

Avaliação de desempenho de rodovia utilizando a metodologia proposta no manual de pavimentação do DNIT: Estudo de caso da Avenida Jatobá, Sobral-CE

Performance evaluation of highway using the methodology proposed in the DNIT paving manual: Case study of Avenida Jatobá, Sobral-CE

Evaluación del desempeño de carretera utilizando la metodología propuesta en el manual de pavimentación del DNIT: Estudio de caso de la Avenida Jatobá, Sobral-CE

Recebido: 21/09/2023 | Revisado: 29/09/2023 | Aceitado: 05/10/2023 | Publicado: 08/10/2023

Bianca Gomes Morais

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-7592-2758>
Centro Universitário INTA, Brasil
E-mail: biancagmorais.16@gmail.com

Roberto Pimentel Holanda

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7605-2400>
Centro Universitário INTA, Brasil
E-mail: beto_holanda@yahoo.com.br

Elis Ferreira Lopes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4341-1323>
Centro Universitário INTA, Brasil
E-mail: elis.lopes@uninta.edu.br

Maurício de Sousa Pereira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5485-1674>
Centro Universitário Maurício de Nassau, Brasil
E-mail: mauricio.pereira@uninta.edu.br

José Osildo Vasconcelos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1333-5390>
Centro Universitário INTA, Brasil
E-mail: osmildovasconcelos@yahoo.com.br

Resumo

A infraestrutura rodoviária brasileira desempenha um papel de destaque no desenvolvimento socioeconômico do país, tanto em nível regional como nacional. No entanto, o modal rodoviário enfrenta dificuldades relacionadas a falta de investimentos para ampliação da malha rodoviária ou manutenção preventiva e corretiva das rodovias em operação. O presente trabalho de pesquisa teve como objetivo avaliar os parâmetros de desempenho do pavimento de uma rodovia. Para esse propósito, o Manual de Pavimentações do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) de 2006 e os procedimentos adotados pela norma 008/2003 do DNIT foram os parâmetros norteadores para o desenvolvimento do estudo. A rodovia estudada, nomeada Avenida Jatobá, está localizada no bairro Cohab II, na cidade de Sobral, Ceará, Brasil. A partir dos levantamentos de dados e estudos *in loco*, realizou-se uma análise de desempenho do pavimento, considerando diversos fatores como segurança, conforto e economia. Além disso, foi possível avaliar o estado de conservação do pavimento, bem como identificar os principais agentes que ocasionam patologias na rodovia, e dessa forma propor soluções para solucionar problemas detectados. O estudo mostrou que as patologias encontradas no pavimento podem ser oriundas de diversos fatores tais como: execução inadequada da obra, falta de manutenção preventiva, projetos ineficientes, entre outros. Os resultados do grau de agressividade que se encontra a rodovia mostram indícios que os defeitos chegaram às camadas estruturais do pavimento, sendo de suma importância realizar um ensaio de sondagem mais aprofundado para identificar uma medida mais segura e adequada. Por sua vez, seria necessário realizar a recuperação estrutural de todo trecho.

Palavras-chave: Rodovias; Pavimentos; Avaliação de desempenho; DNIT.

Abstract

Brazilian road infrastructure plays a prominent role in the country's socioeconomic development, both at a regional and national level. However, the road sector faces difficulties related to the lack of investment to expand the road network or preventive and corrective maintenance of highways in operation. The present research work aimed to evaluate the performance parameters of a highway pavement. For this purpose, the 2006 National Department of Transport Infrastructure (DNIT) Paving Manual and the procedures adopted by DNIT standard 008/2003 were the guiding parameters for the development of the study. The highway studied, named Avenida Jatobá, is located in the

Cohab II neighborhood, in the city of Sobral, Ceará, Brazil. Based on data collection and on-site studies, an analysis of the pavement's performance was carried out, considering several factors such as safety, comfort and economy. Furthermore, it was possible to evaluate the state of conservation of the pavement, as well as identify the main agents that cause pathologies on the highway, and thus propose solutions to solve detected problems. The study showed that the pathologies found on the pavement could come from several factors such as: inadequate execution of the work, lack of preventive maintenance, inefficient projects, among others. The results of the degree of aggressiveness of the highway show signs that the defects have reached the structural layers of the pavement, making it extremely important to carry out a more in-depth survey test to identify a safer and more appropriate measure. In turn, it would be necessary to carry out structural recovery of the entire section.

Keywords: Highways; Pavements; Performance evaluation; DNIT.

Resumen

La infraestructura vial brasileña juega un papel destacado en el desarrollo socioeconómico del país, tanto a nivel regional como nacional. Sin embargo, el sector vial enfrenta dificultades relacionadas con la falta de inversión para ampliar la red vial o mantenimiento preventivo y correctivo de las carreteras en operación. El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar los parámetros de desempeño de un pavimento vial. Para ello, el Manual de Pavimentación del Departamento Nacional de Infraestructura del Transporte (DNIT) de 2006 y los procedimientos adoptados por la norma DNIT 008/2003 fueron los parámetros rectores para el desarrollo del estudio. La carretera estudiada, denominada Avenida Jatobá, está ubicada en el barrio Cohab II, en la ciudad de Sobral, Ceará, Brasil. Con base en la recolección de datos y estudios en sitio, se realizó un análisis del desempeño del pavimento, considerando varios factores como seguridad, comodidad y economía. Además, se pudo evaluar el estado de conservación del pavimento, así como identificar los principales agentes causantes de patologías en la vía, y así proponer soluciones para solucionar los problemas detectados. El estudio demostró que las patologías encontradas en el pavimento podrían provenir de varios factores como: ejecución inadecuada de la obra, falta de mantenimiento preventivo, proyectos ineficientes, entre otros. Los resultados del grado de agresividad de la vía muestran signos de que los defectos han alcanzado las capas estructurales del pavimento, por lo que es de suma importancia realizar una prueba de sondeo más profunda para identificar una medida más segura y adecuada. A su vez, sería necesario realizar una recuperación estructural de todo el tramo.

Palabras clave: Carreteras; Pavimentos; Evaluación del desempeño; DNIT.

1. Introdução

O pavimento é uma estrutura constituída em camadas finitas sobre o solo natural que também pode ser chamado de fundação e que para ter uma boa qualidade de estrutura ao longo da sua vida útil demanda boa execução das camadas constituintes, como a espessura, a rigidez, subleito e a interação entre essas camadas do pavimento (Antas *et al.*, 2010; Balbo, 2007; Bernucci *et al.*, 2022; Curcio, 2008; Pinto & Preussler, 2002).

A pavimentação nas rodovias é muito importante para se ter estradas de boa qualidade, devido à deterioração das estradas, os custos de transporte se tornam mais altos, o que não é bom para o setor produtivo e consumidores finais. Em consonância, a pavimentação encontra sua relevância porque possibilita o escoamento de muitas riquezas nacionais (Antas *et al.*, 2010; Balbo, 2007; Bernucci *et al.*, 2022; Curcio, 2008; Pinto & Preussler, 2002).

Na pavimentação, já nas suas primeiras implantações de rodovias até os dias de hoje, o governo sempre teve uma enorme participação nas execuções e comprometimento geris em exposição desses empreendimentos no país. Todavia, a política da “estrada” sempre foi alvo de críticas. Um dos fatores mais importantes para essas avaliações são as execuções e as manutenções feitas de maneiras não conformes aos padrões da engenharia rodoviária (Viana *et al.*, 2021; Silva Junior *et al.*, 2019; Santos *et al.*, 2021; Oliveira & Almeida, 2022; Maganinho, 2013; Santos & Silva Júnior, 2018).

Considera-se que existem pavimentos de três tipos, isto é, flexíveis e semirrígidos terão revestimento à base de material betuminoso, valendo ressaltar que a camada de base dos pavimentos semirrígidos é composta por um aglutinante com propriedades gelificantes (solo cimento). Por outro lado, obter-se-á um pavimento rígido com a utilização do concreto, absorvendo praticamente toda a tração das cargas aplicadas, o que difere de um pavimento flexível (DNIT, 2003a; DNIT, 2003b; DNIT, 2005a; DNIT, 2005b; DNIT, 2006a; DNIT, 2006b; DNER, 1999).

A infraestrutura de transportes atua na movimentação de pessoas e mercadorias, incluindo rodovias, ferrovias, aeroportos, portos e hidrovias. Além da falta de investimentos nos últimos anos, um dos grandes desafios em infraestrutura é o mapeamento de questões e prioridades. Portanto, para o aprimoramento dessa área, é fundamental que o planejamento seja utilizado de forma transparente dos recursos públicos, lembrando que a carência desses serviços acarreta baixa competitividade de empresas e dificuldades de investimentos futuros, afetando também as gerações de novos empregos (Viana *et al.*, 2021; Silva Junior *et al.*, 2019; Santos *et al.*, 2021; Oliveira & Almeida, 2022; Maganinho, 2013; Santos & Silva Júnior, 2018).

Alguns fatores naturais ou artificiais podem ocasionar ou piorar os desgastes mais comuns nas pavimentações, como altos índices pluviométricos, ação repetida de carga de pneus, ou mesmo as altas temperaturas incidentes nessas estruturas. Ademais, também podem ocasionar a patologia a qualidade dos materiais utilizados e o volume excessivo de tráfego, principalmente, eixo de caminhão. Desse modo, as principais manifestações patológicas nos pavimentos são trincas, fissuras, panelas, exsudação, ondulações, escorregamentos, afundamentos e remendo (Liberato *et al.*, 2022; Santos *et al.*, 2021; Santos *et al.*, 2018).

Dessa maneira, um pavimento em situação de desgaste pode implicar em uma série de prejuízos tanto a nível econômico quanto na qualidade de vida das pessoas. Ou seja, esse contexto pode resultar em danos nos veículos e aumento do consumo de combustível ou trazendo maiores custos provenientes do aumento de fretes (Oliveira & Almeida, 2022).

Dessa forma, é possível perceber a importância de avaliações frequentes de rodovias e seus pavimentos, captando as possíveis causas e propondo soluções adequadas. Assim, surgem as seguintes questões: Para analisar a situação de acesso, quais são as razões dos problemas que surgem e como evitá-los? Com relação aos problemas deste estudo, o ponto de partida são os seguintes tópicos: a necessidade de implantação, bem como todas as informações sobre a construção da rodovia em estudo, tipos de defeitos no pavimento e levantamentos visuais contínuos. Diante deste cenário em que se encontra as rodovias pavimentadas brasileiras, este estudo tem como objetivo analisar o desempenho da rodovia: Avenida Jatobá, localizada no bairro Cohab II, no qual o trecho sempre apresentou danos em seu pavimento.

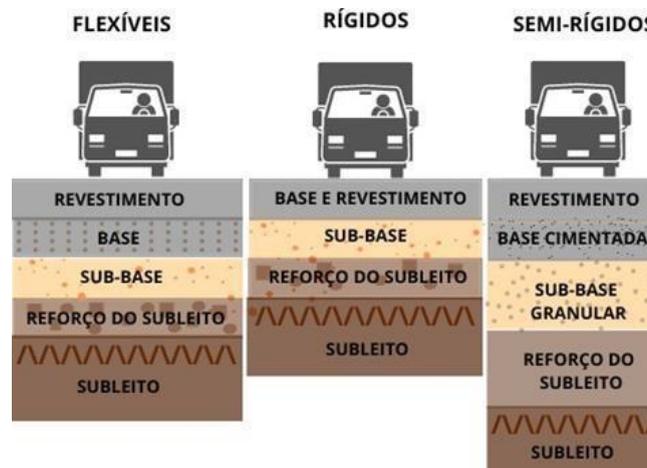
Tipos de Pavimentos

Antes de realizar qualquer estudo em rodovias, devem ser analisadas um conjunto de patologias que poderá ser encontrada no pavimento, sendo assim, são estudados também o tipo do pavimento, a topografia da região, o tráfego, índices pluviométricos, estudos ambientais, entre outros.

Em geral, o pavimento deve ser composto por camadas que distribuem solicitações carga, limitando a tensão e deformação para garantir o desempenho adequado da estrada durante um longo período de tempo. O pavimento é dividido em camadas para minimizar as forças verticais geradas através do papel do tráfego. Esta camada deve ser projetada de tal forma que ela consiga resistir aos esforços de tração entre pneu-pavimento, e as intempéries as quais elas estão expostas (DNIT, 2006a; DNIT, 2006b).

Construídos a partir da combinação de diferentes materiais e técnicas, aplicados de acordo com as alterações térmicas e de tráfego, esses pavimentos são formados a partir de uma mistura de agregados minerais e vários ligantes asfálticos. Essas misturas dão origem a três tipos de pavimentos: pavimentos flexíveis, nos quais seus materiais são constituídos por agregado graúdo, material de enchimento *filer* e ligante asfáltico (DNIT, 2006a; DNIT, 2006b). Os rígidos onde o revestimento tem uma dureza ligeiramente maior e não absorve a carga uniformemente. E existem revestimentos semi-rígidos que combinam rigidez com flexibilidade, como, por exemplo, com misturas de solos betuminosos (DNIT, 2006a; DNIT, 2006b). A Figura 1 mostra uma representação dos tipos de pavimentos descritos.

Figura 1 - Tipos de pavimentos: flexíveis, rígidos e semi-rígidos.



Fonte: Adaptada: Bernucci *et al.* (2022).

Defeitos em pavimentos

As patologias encontradas nos pavimentos asfálticos podem ser resultadas de erros nas elaborações e seleções dos materiais de projetos, bem como nas suas execuções. Os defeitos do pavimento são divididos em duas categorias: defeitos estruturais relacionados à capacidade de carga que o pavimento pode suportar; e defeitos funcionais relacionados ao conforto e segurança dos usuários.

Os principais tipos de patologia que podem se manifestar em pavimentos flexíveis e semi-rígidos, são:

- *Fissuras*: São rupturas capilares que ainda não causam problemas funcionais nos pavimentos. A fissura pode estar localizada transversalmente, longitudinalmente e diagonalmente ao eixo da rodovia, além de ter um diferencial na sua extensão inferior a 1,5 metros (Figura 2(a)). As causas principais para a formação de fissuras são: dosagem incorreta de asfalto, excesso de partículas finas (ou material de enchimento) no revestimento, compactação em excesso ou em momento inapropriado (DNIT, 2003a; DNIT, 2003b).
- *Trincas*: As trincas são facilmente vistas e possuem uma abertura maior que as fissuras, podendo ser afinadas por trincas isoladas ou trincas interligadas (Figura 2(b)). São patologias funcionais e estruturais, que ocasionam irregularidade e enfraquecimento do revestimento do pavimento (DNIT, 2003a; DNIT, 2003b).
- *“Couro de Jacaré”*: Conjunto de trincas sem direção, porém no formato de blocos com aproximadamente 50 mm de dimensão (Figura 2(c)). Sua principal causa se dá à contração da capa asfáltica por efeito da oscilação de altas e baixas temperaturas (DNIT, 2003a; DNIT, 2003b).
- *Afundamento plástico*: Patologia representada por depressão no pavimento, e pode ser do tipo local ou de trilha de roda, podendo alcançar uma extensão de até 6 m (local) ou superior 6 m (trilha de roda), (Figura 2(d)). Provocado por escoamento plástico de uma ou mais camadas do pavimento (DNIT, 2003a; DNIT, 2003b).
- *Ondulações*: Deslocamento do revestimento causando ondulações no pavimento, decorrente da falta de estabilidade da liga asfáltica, abundante umidade do solo, contaminação da mistura ou ausência de arejamento das misturas de asfalto (Figura 2(e)) (DNIT, 2003a; DNIT, 2003b).
- *Escorregamento*: Movimento do revestimento em relação a camada inferior aparecendo aberturas no pavimento, que estão ligadas diretamente pelas falhas construtivas e pinturas de junção (Figura 2(f)) (DNIT, 2003a; DNIT, 2003b).
- *Exsudação*: Acúmulo de material betuminoso visto na superfície do pavimento como brilho vítreo, fomentado pela migração do ligante através da superfície (Figura 2(g)). Contendo assim, um baixo conteúdo de vazios (DNIT,

2003a; DNIT, 2003b).

- *Desgaste*: Os desgastes são remoções progressivas do pavimento causadas pelos esforços do tráfego e intemperismo, sendo vista como uma patologia mais grosseira (Figura 2(h)) (DNIT, 2003a; DNIT, 2003b).
- *Panela*: Lacuna de tamanhos variados, que podem atingir outras camadas inferiores, motivando uma desintegração dessas camadas (Figura 2(i)) (DNIT 005/2003).

Figura 2 - Principais defeitos em pavimentos rígidos e semi-rígidos.

(a) Fissuras



(b) Trincas



(c) Couro de Jacaré



(d) Afundamento plástico



(e) Ondulações



(f) Escorregamento



(g) Exsudação



(h) Desgaste



(i) Panela



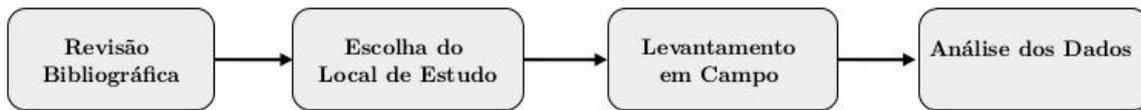
Fonte: (DNIT, 2003a).

2. Metodologia

O trabalho de pesquisa trata-se de um estudo de caso onde foi estudado o desempenho do pavimento de uma rodovia usando as diretrizes estabelecidas pelo Manual de Pavimentação de DNIT. Para desenvolvimento do trabalho foram considerados quatro etapas: pesquisa bibliográfica, escolha do local de estudo, levantamento em campo (Levantamento Visual Contínuo - LVC) e classificação dos dados levantados em campo. Trata-se, portanto, de um trabalho de pesquisa com aspectos qualitativos e quantitativos (Gil, 2002).

As etapas de desenvolvimento do trabalho estão esquematizadas no fluxograma abaixo (Figura 3).

Figura 3 - Fluxograma da metodologia.



Fonte: Autores.

Inicialmente, realizou-se um levantamento bibliográfico sobre os tipos de pavimentos, projetos de engenharia rodoviária, patologias no pavimento, levantamento em campo, etc.

Para a verificação do levantamento das patologias e coleta de dados foi analisado um trecho com uma extensão de 2 km da Avenida Jatobá, Cohab II, Sobral, CE. O estudo foi realizado nas duas vias que compõe a rodovia (Figura 4).

Figura 4 - Trecho em estudo Av. Jatobá, Cohab II, Sobral-CE.



Fonte: Google Earth (2023).

Definido o trecho onde seria realizada a pesquisa, iniciou-se o estudo *in loco* com o objetivo de identificar e registrar as patologias presentes neste trecho. Os dados foram coletados nos meses de março e abril de 2023 (Período de chuvas intensas na região).

Como referência foi utilizado a classificação das patologias fornecida pelo manual de pavimentação do DNIT 2006. Após a realização dos estudos preliminares, procedeu-se a análise dos dados catalogados para avaliar o grau de degradação da rodovia. Os resultados obtidos foram comparados com valores fornecidos pela Norma DNIT 008/2003-PRO para verificar o grau e os tipos das patologias encontradas na rodovia.

O levantamento efetuado em campo possibilitou identificar diversos tipos de patologias no pavimento e, em diferentes categorias de degradações, desde em fase inicial à fases mais avançadas de desgastes. Seguindo as diretrizes do manual de pavimentação do DNIT (2006), foram realizadas as análises das informações coletadas em campo objetivando identificar os potenciais causas das patologias, e assim avaliar o índice de desempenho da rodovia estudada.

3. Resultados e Discussão

A coleta de dados seguiu o método do levantamento visual contínuo (LVC) da superfície de pavimentos flexíveis, de acordo com o com a norma do DNIT 008/2003 – PRO. A norma citada estabelece as condições exigidas para avaliação de pavimentos flexíveis ou semi- rígidos. O método de levantamento possibilita avaliar, entre outros parâmetros, o índice de condição dos pavimentos flexíveis (ICPF).

Para auxiliar na análise dos dados pode-se recorrer às referências da norma DNIT 008/2003 – PRO, e dessa forma avaliar do desempenho do pavimento estudado. A norma DNIT 008/2003 – PRO estabelece os valores de ICPF de referência bem como a classificação do pavimento (Quadro 1).

Quadro 1 - Classificação do ICPF de pavimentos flexíveis.

| Conceito | Descrição | ICPF |
|----------|--|-------|
| Ótimo | Necessita apenas de conservação rotineira. | 5 – 4 |
| Bom | Aplicação de lama asfáltica- Desgaste superficial, trincas não muito severas em áreas não muito extensas | 4 – 3 |
| Regular | Correção de pontos localizados ou recapeamento - pavimento trincado, com “panelas” e remendos pouco frequentes e com irregularidade longitudinal ou transversal | 3 – 2 |
| Ruim | Recapeamento com correções prévias – defeitos generalizados com correções prévias em áreas localizadas - remendos superficiais ou profundos. | 2 – 1 |
| 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 |

Fonte: DNIT 008/2003 – PRO.

A frequência de ocorrência dos defeitos pode ser determinada pela quantidade de patologias em cada segmento. O segmento considerado deve possuir um comprimento mínimo de 1 e máximo de 6 km. A frequência será classificada como Baixa (B), Média (M) ou Alta (A). A rodovia estudada foi dividida em dois segmentos. A forma de classificação da frequência das patologias é estabelecida pela norma DNIT 008/2003 – PRO (Quadro 2).

Quadro 2 - Frequência de defeitos.

| Panelas (P) e Remendos (R) | | |
|----------------------------|------------|-----------|
| Código | Frequência | Quant./Km |
| A | Alta | ≥ 5 |
| M | Média | 2 – 5 |
| B | Baixa | ≤ 2 |
| Demais defeitos | | |
| Código | Frequência | Quant./Km |
| A | Alta | ≥ 50 |
| M | Média | 50 – 10 |
| B | Baixa | ≤ 10 |

Fonte: DNIT 008/2003 – PRO.

Os valores que atestam o índice de gravidade do pavimento estão listados na Quadro 3, enquanto que os pesos atribuídos para cada classe de defeitos estão listados na Quadro 4.

Quadro 3 - Determinação do Índice de Gravidade.

| Panelas (P) e Remendos (R) | | |
|---|------------------------------------|------------------|
| Frequência | Fator (Fpr) Quant. / Km | Gravidade |
| A – Alta | ≥ 5 | 3 |
| M - Média | 2 – 5 | 2 |
| B - Baixa | ≤ 2 | 1 |
| Demais defeitos (trincas, deformações) | | |
| Frequência | Fatores Ft e Foap (%) | Gravidade |
| A – Alta | ≥ 50 | 3 |
| M - Média | 50 – 10 | 2 |
| B - Baixa | ≤ 10 | 1 |

Fonte: DNIT 008/2003 – PRO.

Quadro 4 - Pesos atribuídos às classes de patologias do pavimento.

| Gravidade | Pt | Poap | Ppr |
|------------------|-----------|-------------|------------|
| 3 | 0,65 | 1,00 | 1,00 |
| 2 | 0,45 | 0,70 | 0,80 |
| 1 | 0,30 | 0,60 | 0,70 |

Fonte: DNIT 008/2003 – PRO.

Outro parâmetro relevante que deve ser considerado na análise do levantamento é a classificação do índice do estado da superfície (IES). O IES apresenta valores entre 0 a 10 e depende diretamente da índice de gravidade global expedito (IGGE) e do índice de condição do pavimento flexível (ICPF) (Quadro 5).

Quadro 5 - Classificação do índice do estado da superfície (IES).

| Descrição | IES | Código | Conceito |
|---------------------------------------|-----|--------|----------|
| $IGGE \leq 20$ e $ICPF > 3,5$ | 0 | A | ÓTIMO |
| $IGGE \leq 20$ e $ICPF \leq 3,5$ | 1 | B | BOM |
| $20 \leq IGGE \leq 40$ e $ICPF > 3,5$ | 2 | | |
| $20 \leq IGGE \leq 40$ e $ICPF > 3,5$ | 3 | C | REGULAR |
| $40 \leq IGGE \leq 60$ e $ICPF > 2,5$ | 4 | | |
| $40 \leq IGGE \leq 60$ e $ICPF > 2,5$ | 5 | D | RUIM |
| $60 \leq IGGE \leq 90$ e $ICPF > 2,5$ | 7 | | RUIM |
| $60 \leq IGGE \leq 90$ e $ICPF > 2,5$ | 8 | E | PÉSSIMO |
| $IGGE > 90$ | 10 | | |

Fonte: DNIT 008/2003 – PRO.

3.1 Análise dos dados levantados

Os dados coletados foram obtidos com o auxílio do método do levantamento visual contínuo (LVC) usando as diretrizes estabelecidas pela Norma DNIT 008/2003 PRO.

A rodovia estudada possui uma extensão de 2 km. Para uma melhor análise, dividiu-se o trecho em dois segmentos (nomeados 1 e 2). Segmento 1: 0 a 1 km e segmento 2: 1 a 2 km.

Segmento 1

Nesse trecho as principais patologias detectadas pelo LVC foram panelas, trincas, desgastes, couro de jacaré e tentativas de remendos. Na Figura 5 são mostradas algumas das patologias verificadas.

Figura 5 - Principais defeitos encontrados no segmento 1.

(a) Panelas



(b) Buracos



(c) Couro-de-jacaré

(d) Desgastes



Fonte: Autores.

Os defeitos na forma de panelas e buracos são encontrados em quase toda a rodovia. Esses tipos de defeitos são causados fadigas, desintegração, deficiência na compactação, umidade excessiva ou até mesmo falha na imprimação.

Os desgastes também estão presente em vários pontos da rodovia. Em geral, esse tipo de patologia ocorre devido falhas de adesividade entre ligando e agregado, deficiência no teor de ligante, problemas na execução ou no projeto.

As trincas tipo couro de jacaré, também visualizadas no pavimento, surgem devido ao colapso do revestimento, má qualidade da estrutura ou baixa capacidade de suporte do solo.

Segmento 2

No segmento 2 também foram detectados desgastes, trincas, buracos e panelas. Em alguns trechos foram detectados o desgaste total do pavimento da rodovia (Figura 6).

Figura 6 - Desgaste total do pavimento no segmento 2.



Fonte: Autores.

Esse tipo de defeito consiste em uma deformação severa, atingindo as outras camadas do pavimento, sendo ocasionado por falha na execução, falta de manutenção e também falha no revestimento asfáltico para a carga solicitante.

ICPF, IGGE e IES

Os dados levantados permitiu a realização dos cálculos de ICPF, IGGE e IES, possibilitando diagnosticar o estado pavimento da rodovia. Os valores do ICPF da rodovia estão apresentados na Quadro 6.

Quadro 6 - Resultados ICPF.

| Segmento | | | Frequência De Defeitos (A, M, B ou S) | | | | | | | | | | | |
|----------|--------------|------|---------------------------------------|---|---------|----|----|---|-------------|---|-----------------|------|----|---|
| Seg. | Odômetro/ Km | | Ext | P | Trincas | | | R | Deformações | | Outros defeitos | ICPF | | |
| | Início | Fim | | | TR | TJ | TB | | AF | O | | D | EX | E |
| 1 | Km 0 | Km 1 | | A | B | B | B | B | A | A | A | A | A | 0 |
| 2 | Km 1 | Km 2 | | A | B | B | B | B | A | A | A | A | A | 0 |

LEGENDA: P – Painela. TJ – Trinca Couro de Jacaré. R – Remendo.
 AF – Afundamento. D - Desgaste

Fonte: Adaptado: DNIT 008/2003 – PRO.

Analisando os resultados da Quadro 6, verifica-se que a rodovia apresenta patologias como desgaste, painela, trincas e locais sem revestimento asfáltico. A análise do ICPF resulta em um valor 0.

Na Quadro 7 estão dispostos os resultados do IGGE do pavimento da rodovia.

Quadro 7 - Resultados do IGGE.

| Segmento | Nº do Segmento | 1 | 2 |
|---|----------------|-------|-------|
| | Km Início | Km 0 | Km 1 |
| | Km Fim | Km 1 | Km 2 |
| | Ext | 1 Km | 1 Km |
| Trincas | Ft % | 50 | 50 |
| | Pt | 0,65 | 0,65 |
| | Ft XPt | 32,50 | 32,50 |
| Deformações | Foap% | 50 | 50 |
| | Po ap | 1,00 | 1,00 |
| | Foap X Poap | 50 | 50 |
| Painela +Remendo | Fpr N | 50 | 50 |
| | Ppr | 1,00 | 1,00 |
| | Fpr X Ppr | 50 | 50 |
| $(F_t \times P_t) + (F_{oap} \times P_{oap}) + (F_{pr} \times P_{pr}) = IGGE$ | | 132,5 | 132,5 |

Fonte: Adaptado: DNIT 008/2003 – PRO.

Os valores do IGGE estimados apresentam valores elevados (superiores aos propostos pela Norma), indicando que a rodovia apresenta grau crítico de gravidade em ambos os segmentos.

A análise do IES do pavimento pode ser obtido a partir do ICPF e IGGE. Esse parâmetro define a situação real do pavimento. O IES classifica o estado do pavimento como ótimo (A), bom (B), regular (C), ruim (D) e péssimo (E). A Tabela 7 apresenta o resultado do IES do pavimento avaliado.

Tabela 7 - Resultados do IES.

| Nº do Seg. | Segmento | | | Resultados | | | | |
|------------|-----------|--------|----------|------------|-------|-------|------|----------|
| | Km Início | Km Fim | Extensão | ICPF | IGGE | IES | | |
| | | | | | | Valor | Cód. | Conceito |
| 1 | 0 Km | 1 Km | 1 Km | 0 | 132,5 | 10 | E | Péssimo |
| 2 | 1 Km | 2 Km | 1 Km | 0 | 132,5 | 10 | E | Péssimo |

Fonte: Adaptado: DNIT 008/2003 – PRO.

Durante levantamento visual da rodovia verificou-se trechos onde o revestimento asfáltico se encontra em estado de degradação total. Os resultados obtidos, principalmente o IES, atestam que a rodovia apresenta estado crítico, necessitando, portanto, de recuperação total.

4. Considerações Finais

O presente trabalho de pesquisa apresenta um estudo realizado na rodovia Avenida Jatobá, Cohab II, Sobral-CE. Para o desenvolvimento da pesquisa utilizou-se o método do levantamento visual contínuo para a coleta de dados no local. O levantamento possibilitou identificar as principais patologias apresentadas no pavimento da rodovia. A partir dos dados obtidos foi possível realizar uma análise aprofundada sobre as condições da superfície rodovia, bem como identificar as causas potenciais dos defeitos apresentados no pavimento.

O levantamento visual contínuo possibilitou identificar as principais patologias apresentadas na rodovia. Foram detectadas panelas, buracos, desgastes, trincas, trincas couro de jacará e trechos com desgaste total do pavimento, sem revestimento asfáltico. Além disso, verificou-se a ausência de sinalizações, tanto verticais quanto horizontais.

A rodovia é caracterizada como pavimento flexível e por consequência é necessário a manutenção constante para que a vida útil dure aproximadamente 10 anos. Consta-se que o embasamento técnico para identificar os defeitos manifestados em pavimentos propõem a sua correção adequada possibilitando uma longa vida útil. No resultado do grau de agressividade que se encontra a rodovia, há indícios que os defeitos chegaram às camadas estruturais do pavimento, sendo de suma importância realizar um ensaio de sondagem mais aprofundado para identificar uma medida mais segura e adequada.

Portanto, o presente trabalho apresenta um diagnóstico das condições do pavimento da rodovia e, pode auxiliar nas tomadas de decisões para a recuperação da rodovia.

O trabalho de pesquisa apresenta potencial que pode auxiliar pesquisadores na análise estrutural de rodovias propondo novas metodologias e abordagens para estudos mais aprofundados na avaliação de desempenho de pavimento rodoviários.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer ao Centro Universitário INTA – UNINTA pelo apoio acadêmico na realização do projeto de pesquisa.

Referências

- Antas, P. M., Vieira, A., Gonçalo, E. A., & Lopes, L. A. (2010). *Estradas: Projeto geométrico e de terraplenagem*. Editora Interciência.
- Balbo, J. T. (2007). *Pavimentação asfáltica: materiais, projeto, e restauração*. Oficina de Textos.
- Bernucci, L. B., Motta, L. G. M., Ceratti, J. P. C. & Soares, J. B. (2010). *Pavimentação Asfáltica: formação básica para engenheiros*. Abeda.

Curcio, R. C. L. (2008). *Pontes Rodoviárias: Levantamento das principais patologias estruturais*. Trabalho de Conclusão de Curso, Curso de Engenharia Civil, Unidade Acadêmica da Área de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade São Francisco, Itatiba.

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - *NORMA 005/2003*. Diretoria de Planejamento e Pesquisa / IPR. (2003a). *Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos: Terminologia*

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes *NORMA DNIT 008/2003*. Diretoria de Planejamento e Pesquisa / IPR. (2003b). *Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos: Procedimento*

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. (2005a). *Manual de conservação rodoviária*.

DNIT - Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. (2005b). *Manual de projeto de interseções*.

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. (2006a). *Manual de pavimentação*.

DNIT - Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. (2006b). *Manual de Restauração de pavimentos asfálticos*.

DNER - Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Capacitação Tecnológica. (1999). *Manual de projeto geométrico de rodovias rurais*.

Gil, A. C. (2002). *Como elaborar projetos de pesquisa*. Atlas.

Liberato, L. S., Holanda, R. P., Lopes, E. F., Pereira, M. S. & Vascelos, J. O. (2022). Study of the effectiveness of constructive methods through the evaluation of the surface using the LVC method: Case study of the Antônio Carlos Belchior highway in the city of Sobral, CE. *Research, Society and Development*, 11(12), e497111234799. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i12.34799>

Maganinho, L. G. O. (2013). *Desenvolvimento de uma base de dados de patologias para a avaliação da qualidade de pavimentos rodoviários com recurso a GPS, imagem vídeo e SIG*. (2013). Dissertação de Mestrado, Engenharia Civil: Geotecnia e Ambiente, Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal.

Oliveira, C. A. A. & Almeida, W. M. S. (2022). Análise da pavimentação asfáltica do DNIT e do município de Gurupi – TO. *Research, Society and Development*, 11(7), e5011729922. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i7.29922>

Pinto, S. & Preussler, E. S. (2002). *Pavimentação rodoviária: conceitos fundamentais sobre pavimentos flexíveis*. Synergia.

Santos, Y. R. P., Barbosa, C. E. B., Lima, J. J., Meneses, M. M. M. & Nascimento, P. D. L. (2021). Classificação e diagnóstico do estado de conservação de uma via em pavimentação asfáltica do município de Caruaru, Pernambuco, Brasil. *Research, Society and Development*, 10(17) e212101724257. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i17.24257>

Santos, D. C. M. F. & Silva Júnior, F. V. (2018). Levantamento visual contínuo: análise da rodovia TO-255, trecho de Porto Nacional a Monte do Carmo. *Engineering Sciences*, 6(1), 10-20. <http://doi.org/10.6008/CBPC2318-3055.2018.001.0002>

Silva Junior, T. L., Suica, A. V., Silva, C. M. & Cavalcante, L. B. (2019). Utilização do método de levantamento visual contínuo (LVC) para avaliação de Vias pertencentes a cidade de Maceió/AL. *Ciências Exatas e Tecnológicas*, 5(2), 213-222. <https://periodicos.set.edu.br/fitsexatas/article/view/6787>

Viana, A. V. C., Freitas, O. F., França, F. A. N. & Amorim, E. F. (2021). Evaluation, diagnosis and recovery of hydraulic concrete flooring in stretches located in Natal/RN City and in the Metropolitan Region. *Research, Society and Development*, 10(16), e261101623448. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i16.23448>