutenção periódica a fim de evitar que o pavimento flexível chegue ao limite de trafegabilidade.

Para isso, são necessárias as avaliações dos pavimentos, que irão definir a melhor técnica de correção ou restauração a ser empregada.

Os métodos do DNIT utilizados neste trabalho são ferramentas de fácil aplicação e contribuem para o diagnóstico das condições de superfície de pavimentos asfálticos e para a definição de estratégias para a gestão de pavimentos.

No contexto municipal, constata-se a necessidade de um plano de gerenciamento de vias eficiente com enfoque na manutenção e conservação rotineiras, na execução eficiente de técnicas de correção e manutenção, além de maior investimento do poder público na infraestrutura de pavimentação da cidade de Dourados, MS.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo seu infinito amor e cuidado em todos os momentos da minha vida.

Agradeço ao meu pai, Elzir Pereira da Silva e a minha mãe Santa Fernandes Carneiro da Silva, pelo amor incondicional e por sempre acreditarem em mim.

Agradeço aos meus irmãos, Lisceanne Fernandes Silva e Nielson Fernandes Silva, por toda ajuda e incentivo mesmo em momentos difíceis.

Ao meu namorado, Rennan Oliveira de Araújo, por estar sempre ao meu lado, disposto a me ajudar e me apoiar em qualquer circunstância.

Aos meus sogros, Renato Araújo e Diliã Oliveira, por me acolherem em sua família.

Agradeço ao meu orientador, Domingos Jorge Ferreira, por toda contribuição na confecção deste trabalho.

Agradeço à Luana Ely, Rafaela Souza e Estela pela ajuda que me deram.

Aos meus professores que transmitiram seus conhecimentos ao longo desses anos.

Agradeço a todos os amigos e parentes que me apoiaram ao longo da minha trajetória acadêmica.

REFERÊNCIAS

BERNUCCI, Liedi Bariani et al. **Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros**. 1.ed. Rio de Janeiro: Abeda, 2006.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Pesquisa CNT de rodovias 2017: Relatório**

Gerencial. Brasília, 2017. Disponível em <<http://pesquisarodovias.cnt.org.br/>>. Acesso em: 13 de abril de 2018.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT-005/2003 – TER: Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos. Terminologia.** Rio de Janeiro, 2003.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT-006/2003 – PRO: Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos. Procedimento.** Rio de Janeiro, 2003.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT-009/2003 – PRO: Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos. Procedimento.** Rio de Janeiro, 2003.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT. **Manual de Pavimentação.** 3. ed. Rio de Janeiro, 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT IPR 720. **Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos.** 1. ed. Rio de Janeiro, 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 150/2010- ES: Pavimentação asfáltica – Lama asfáltica – Especificação de serviço.** Rio de Janeiro, 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 154/2010- ES: Pavimentação asfáltica – Recuperação de defeitos em pavimentos asfálticos– Especificação de serviço.** Rio de Janeiro, 2006.

DOURADOS. **Lei Complementar Nº 205, de 19 de outubro de 2012.** Dispõe sobre o Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo e o Sistema Viário no Município de Dourados e dá outras providências. Disponível em: <http://www.dourados.ms.gov.br/wp-content/uploads/2017/04/LeiComplementar_205-2012_Zoneamento.pdf>. Acesso em: 24 de setembro de 2018.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de Pesquisa.** Porto Alegre: UFRGS, 2009. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>>. Acesso em: 21 de agosto de 2018.

LEHNEN, Gabriela Thaís. **Estudo Sobre a Compactação de Misturas Asfálticas em Diferentes Temperaturas.** 2015. 105 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil,

Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2015.

ROCHA, Robson Soares da; COSTA, Eduardo Antônio Lima. **Patologias de Pavimentos Asfálticos e suas Recuperações - Estudo de Caso da Avenida Pinto de Aguiar.** Universidade Católica de Salvador. Bahia, 2009.

PESSOA JÚNIOR, Elci. **Manual de Obras Rodoviárias e Pavimentação Urbana: Execução e Fiscalização.** 1. ed. São Paulo: PINI, 2014.

PINTO, Salomão; PINTO, Isaac Eduardo. **Pavimentação Asfáltica: Conceitos Fundamentais sobre Materiais e Revestimentos Asfálticos.** 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015.

SENÇO, Wlastermiler. **Manual de Técnicas de Pavimentação.** 2. ed. São Paulo: PINI, 2007.

YOSHIZANE, Prof. Hiroshi Paulo. **Defeitos, Manutenção e Reabilitação de Pavimento Asfáltico.** Universidade Estadual de Campinas- Centro Superior de Educação Tecnológica CESET. Limeira, 2005.