

Impacto técnico e de custos das diferenças de classificação funcional de pavimentos rodoviários

Technical and cost impact of differences in functional classification of road pavements

Impacto técnico y de costes de las diferencias de clasificación funcional de pavimentos de carreteras

Resumo

A avaliação da superfície de pavimentos rodoviários, realizada por meio da análise visual dos defeitos, é um instrumento fundamental na elaboração de projetos de manutenção e reabilitação. No entanto, em alguns casos, a classificação pode apresentar diferenças significativas dependendo do segmento e do método utilizado. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho consistiu em avaliar as diferenças de classificação da condição de superfície de um pavimento flexível rodoviário, por meio do Levantamento Visual Contínuo (LVC) e do Índice de Gravidade Global (IGG). Para o estudo, foi escolhido um trecho de 2 km de uma rodovia federal no estado do Ceará, para os quais foram aplicados os métodos supramencionados. Os resultados evidenciaram que apenas um dos segmentos apresentou classificação ótimo no LVC. Além disso constatou-se que cerca de 50% dos segmentos estão em estado ruim e péssimo, havendo disparidade na classificação entre os métodos nos trechos iniciais. Observou-se que o LVC tende a apresentar melhores resultados que o IGG em decorrência, dentre outros aspectos, da subjetividade do fator humano.

Palavras-chave: avaliação; pavimentos; defeitos; reabilitação; rodovias.

Abstract

The evaluation of road pavement surfaces, performed by means of visual analysis of defects, is a fundamental tool in the preparation of maintenance and rehabilitation projects. However, in some cases, the classification may present significant differences depending on the segment and the method used. In this sense, the objective of this paper was to evaluate the differences in the classification of the surface condition of a flexible road pavement by means of the Continuous Visual Survey (LVC) and the Global Severity Index (IGG). For the study, a 2 km stretch of a federal highway in the state of Ceará was chosen for which the aforementioned methods were applied. The results showed that only one of the segments presented optimal classification in the LVC. In addition, it was found that about 50% of the segments are in bad and very bad condition, with disparity in the classification between the methods in the initial sections. It was observed that the LVC tends to present better results than the IGG due, among other things, to the subjectivity of the human factor.

Keywords: evaluation; pavement; distress; rehabilitation; highways.

Resumen

La evaluación de la superficie de pavimento de carreteras, realizada por medio del análisis visual de los defectos, es un instrumento fundamental en la elaboración de proyectos de mantenimiento y rehabilitación. Sin embargo, en algunos casos, la clasificación puede presentar diferencias significativas dependiendo del segmento y del método utilizado. En este sentido, el objetivo de este trabajo consistió en evaluar las diferencias de clasificación de la condición de superficie de un pavimento flexible de carretera, por medio del Levantamiento Visual Continuo (LVC) y del Índice de Gravedad Global (IGG). Para el

José Levi Chaves de Sousa  

Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil
levi.chaves@det.ufc.br

Camila Lima Maia  

Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil
camilalima@det.ufc.br

Sarah Denise Vasconcelos Bastos  

Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil
s08@det.ufc.br

Francisco Heber Lacerda de Oliveira  

Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil
heber@det.ufc.br



estudio, fue elegido un tramo de 2km de una carretera federal en el estado del Ceará dónde fueron aplicados los métodos antes mencionados. Los resultados indicaron que solo uno de los segmentos presentó clasificación Óptimo en el LVC. Además de eso, fue constatado que cerca de 50% de los segmentos están en Mal estado o Pésimo, teniendo diferencia en la clasificación entre los métodos en los tramos iniciales. Se observó que el LVC tiende a presentar mejores resultados que el IGG en consecuencia, entre otros aspectos, de la subjetividad del factor humano.

Palabras clave: *evaluación; pavimentos; defectos; rehabilitación; carreteras.*

1 Introdução

O estado geral da malha rodoviária brasileira piorou em 2022 em relação ao ano anterior. Dentre os 110.333 quilômetros avaliados pela Confederação Nacional do Transporte, 66% foram classificados como regular, ruim ou péssimo; e, em 2021, esse percentual era de 61,8% (CNT, 2022). A presença de defeitos nos pavimentos exige, com o tempo, investimentos para recuperação da sua estrutura. Sendo assim, a aplicação de métodos de avaliação de defeitos tem como objetivo determinar as condições funcionais e estruturais dos pavimentos e auxiliar gestores no processo de tomada de decisão quanto aos serviços de manutenção e reabilitação (M&R).

Segundo a Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2022), as condições dos pavimentos rodoviários do Nordeste brasileiro geram um aumento de custo operacional do transporte de 33,8%. Além disso, para recuperar essas rodovias, com ações emergenciais de restauração e reconstrução, são necessários R\$ 20,18 bilhões. Esse montante demonstra que a quantidade de defeitos nos pavimentos pode interferir diretamente nos custos de sua manutenção e reabilitação, mostrando, assim, a importância da análise da condição de pavimentos rodoviários.

Os métodos de avaliação da condição de superfície dos pavimentos podem ser realizados de forma subjetiva ou objetiva. Os métodos subjetivos consideram a opinião do profissional responsável pelo levantamento e os métodos objetivos realizam uma análise quantitativa dos defeitos encontrados. O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) possui procedimentos específicos para realização desses levantamentos, tais como o Levantamento Visual Contínuo (LVC), um método subjetivo, e o Índice de Gravidade Global (IGG), um método objetivo. Diante desses aspectos, percebe-se que pode haver divergências nas classificações de uma mesma rodovia entre os métodos do LVC e do IGG, resultando em disparidades quanto às alternativas de M&R e os custos associados.

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo verificar o impacto técnico e dos custos de M&R da condição de superfície de um pavimento flexível rodoviário, por meio dos métodos do Levantamento Visual Contínuo (LVC) e do Índice de Gravidade Global (IGG).

2 Fundamentação teórica

É notório que os pavimentos sofrem degradação ao longo do tempo devido a fatores como o tráfego e o clima. Com isso, surge a necessidade de realizar serviços de manutenção e reabilitação (M&R) e, em alguns casos, a reconstrução dos trechos analisados.

De acordo com Lira e Oliveira (2019), o momento oportuno de realizar M&R em pavimentos rodoviários deve ser bem definido, pois o custo de recuperação aumenta rapidamente conforme ocorre uma degradação do pavimento. Além disso, o mau estado de conservação das rodovias colabora com a ocorrência de acidentes, que têm altos custos para as gestões públicas. Segundo a CNT (2022), o custo em acidentes supera o investimento em rodovias com uma diferença de R\$ 4,69 bilhões. Dessa forma, a execução de intervenções em pavimentos deteriorados pode ser definida com o auxílio de avaliações para o levantamento de defeitos nos pavimentos.

O DNIT (2003a e 2003b) estabelece os critérios e os equipamentos utilizados para a realização dos levantamentos de defeitos em pavimentos rodoviários, por meio de métodos subjetivos e objetivos, respectivamente. Na avaliação subjetiva, realiza-se o Levantamento Visual Contínuo (LVC), por meio de duas pessoas a bordo de um veículo a uma velocidade constante de trabalho de 40 Km/h. Com o LVC determina-se o Índice de Gravidade Global Expedida (IGGE), o Índice de Condição do Pavimento Flexível (ICPF) e, por

fim, o Índice do Estado de Superfície (IES) (Cavalcante et al., 2017). Na avaliação objetiva, o levantamento é realizado a pé, verificando os defeitos e preenchendo o inventário de ocorrências conforme detalhado em DNIT (2003a), e a partir dos dados registrados e os fatores de ponderação de cada tipo de defeito é possível calcular o Índice Gravidade Global (IGG). Assim, a classificação funcional do pavimento para cada um desses índices varia de péssimo a ótimo, conforme a divisão da Tab. (1).

Tabela 1 – Classificação do estado do pavimento pelos métodos IGG e LVC.

LVC			IGG	CLASSIFICAÇÃO
DESCRIÇÃO	IES	CÓDIGO	LIMITES	
IGGE \leq 20 e ICPF $>$ 3,5	0	A	0 $<$ IGG \leq 20	Ótimo
IGGE \leq 20 e ICPF \leq 3,5	1	B	20 $<$ IGG \leq 40	Bom
20 \leq IGGE \leq 40 e ICPF $>$ 3,5	2			
20 \leq IGGE \leq 40 e ICPF \leq 3,5	3	C	40 $<$ IGG \leq 80	Regular
40 \leq IGGE \leq 60 e ICPF $>$ 2,5	4			
40 \leq IGGE \leq 60 e ICPF \leq 2,5	5	D	80 $<$ IGG \leq 160	Ruim
60 \leq IGGE \leq 90 e ICPF $>$ 2,5	7			
60 \leq IGGE \leq 90 e ICPF \leq 2,5	8	E	IGG $>$ 160	Péssimo
IGGE $>$ 90	10			

Fonte: Adaptado DNIT (2003a) e DNIT (2003b)

Santos e Silva Júnior (2018) realizaram uma avaliação das condições da superfície do pavimento flexível da Rodovia TO-255, em um trecho de 39,1 Km, utilizando o Levantamento Visual Contínuo (LVC). Os autores classificaram o estado de conservação do pavimento e evidenciaram a importância de planejamentos das medidas de M&R, de modo a evitar o agravamento das condições da rodovia.

Por sua vez, Lira e Oliveira (2019) analisaram a influência das divergências entre as classificações objetiva (IGG) e subjetiva (ICPF) para a definição das estratégias de M&R em rodovias federais brasileiras. Os autores observaram que existe uma tendência de o ICPF classificar o pavimento com conceitos melhores do que aqueles verificados pelo IGG devido à interferência da percepção dos avaliadores na indicação das notas.

Silva et al. (2018) apresentaram um procedimento de levantamento da condição funcional dos pavimentos por meio do Levantamento Visual Contínuo Informatizado (LVCI), pelo Método da Varredura de Defeitos. Os autores observaram que o LVCI aumenta a precisão dos inventários de defeitos dos pavimentos, uma vez que considera toda área da faixa de tráfego ao longo da extensão do trecho avaliado.

Para realizar um comparativo entre métodos de levantamento de defeitos em pavimentos flexíveis, em um trecho da rodovia BR-060 no estado do Mato Grosso do Sul, Cavalcante et al. (2017) analisaram as diferenças entre os métodos brasileiros e americanos. Os autores observaram que as especificações brasileiras resultaram em divergência nos resultados finais, enquanto as normas americanas resultaram em convergência.

Silva, Oliveira e Araújo (2018) realizaram uma análise comparativa entre o Índice de Gravidade Global (IGG) e o Índice do Estado da Superfície (IES), em um trecho da Rodovia BR-116 no estado do Ceará. Ao comparar os resultados obtidos para os dois índices, os autores verificaram divergência de conceitos nos trechos analisados. Por meio do IES foi atribuída ao pavimento uma pior condição de degradação. Esse fato pode estar relacionado à maior subjetividade do método LVC.

Soncim e Fernandes Júnior (2015) desenvolveram um modelo de previsão do Índice de Condição dos Pavimentos Flexíveis com base em informações de um banco de dados de rodovias, fornecido pelo Departamento de Infraestrutura de Transportes da Bahia. O modelo correlacionou o desempenho do ICPF às variáveis idade, tráfego e pluviometria. O modelo apresentou um coeficiente de correlação igual a 0,64, mostrando indícios da validade da sua aplicação, para as características da malha rodoviária do estado da Bahia.

A Tabela 2 apresenta alguns estudos nacionais realizados com a aplicação dos métodos do LVC e do IGG para determinação da condição de pavimentos rodoviários. Os estudos foram realizados nas mais diversas regiões do Brasil, com destaque para os estados do Ceará, Pernambuco, Alagoas, Tocantins e Rio Grande do Sul.

Tabela 2 – Classificação do estado do pavimento pelos métodos LVC e IGG.

Referência	Objetivos	Principais Resultados
Santos (2014)	Determinar o IGG para um trecho da Rodovia PE-095, localizado na cidade de Caruaru – PE, através dos dois métodos: DNIT 006/03 – Avaliação objetiva da superfície de pavimentos; e avaliação objetiva da superfície do pavimento de todo o trecho pelo método alternativo proposto no estudo.	Com o IGG de 174, pode-se classificar a condição atual da rodovia, de acordo com DNIT 006/2003, como sendo péssima, pelos dois métodos utilizados.
Moura (2017)	Avaliar o nível de manifestações patológicas que se apresentam na Rodovia TO-164, no trecho que liga o município de Xambioá ao município de Araguaianã, no Tocantins, com extensão de 25 km, pelo método LVC.	Os resultados apontam que 24% do trecho estudado está em estado bom, 36% está em estado regular, 26% está em estado ruim e 14% em estado péssimo. As opções de reparo vão desde uma simples manutenção preventiva, até uma reconstrução total para os piores trechos.
Espíndola et al. (2018)	Analisar as avaliações funcionais do trecho da BR-104/AL, do entroncamento da rodovia AL-404 (acesso CEASA) até a Praça Centenário, com extensão de 32,47km.	Quando se compara os resultados de IGG e IES, verifica-se similaridade, porém com conceitos de IES indicando maior gravidade na deterioração na superfície do pavimento. A via se encontra em estado de deterioração moderado a elevado, com necessidade de restauração/manutenção em cerca de 70% dos segmentos.
Marcolan et al. (2020)	Avaliar de forma funcional o pavimento correspondente a trechos da ERS-585 como forma de verificar o seu estado e a necessidade de medidas corretivas.	Os trechos foram classificados em estado de conservação ruim e péssimo pelos conceitos atribuídos pelo IGG, refletindo a necessidade de medidas de restauração do pavimento. Tendo como os principais defeitos: trincamento interligado “couro de jacaré”, desgaste, panelas e remendos.
Santos et al. (2021)	Identificar e analisar as principais patologias existentes na Av. Maria Merandoilina, e os impactos causados nessa via, utilizando o LVC, para avaliar a qualidade física da avenida, visando mostrar sua classificação e os reparos necessários para restaurar a qualidade da avenida.	A avenida possui um IGGE de 40,3, um ICPF de 1,5 e um IES de 5. Os valores, encontrados pelo LVC, classificaram a via como ruim.
Silva et al. (2022)	Comparar a aplicação do IGG na avaliação funcional de cinco vias municipais localizadas no município de Caucaia, estado do Ceará, antes e após processo de restauração, possibilitando estimar a condição de serventia dos pavimentos em duas situações distintas, como também o valor investido em cada via.	Todas as ruas inspecionadas pelo método do IGG foram classificadas como ruim, possuindo problemas superficiais no pavimento. Após as atividades de requalificações executadas, constatou-se uma melhora da condição de serventia atual, traduzindo em aumento do conforto ao rolamento e segurança.

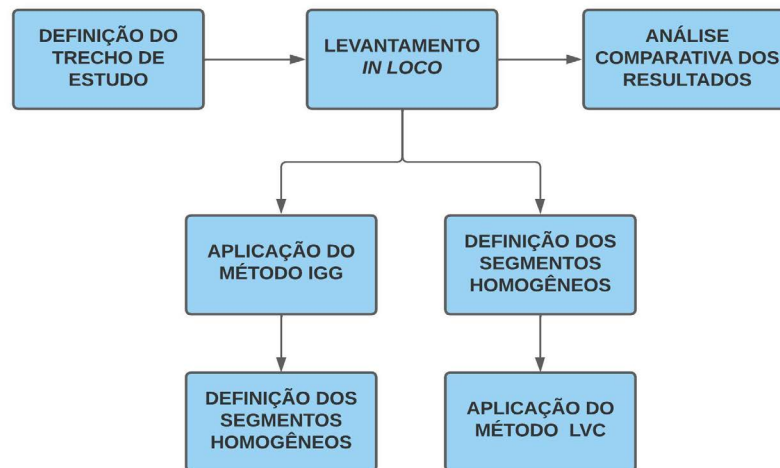
Fonte: Autoria própria

Os estudos descritos na Tab. (2) apresentam resultados da aplicação do LVC e do IGG de forma isolada e, também, casos em que são aplicados de forma conjunta, com o intuito de comparação. Desse modo, verifica-se a importância dos métodos de avaliação de defeitos em pavimentos flexíveis para definição de estratégias de M&R e respectivos custos, bem como a necessidade de estudar e comparar os diferentes métodos para realizar esses levantamentos.

3 Método de pesquisa

Esta pesquisa dividiu-se em três etapas distintas, mostradas de modo resumido no fluxograma da Fig. 1. Realizou-se a avaliação do trecho em estudo utilizando-se os instrumentos normativos e os parâmetros exigidos por DNIT (2003a e 2003b).

Figura 1 – Etapas da pesquisa.



Fonte: Autoria própria.

O trecho estudado está localizado na Rodovia BR-222, entre Forquilha e Fortaleza, Km 208 e Km 209, perfazendo um total de 2 Km. A rodovia analisada possui uma pista simples, com duas faixas de tráfego, e seu revestimento é asfáltico. A escolha da rodovia justifica-se pelo tráfego pesado, principalmente nos dias úteis, além de ser a principal rota de transporte que liga a cidade de Forquilha à capital do estado do Ceará, Fortaleza.

O método do LVC foi realizado com uma velocidade média de 30 a 40 km/h, em que foi possível fazer o registro dos defeitos encontrados na rodovia. Para isso, os dois técnicos utilizaram uma planilha para registro das ocorrências de defeitos na superfície do pavimento, sendo a pista dividida em quatro segmentos de 500 m cada, conforme DNIT (2003b). Os Segmentos 1 e 2 correspondem ao quilômetro 208 e os Segmentos 3 e 4 correspondem ao quilômetro 209. Com base no levantamento de campo, foi possível a determinação do valor do Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis e Semi-Rígidos (ICPF), bem como o cálculo do Índice de Gravidade Global Exedito (IGGE) e do Índice do Estado de Superfície (IES).

Na aplicação do IGG, foi estabelecida uma marcação a cada 20 metros alternados em relação ao eixo da pista de rolamento, devido o trecho em estudo tratar-se de uma pista simples. Foram utilizados seis segmentos, tendo como critério a homogeneidade dos defeitos e dos afundamentos de trilha de roda. No que se refere à medida dos afundamentos das trilhas de roda, utilizou-se uma treliça padronizada de alumínio, com haste móvel central que tem a capacidade de medição com precisão de até 0,5mm, conforme DNIT (2003a).

O DNIT (2003b) delimita que para cada classificação há uma alternativa de intervenção. Assim, e baseado nessa informação, foram utilizados para a obtenção dos custos necessários para M&R no trecho analisado a Tabela do Sistema de Custos Referencias de Obras (SICRO), Ceará, tendo como mês referência julho/2022 (DNIT, 2022) e os Relatórios do Custo Médio Gerencial referente a julho/2017 (DNIT, 2017), ambos disponibilizados pelo DNIT. Para este caso, considerou-se que o revestimento é de concreto asfáltico com espessura de 5 cm e a base granular com espessura de 15 cm. A partir dos custos encontrados, pode-se realizar uma comparação de valores entre os métodos estudados.

Após as análises *in situ* e com os formulários preenchidos, realizou-se a análise dos resultados obtidos para a determinação da condição funcional do pavimento segundo as duas metodologias aplicadas. O estado de conservação do pavimento, determinado pelos dois métodos, foi comparado entre si, objetivando analisar as diferenças técnicas entre o LVC e o IGG, com o intuito de constatar as divergências entre uma avaliação objetiva e uma subjetiva e os respectivos custos.

4 Análise e discussão dos resultados

Em relação ao LVC, observou-se que os trechos selecionados apresentaram diferentes tipos de defeitos como trincas isoladas, trincas couro de jacaré, afundamentos de trilha de roda, ondulações e exsudação, cuja pontuação resultou em um ICPF variando de 2 a 4 conforme a Tab. (3). Os trechos 3 e 4 apresentam o IGGE elevado, demonstrando, assim, sua condição crítica no que se refere aos defeitos do tipo: painelas e remendos. A Figura 2 demonstra os defeitos encontrados nos trechos analisados da Rodovia BR-222.

Figura 2 – Principais defeitos encontrados na Rodovia BR-222.



Fonte: Autoria própria

Com o ICPF e o IGGE foi possível determinar o IES e classificar o pavimento quanto ao seu estado de conservação. Os resultados estão resumidos na Tab. (3), com a divisão dos segmentos individuais de 500m.

Tabela 3 – Resumo dos resultados do LVC – Rodovia BR-222 (Km 208 e Km 209).

SEGMENTOS	RESULTADOS		IES	
	ICPF	IGGE	VALOR	CLASSIFICAÇÃO
Km 208 1 (500 m)	4	0	0	Ótimo
2 (500 m)	3	10,4	2	Bom
Km 209 3 (500 m)	2	83,2	8	Péssimo
4 (500 m)	2	89,4	8	Péssimo

Fonte: Autoria própria.

Os resultados observados na Tab. (3) evidenciaram que os Segmentos 1 e 2 apresentaram classificação ótimo e bom, respectivamente, enquanto os Segmentos 3 e 4 apresentaram um estado péssimo, dado o elevado número de defeitos no pavimento.

Em relação ao IGG, os resultados encontrados com as respectivas classificações estão apresentados na Tab. (4), em que constam os valores dos seis segmentos homogêneos entre os Km 208 e Km 209 da Rodovia estudada.

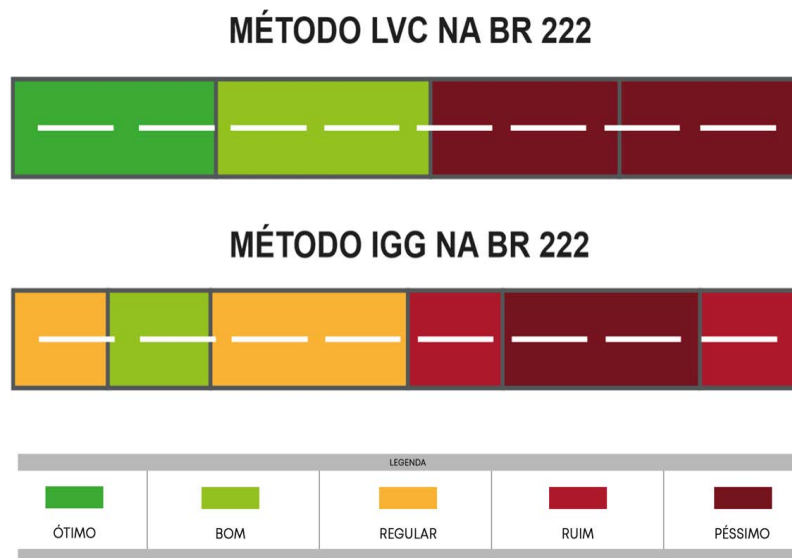
Tabela 4 – Resumo dos resultados do IGG – Rodovia BR-222 (Km 208 e Km 209).

SEGMENTOS	RESULTADOS	
	IGG	CLASSIFICAÇÃO
Km 208 1 (240 m)	55	Regular
2 (260 m)	25	Bom
3 (500 m)	65	Regular
Km 209 4 (240 m)	141	Ruim
5 (500 m)	162	Péssimo
6 (260 m)	126	Ruim

Fonte: Autoria própria.

Verificou-se que os resultados obtidos no IGG indicam que nenhum dos trechos apresentou classificação ótimo, somente o Segmento 2, apresentou classificação bom, possuindo exsudação e remendos em cinco estações. Os Segmentos 1 e 3 apresentaram classificação regular; o defeito mais constante no Segmento 1 foi a exsudação encontrada em todas as estações, não tendo sido localizadas trincas isoladas ou fissuras, já o Segmento 3 possui, principalmente, a presença de trincas dos tipos 1, 2 e 3. Os Segmentos 4 e 6 apresentaram classificação ruim; os dois segmentos possuíam a presença de defeitos como afundamentos, trincas e remendos. O único segmento classificado como péssimo é o 5, no qual foram encontrados defeitos como painelas, escorregamento, remendos, trincas, afundamentos e desgastes. As causas desses defeitos podem estar associadas a falhas executivas, recalques diferenciais ou a própria ação do tráfego pesado dos veículos.

Ademais, buscou-se realizar um comparativo entre a avaliação pelos dois métodos, com destaque à condição funcional da rodovia avaliada e aos defeitos encontrados no pavimento. Para isso, apresenta-se na Fig. 3, um esquema da classificação nos trechos de acordo com o método utilizado.

Figura 3 – Comparativo das classificações dos métodos LVC e IGG.

Fonte: Autoria própria.

Observa-se que as divergências entre os métodos se encontram na sua forma subjetiva ou objetiva, uma vez que, enquanto o IGG é uma avaliação considerada amostral, na qual são analisados os defeitos encontrados em todas as estações do trecho escolhido, o LVC é feito de forma contínua, ou seja, a verificação de defeitos é feita em toda a malha rodoviária do trecho, porém realizado de forma breve por conta da velocidade do veículo, dando margem ao erro por parte dos técnicos avaliadores. A partir disso, pode-se compreender que por conta dessas diferenças há classificações diferentes para os segmentos analisados nesse estudo.

Em relação ao estado do pavimento, os dois métodos classificaram os segmentos do km 209 como ruim ou péssimo, mostrando que, apesar do método LVC ser subjetivo, um pior estado de superfície pode ser mais facilmente identificado pelos avaliadores, devido à presença de uma maior quantidade de defeitos. Já em relação ao Segmento 2, o método do IGG classificou-o como bom, enquanto o método do LVC classificou-o como ótimo.

Na Tabela (5) buscou-se apresentar alternativas para intervenções de manutenção e reabilitação (M&R) de acordo com a classificação de cada segmento analisado. Além disso, também estão representados os custos de M&R para cada uma das intervenções propostas.

Tabela 5 – Alternativas de intervenção e custos de M&R.

CLASSIFICAÇÕES	ALTERNATIVA PARA INTERVENÇÃO	CUSTOS UNITÁRIOS		CUSTO R\$/ KM
Ótimo	Não fazer nada	-	-	0,00
Bom	Aplicação de lama asfáltica	1,14	R\$/m ²	8.208,00
Regular	Correção de pontos localizados	111,26	R\$/m ³	40.053,60
Ruim	Restauração	833,33	R\$/m ³	1.200.000,00
Péssimo	Reconstrução	1.620,83	R\$/m ³	2.334.000,00

Fonte: Adaptado da Norma DNIT (2003b), DNIT (2022), DNIT (2017).

A diferença na classificação do estado de conservação do pavimento resulta em estratégias de M&R e custos diferentes. Nesse sentido, o método do IGG, por ser um método objetivo, pode ser capaz de classificar o estado do pavimento com melhor precisão, uma vez que independe da opinião do avaliador. Destarte, resultados semelhantes foram encontrados por Silva, Oliveira e Araújo (2018). Na Tabela (6) buscou-se mostrar um comparativo de valores entre os dois métodos.

Tabela 6 – Alternativas de intervenção e custos de M&R.

LCV				IGG			
SEG.	CLASSIF.	EXTENSÃO	CUSTOS R\$	SEG.	CLASSIF.	EXTENSÃO	CUSTOS R\$
1	Ótimo	500m	0,00	1	Regular	240m	9.612,86
				2	Bom	260m	2.134,08
2	Bom	500m	4.104,00	3	Regular	500m	20.026,80
3	Péssimo	500m	1.167.000,00	4	Ruim	240m	288.000,00
				5	Péssimo	500m	1.167.000,00
4	Péssimo	500m	1.167.000,00	6	Ruim	260m	312.000,00
CUSTO TOTAL:			2.338.104,00	CUSTO TOTAL:			1.798.773,74

Fonte: Autoria própria.

Pode-se perceber que o LVC obteve um custo total superior ao IGG em cerca de 30%. O LVC classificou o km 209 como péssimo, para o qual DNIT (2003b) recomenda a reconstrução do segmento, fazendo com que R\$ 2.334.000,00 sejam necessários para a reabilitação dos segmentos finais do trecho analisado. Os custos menores de R\$ 2.134,08 e R\$ 4.104,00 ficaram com o Segmento 2 em ambos os métodos, onde somente é necessário aplicação de lama asfáltica. No IGG o custo maior de M&R é no Segmento 5, totalizando R\$ 1.167.000,00, onde também é necessário a reconstrução do trecho.

O Levantamento Visual Contínuo (LVC) apresentou que o Km 208 está em condições melhores que Km 209, pois os Segmentos 1 e 2 receberam classificações ótimo e bom, respectivamente, representando 50% do trecho analisado, já os Segmentos 3 e 4 também representando 50% receberam classificação péssimo. O Índice de Gravidade Global (IGG) apresentou que os segmentos do km 208, foram classificados como regular e bom, entretanto os segmentos do Km 209 receberam classificação ruim e péssimo, confirmando que o Km 208 está em um estado melhor de conservação do pavimento asfáltico.

O LVC apresenta uma vantagem em relação ao IGG na questão do tempo de realização, que durou, aproximadamente, 3 horas para determinar o Índice de Gravidade Global Expedido (IGGE), o Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis e Semi-Rígidos (ICPF) e o Índice do Estado de Superfície (IES) da rodovia, e uma desvantagem associada ao fato de que este método não considera todos os defeitos, contempla, apenas, trincas, deformações, panelas e remendos. No Índice de Gravidade Global tem-se a vantagem de que o método contempla uma variedade maior de defeitos e é realizado a pé, no qual o avaliador consegue, de fato, visualizar e constatar o defeito presente na rodovia. Contudo, quanto à sua duração, foram necessárias cerca de 12 horas para a coleta de dados do trecho analisado, exigindo, assim, um tempo maior dos avaliadores.

O IGG contribui para uma avaliação detalhada, por ser objetivo. Ele proporciona parâmetros para a condição de superfície do pavimento, gerando um inventário da ocorrência de defeitos por meio dos formulários e classificação dos trechos. Por fim, os dois métodos são fundamentais para que se tenha conhecimento dos defeitos no pavimento, o que possibilita agir no sentido de minimizar estes problemas.

5 Conclusão

Esta pesquisa objetivou realizar uma comparação entre dois métodos de avaliação de defeitos de superfície em pavimentos rodoviários, um método subjetivo e um método objetivo, a saber, o Levantamento Visual Contínuo (LVC) e o Índice de Gravidade Global (IGG), respectivamente. Este estudo possibilitou comparar as análises funcionais dos métodos supramencionados por meio das classificações dos segmentos do trecho escolhido, bem como, também, possibilitou a comparação das alternativas de intervenção e custos de M&R.

Verificou-se diferenças no que se refere a classificação funcional do mesmo segmento entre os dois métodos de avaliação. O LVC apresentou que os dois segmentos iniciais (500 m cada) receberam classificação bom e ótima, enquanto que os segmentos finais com mesma extensão, a classificação recebida é péssima, decorrente do grande número de defeitos identificados pelos avaliadores.

No IGG, apenas um segmento apresentou classificação bom, dois segmentos apresentaram classificação regular e a metade final do trecho analisado recebeu classificações ruim e péssima. No que se diz respeito aos custos de manutenção e reabilitação, pode-se perceber que o LVC apresentou a necessidade de um custo maior em relação ao IGG, devido à classificação dos segmentos finais que indicam a necessidade de reconstrução da rodovia.

Sabe-se que diferentes classificações do estado funcional do pavimento demandam estratégias de M&R e recursos distintos, devendo-se analisar o método de levantamento mais apropriado, levando-se em consideração aspectos como custo e tempo de levantamento, materiais e pessoal necessários, entre outros. Ademais, o IGG, por ser um método objetivo, pode ser mais preciso na classificação do estado de conservação do pavimento, pois quantifica os defeitos existentes, sem dependência da opinião dos avaliadores, como o LVC.

Sendo assim, o presente trabalho visa contribuir com um Sistema de Gerência de Pavimentos de rodovias federais, com o intuito de advertir sobre a importância dos levantamentos de defeitos nos pavimentos rodoviários, tanto por métodos subjetivos como também por métodos objetivos, que classificam o trecho analisado de acordo com sua condição, facilitando estratégias de manutenção e reabilitação, cabendo, assim, ao tomador de decisão fazer a escolha do método que melhor se adequa a sua realidade.

Referências

CAVALCANTE, R. L.; FERNANDES JUNIOR, J. L.; SUÁREZ, D. A. A. Análise comparativa entre métodos de levantamento de defeitos em pavimentos flexíveis: estudo de caso na BR 060/MS. **Revista Pavimentação**, [s. l.], v. 12, n. 46, p. 53-73, out./dez. 2017.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. Relatório gerencial. **Pesquisa CNT Rodovias**, Brasília, 9 nov. 2022. Disponível em: <https://cnt.org.br/documento/6b24f1b4-9081-485d-835d-c8aafac2b708>. Acesso em: 19 jan. 2023.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **CMG: Custos Médios Gerenciais**, Minas Gerais, 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento->

e-pesquisa/ custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/custo-medio-gerencial/copy_of_ANEXOIXCUSTOMDIO GERENCIALJULHO2017.pdf. Acesso em: 19 jan. 2023.

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

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 008/2003 – PRO:** levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos: Procedimento, Rio de Janeiro: DNIT, 2003b.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Sistema de Custos Referenciais de Obras. **Relatório Sintético de Composições de Custos**, Brasília, jul. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/sistemas-de-custos/sicro/relatorios-sicro/relatorios-sicro>. Acesso em: 19 jan. 2023.

ESPÍNDOLA, A. C.; SILVA, C. A. U. da; NOBRE JÚNIOR, E. F.; ROMEIRO JÚNIOR, C. L. S. Avaliação Funcional da Rodovia BR-104/AL – Trecho Urbano da Cidade de Maceió/AL. *In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES DA ANPET*, 32., 2018, Rio Grande do Sul. **Anais [...]**. Rio Grande do Sul: ANPET, 2018, p. 1398-1409.

LIRA, M. N.; OLIVEIRA, F. H. L. A Influência das Avaliações Objetiva e Subjetiva na Manutenção e Reabilitação de Rodovias Brasileiras. *In: CONGRESSO IBERO-LATINO-AMERICANO DO ASFALTO*, 20., 2019, México. **Anais [...]**. México: CILA, 2019, p. 1-10.

MARCOLAN, C. M.; KLAMT, R. A.; KNIERIM, L. S. Avaliação das Condições Funcionais de um Pavimento para Soluções de Restauração. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, Paraná, v. 12, n. 2, p. 149-160, jun. 2020.

MOURA, M. A. S. **Avaliação de Manifestações Patológicas na TO-164 entre os Municípios de Xambioá e Araguañã–TO**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Centro Universitário Luterano de Palmas, Tocantins, 2017.

SANTOS, D. C. M. F.; SILVA JÚNIOR, F. V. Levantamento visual contínuo: análise da rodovia to-255, trecho de Porto Nacional a Monte do Carmo. **Engineering Sciences**, [s. l.], v. 6, n. 1, p. 10-20, 2018.

SANTOS, T. S. P. **Comparação do método DNIT 006/2003 com Solução Alternativa para Determinação do Índice de Gravidade Global (IGG):** avaliação de trecho da PE-95 Caruaru-Limoeiro. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2014.

SANTOS, Y. R. P *et al.* Classificação e Diagnóstico do Estado de Conservação de uma Via em Pavimentação Asfáltica do Município de Caruaru, Pernambuco, Brasil. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 10, n. 17, p. 1-12, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/24257>. Acesso em: 18 jan. 2023.

SILVA, J. P. O.; OLIVEIRA, F. H. L.; ARAÚJO, C. B. C. Análise Funcional Comparativa de Trecho da BR-116 no Estado do Ceará. **Revista Tecnologia**, Fortaleza, v. 39, n. 2, p. 1-21, 2018.

SILVA, R. C.; MOTTA, L. M. G.; VIANNA, K. K. L.; SOUZA JUNIOR, J. G.; COSTA, D. P. Levantamento Visual Contínuo Informatizado (LVCI) pelo Método da Varredura - Comparação com Outros Métodos. **Revista Estradas**, Porto Alegre, v. 23, p. 64-70, 2018.

SILVA, S. O.; CHAVES, J. W. R.; ALMEIDA, L. C.; OLIVEIRA, F. H. L. Avaliação Funcional de Vias Urbanas por meio do Índice de Gravidade Global (IGG) - Estudo de Caso no Município de Caucaia - Ce. *In: ENCONTRO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO RODOVIÁRIA*, 24.; REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO, 47., 2022, Rio Grande do Sul. **Anais [...]**. Rio Grande do Sul: ABDER; ABPV, 2022, p. 1011-1022.

SONCIM, S. P.; FERNANDES JÚNIOR, J. L. Modelo de Previsão do Índice de Condição dos Pavimentos Flexíveis. *Journal of Transport Literature*, [s. l.], v. 9, n. 3, p. 25-29, 2015.

Sobre os autores

José Levi Chaves de Sousa

Mestrando em Engenharia de Transportes pelo Programa De Pós-Graduação Em Engenharia De Transportes (PETRAN/UFC) e Graduado em Engenharia Civil pela Faculdade Luciano Feijão (2021), atuou como Coordenador Geral do Centro Acadêmico Plínio Pompeu, participou como membro dos grupos de estudo Sustentabilidade na Construção Civil e Gerenciamento de Projetos na Construção Civil, foi monitor da disciplina de Materiais da Construção Civil II, estagiou na empresa J. Carlos Engenharia nas áreas de Construção Civil e Infraestrutura de Transportes, além de possuir diversos artigos publicados na área da Engenharia Civil.

Camila Lima Maia

Doutorado em andamento em Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes. Mestre em Engenharia de Transportes pela Universidade Federal do Ceará (2016), graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (2013) e graduação em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (2012). Tem experiência na área de Engenharia de Transportes, com ênfase em Infra-Estrutura de Transportes.

Sarah Denise Vasconcelos Bastos

Bacharel em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Ceará (UFC/2016), Mestre (UFC/2018) e atualmente Doutoranda em Engenharia de Transportes pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes (PETRAN/UFC). Professora da área geotécnica da Universidade de Fortaleza e da Faculdade Luciano Feijão. Experiência em Engenharia Civil, tem ênfase de atuação em geotecnia e infraestrutura rodoviária com diversas pesquisas desenvolvidas nos seguintes segmentos: infraestrutura de pavimentos e estudo de resíduos para aplicação na pavimentação.

Francisco Heber Lacerda de Oliveira

Doutor em Engenharia de Transportes (2016) pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes da Universidade Federal do Ceará (PETRAN/UFC). Professor Adjunto do Departamento de Engenharia de Transportes da Universidade Federal do Ceará (DET/UFC) e Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes da Universidade Federal do Ceará. Tem experiência em Transporte Aéreo e Aeroportos, Operação, Manutenção e Reabilitação de Infraestruturas Aeroportuárias, especialmente em pavimentos flexíveis e rígidos de pátios, pistas de taxiamento e de pistas de pouso e decolagem.

Avaliado em: 12.09.2023

Aceito em: 15.12.2023