

## Analysis of Longitudinal Irregularity Parameters in Bonaire Street in Açailândia-MA with the Use of Modified MERLIN Equipment

### Análise dos Parâmetros de Irregularidade Longitudinal na Rua Bonaire em Açailândia-MA com o Uso do Equipamento MERLIN Modificado

Article Info:

Article history: Received 2022-01-22 / Accepted 2022-04-07 / Available online 2022-04-07

doi: 10.18540/jcecv18iss4pp14109-01e

**Lucas Carvalho Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3614-4818>

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, Açailândia, MA, Brasil

E-mail: [lucassilva.201763134@uemasul.edu.br](mailto:lucassilva.201763134@uemasul.edu.br)

**Átila Marconcine de Souza**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4328-5558>

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, Açailândia, MA, Brasil

E-mail: [atilasouza.20180040322@uemasul.edu.br](mailto:atilasouza.20180040322@uemasul.edu.br)

**João Victor da Silva Soares**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9299-2964>

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, Açailândia, MA, Brasil

E-mail: [joaosoares.20180040126@uemasul.edu.br](mailto:joaosoares.20180040126@uemasul.edu.br)

**Lucas Manoel da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6119-0114>

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, Açailândia, MA, Brasil

E-mail: [lucas.silva@uemasul.edu.br](mailto:lucas.silva@uemasul.edu.br)

**Flavio Alessandro Crispim**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4604-9876>

Universidade Estadual do Mato Grosso, Sinop, MT, Brasil

E-mail: [flavio.crispim@unemat.br](mailto:flavio.crispim@unemat.br)

**Ludimilla da Silveira Ferreira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4030-5135>

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, Açailândia, MA, Brasil

E-mail: [ludimilla.ferreira@uemasul.edu.br](mailto:ludimilla.ferreira@uemasul.edu.br)

#### Resumo

No Brasil o modal rodoviário é o que possui a maior participação na matriz de transporte. O enfoque dessa pesquisa foi a Rua Bonaire, no município de Açailândia-MA, por ter conexão com a rodoviária e a zona central do município em questão. O objetivo do presente trabalho foi classificar o estado de qualidade de um trecho dessa rua, por meio da verificação dos parâmetros de irregularidade longitudinal através de uma metodologia prática, moderna e eficiente, empregando um equipamento MERLIN modificado com uma trena a laser. Os dados de medição foram analisados conforme a metodologia de Cundill, ou seja, através de um histograma de frequência, onde os dados foram marcados de acordo com a depreciação do trecho ou elevação do trecho. Para isso foram realizadas aferições em um trecho de 200 metros com o MERLIN modificado, calculando os parâmetros de: Índice de Irregularidade Internacional (IRI) e o Quociente de Irregularidade (QI) destes trechos analisados. Determinou-se com este trabalho que o conceito da condição de serventia da Rua Bonaire é péssimo e que as modificações feitas no MERLIN tradicional, tornaram o processo de coleta de dados mais prático e eficiente, facilitando assim o cálculo do IRI e QI. Por fim, através deste estudo, diversas oportunidades serão criadas acerca de futuras pesquisas sobre as condições

de rodagens de outras vias, principalmente devido ao salto técnico que foi obtido do equipamento MERLIN tradicional para o MERLIN confeccionado neste trabalho.

**Palavras-chave:** MERLIN. IRI. QI. Serventia.

### **Abstract**

In Brazil, the road modal is the one that has the largest share in the transport matrix. The focus of this research was on Bonaire street, in the municipality of Açailândia-MA, as it has a connection with the bus station and the central zone of the municipality in question. The quality status of the work presented was to classify the quality status of a section of this street, through the selection of parameters of longitudinal irregularity through a practical, modern and efficient methodology, using a MERLIN equipment modified with a tremendous laser. Defined duration data were analyzed according to a defined duration methodology, or through a frequency graph, where data were defined according to stretch depreciation or stretch length. For this, measurements were carried out in a 200-meter stretch with the LIN modifier, calculating the parameters of: International Roughness Index (IRI) and Irregularity Quotient (QI) of these analyzed stretches. It is determined with this work that the concept of Bonaire street condition is terrible and that as the most practical and efficient data collection process, it has become the most practical and efficient traditional data collection process, and thus the process of traditional IRI QI data collection. Finally, through these various initiatives are created for future research on conditions mainly due to the work on the technical leap that approaches the MERLIN process studied, thought in this traditional work.

**Keywords:** MERLIN. IRI. QI. Usefulness.

## **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).

Com isso, o estado de conservação de rodovias é algo que deve ser analisado de forma crítica e adequada. Dessa forma, os autores deste estudo buscaram analisar as condições de rodagem da Rua Bonaire no Município de Açailândia-MA, utilizando alguns parâmetros de análise de pavimentos, sendo eles o Índice de Irregularidade Internacional (IRI) e o Quociente de Irregularidades (QI).

A obtenção dos indicadores IRI e QI dar-se-á utilizando um aparelho que faça a medição das irregularidades no sistema de transporte em estudo, sendo esse medidor o Machine for Evaluating Roughness using Low-cost Instrumentation - MERLIN. Destaca-se que esse equipamento foi modificado em relação ao tradicional utilizando um medidor a laser Bosch GLM 50 C, que tem como finalidade deixar a sua execução mais prática e eficiente.

Este trabalho tem como objetivo classificar o estado de qualidade de um trecho da Rua Bonaire, por meio da verificação dos parâmetros de irregularidade longitudinal, empregando um equipamento MERLIN modificado.

## **2. Materiais e métodos**

A máquina utilizada para coleta de dados foi modificada de modo que o método de análise seja feito de maneira rápida e eficaz. De acordo com Cundill (1996) tal 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. Na figura 1 é observado as diferenças entre as máquinas MERLIN citadas.

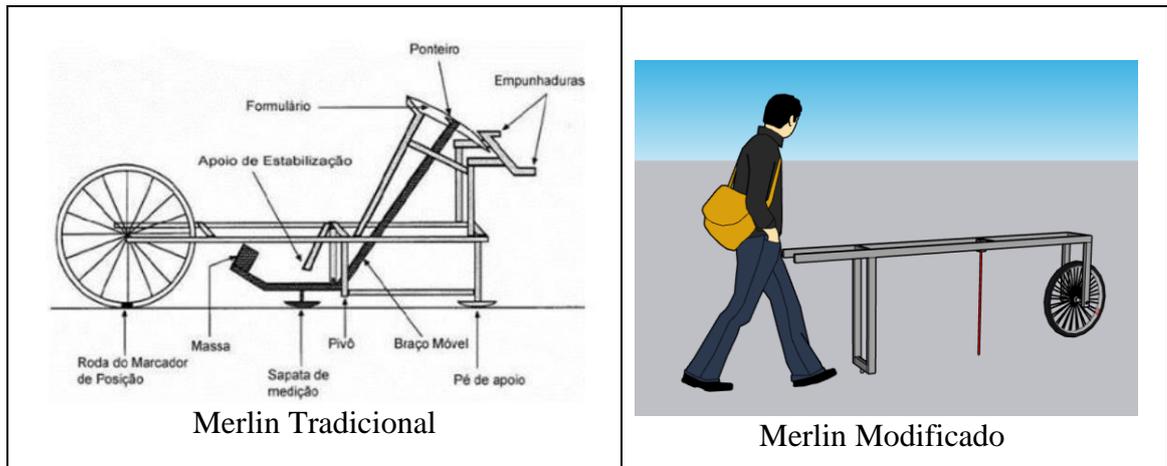


Figura 1 – Desenho da Máquina MERLIN tradicional e modificada.  
 Fonte: Adaptado de CUNDILL (1996)

Para a determinação do IRI a distância entre cada medição foi realizada de modo equivalente a uma revolução completa da roda utilizada na máquina, sendo de aproximadamente de 2 metros. A execução deste trabalho ocorre da seguinte maneira: Escolheu-se o ponto de partida na via em estudo; realizou-se as medições sequencialmente a cada 2 metros; tais medições eram realizadas apoiando-se a máquina totalmente no pavimento e medindo-se os valores das ondulações de afundamentos ou elevações da superfície do pavimento; posteriormente às aferidas da trena a laser eram armazenadas pelo tablet Samsung T515 que operava a trena através do aplicativo (Bosch Measuring Master).

Os dados de medição foram analisados conforme a metodologia de Cundill, ou seja, através de um histograma de frequência, onde os dados foram marcados de acordo com a depreciação do trecho ou elevação do trecho. Em seguida, realizou-se o tratamento estatístico dos dados obtidos através do descarte de 10 % dos valores extremos marcados, e posteriormente determinada a largura característica do histograma “D”. (CUNDILL, 1996).

Para realização desta pesquisa foi empregado uma transformação dos dados aferidos em milímetros pelo Merlin modificado, para a leitura em cm do MERLIN tradicional conforme a figura 2.

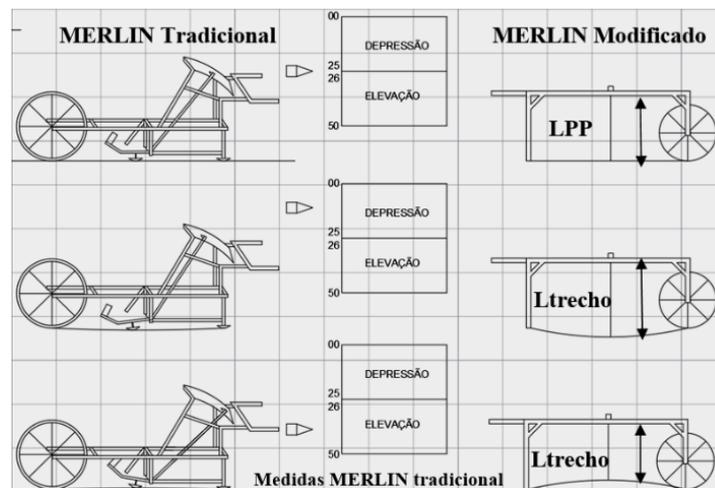


Figura 2 – Condições para determinação de medidas.  
 Fonte: Os autores (2022)

A fórmula elaborada para se utilizar os dados coletados de forma correta, e assim obter o valor  $D$ , é apresentada logo abaixo na equação 1:

$$M = 25 - (L_{trecho} - L_{pp}) \quad (1)$$

Tal fórmula foi obtida através do comportamento das medições feitas por meio do MERLIN utilizado na pesquisa. Um exemplo para elucidar melhor, é estipular uma leitura de partida ( $L_{pp}$ ) de 800mm (milímetros) e uma segunda leitura ( $L_{trecho}$ ) de 780mm, é notório que houve uma diminuição na segunda medição, logo percebe-se que houve uma elevação no segundo ponto. Por meio disso, e a partir do comportamento do MERLIN tradicional, deve-se tratar os dados de modo que esse valor obtido fique marcado no intervalo apropriado de acordo com o histograma elaborado por Cundill.

A linha que delimita os intervalos de depressão e elevação fica entre os números 25 e 26, sabendo disso, foi escolhido um desses valores para juntamente com a variação mensurada de um trecho, determinar o valor  $M$  que indique corretamente a situação do trecho em análise.

Depois da determinação do valor da largura característica ( $D$ ) através da soma vertical de cada quadrado, tendo cada, uma altura de 10 mm, é possível calcular o IRI e o QI do trecho analisado. Com isso, calcula-se o valor do Índice de Irregularidade Internacional (IRI) e o Quociente de Irregularidade (QI), as formulas utilizadas estão demonstradas logo abaixo, sendo respectivamente a equação 2 e a equação 3, e a classificação com base nesses parâmetros é observada na tabela 1.

$$IRI = 0,593 + 0,0471D, \quad IRI \text{ (m/km)} \quad (2)$$

$$QI = 13 IRI, \quad QI \text{ (contagem/km)} \quad (3)$$

Tabela 1 – Classificação do pavimento com base no IRI e QI.

Conceito	QI / (contagens/Km)	IRI / (m/Km)
Excelente	13 - 25	1 – 1,9
Bom	25 - 35	1,9 – 2,7
Regular	35 - 45	2,7 – 3,5
Ruim	45 - 60	3,5 – 4,6
Péssimo	> 60	> 4,6

Fonte: Adaptado do DNIT (2006)

### 3. Resultados e discussão

Conforme o superintendente de trânsito de Açailândia, às principais vias de rodagem do município são a Av. Alexandre Costa, Av. Santa Luzia, Av. Tácito de Caldas, Av. Dorgival Pinheiro, Av. Bernardo Sayão, Rua Bonaire e Rua Marly Sarney. Dessas foi escolhida a Rua Bonaire (Figura 3) devido à localização estratégica que possibilita a conexão com a rodoviária e a zona central do município.



Figura 3 – Trecho escolhido para operação do MERLIN.  
Fonte: Adaptado do Google Maps (2021)

A rua observada possui um tipo de pavimentação intertravada rígida, possuindo uma extensão de aproximadamente 700 metros possuindo apenas uma via de circulação.

As medições longitudinais feitas na Rua Bonaire totalizaram uma distância percorrida de 200 metros em cada trilha de roda, sendo que número mínimo de medidas que devem ser realizadas são 200, contudo, realizou-se apenas 68 medições em cada trilha de roda, uma vez que havia trechos com outros tipos de pavimentação, podendo comprometer os resultados. A utilização do MERLIN e o aplicativo utilizado para armazenar as medidas podem ser observados na figura 4.

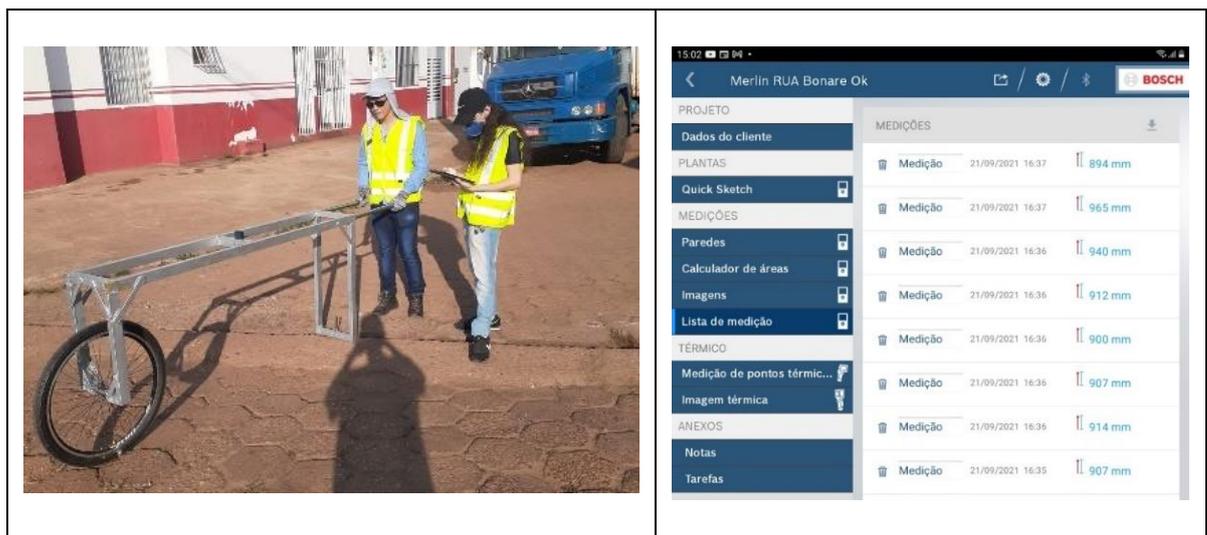


Figura 4 – MERLIN sendo utilizado na Rua Bonaire e aplicativo Measuring Master.  
Fonte: Os autores (2022)

Pode-se observar na figura 5 o resultado das medidas de irregularidade que foram coletadas pelo equipamento MERLIN modificado, sendo essas distribuídas em um histograma de frequência de acordo com a metodologia de Cundill.

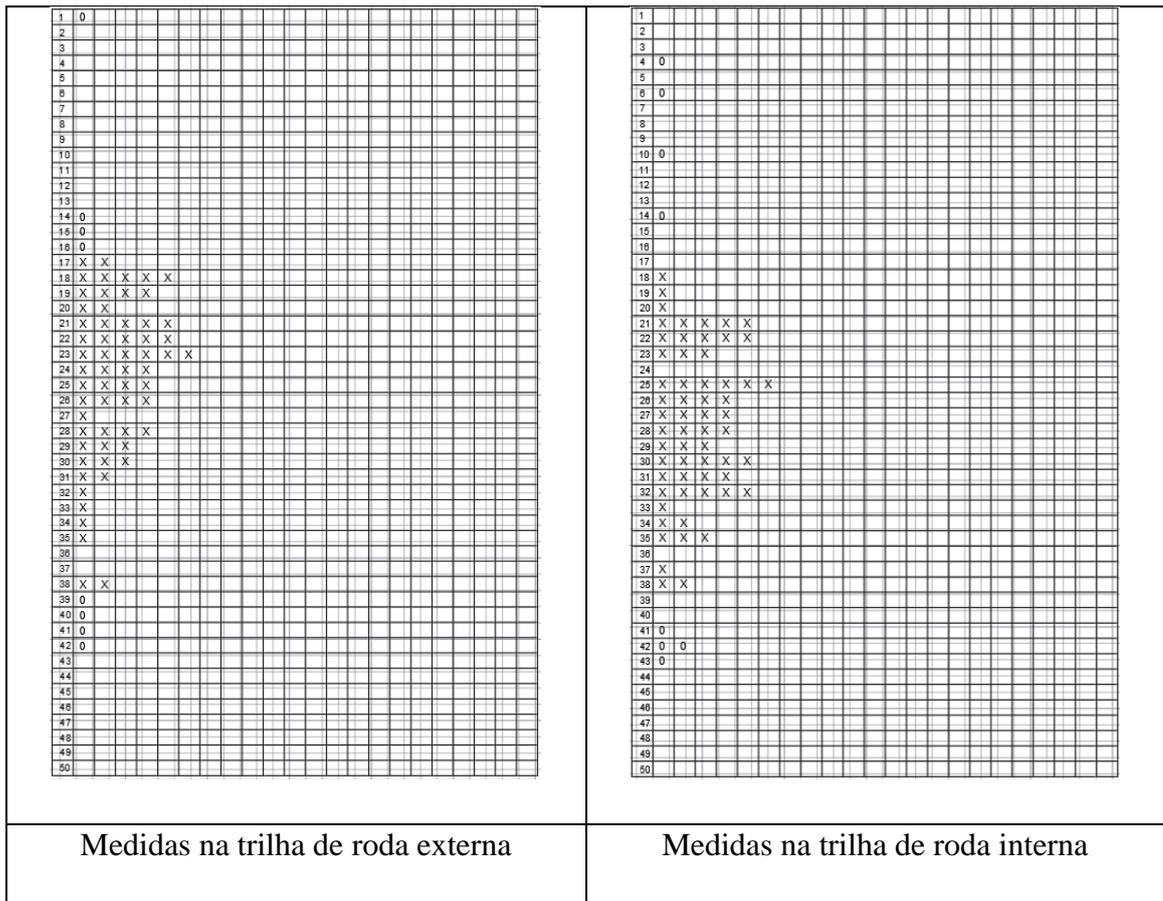


Figura 5 – Análise nas trilhas de roda.  
Fonte: Os autores (2022)

Com a largura do histograma (somatória da largura de cada quadrado delimitado pelo tratamento estatístico) determinou-se os valores “D” de cada histograma e conforme o quadro 2, verificou-se os parâmetros de irregularidade da rua e o seu conceito.

Dados	Trilha de roda	
	Externa	Interna
D	110 mm	130 mm
IRI	5,774 m/km	6,716 m/km
QI	75,062 cont./Km	87,308 cont./Km
Conceito	Péssimo	Péssimo

Quadro 2 – Planilha de cálculo dos parâmetros de irregularidade.  
Fonte: Os autores (2022)

#### 4. Conclusões

Portanto, devido a metodologia empregada e as modificações realizadas no MERLIN tradicional, o processo de coleta e cálculo dos dados obtidos se tornou mais ágil, a utilização de uma trena a laser no lugar de uma haste com acionamento mecânico, mostrou uma performance que dificilmente o MERLIN original obteria.

Ademais destaca-se também a ausência de anotações manuais, visto que os dados coletados com o MERLIN foram processados em tempo real através da conectividade por Bluetooth da trena a laser Bosch GLM 50 C com o aplicativo Measuring Master, este fato contribuiu demasiadamente para a rapidez do processo e do cálculo do IRI e QI.

Por fim, através deste estudo, diversas oportunidades serão criadas acerca de futuras pesquisas sobre as condições de rodagens de outras vias, principalmente devido ao salto técnico que foi obtido do equipamento MERLIN tradicional para o MERLIN confeccionado neste trabalho. Alguns exemplos de estudos seriam, elaborar uma pesquisa comparativa entre os dados obtidos por cada um dos equipamentos MERLIN, e também, uma pesquisa sobre a sua utilização em outros tipos de vias, como ciclovias e calçadas.

## 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.
- DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de restauração de pavimentos asfálticos** – 2ª ed. – Rio de Janeiro: IPR, 2006. 310p. Disponível em: <[https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/720\\_manual\\_restauracao\\_pavimentos\\_afalticos.pdf](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/720_manual_restauracao_pavimentos_afalticos.pdf)>. Acesso em 31 de outubro de 2021.