

Estudo da eficácia dos métodos construtivos através da avaliação da superfície usando o método LVC: Estudo de caso da rodovia Antônio Carlos Belchior na cidade de Sobral, CE

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

Estudio de la eficacia de los métodos constructivos através de la evaluación de la superficie utilizando el método LVC: Estudio de caso de la carretera Antônio Carlos Belchior en la ciudad de Sobral, CE

Recebido: 31/08/2022 | Revisado: 10/08/2022 | Aceito: 16/09/2022 | Publicado: 22/09/2022

Lauanda de Sousa Liberato

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7703-5821>
Centro Universitário INTA, Brasil
E-mail: lauandaa7xliberato@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 INTA, Brasil
Centro Universitário Maurício de Nassau, Brasil
E-mail: mauricio.pereira@uninta.edu.br

José Osmildo Vasconcelos

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

Resumo

A infraestrutura de transportes desempenha um papel crucial no desenvolvimento socioeconômico de um país tanto em nível regional quanto nacional. Este segmento, no entanto, enfrenta dificuldades para desenvolver atividades essenciais que possam oferecer um suporte diferenciado no setor de transportes. As principais dificuldades estão relacionadas à falta de investimentos permanentes para construção, manutenção e inspeção das rodovias. O presente trabalho de pesquisa teve como foco principal avaliar as condições da superfície do pavimento de uma rodovia usando o Método do Levantamento Visual Contínuo. Para este propósito foi realizado uma análise comparativa entre o projeto do empreendimento e a sua execução, bem como as patologias apresentadas em decorrência seu uso. A rodovia estudada, nomeada Av. Antônio Carlos Belchior, está localizada na cidade de Sobral, Ceará, Brasil. Para avaliação da superfície do pavimento, adotou-se a norma DNIT 008/2003 - PRO, onde estão fixadas condições exigíveis para a realização da avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos. Durante o realização do trabalho foram detectadas e classificadas as patologias presentes no pavimento de acordo com as características apresentadas durante a avaliação. Portanto, neste trabalho foi realizado uma abordagem desde a elaboração de projeto até a execução da rodovia, analisando os fatores que contribuíram para o desgaste e/ou surgimento de patologias. O Método do Levantamento Visual Contínuo possibilitou diagnosticar os pontos críticos da rodovia a partir das patologias detectadas durante o processo de avaliação.

Palavras-chave: Infraestrutura de transportes; Método do levantamento visual contínuo; Rodovias; Pavimentos flexíveis.

Abstract

Transport infrastructure plays a crucial role in the socio-economic development of a country both at regional and national levels. However, this segment faces difficulties to develop essential activities that can offer a differentiated support in the transport sector. The main difficulties are related to the lack of permanent investments for construction, maintenance and inspection of highways. The present research work had as main focus to evaluate the surface conditions of the pavement of a highway using a Continuous Visual Survey Method. For this purpose, a comparative analysis was carried out between the project of the enterprise and its execution, as well as the pathologies presented as a result of its use. The studied highway, named Av. Antônio Carlos Belchior, is located in the city of Sobral, Ceará, Brazil. For the evaluation of the surface of the pavement, the Norm DNIT 008/2003 - PRO was adopted, where the required conditions for the accomplishment of the evaluation of the surface of flexible and semi-rigid pavements are fixed. During the work, the pathologies present in the pavement were detected and classified according to the characteristics presented during the evaluation. Therefore, in this work, an approach was carried out from the elaboration of the project to the execution of the highway, analyzing the factors that contributed to the wear and/or emergence of pathologies. The Continuous Visual Survey Method made it possible to diagnose the critical points of the highway from the pathologies detected during the evaluation process.

Keywords: Transport infrastructure; Continuous visual survey method; Highways; Flexible floors.

Resumen

La infraestructura de transporte juega un papel crucial en el desarrollo socioeconómico de un país, tanto a nivel regional como nacional. Este segmento, sin embargo, enfrenta dificultades para desarrollar actividades esenciales que puedan ofrecer un apoyo diferenciado en el sector del transporte. Las principales dificultades están relacionadas con la falta de inversiones permanentes para la construcción, mantenimiento e inspección de carreteras. El presente trabajo de investigación tuvo como enfoque principal evaluar las condiciones superficiales del pavimento de una carretera utilizando un Método de Encuesta Visual Continua. Para ello se realizó un análisis comparativo entre el proyecto del emprendimiento y su ejecución, así como las patologías que presenta como consecuencia de su uso. La vía estudiada, denominada Av. Antônio Carlos Belchior, tiene su sede en la ciudad de Sobral, Ceará, Brasil. Para la evaluación de la superficie del pavimento se adoptó la Norma DNIT 008/2003 - PRO, donde se fijan las condiciones requeridas para la realización de la evaluación de la superficie de los pavimentos flexibles y semirrígidos. Durante el trabajo se detectaron las patologías presentes en el pavimento y se clasificaron según las características presentadas durante la evaluación. Por ello, en este trabajo se realizó un acercamiento desde la elaboración del proyecto hasta la ejecución de la vía, analizando los factores que contribuyeron al desgaste y/o aparición de patologías. El Método de Encuesta Visual Continua permitió diagnosticar los puntos críticos de la carretera a partir de las patologías detectadas durante el proceso de evaluación.

Palabras clave: Infraestructura de transporte; Método de encuesta visual continua; Carreteras; Pisos flexibles.

1. Introdução

A infraestrutura de transportes atua no deslocamento de pessoas e mercadorias, composta por rodovias, ferrovias, aeroportos, portos e hidrovias. Um dos principais desafios da infraestrutura está no mapeamento dos problemas e definição de prioridades, além da falta de investimento nos últimos anos. Sendo assim, para melhoria nessa área, o planejamento e uso transparente dos recursos públicos são primordiais, sendo válido ressaltar, que a falta desses serviços gera baixa competitividade entre as empresas, dificuldade em futuros investimentos e com isso, afeta na geração 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).

A pavimentação é uma etapa de suma importância para se ter rodovias de qualidade e devido à deterioração das estradas, o custo de transporte é elevado e penaliza o setor produtivo e consumidores finais. Para a execução de uma rodovia, é importante conhecer os tipos de pavimentos, caracterizados como: flexível, semirrígido e rígido (Antas *et al.*, 2010; Balbo, 2007; Bernucci *et al.*, 2010; Curcio, 2008; Pinto & Preussler, 2002).

De acordo com a versão final do Manual de Pavimentação do DNIT (IPR – 719/2006), os pavimentos flexíveis e semirrígidos, vão possuir revestimento a base de materiais betuminosos, sendo válido ressaltar, que o pavimento semirrígido possui base cimentada por algum aglutinante com propriedades cimentícias (solo-cimento). Já os pavimentos rígidos, serão obtidos através da utilização de concreto, sendo assim, ele absorve praticamente todas as tensões geradas pelo carregamento aplicado (DNIT, 2003a; DNIT, 2003b; DNIT, 2005a; DNIT, 2005b; DNIT, 2006a; DNIT, 2006b; DNER, 1999;).

Segundo a Confederação Nacional de Transporte (CNT), após análise da malha viária nacional em 2019, 59,2% das rodovias apresentaram algum tipo de problema no seu estado geral. Sendo assim, foi feita a análise da condição de superfície e do pavimento de acostamento, observou-se que, 47,6% dos trechos avaliados apresentaram problemas e defeitos na sua pavimentação. Portanto, a infraestrutura de transportes é um pré-requisito para o desenvolvimento de uma cidade, de um país e deve ser bem cuidada. Segundo pesquisa da Confederação Nacional de Transporte (CNT) de 2016, 48,3% das rodovias brasileiras apresentam algum tipo de problema no pavimento, sendo avaliada como regular, ruim ou péssima no que diz respeito à condição da superfície do pavimento, onde os problemas estruturais e funcionais aparecem precocemente, em média, sete meses após a entrega da obra rodoviária.

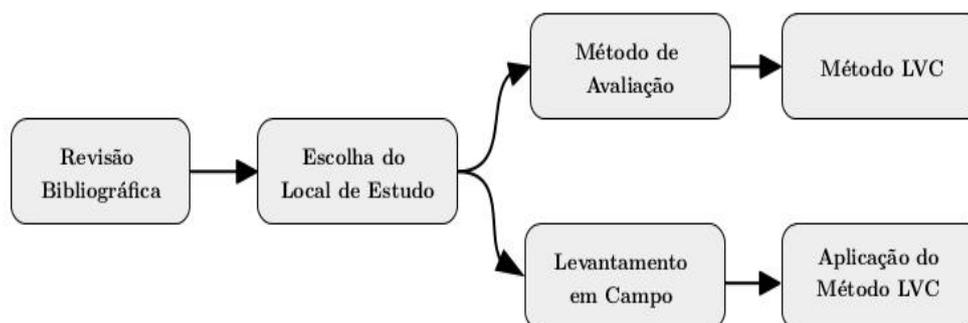
O objetivo deste trabalho de pesquisa foi apresentar, através de um estudo de caso, as patologias presentes no pavimento e avaliar os métodos construtivos usados na construção da rodovia Antônio Carlos Belchior. Além do mais, realizou-se uma análise sobre eficácia dos métodos utilizados durante a execução do projeto e as potenciais patologias que podem surgir em virtude da aplicação do método construtivo inadequado. A rodovia mencionada conecta os bairros Cohab II e Vila Boa Vizinhaça, ambos localizados na cidade de Sobral, Ceará, Brasil. A escolha do local de estudo teve prioridade por se tratar uma obra recente e, mesmo na fase de execução, já apresentar patologias.

Portanto o desenvolvimento do trabalho focou na seguinte problemática: na fase de execução da rodovia os critérios técnicos estabelecidos no projeto foram seguidos devidamente? Quais as causas das patologias apresentadas e como poderiam ter sido evitadas? Visando responder os questionamentos objeto deste estudo, os seguintes tópicos foram considerados: necessidade de implantação da rodovia, projetos da rodovia, tipos de defeitos no pavimento e o Método do Levantamento Visual Contínuo. O método do Levantamento Visual Contínuo (LVC) foi utilizado para se obter o índice de condição dos pavimentos flexíveis (ICPF) para analisar as condições de uso do pavimento, idade da obra e para qual tipo de carregamento ela foi dimensionada.

2. Metodologia

Para o desenvolvimento deste trabalho, inicialmente realizou-se um levantamento bibliográfico sobre os tipos de pavimentos, projetos de engenharia rodoviária, patologias no pavimento, levantamento em campo, etc. O trabalho foi dividido em quatro etapas: pesquisa bibliográfica, escolha do local de estudo, levantamento em campo (Levantamento Visual Contínuo - LVC) e classificação dos dados levantados em campo. As etapas de desenvolvimento do trabalho estão esquematizadas no fluxograma abaixo (Figura 1).

Figura 1. Fluxograma da metodologia.



Fonte: Autores.

A rodovia estudada possui uma extensão de 2 km e conecta os bairros Cohab II e Vila Boa Vizinhança, ambos na cidade de Sobral, Ceará, Brasil. O estudo foi feito em toda sua extensão, ressaltando que ela apresenta interseções com rotatória e cruzamento com a via férrea. A Figura 2 mostra uma imagem da rodovia abordada neste estudo.

Figura 2. Rodovia em estudo.



Fonte: Google Earth (2021).

O método LVC foi empregado para avaliar a superfície de pavimento da rodovia (Procedimento), de acordo com a norma DNIT 008/2003 – PRO. A norma citada fixa as condições exigidas para avaliação da superfície do pavimento, sendo eles flexíveis ou semi-rígidos.

O levantamento foi realizado a partir do interior de um veículo a uma velocidade de aproximadamente 40 Km/h, percorrendo toda a rodovia. Quando necessário, procedeu-se a saída do veículo a fim analisar as patologias mais destacadas e para registros fotográficos delas. A rodovia é composta por duas pistas de mão simples totalizando 1km em cada pista. Para a avaliação a rodovia dividida em dois segmentos, uma vez que, de acordo com a Norma, a rodovia deve ser dividida em segmentos com extensão de 1km a 6km. Durante o levantamento foi utilizado a planilha do anexo B da Norma DNIT 008/2003 – PRO para registrar os defeitos apresentados na superfície do pavimento durante o levantamento.

A Tabela 1 fornece os valores do ICPF e a Tabela 2 classifica a frequência em Alta (A), Média (M), Baixa (B). A frequência é determinada pela quantidade de patologias em cada segmento que a rodovia foi dividida. As Tabelas 1 e 2 mostram como ficaram essas classificações.

Tabela 1. Conceitos do ICPF.

Conceito	Descrição	Descrição
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 “painéis” 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 (2003a).

Tabela 2. Frequência de defeitos.

Painéis (P) e Remendos		
Código	Frequência	Quant./Km
A	Alta	≥ 5
M	Média	2 - 5
B	Baixa	≤ 2

Código	Frequência	Quant./Km
A	Alta	≥ 50
M	Média	50 - 10
B	Baixa	≤ 10

Fonte: DNIT (2003a).

Seguindo as instruções estabelecidas pela norma DNIT 008/2003 e de acordo com a frequência serão obtidos os valores dos fatores que determinam os índices de gravidade e os pesos para cálculo. As Tabelas 3 e 4, mostra como são determinados esses fatores. Em geral, os fatores que devem ser avaliados são: quantidade de painéis (p) e remendos (r) por quilômetro (Fatores Fpr) e o percentual de trincas (t), ondulações (o) e afundamentos (a) ao longo do percurso (Fatores Ft e Foap).

Tabela 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 (2003a).

Além da frequência de ocorrência dos fatores mencionados é necessário estimar o peso de cada um deles. Nesse caso, o peso do conjunto de deformações Pt, Poap e Ppr.

Tabela 4. Pesos para cálculo.

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 (2003a).

A última etapa do levantamento é classificar o Índice do Estado da Superfície do pavimento (IES). Os valores do IES conforme a Tabela 5 estão entre 0 e 10. Este índice é avaliado em função do ICPF e IGGE já calculados.

Tabela 5. Classificação do IES.

Descrição	IES	Código	Conceito
$GGE \leq 20$ 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		
$60 \leq IGGE \leq 90$ e $ICPF > 2,5$	8	E	PÉSSIMO
$IGGE > 90$	10		

Fonte: DNIT (2003a).

3. Resultados e Discussão

Seguindo os parâmetros estabelecidos pela norma DNIT – 008/2003 (PRO), o LVC foi realizado em fevereiro de 2022. A norma DNIT – 008/2003 (PRO) estabelece condições e procedimentos singulares à realização do levantamento, tendo como foco a avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos através da determinação dos seguintes índices: Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis ou semirrígidos (ICPF), Índice de Gravidade Global Expedito (IGGE) e o Índice do Estado de Superfície (IES).

A rodovia estudada é composta por duas pistas de mão simples contendo um quilômetro de extensão dada uma delas. Assim, o trecho analisado contém dois quilômetros. A Figura 3 mostra a rodovia nas etapas de imprimação e terraplanagem da ciclovia.

Figura 3. Rodovia nas etapas de (a) terraplanagem e (b) imprimação.

A)



B)



Fonte: Autores

Após a aplicação do LVC e análise do método de levantamento, os dados obtidos em campo foram organizados em tabelas. Esses resultados foram usados posteriormente para diagnosticar as condições reais da rodovia estudada.

3.1 Resultados do Método do Levantamento Visual Contínuo (LVC)

Para a obtenção dos dados do levantamento em campo, com base na norma DNIT – 008/2003, a rodovia foi dividida em dois segmentos (1 km cada). A avaliação foi realizada com auxílio dos anexos A e B da norma DNIT – 008/2003. O anexo A consiste em um quadro de resumo dos defeitos com as codificações e classificação e o B, trata-se de um formulário que deve ser preenchido conforme o levantamento visual contínuo é realizado.

A realização do estudo em campo usando o LVC possibilitou realizar os cálculos de ICPF, IGGE e IES. Esses cálculos irão indicar o estado da superfície do pavimento de acordo com sua condição e gravidade global.

Tabela 6. Resultados ICPF.

SEGMENTO		FREQUÊNCIA DE DEFEITOS (A, M, B ou S)									
Nº DO SEG	ODÔMETRO/KM		TRINCAS			DEFORMAÇÕES		OUTROS DEFEITOS			I C P F E
	INÍCIO	FIM	Ext	P	R	AF	O	D	EX		
1	KM 0	KM 1	B	B				B			4
2	KM 1	KM 2		M	M	M					3

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

Fonte: Adaptado da Norma DNIT/2003.

A partir dos dados mostrados na Tabela 1, observa-se que a rodovia possui alguns defeitos como, painela, afundamento, desgaste, trincas e remendos, resultando no ICPF variando entre 3 e 4. A próxima etapa consistiu no cálculo do IGGE como mostrados na Tabela 7.

Tabela 7. Resultados IGGE.

Nº do Seg	SEGMENTO			TRINCAS			DEFORMAÇÕES			PAINELA + REMENDO			(Ft x Pt) + (Foap x Poap) + (Fpr x Ppr) = IGGE
	Km Início	Km Fim	Ext	Ft %	Pt	Ft X Pt	Foap %	Poap	Foap X Poap	Fpr Nº	Ppr	Fpr X Ppr	
1	Km 0	Km 1	1 Km	10	0,3	3	0	0	0	10	0,70	7	10
2	Km 1	Km 2	1 Km	30	0,45	13,5	30	0,70	21	30	0,80	24	58,50

Fonte: Adaptado da Norma DNIT/2003.

Com base nos dados obtidos e analisados, verifica-se que a rodovia apresenta um certo grau de criticidade em sua superfície, especialmente no segmento 2, por apresentar o valor do IGGE maior que o segmento 1.

Em última análise a avaliação da superfície reúne os valores do ICPF, IGGE e IES, onde o IES do pavimento irá definir a condição da superfície. O IES está compreendido entre 0 e 10, avaliando em ótimo (A), bom (B), regular (C), ruim (D) e péssimo (E). A Tabela 8 mostra os dados que determinam as condições da rodovia através do IES.

Tabela 8. Resultados do Método LVC.

Nº do Seg.	SEGMENTO			RESULTADOS				
	Km Início	Km Fim	Extensão	ICPF	IGGE	Valor	Cód.	Conceito
1	0 Km	1 Km	1 Km	4	10	1	B	Bom
2	1 Km	2 Km	1 Km	3	58,5	5	D	Ruim

Fonte: Adaptado da Norma DNIT/2003.

3.2 Identificação e análise dos defeitos presentes na superfície do pavimento

De acordo com o LVC realizado em campo, os segmentos 1 e 2 apresentaram defeitos em sua superfície. No seguimento 2 os defeitos foram mais recorrentes.

Conforme os dados levantados na Tabela 1, o segmento 1 apresenta defeitos do tipo panelas, trincas do tipo couro de jacaré e desgaste, enquanto no segmento 2, foram observados trincas do tipo couro de jacaré, remendo e afundamento. Com isso, esses defeitos serão analisados de maneira mais detalhada.

3.2.1 Segmento 1

No segmento 1 foram observados panelas ou buracos, trincas interligadas do tipo couro de jacaré e desgastes. A seguir, os defeitos serão ilustrados conforme suas possíveis causas e dimensionamento. Na Figura 4 está ilustrado a espessura do revestimento asfáltico.

Figura 4. Espessura do revestimento asfáltico.



Fonte: Autores.

De acordo com o projeto de dosagem, o revestimento deveria ter espessura de 5 centímetros. No entanto, de acordo com a Figura 3, essa espessura foi reduzida para 2 centímetros. Com base nessa análise, a espessura do pavimento pode ser a

causa dos defeitos apresentados na superfície de pavimentação. Em toda extensão do segmento analisado foram observadas fissuras. A Figura 5 ilustram algumas patologias presentes no segmento 1.

Figura 5. Patologias observadas no segmento 1.



Fonte: Autores.

Como se observa na Figura 5a, essas fissuras se mantiveram parcialmente após a camada de revestimento ser executada. Essas fissuras estão posicionadas longitudinal ao eixo da rodovia, apresentando como possíveis causas a má dosagem do revestimento asfáltico ou compactação excessiva ou em momento inadequado.

A Figura 5b mostra uma trinca interligada tipo couro de jacaré acompanhada de um desgaste do pavimento, tendo como possíveis causas, o colapso do revestimento asfáltico devido à repetição das ações do tráfego e má qualidade da estrutura ou de uma das camadas do pavimento, baixa capacidade de suporte do solo.

Defeitos como painela/buracos, também foram detectadas no segmento tanto na entrada para a rotatória quanto na própria rotatória, como mostram a Figura 5c. Estes tipos de defeitos podem ser causados por trincas de fadiga, desintegração localizada na superfície do pavimento, deficiência na compactação, umidade excessiva em camadas de solo, falha na imprimção.

Os desgastes observados estão presente em grande parte na rodovia em geral. Na Figura 5d estão ilustrando esse tipo de defeito presentes no segmento 1. Esse tipo de patologia, em geral, está ligado a falhas de adesividade entre o ligante e agregado, deficiência no teor de ligante, problemas executivos ou de projeto de misturas.

3.2.2 Segmento 2

No segmento 2 os defeitos detectados foram trincas interligadas do tipo couro de jacaré, remendo e afundamento. Este segmento se mostrou o mais crítico em comparação ao segmento 1, apresentando IES igual a 5, portanto, classificando como estado ruim. A Figura 6 mostram alguns defeitos detectados neste ao longo deste segmento.

Figura 6. Patologias detectadas no segmento 2.



Fonte: Autores.

A Figura 6a mostra um defeito detectado ao longo do segmento 2. Trata-se de um afundamento plástico de trilha de roda. Este tipo de afundamento, consiste numa deformação permanente da superfície do pavimento, acompanhado de uma compensação volumétrica lateral (solevamento) que é indicado pelas setas em vermelho. Esse defeito, pode ser causado pela fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito, falha na seleção de tipo de revestimento asfáltico para a carga solicitante.

A Figura 6b, trata-se de um remendo profundo devido a instalação de esgoto após a execução da pavimentação. Esse tipo de instalação deve ser feito antes de qualquer camada do pavimento, para evitar futuras patologias e danos estruturais do pavimento. Como se trata de um remendo profundo, deve haver a substituição do revestimento e, eventualmente, de uma ou mais camadas inferiores do pavimento. Dessa forma, a causa dessa patologia pode ter sido ocasionado pela construção ou gerenciamento inadequado na etapa de execução.

A Figuras 6c mostram trincas interligadas tipo couro de jacaré. Esses defeitos foram detectados em vários pontos da rodovia. Todavia, as mais destacados estão localizados na interseção da rodovia com a via férrea. As trincas interligadas tipo couro de jacaré, são consideradas um defeitos estruturais causadas pelo colapso do revestimento asfáltico devido à repetição das ações do tráfego, qualidade inferior da estrutura ou de uma das camadas do pavimento e/ou baixa capacidade de suporte do solo.

A Tabela 9 mostra o resultado geral obtido com o auxílio do método LVC contemplando os valores do ICPF, IGGE e IES. Dos resultados obtidos, observa-se que o segmento 1 apresentou valores de ICPF = 4 e IGGE = 10. Considerando o valor do ICPF $\leq 3,5$ e IGGE ≤ 20 isso resulta no valor do IES = 1, cujo conceito é considerado bom. Por outro lado, o segmento 2 apresentou os valores do ICPF $\leq 2,5$ e IGGE entre 40 e 60. Esses resultados fornecem o valor do IES = 5, considerado um conceito ruim

Tabela 9. Resultado Geral do Levantamento Visual Contínuo.

SEGMENTO	VALORES		IES	
	ICPF	IGGE	VALOR	CONCEITO
1	4	10	1	Bom
2	3	58,50	5	Ruim

Fonte: Aptado da Norma DNIT/2003.

Desse modo, segundo a avaliação pelo método LVC, concluiu-se que 50% da rodovia está em bom estado e 50% em estado classificado como ruim.

4. Conclusão

O Método do Levantamento Visual Contínuo foi aplicado com êxito para estudar as patologias e realizar um levantamento diagnóstico da rodovia conhecida como Av. Antônio Carlos Belchior localizada na cidade de Sobral, CE, Brasil. A análise do estado do pavimento asfáltico seguiu as condições propostas pela norma DNIT 008/2003 – PRO usando o Método do Levantamento Visual Contínuo. A partir de estudo de campo, as principais patologias detectadas ao longo da rodovia foram: fissuras, trincas interligadas tipo couro-de-jacaré e tipo “bloco”, remendo profundo, desgastes, painéis e afundamento plástico. Os dados levantados em campo e nos projetos foram usados para comparar se a execução da rodovia seguiu os valores dimensionados em projeto. Com base no estudo realizado e nos resultados obtidos foi possível avaliar as condições reais de uso da rodovia estudada, seus pontos críticos e comparar a execução do empreendimento com os valores projetados. Além do mais, detectar os potenciais causadores das patologias mapeadas na rodovia. A partir da avaliação usando o Método do Levantamento Visual Contínuo, concluiu-se que 50% da rodovia está em bom estado e 50% em estado classificado como ruim. O trabalho de pesquisa apresenta potencial e pode auxiliar pesquisadores na análise estrutural de rodovias.

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*.

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>

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>

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>