

## **Avaliação da condição de serventia de pavimentos urbanos utilizando novas metodologias**

### **Evaluation of the serviceability condition of urban sidewalks using new methodologies**

DOI:10.34117/bjdv8n6-375

Recebimento dos originais: 21/04/2022

Aceitação para publicação: 31/05/2022

#### **Átila Marconcine de Souza**

Graduando em Engenharia Civil

Instituição: Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL)

Endereço: Rua Topázio, 100, Vila São Francisco, Açailândia - MA, Brasil

E-mail: atilasouza.20180040322@uemasul.edu.br

#### **João Victor da Silva Soares**

Graduando em Engenharia Civil

Instituição: Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL)

Endereço: Rua Topázio, 100, Vila São Francisco, Açailândia - MA, Brasil

E-mail: joaosoares.20180040126@uemasul.edu.br

#### **Lucas Carvalho Silva**

Graduando em Engenharia Civil

Instituição: Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL)

Endereço: Rua Topázio, 100, Vila São Francisco, Açailândia - MA, Brasil

E-mail: lucassilva.201763134@uemasul.edu.br

#### **Lucas Manoel da Silva**

Mestrado Profissional em Engenharia de Barragens e Meio Ambiente

Instituição: Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL)

Endereço: Rua Topázio, 100, Vila São Francisco, Açailândia - MA, Brasil

E-mail: lucas.silva@uemasul.edu.br

#### **Ludimilla da Silveira Ferreira**

Doutorado em andamento em Engenharia Civil

Instituição: Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL)

Endereço: Rua Topázio, 100, Vila São Francisco, Açailândia - MA, Brasil

E-mail: ludimilla.ferreira@uemasul.edu.br

#### **Ivo Almeida Costa**

Mestre em Transportes

Instituição: Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL)

Endereço: Rua Topázio, 100, Vila São Francisco, Açailândia - MA, Brasil

E-mail: ivo.costa@uemasul.edu.br

#### **RESUMO**

A avaliação das rodovias é de vital importância para a sociedade. Sobretudo no município de Açailândia pois ele está em uma localidade de grande relevância tanto regional, quanto

estadual, pois situa-se no entroncamento de importantes rodovias federais, a BR-222 E A BR-010. O objetivo deste trabalho foi realizar a avaliação de rodovias do município em questão através de metodologias mais práticas, eficientes e modernas. As metodologias utilizadas foram duas, a primeira utilizando filmagens de uma câmera GoPro Hero 7 e softwares livres, e a segunda utilizando um medidor laser GLM 50 C Profissional da Bosch juntamente com um MERLIN modificado. Diversos resultados foram obtidos com a execução deste trabalho, para o primeiro método foi inventariado os defeitos da Avenida Alexandre Costa e para o segundo foi aferida a variação de irregularidades nas trilhas de roda da Rua Bonaire. Conclui-se com este trabalho que a realização da avaliação de pavimentos pode ser feita de maneira mais prática e eficiente desde de que sejam utilizados os equipamentos e softwares capazes de realizar as aferições.

**Palavras-chave:** rodovias, Gopro, Merlin.

### **ABSTRACT**

The evaluation of highways is of vital importance for society. Above all in the municipal district of Açailândia because it is in a place of great regional and statewide relevance, as it is located at the junction of important federal highways, the BR-222 and BR-010. The objective of this work was to evaluate the roads of the municipality in question through more practical, efficient and modern methodologies. Two methodologies were used, the first one using footage from a GoPro Hero 7 camera and free software, and the second one using a Bosch GLM 50 C Professional laser gauge together with a modified MERLIN. Several results were obtained with the execution of this work, for the first method the defects of Alexandre Costa Avenue were inventoried, and for the second, the variation of irregularities in the wheel tracks of Bonaire Street were measured. This work concludes that the evaluation of sidewalks can be done in a more practical and efficient way as long as the equipment and software capable of performing the measurements are used.

**Keywords:** roads, Gopro, Merlin.

## **1 INTRODUÇÃO**

No Brasil o modal rodoviário é o que possui a maior participação na matriz de transporte, concentrando, aproximadamente, 61% da movimentação de mercadorias e 95% da de passageiros. (CNT, 2019). Exercendo assim uma função importante na sociedade e na economia do nosso país.

Porém, para que esse transporte seja realizado de forma eficiente, faz-se necessário que o pavimento das rodovias esteja em boas condições, oferecendo economia, segurança e conforto aos usuários (CNT, 2017).

A avaliação das rodovias é de vital importância para a sociedade, pode trazer diversos benefícios para comunidade que mais carece de cuidados com suas ruas e avenidas, contudo, beneficia também o poder público, pois compreende a grande quantidade de vias de rodagem em sua posse, sabe-se que a realização da manutenção

indiscriminadamente em todas as rodovias é impossível. Dessa maneira avaliar as vias de rodagem e indicar quais segmentos estão com os piores ou melhores níveis de serventia, permite o planejamento de ações corretivas mais eficazes.

O município de Açailândia encontra-se em uma localidade de grande relevância tanto regional, quanto estadual, pois fica no entroncamento de importantes rodovias federais de características transversal e radial, sendo elas respectivamente a BR-222 e a BR-010, além também de estar distante aproximadamente 70 km da cidade de Imperatriz, a qual é denominada como à segunda maior cidade do estado do Maranhão. Realizar e fomentar a avaliação e manutenção das vias urbanas deste município traz grandes ganhos locais, regionais e estaduais, uma vez que o seu desenvolvimento beneficia todas as esferas públicas.

O presente trabalho tem como objetivo realizar a avaliação de rodovias do município de Açailândia através de metodologias mais práticas, eficientes e modernas, conforme as prescrições da norma 006/2003 DNIT.

Para isso foi realizada duas formas de análise em dois trechos distintos do município, a primeira utilizando filmagens de uma câmera GoPro Hero 7 acoplada no capô de um veículo e softwares livres, para analisar a ocorrência e a frequência das patologias ao longo da Av. Alexandre Costa. A segunda utilizando um medidor laser GLM 50 C Professional da Bosch acoplado em um MERLIN (Machine for Evaluating Roughness using Low-cost Instrumentation) modificado, a fim de verificar os parâmetros de irregularidade longitudinal na rua Bonaire

## **2 METODOLOGIA**

O primeiro método para a avaliação de pavimentos foi a utilização de uma câmera GoPro Hero 7 acoplada no capô de um veículo (Figura 1). Foi escolhida essa câmera em específico pois nos dados das gravações pode-se obter informações de telemetria, tecnologia que possibilitou a obtenção de informações como distância percorrida, coordenadas georreferenciadas instantâneas e velocidade do veículo.

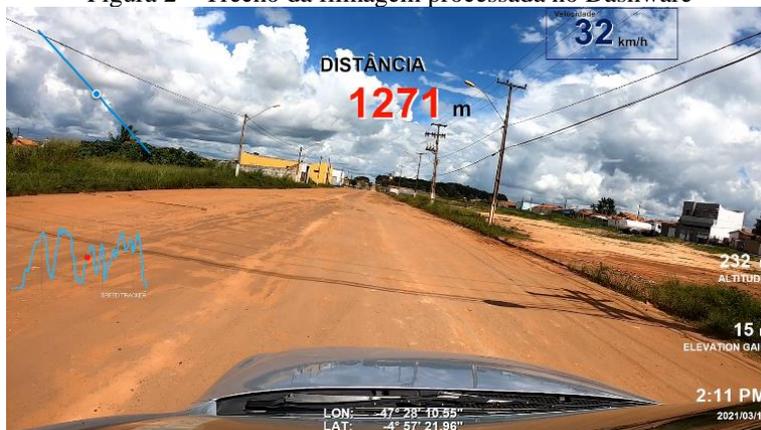
Figura 1: Veículo utilizado para realização das filmagens



Fonte: Os autores

Para a interpretação dessa filmagem foram utilizados dois softwares, o Dashware e o Quik, sendo o Quik fornecido pela própria GoPro. Para a utilização do Dashware foi necessário extrair os dados de telemetria com a plataforma Telemetry Extractor, visto que esse software não pertence a GoPro e dessa forma ele não consegue ler os dados de telemetria diretamente do arquivo de video. Na figura 2 é possível observar o layout do software Dashware.

Figura 2 – Trecho da filmagem processada no Dashware



Fonte: Os autores

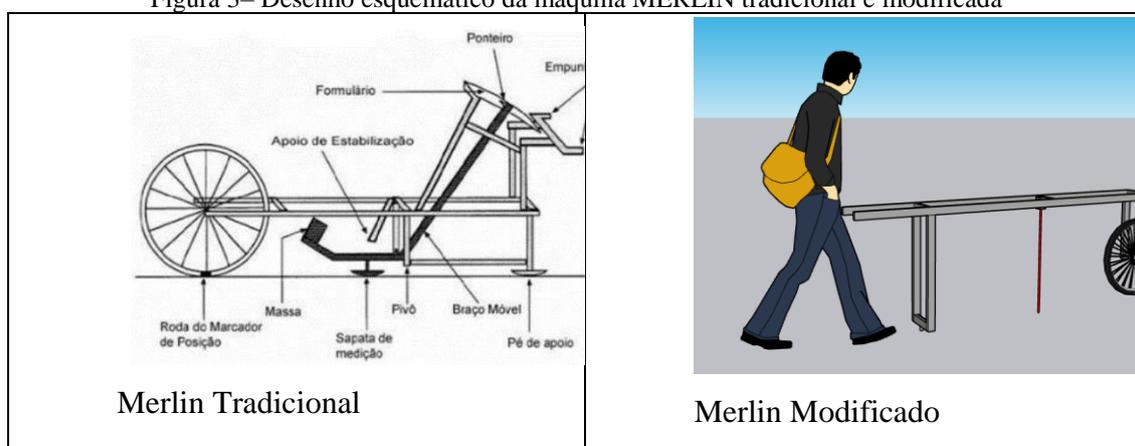
Procedeu-se com a filmagem da Av. Alexandre Costa e posteriormente foi inserida a gravação nos softwares Quik e Dashware, sendo ainda implementados os dados de telemetria e após isso foi realizada a análise baseada nas normas DNIT 005/2003-TER e DNIT 006/2003-PRO.

O Segundo método para a avaliação de pavimentos se deu pela utilização de um MERLIN, porém modificado, visando que o método de análise seja feito de maneira

rápida e eficaz. De acordo com Cundill (1996) esse equipamento foi elaborado para se tornar acessível, fácil de manusear e com uma calibração simples. Com isso, tal modificação foi pensada considerando essas vantagens, não prejudicando muito o seu aspecto construtivo e de manuseio.

Essa modificação foi feita através da substituição de todos os componentes de medição (sapata de medição, massa, pivô, apoio, braço móvel e ponteiro) por uma trena a laser GLM 50 C da fabricante Bosch. A figura 3 demonstra as diferenças entre os equipamentos MERLIN citadas.

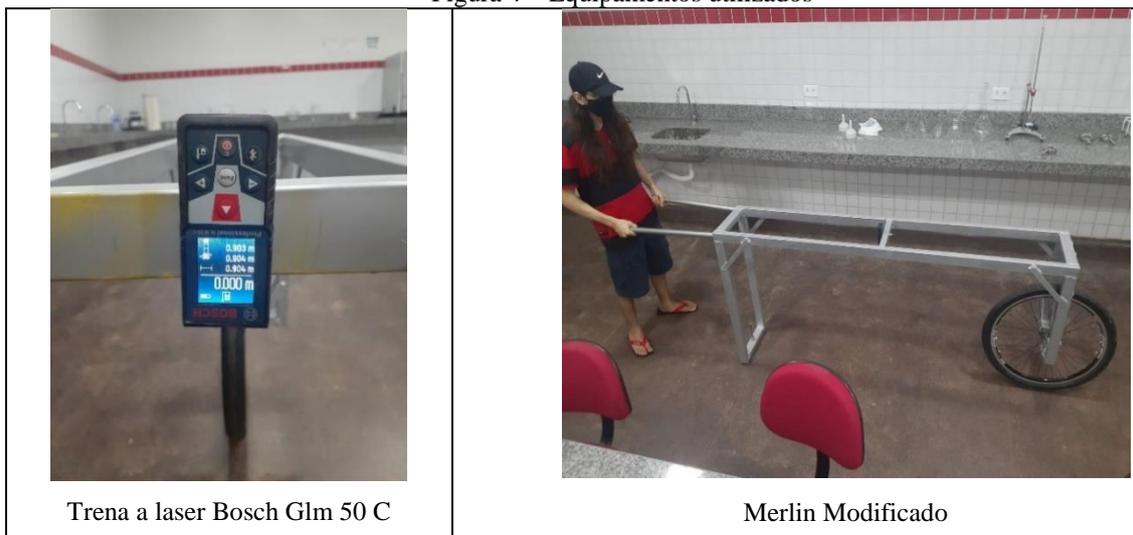
Figura 3– Desenho esquemático da máquina MERLIN tradicional e modificada



Fonte: Adaptado Cundill (1996)

Para a obtenção e armazenamento dos dados foram utilizados, também, um tablet de 10 polegadas e com comunicação Bluetooth da Samsung modelo T515 e o aplicativo da trena, chamado de measuring master. Através desses equipamentos esse processo foi feito facilmente através apenas de um integrante. Enquanto o outro integrante analisava os subtrechos utilizando o MERLIN, o integrante utilizando essas ferramentas apenas aferia as medições de cada nível nos subtrechos que o MERLIN se deslocava. Os equipamentos e procedimentos para análise se encontram na Figura 4.

Figura 4 – Equipamentos utilizados



Fonte: O autor

Para a análise dos trechos de rodagem foram adotadas apenas 2 trilhas de roda, uma externa e a outra interna, pois a via tinha sentido único. Depois disso, em cada trilha de roda, foi feita a execução do equipamento, sendo analisado trechos da avenida a cada rotação completa do pneu do equipamento, ou seja, a cada trecho eram feitas aferições métricas do nível de afundamento ou alteamento da rua em estudo. Por fim, foram feitas 70 medições em cada trilha de roda, totalizando 200 metros estudados da Rua Bonaire, conforme visto na Figura 5.

Figura 5 – MERLIN sendo utilizado em campo



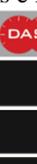
Fonte: O autor

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diversos resultados foram obtidos com a execução deste trabalho. Para a primeira metodologia empregada pode-se destacar à facilidade de utilização do software Quik e a boa qualidade de exposição dos marcadores nas filmagens, enquanto que o software Dashware demonstrou-se de uso mais dificultoso por ser em inglês e não ter uma interface não intuitiva, mas propiciou uma configuração de marcadores muito melhor e permitiu pôr o marcador de distância com a escala de variação de 1 metro, muito diferente ao Quik que só permitia a variação a cada 100 metros percorridos.

Buscando apresentar de modo claro e objetivo foi elaborado um quadro comparativo (Quadro 1) com as principais vantagens e desvantagens dos softwares identificadas nesta pesquisa e que permitem uma avaliação mais minuciosa, sendo, portanto, indicado com o símbolo “Atendido” de cor verde às vantagens e o símbolo “Não atendido” de cor vermelha às desvantagens.

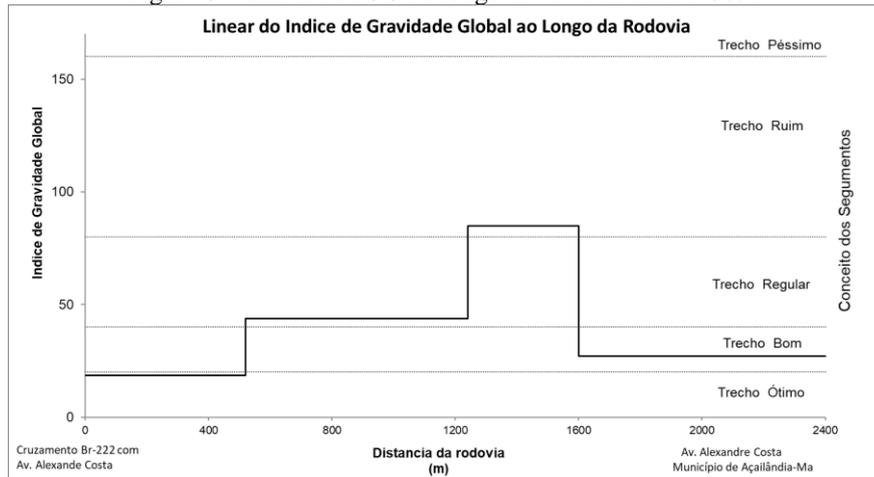
Quadro 1 – Vantagens e Desvantagens dos softwares utilizados

		
GRATUITO	✓	✓
FORMATO .MP4	✓	✓
ACEITA DADOS DE TELEMETRIA DA GOPRO	✓	✓
ACEITA DADOS DE TELEMETRIA DE OUTRAS CÂMERAS	✓	✗
LIBERDADE DE PERSONALIZAÇÃO	✓	✗
VARIEDADE DE INDICADORES	✓	✗
BOM FUNCIONAMENTO	✓	✗
DISPONÍVEL EM PORTUGUÊS	✗	✓
INTERFACE INTUITIVA	✗	✓
O VÍDEO NÃO AUMENTA DE TAMANHO APÓS A RENDERIZAÇÃO	✗	✓
PRECISÃO DA DISTÂNCIA	1 M	100 M
TAMANHO DO SOFTWARE	68,2 MB	513 MB

Fonte: Os autores

Com os vídeos processados no software Dashware foi possível realizar o inventariamento dos defeitos da Av. Alexandre Costa e a sua avaliação de acordo com a norma DNIT 006/2003 como visto na Figura 6.

Figura 6 – Linear do IGG ao longo da Av. Alexandre Costa



Fonte: Os autores

Para a segunda metodologia empregada, pode-se elencar à facilidade de utilização e a rapidez da trena Bosch e do aplicativo Measuring Master, que através da conectividade Bluetooth é necessário apenas um clique no tablet conectado para registrar as medidas, uma vantagem sobre o MERLIN original, que necessita da utilização de papel e caneta, além da aferição ser mais prática ela é realizada em menos tempo.

Com as aferições realizadas em um trecho de 200m da rua Bonaire foi possível a confecção do gráfico da Figura 7, que expressa a variação da irregularidade ao longo da rua, tanto no lado direito, quanto no lado esquerdo. Com esse resultado é possível perceber que embora estando em trilhas de rodas diferentes o comportamento quanto aos níveis de irregularidades foram os mesmos, demonstrando assim que mecanicamente a rua está se deformando igualmente em ambas as trilhas e que a parte com maior nível de irregularidade desse trecho se situa entre 80 e 100 metros, sendo o trecho em que a rua atravessa outra rua formando um cruzamento com elevadíssima irregularidade.

Figura 7 – Gráfico da variação da irregularidade ao longo da rua Bonaire



Fonte: Os autores

#### 4 CONCLUSÕES

Conclui-se com este trabalho que a realização da avaliação de pavimentos pode ser feita de maneira mais prática e eficiente desde que sejam utilizados os equipamentos e softwares capazes de realizar as aferições.

Para a primeira metodologia empregada pode-se concluir que através da avaliação por meio de filmagens e processamento de dados utilizando softwares livres foi possível ter um rendimento muito alto, frente à distância que teria que ser avaliada percorrendo a pé e medindo-se os trechos com trenas ou fitas métricas, além de não ficar expostos ao trânsito e à possíveis acidentes.

Para a segunda metodologia pode-se concluir que o conjunto de técnicas modernas empregadas ao MERLIN, oferecem benefícios significativos na exatidão dos estudos a respeito da irregularidade longitudinal de pavimentos rodoviários. A utilização de uma trena a laser no lugar de uma haste com acionamento mecânico, realmente mostrou uma agilidade e performance que dificilmente o MERLIN original obteria. Vale ressaltar ainda que os dados obtidos eram diretamente transferidos para o software, retirando o trabalho de redigir eles em um caderno de forma manuscrita.

Além do exposto, ressalta-se que o estudo do trecho escolhido da Rua Bonaire e da Avenida Alexandre Costa permitirá ao poder público municipal a manutenção nos locais mais irregulares e defeituosos do pavimento, fornecendo segurança e conforto aos usuários que utilizam a via.

## REFERÊNCIAS

CNT. **Pesquisa CNT de rodovias 2019**. Brasília: CNT, 2019. 236 p.

CNT. **Transporte rodoviário: por que os pavimentos das rodovias do Brasil não duram?** Brasília: CNT, 2017. 160p.

CUNDILL, M. A. **The MERLIN road roughness machine: user guide**. TRL Report 229. London. 1996. 18p.

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.