

AVALIAÇÃO OBJETIVA DA SUPERFÍCIE DE PAVIMENTO FLEXÍVEL NA UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS – CAMPUS DE PALMAS

Luan Felipe Rodrigues da Luz
Carlhosman Rodrigues de Araujo Junior
Vinicius Ferreira
Christian Matias Miranda
Universidade Federal do Tocantins
Engenharia Civil - Campus de Palmas

RESUMO

Com a inauguração da rodovia União Indústria entre Minas Gerais e Rio de Janeiro, em 1861, que a história do transporte rodoviário começou a ser escrita no Brasil. O modal rodoviário é caracterizado pela sua flexibilidade de integração com os demais sistemas de transporte existentes. No Brasil, há cerca de 213.453 km de rodovias pavimentadas e cerca de 1.507.250 km de rodovias não pavimentadas, que correspondem a 12,4% e 87,6% da extensão total, respectivamente. O objetivo geral deste trabalho é avaliar toda pista de rolamento composta por pavimento flexível, na trajetória percorrida pelos ônibus 090 e 091, dentro da Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus de Palmas-TO, com auxílio das normas de Terminologia (DNIT 005/2003) e Procedimento (DNIT 006/2003). Os resultados foram obtidos através de 66 estações. As irregularidades de maior frequência em cada trecho foram trincas, afundamentos e desgastes. As classificações obtidas para os trechos foram regular (trecho-1 e 2), boa (trecho-4) e ótima (trecho-3 e 5).

ABSTRACT

With the inauguration of the União Indústria highway between Minas Gerais and Rio de Janeiro in 1861, the history of road transport began to be written in Brazil. The road modal is characterized by its flexibility of integration with other existing transport systems. In Brazil, there are about 213,453 km of paved roads and about 1,507,250 km of unpaved roads, corresponding to 12.4% and 87.6% of the total extension, respectively. The general objective of this work is to evaluate all roadways composed of flexible pavement, in the trajectory covered by buses 090 and 091, within the Federal University of Tocantins (UFT), Palmas-TO Campus, with the aid of Terminology (DNIT 005 / 2003) and Procedure (DNIT 006/2003). The results were obtained through 66 stations. The most frequent irregularities in each section were cracks, sinkings and wear. The classifications obtained for the sections were regular (sections-1 and 2), good (stretch-4) and optimal (sections-3 and 5).

1. INTRODUÇÃO

Foi com inauguração da rodovia União Indústria entre Minas Gerais e Rio de Janeiro, em 1861, que a história do transporte rodoviário começou a ser escrita no Brasil. Apesar de ter se passado bastante tempo, a malha rodoviária do país ainda não se encontra tão desenvolvida, apresentando baixa densidade se comparada a outros países.

O modal rodoviário é caracterizado pela sua flexibilidade de integração com os demais sistemas de transporte existentes. Esse modal tem significativa importância na matriz de transporte Brasileira, sendo responsável por mais de 60% da movimentação de mercadorias e por cerca de 95% da de passageiros, segundo dados do Relatório Gerencial da Pesquisa CTN (Confederação Nacional do Transportes) de Rodovias 2018. Diante de tais dados, denota-se a importância desse modal para o desenvolvimento socioeconômico do país.

Segundo dados referentes ao ano de 2016 do Sistema Nacional de Viação – SNV, há no Brasil cerca de 213.453 km de rodovias pavimentadas e cerca de 1.507.250 km de rodovias não pavimentadas, que correspondem a 12,4% e 87,6% da extensão total, respectivamente. Tal distribuição evidencia a baixa densidade de rodovias pavimentadas no país, que é de aproximadamente, 25,1 km de rodovias pavimentadas para cada 1.000 km².

O estudo realizado pela CNT aponta que as condições das rodovias pavimentadas no país decorrem em parte pela deficiência da manutenção, realizada de forma insuficiente, assim

como pelo aumento da demanda caracterizado pelo crescente número de veículos em circulação. Esse aumento está na ordem de 82,4% no país, destacando-se a região Norte, onde esse aumento está na ordem de 134,9%, no período correspondente de 10 anos, entre 2008 e 2018. A seguir serão expostos os dados da Pesquisa CNT de Rodovias 2018, no que tange à classificação do estado geral, a nível nacional (Tabela 1) e ao que se refere ao estado do Tocantins, local de estudo deste trabalho (Tabela 2).

Tabela 1: Classificação do Estado Geral - Brasil

| Classificação do Estado Geral | Extensão Total | |
|-------------------------------|----------------|--------------|
| | km | % |
| Ótimo | 12.412 | 11,6 |
| Bom | 33.669 | 31,4 |
| Regular | 37.735 | 35,2 |
| Ruim | 16.364 | 15,3 |
| Péssimo | 6.981 | 6,5 |
| TOTAL | 107.161 | 100,0 |

Fonte: Pesquisa CNT de Rodovias (2018).

Tabela 2: Classificação do Estado Geral - Tocantins

| Classificação do Estado Geral | Extensão Total | |
|-------------------------------|----------------|--------------|
| | km | % |
| Ótimo | 92 | 2,6 |
| Bom | 577 | 16,4 |
| Regular | 1.800 | 51,2 |
| Ruim | 524 | 14,9 |
| Péssimo | 526 | 14,9 |
| TOTAL | 3.519 | 100,0 |

Fonte: Pesquisa CNT de Rodovias (2018).

É nesse contexto que o presente trabalho é desenvolvido, com a finalidade de realizar a avaliação de um trecho de pavimento flexível, localizado na Universidade Federal do Tocantins (UFT) – Campus Palmas, através do Índice de Gravidade Global – IGG e indicar possíveis soluções de restauração para o pavimento analisado.

2. OBJETIVOS

O proposto trabalho tem como objetivo geral, avaliar toda pista de rolamento composta por pavimento flexível, na trajetória percorrida pelos ônibus 090 e 091, dentro da Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus de Palmas-TO.

A fim de atender o objetivo geral, este trabalho propõe-se a realizar os seguintes objetivos específicos:

- Delimitar a área de estudo;
- Aplicar as recomendações das normas DNIT 005/2003 – TER e DNIT 006/2003 – PRO;

- Determinar o nível de degradação do pavimento utilizando o Índice de Gravidade Global – IGG.

3. METODOLOGIA

A metodologia aplicada a este trabalho segue as orientações determinadas na norma DNIT 006/2003. O fluxograma (Figura 1), descreve as exigências realizadas como etapas de trabalho.

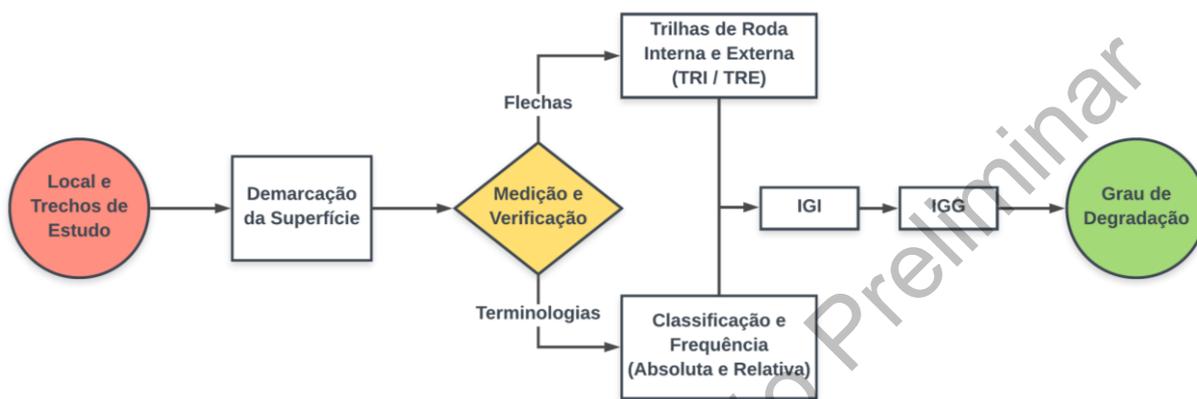


Figura 1: Fluxograma de Trabalho.

3.1. Local de aplicação

Para realização do trabalho, os estudos foram direcionados a UFT no campus de Palmas-TO. A Figura 2 mostra a sua localização no perímetro urbano da cidade.

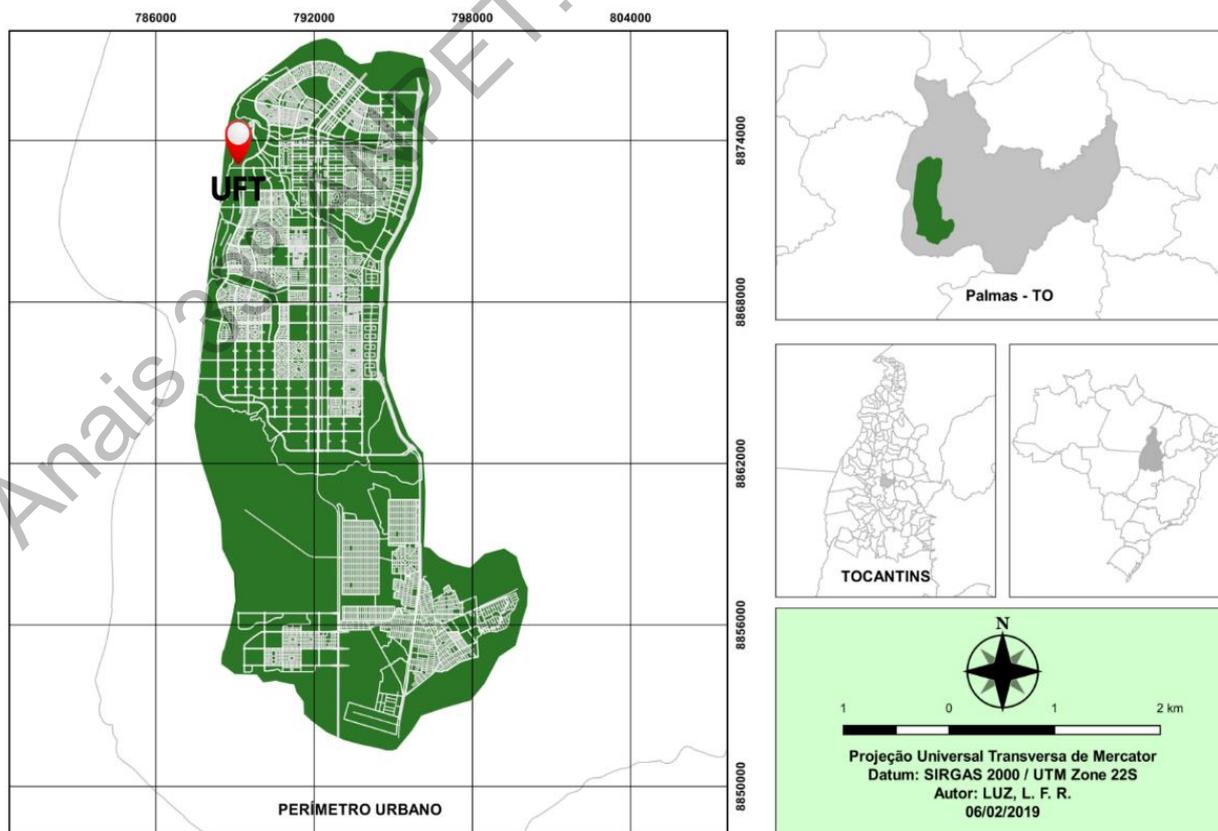


Figura 2: Localização UFT Campus de Palmas/TO.

Em uma visão mais detalhada (Figura 3), é possível verificar a distribuição das pistas de rolamento das quais foram levantadas em estudo. Cabe ressaltar que os ônibus 090 e 091 são os principais ônibus que dão acesso à universidade, e estes apresentam o mesmo percurso dentro do perímetro.

Apesar dos ônibus atenderem a UNITINS, devido à falta de pavimentação, não foi considerado o devido trecho.



Figura 3: Trecho de Estudo (UFT)

Fonte: Google Earth (2019).

3.2. Demarcação da superfície

As demarcações das estações foram realizadas conforme a determinação na norma DNIT 006/2003 – PRO. Elas obedeceram aos seguintes critérios:

- Demarcação das estações com auxílio de trena, giz e pincéis;
- Estações, de pista simples e mão dupla, com espaçamento de 20 em 20 metros;
- Áreas de estudo delimitadas transversalmente a 6,0 centímetros da borda do revestimento e possuir demarcações transversais de 3,00 metros avante e à ré em relação a estação.

3.3. Medição e verificação

Quanto a medição, a norma DNIT 006/2003 – PRO estabelece que os levantamentos de dados devem ser realizados com auxílio de uma trena de alumínio padronizada. Esta régua possui 1,20 metros de comprimento de base, dotada de uma régua móvel instalada no seu centro que permite tirar medidas com precisão de milímetros.

As medidas de são executadas nas trilhas de roda interna (TRI) e externa (TRE), onde é adotado o maior valor entre elas.

Em relação as verificações de defeitos, foram utilizados os critérios de classificação dispostos na norma DNIT 005 – TER através de fichas ofertadas em ANEXO. Dos quais, também são disponibilizados nos ANEXOS da DNIT 006 – PRO.

3.4. Cálculo

A norma DNIT 006/2003 – PRO estabelece três equações essenciais para o desenvolvimento

das avaliações. É orientado também que, para pista simples, devem ser obtidos os valores de média (aritmética) e variância das flechas medidas nas TRI e TRE de ambas as faixas de tráfego.

A primeira (equação 1), relaciona a ocorrência de defeitos e suas classes segundo a DNIT 005/2003 – TER.

$$f_r = \frac{f_a \cdot 100}{\eta} \quad (1)$$

Onde:

f_r – Frequência Relativa;

f_a – Frequência Absoluta (corresponde ao número de vezes em que a ocorrência foi verificada);

η – número de estações inventariadas.

A segunda (equação 2), informa o índice de gravidade individual relacionando a frequência relativa com fator de ponderação para cada tipo de irregularidade no pavimento.

$$IGI = f_r \cdot f_p \quad (2)$$

Onde:

IGI – Índice de Gravidade Individual;

f_r – Frequência Relativa;

f_p – Fator de Ponderação.

A última ressalva (equação 3), é o índice de gravidade de grupo, onde consiste na somatória das gravidades individuais. Este parâmetro permite qualificar a situação da pavimentação em relação ao seu estado de degradação (Tabela 3).

$$IGG = \sum IGI \quad (3)$$

Onde:

IGG – Índice de Gravidade de Grupo;

IGI – Índice de Gravidade Individual.

Tabela 3: 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 | $IGG > 160$ |

Fonte: DNIT 006, (2003).

4. RESULTADOS E CONCLUSÕES

Os resultados foram obtidos através de 66 estações. O trecho-1 foi analisado por 4 estações. Os trechos-2 e 4 necessitaram de 9 estações em sua extensão. E os trechos-3 e 5 foram demarcadas 22 estações para levantamento de dados.

A Figura 4 apresenta a frequência de irregularidades encontradas no trecho-1. Observa-se que o trecho possui a predominância de desgaste superficial (33,33%) e remendos superficiais e profundos (25%). Os afundamentos, ondulações, escorregamento, exsudação e painéis contribuíram em menor frequência. Ressaltando que, apesar da menor frequência, os afundamentos, junto aos desgastes, foram os que mais influenciaram individualmente na determinação do IGG. A Figura 5 retrata as condições de desgastes e fissuras encontrada para o trecho.

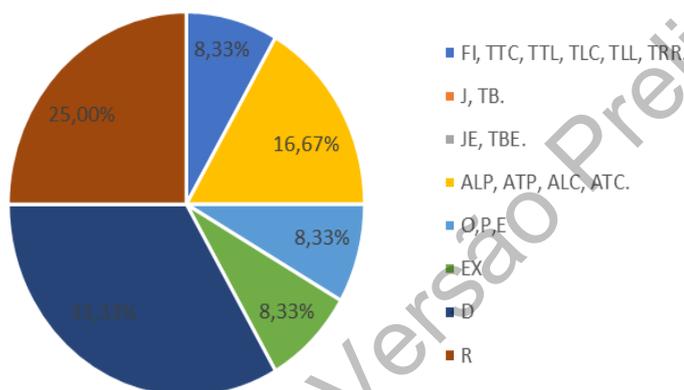


Figura 4: Defeitos levantados no trecho – 1.



Figura 5: Desgastes superficial e trincas no trecho – 1.

O trecho-2 (Figura 6) apresentou 3 classes predominantes de patologias, sendo elas fissuras e trincas, afundamento e desgaste superficial com recorrência de 25%. A Figura 7 ilustra as condições encontradas para o segmento. Os reparos e trincas interligadas (tipo jacaré) apresentaram valores de 13,89% e 5,56%, respectivamente. Já as demais, obtiveram frequência inferior a 3%. No IGG, as imperfeições que mais contribuíram foram os afundamentos (IGI=10) e remendos (IGI=3,73).

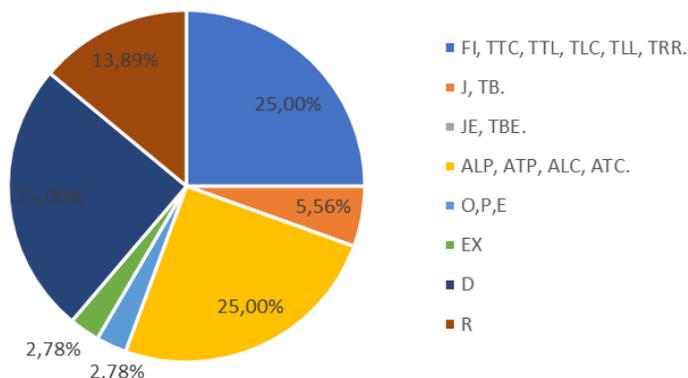


Figura 6: Defeitos levantados no trecho – 2.



Figura 7: Desgaste superficial, trincas e surgimento de panelas no trecho – 2.

A Figura 8 aponta uma frequência de 24% de trincas e afundamentos no trecho-3. Com segunda maior ocorrência o desgaste superficial apresenta frequência 21,33%, seguido da ocorrência de ondulações, panelas e escorregamento (16%) e remendos (10,67%). Os demais obtiveram frequência inferiores a 4%. O afundamento, ilustrado pela Figura 9, foi o valor mais significativo de contribuição no do IGG, com valor individual igual a 3,36.

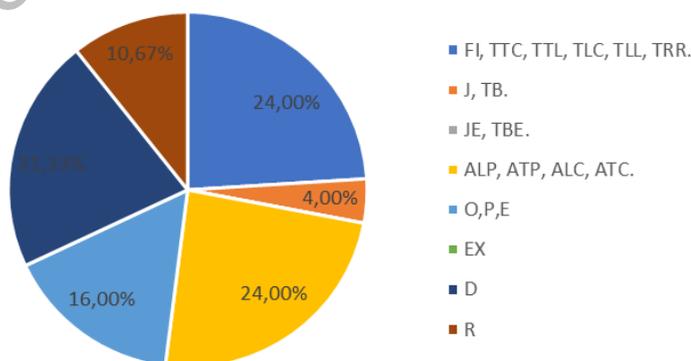


Figura 8: Defeitos levantados no trecho – 3.



Figura 9: Afundamento e remendos no trecho – 3.

O trecho 4 (Figura 10), semelhante aos demais trechos, apresenta predominância de trincas (31,25%) e afundamentos (25%). Assim como, o problema de maior influência no IGG foi o afundamento com valor individual de 8,90.

Trincas tipo jacaré (Figura 11) e reparos apresentaram, respectivamente, recorrências de 18,75% e 9,38%. Ondulações, painéis e escorregamento obtiveram frequência igual ao de reparos, igual a 9,38%. As demais apresentam valores inferiores a 3,5%.

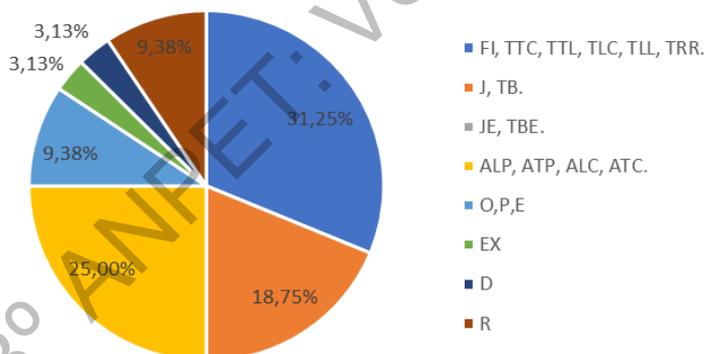


Figura 10: Defeitos levantados no trecho – 4.



Figura 11: Fissuras tipo jacaré dispostas no trecho – 4.

O último trecho avaliado, trecho-5 (Figura 12), apresentou um valor elevado de desgaste

superficial em relação aos demais (40,38%). O nível de desgastes encontrados para o trecho está conforme a Figura 13. Fissuras, ondulações, panelas e escorregamento são, em ordem, as classes que de maior ocorrência após o desgaste. No IGG, diferente das demais, o que mais influenciou foi a classe 5 (ondulações, panelas e escorregamento) com gravidade individual de 1,86.

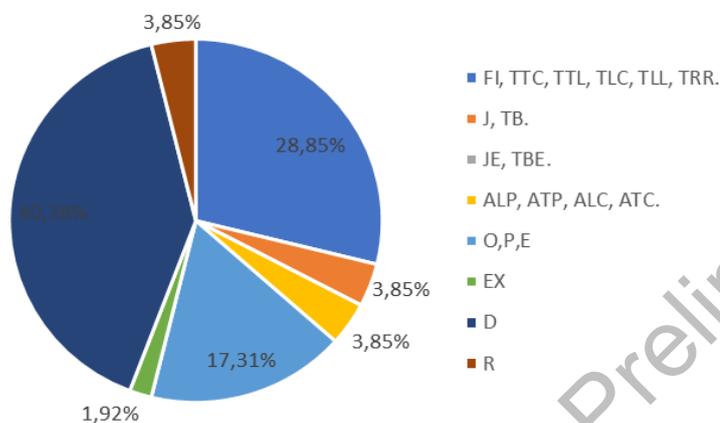


Figura 12: Defeitos levantados no trecho – 5.



Figura 13: Desgaste superficial abordados no trecho – 5.

Conforme as irregularidades e trilhas de rodas coletados de cada estação, obteve-se a classificação adequada para os trechos, de acordo com a Tabela 4. Na tabela, é possível observar os valores médios de TRI e TRE e suas variâncias. Além disso, é representado os valores obtidos de IGG e a classificação de acordo com o conceito adotado. Por exemplo, o trecho-2, diferente dos demais, foi adotado a classificação do operador ao invés do cálculo devido ao fato de apresentar condicionantes bem mais críticos fora da área de predominância das estações e ao fato de não abordar as condições de falta de proteção bordas (meio-fio).

Segundo as orientações do manual para restauração DNIT (2006), a Tabela 4 também aborda as soluções cabíveis para cada classificação de trecho.

Tabela 4: Resumo Geral.

| | TRECHO | | | | |
|-------------------------|--|--|---|---------------------------------|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| TRE (mm) | 1,55 | 1,45 | 1,80 | 2,63 | 0,52 |
| Desvio P. TRE | 0,48 | 0,79 | 0,72 | 1,92 | 0,27 |
| TRI (mm) | 0 | 0,69 | 0,72 | 0,29 | 0,38 |
| Desvio P. TRI | 0 | 0,31 | 0,52 | 0,28 | 0,29 |
| IGG | 41,91 | 24,20 | 10,38 | 24,94 | 5,91 |
| Classificação | Regular | Regular | Ótimo | Bom | Ótimo |
| Conceito Adotado | Cálculo | Operador | Cálculo | Cálculo | Cálculo |
| Possível Solução | Correção de pontos localizados ou recapeamento | Correção de pontos localizados ou recapeamento | Necessita apenas de conservação rotineira | Aplicação de micro revestimento | Necessita apenas de conservação rotineira |

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O IGG apresenta-se como um importante fator para tomada de decisão na determinação do estado de degradação da via, assim como parâmetro de escolha de intervenções de adequação e melhoramento da mesma. Porém, é de suma importância sua combinação com outros métodos avaliativos, como por exemplo de avaliação estrutural destrutiva e não destrutiva, de tal modo que se tenha uma recomendação de intervenção mais eficaz.

Levando-se em consideração a metodologia da norma DNIT 006/2003 – PRO, pode-se observar que a mesma não avalia toda a extensão do trecho, sendo realizada a avaliação por unidade amostral delimitadas por leituras de ré e vante (3 metros) a partir do estaqueamento (a cada 20 metros). Portanto, para realizar um diagnóstico mais satisfatório, poder-se-ia avaliar o trecho, para as patologias visuais, com uma área de abrangência maior, demarcadas por ré e vante de 8 metros, por exemplo, ou o trecho como um todo.

Contudo, os parâmetros de avaliação constatados no estudo, apresentam-se dentro do esperado para a via, tendo em vista seu estado aparente. Os dados apresentados servem como subsídio para tomada de decisão no que tange à realização de medidas corretivas.

Agradecimentos

Os autores agradecem os equipamentos e orientações recebidas pelo laboratório de solos da Universidade Federal do Tocantins, campus de Palmas. E também, aos colegas e professores que sempre incentivaram os alunos a estarem envolvidos em projetos de pesquisa científica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. *Pesquisa CNT de Rodovias 2018*. Brasília, DF: CNT, SEST, SENAT, 2018. Disponível em: <<http://www.cnt.org.br/>>. Acesso em: 01 mar. 2018.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTE. *Manual de restauração de pavimentos asfálticos*. Rio de Janeiro, RJ: DNIT, 2006. 2ª ed. 310p.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTE. *DNIT 005/2003 – TER: Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Terminologia*. Rio de Janeiro, RJ: DNIT, 2003. 12 p.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTE. *DNIT 006/2003 – PRO: Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Procedimento*. Rio de Janeiro –

- RJ: DNIT, 2003. 10 p.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTE. *DNIT 007/2003 – PRO: Levantamento para avaliação da condição de superfície de subtrecho homogêneo de pavimentos flexíveis e semi-rígidos para gerência de pavimentos e estudos e projetos – Procedimento*. Rio de Janeiro, RJ: DNIT, 2003. 11 p.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTE. *DNIT 009/2003 – PRO: Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Procedimento*. Rio de Janeiro, RJ: DNIT, 2003. 6 p.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTE. *Histórico do Rodoviarismo*. Disponível em: <<http://www1.dnit.gov.br/historico/>>. Acesso em: 01 mar. 2018.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTE. *Sistema Nacional de Viação*. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/sistema-nacional-de-viacao/sistema-nacional-de-viacao>>. Acesso em: 01 mar. 2018.
- MONTEIRO, Romel. *AVALIAÇÃO OBJETIVA DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO FLEXÍVEL NA CIDADE DE SÃO BENTO - PARAÍBA*. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual da Paraíba, Arauna - Pb, 2017. 63 p.

Anais 33º ANPET: Versão Preliminar