XXI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
14 a 16 de outubro de 2026 | Goiânia-Brasil
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8390

Inspeção de pavimentos por VANTs: potencial e limitações

Pavement inspection using UAVs: potential and limitations

Rafael Pacheco dos Santos
Universidade do Estado de Santa Catarina | Ibirama | Brasil | rafael.santos@udesc.br
Michael Renê Mix Visintainer
Universidade do Estado de Santa Catarina | Ibirama | Brasil | michael.visintainer@udesc.br
Eduardo Müller dos Santos
Universidade do Estado de Santa Catarina | Ibirama | Brasil | eduardo.santos@udesc.br
Pedro Henrique Bertollo Pinheiro
Universidade do Estado de Santa Catarina | Ibirama | Brasil | pedro.pinheiro@udesc.br
Vinicius João da Silveira
Universidade do Estado de Santa Catarina | Ibirama | Brasil | vinicius.silveira008@edu.udesc.br

Resumo

Este estudo avalia a aplicabilidade de imagens obtidas por Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) na identificação de manifestações patológicas superficiais em pavimentos flexíveis e rígidos. A pesquisa, de caráter exploratório e baseada em estudo de caso, foi conduzida em dois trechos da rodovia SC-114 (SC), submetidos a condições semelhantes de tráfego, geotécnicas e climáticas. As imagens, adquiridas com VANT equipado com RTK e processadas por fotogrametria, permitiram a geração de ortomosaicos analisados por inspetores qualificados. Os resultados evidenciaram maior incidência e diversidade de patologias no pavimento flexível (116 ocorrências) em comparação ao rígido (5 ocorrências). Verificou-se que fatores como tonalidade do revestimento, contraste e características geométricas dos defeitos influenciam diretamente a eficiência da detecção por imagens. Conclui-se que a metodologia é tecnicamente viável como ferramenta de apoio à inspeção, embora apresente limitações que demandam verificação em campo. A integração com inteligência artificial apresenta potencial para ampliar a eficiência e a automação dos Sistemas de Gerenciamento de Pavimentos.

Palavras-chave: Veículos aéreos não tripulados. Pavimentos rodoviários. Manifestações patológicas.

Abstract

This study evaluates the applicability of images obtained from Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) for the identification of surface distresses in flexible and rigid pavements. The research, characterized as exploratory and based on a case study, was conducted on two segments of the SC-114 highway (SC), subjected to similar traffic, geotechnical, and climatic conditions. The images, acquired using a UAV equipped with RTK and processed through photogrammetry, enabled the generation of orthomosaics analyzed by qualified inspectors. The results showed a higher incidence and diversity of distresses in the flexible pavement (116 occurrences) compared to the rigid pavement (5 occurrences). It was observed that factors such as surface tone, contrast, and geometric characteristics of defects directly influence the efficiency of image-based detection. It is concluded that the methodology is technically feasible as a support tool for inspection, although it presents limitations that require field verification. The integration with artificial intelligence has the potential to enhance the efficiency and automation of Pavement Management Systems.

Keywords: Unmanned aerial vehicles. Road pavements. Pavement distress.

SANTOS, R. P.; VISINTAINER, M. R. M.; SANTOS, E. M.; PINHEIRO, P. H. B.; SILVEIRA, V. J. Inspeção de pavimentos por VANTs: potencial e limitações. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 21, 2026, Goiânia. **Anais**... Goiânia: ANTAC, 2026.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8390

INTRODUÇÃO

As rodovias, enquanto componente estruturante da infraestrutura de transporte, desempenham papel fundamental no desenvolvimento econômico e social. Nesse contexto, a implementação de um Sistema de Gerenciamento de Pavimentos (SGP) eficiente torna-se imprescindível para garantir a adequada alocação de recursos e a manutenção da qualidade funcional e estrutural das vias. Dentre as atividades que compõem esse sistema, destaca-se a inspeção superficial do pavimento, etapa preliminar às intervenções de manutenção, cujos resultados subsidiam de forma decisiva a definição das estratégias a serem adotadas.

Entretanto, conforme destacado por [1], a crescente extensão das malhas rodoviárias impõe desafios significativos à realização de inspeções frequentes e abrangentes por parte dos órgãos gestores. Nesse cenário, métodos tradicionais, baseados em inspeções presenciais conduzidas por equipes especializadas e de elevado custo operacional, têm se mostrado progressivamente limitados.

Como alternativa, observa-se a crescente adoção de abordagens fundamentadas em inteligência artificial, associadas a sistemas avançados de aquisição de imagens. Nesse sentido, [2] destaca que técnicas de aprendizado de máquina, integradas a métodos inovadores de captura de imagens, configuram-se como a principal tendência na avaliação das condições de pavimentos.

Nesse contexto, o uso de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) desponta como uma tecnologia promissora para a inspeção de pavimentos, sobretudo pela capacidade de realizar a aquisição sistemática de imagens de alta resolução com elevada eficiência operacional. Ainda assim, persistem limitações relevantes, especialmente no que se refere à identificação de manifestações patológicas com padrões complexos, alcance e autonomia dos VANTs, limitações climáticas, resolução espacial limitada bem como problemas regulatórios [3][4] .

Complexidades adicionais decorrem do tipo de pavimento analisado. Pavimentos flexíveis, usualmente constituídos por concreto betuminoso, apresentam tonalidade mais escura em comparação aos pavimentos rígidos, geralmente mais claros. Essa distinção influencia diretamente o desempenho de técnicas baseadas em imagens. Além disso, particularidades construtivas, como a presença de juntas de dilatação nos pavimentos rígidos, demandam uma análise criteriosa das potencialidades e limitações da abordagem proposta, considerando as especificidades de cada tipo de estrutura de pavimento.

Nesse contexto, o presente trabalho, fundamentado em dados qualitativos e estruturado como um estudo de caso, tem por objetivo avaliar a aplicabilidade de métodos baseados em imagens obtidas por VANT como alternativa para a análise das manifestações patológicas superficiais em pavimentos flexíveis e rígidos.

Os dois trechos selecionados integram a rodovia SC-114, no estado de Santa Catarina, localizando-se nas proximidades do município de Otacílio Costa. Os segmentos são constituídos, respectivamente, por pavimento rígido e pavimento flexível. Em função da proximidade espacial e de pertencerem ao mesmo corredor rodoviário, admite-se

que ambos estejam submetidos a condições climáticas, geotécnicas e de tráfego semelhantes.

As imagens foram adquiridas por meio de um VANT modelo DJI Mavic 3, equipado com módulo RTK, e posteriormente processadas no software PIX4D para a geração de ortomosaicos de alta resolução. Esses produtos foram, então, analisados por inspetores qualificados, com o objetivo de identificar e classificar as manifestações patológicas presentes nos pavimentos.

Os resultados indicaram uma maior quantidade e diversidade de patologias no pavimento flexível, compatível com sua menor vida útil em comparação ao pavimento rígido. Adicionalmente, observou-se que o menor contraste entre a tonalidade do revestimento asfáltico e os defeitos superficiais representa um desafio relevante para a detecção por meio de imagens. Ainda assim, a utilização de VANTs demonstrou-se uma alternativa viável para a inspeção de manifestações patológicas superficiais em ambos os tipos de pavimento.

Além disso, a incorporação de VANTs de asa fixa, aliada ao desenvolvimento e calibração de modelos de inteligência artificial, tende a ampliar as potencialidades do método, especialmente no que se refere à automação, cobertura de grandes áreas e aumento da confiabilidade dos resultados. Avançar com métodos mais modernos e capazes tem potencial de tornar os Sistemas de Gerenciamento de Pavimento (SGP) mais efetivos, incrementando, dessa forma, o valor intangível dessas infraestruturas.

SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE PAVIMENTO (SGP) E MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS TÍPICAS

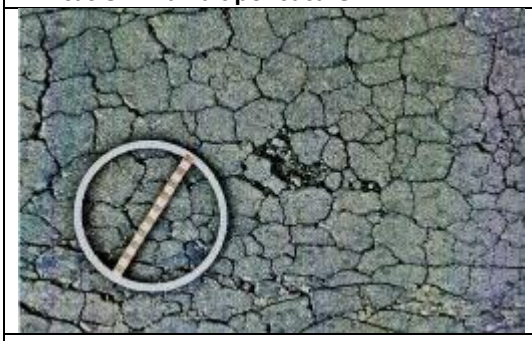
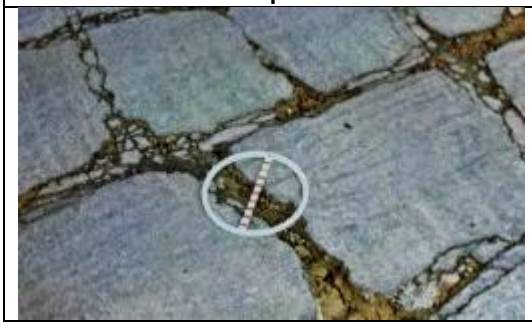
O projeto de pavimentos diferencia-se de outras estruturas pelo fato de que, a partir de sua liberação ao tráfego, inicia-se um processo contínuo de deterioração. Esse fenômeno resulta da atuação conjunta de diversos fatores, destacando-se as cargas provenientes do tráfego de veículos, as condições ambientais e as variabilidades inerentes aos materiais empregados e aos métodos de dimensionamento adotados [5].

Os métodos convencionais de inspeção de pavimentos, baseados em avaliações visuais e manuais, ainda são amplamente utilizados, porém apresentam limitações relevantes. Embora sejam de fácil aplicação e baixo custo inicial, são subjetivos, dependem da experiência dos inspetores e têm dificuldade em garantir cobertura e uniformidade em redes extensas. Além disso, geralmente se restringem a trechos amostrais, demandam elevado tempo e mão de obra, e expõem os trabalhadores a riscos em vias com tráfego intenso [6].

No Brasil, a inspeção rodoviária é orientada por um conjunto de normas do DNIT e de alguns órgãos estaduais que padronizam a identificação e avaliação de defeitos em pavimentos. Destaca-se a [7], que estabelece a terminologia oficial para os defeitos em pavimentos flexíveis e semirrígidos. No anexo desse documento é possível encontrar um compilado de imagens e descrições de patologias comuns. Esse compilado é mostrado na Quadro 1.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8390

Quadro 1: Manifestações patológicas típicas em pavimentos flexível e rígido (continua)

Fissuras	
	As fissuras são aberturas finas no pavimento que podem ter diversas causas e se manifestam de diferentes maneiras. São fendas iniciais que ainda não causam problemas funcionais ao revestimento, não sendo assim consideradas quanto à gravidade nos métodos atuais de avaliação das condições de superfície.
Trincas transversais	
	Estas trincas perpendiculares ao eixo da via geralmente são causadas por contração do material em decorrência de variações de temperatura ou assentamento inadequado da base.
Trincas longitudinais	
	Paralelas ao eixo da via, estas trincas podem ser causadas por tráfego pesado, fadiga do material ou juntas de dilatação mal executadas.
Trincas em malha tipo “Jacaré”	
	Uma série de trincas interligadas, formando um padrão similar à pele de um jacaré, indicam fadiga avançada do pavimento, geralmente devido ao tráfego intenso.
Trincas em malha do tipo “Bloco”	
	Trincas retangulares ou quadradas que se interligam, formando blocos, podem ser causadas por juntas de contração mal projetadas ou assentamento inadequado.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8390

Quadro 1: Manifestações patológicas típicas em pavimentos flexível e rígido (continuação)

Afundamentos de consolidação	
	Áreas rebaixadas no pavimento, geralmente em forma de depressões circulares, indicam afundamento de consolidação. Este problema pode ser causado por compactação insuficiente do solo durante a construção ou por falhas na drenagem.
Ondulação ou Corrugação	
	Ondulações na superfície do pavimento, com aparência de ondas, podem ser causadas por deformação plástica do material, geralmente devido a altas temperaturas ou sobrecargas no tráfego.
Escorregamento	
	Perda de aderência entre o pneu e a superfície do pavimento, geralmente em áreas úmidas ou com óleo, pode levar ao escorregamento de veículos, colocando em risco a segurança dos usuários.
Exsudação	
	Aparecimento de material asfáltico na superfície do pavimento em dias quentes, com aspecto oleoso e pegajoso, pode ser causado por excesso de ligante asfáltico na mistura ou por problemas na compactação.
Desgaste	
	Perda gradual da camada superficial do pavimento, expondo os agregados, pode ser causada por abrasão do tráfego, ação da água ou produtos químicos.

Quadro 1: Manifestações patológicas típicas em pavimentos flexível e rígido (conclusão)

Panela ou buraco	
	Depressões localizadas no pavimento, com bordas irregulares e fundo geralmente danificado, podem ser causadas por falhas na camada de base, infiltração de água ou ação de cargas pesadas.
Remendo	
	Área reparada no pavimento, geralmente com material e cor diferentes do original, pode ter sido realizada para corrigir fissuras, buracos ou outros defeitos.

Fonte: [7]

De forma complementar, a norma [8] define o procedimento para a avaliação objetiva da superfície do pavimento, fundamentado no cálculo do Índice de Gravidade Global (IGG). Tal metodologia baseia-se em levantamentos sistemáticos realizados em estações amostrais distribuídas ao longo da via, permitindo a classificação do estado de degradação em níveis que variam de “Ótimo” a “Péssimo”, conforme a frequência e a severidade das manifestações patológicas identificadas.

O documento [9] introduz a avaliação subjetiva, resultando no Valor de Serventia Atual (VSA), que reflete a percepção do usuário quanto ao conforto de rolamento[9]. Já a [10] regulamenta o Levantamento Visual Contínuo (LVC), método mais ágil para grandes extensões, que possibilita a obtenção de índices expeditos como o ICPF e o IGGE. Mais recentemente, a [11] instituiu o Índice de Condição da Manutenção (ICM), incorporando tecnologias como captura de imagens e aprendizado de máquina para detecção automatizada de falhas.

LEVANTAMENTO AEROFOTOGRAMÉTRICO RODOVIÁRIO

O avanço tecnológico tem otimizado os serviços topográficos, reduzindo tempo e custos. Nesse contexto, destaca-se o uso de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs). Em [2] destaca-se que a utilização de VANTs para capturar imagens e gerar modelos 2D e 3D trouxe avanços expressivos para o monitoramento de pavimentos. Já em [6] é afirmado que esses métodos permitem identificar e mensurar defeitos superficiais de forma ágil, racional e com custos reduzidos.

No que tange à precisão na identificação das patologias, [12] reportou uma taxa de acerto de aproximadamente 94,4% em seu estudo prático, enquanto [13] obteve uma taxa inferior, de 68,75%. De [6] destacou a viabilidade de identificar remendos e

panelas, apontando que a eficiência da identificação depende dos parâmetros utilizados, como a altura de voo.

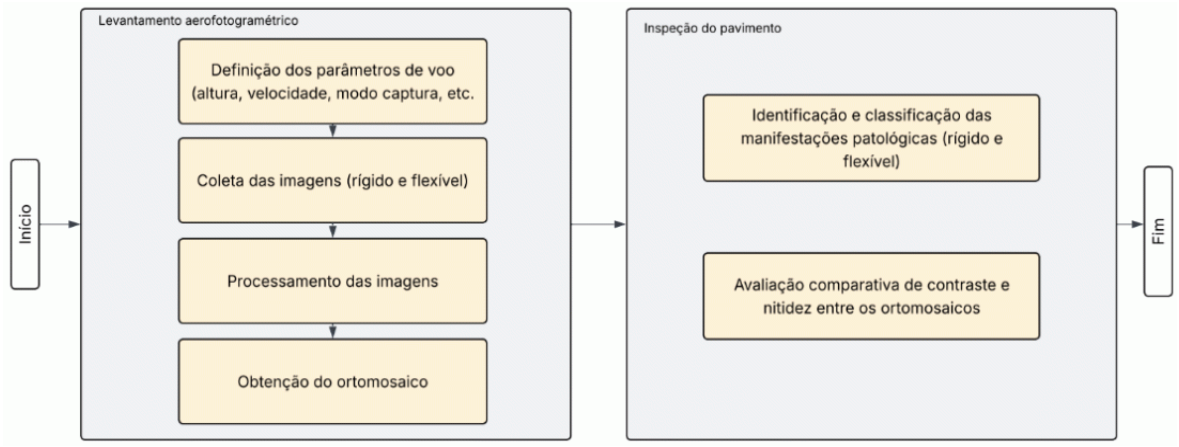
Em [13], também são apresentadas as principais limitações e oportunidades futuras. O trabalho afirma que é importante reconhecer a dependência dos resultados em relação às condições climáticas, ao nível de treinamento específico e à qualidade do equipamento. Além disso, a análise se concentra predominantemente em defeitos visíveis na superfície, deixando de lado problemas subsuperficiais que também comprometem a estrutura do pavimento. Para uma avaliação mais abrangente, é necessário investigar a estrutura do pavimento após a inspeção superficial.

Os modelos 3D proporcionam uma visão abrangente das condições do pavimento, permitindo analisar deformações e monitorar a evolução dos danos ao longo do tempo, contribuindo para o SGP com dados confiáveis. Para levantamentos aerofotogramétricos adequados, devem ser seguidas etapas como planejamento do voo, aquisição das imagens, correção de coordenadas, processamento e geração de produtos como nuvem de pontos e ortomosaico.

MATERIAIS E MÉTODO

A pesquisa caracteriza-se como quantitativa, de caráter exploratório, com adoção de estudo de caso e método comparativo, fundamentada em uma abordagem dedutiva. A escolha desse delineamento justifica-se pela necessidade de comparar, de forma objetiva, a aplicabilidade de usar um método emergente em duas situações distintas. O fluxo de atividades seguiu o descrito na Figura 1.

Figura 1: Fluxograma das atividades

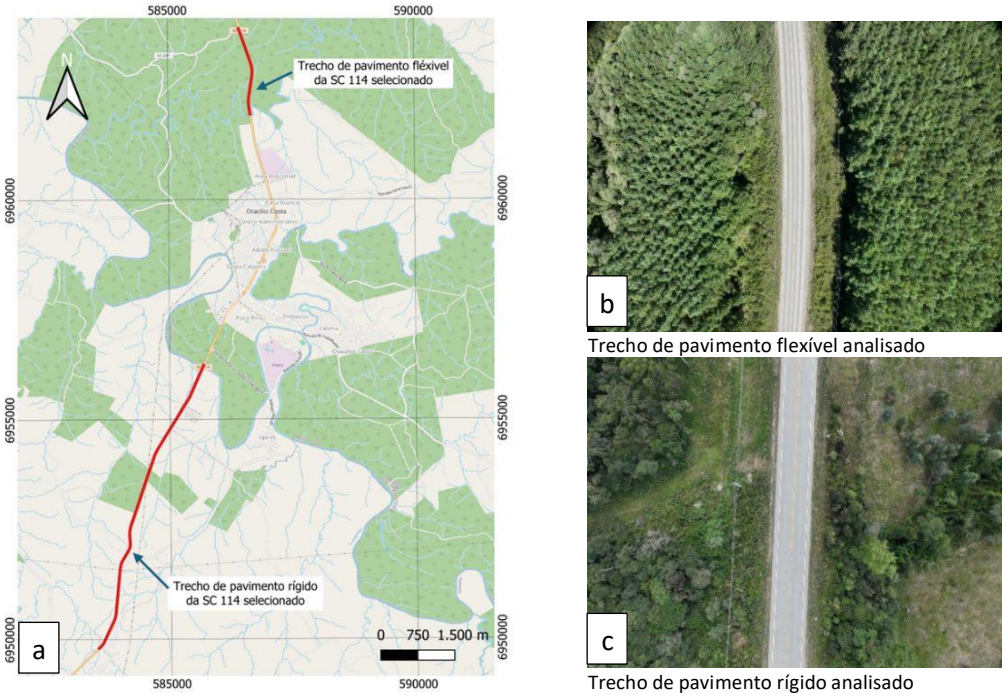


Fonte: Autor

TRECHOS SELECIONADOS

Como ilustrado na Figura 2a, a coleta de dados foi realizada em dois segmentos da rodovia SC-114, abrangendo pavimentos do tipo flexível e rígido. O primeiro segmento estende-se entre o município de Otacílio Costa e o entroncamento com a SC-281, no sentido de Ponte Alta, totalizando 1.991 metros de extensão e apresentando revestimento em concreto betuminoso, conforme evidenciado na Figura 2b.

Figura 2: Trechos selecionados



Trecho de pavimento flexível analisado

Trecho de pavimento rígido analisado

Fonte: Autor

O segundo segmento, por sua vez, corresponde ao trecho entre Otacílio Costa e o entroncamento com a SC-284, em direção ao município de Palmeira. Esse trecho possui revestimento em concreto e está representado na Figura 2c.

CONFIGURAÇÕES DOS SISTEMAS DE AQUISIÇÃO DE IMAGENS

Os parâmetros de voo (Quadro 2) foram mantidos estritamente constante em ambas as situações. O VANT utilizado foi o Mavic 3 Enterprise com modulo RTK. Os resultados foram comparados por meio de análises quantitativas e qualitativas.

Quadro 2: Parâmetros de voo

Parâmetros	**Pavimento rígido**	**Pavimento flexível**
VANT	M3E Series	M3E Series
Câmera	M3E WIDE	M3E WIDE
Ortofoto GSD, [cm/pixel]	3,56	3,56
Altitude de voo, [m]	50	50
Velocidade, [m/s]	7	7
Ângulo do Curso, [°]	90	90
Modo de Foto	intervalo cronometrado	intervalo cronometrado

Fonte: Autor

Os levantamentos foram realizados em 20 de março de 2026, sob condições meteorológicas favoráveis (céu limpo, boa iluminação natural e ventos fracos). O trecho com pavimento rígido foi levantado entre 11h22min10s e 11h30min43s, totalizando 240 fotografias, enquanto o trecho com pavimento flexível foi registrado entre 13h14min26s e 13h35min45s, com 317 fotografias. Essas condições

contribuíram para reduzir a influência de sombras e variações de contraste, favorecendo a identificação das manifestações patológicas nas imagens.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados obtidos a partir do levantamento e das inspeções de campo evidenciam uma diferença significativa na ocorrência de manifestações patológicas entre os dois tipos de pavimento analisados. Como descreve a Quadro 3, no trecho com pavimento flexível, foram identificadas 116 ocorrências, enquanto no pavimento rígido registraram-se apenas 5 manifestações.

Quadro 3: Manifestações patológicas identificadas

Tipo	Pavimento Flexível	Pavimento Rígido
Fissura	0	0
Trincas transversais	19	0
Trincas longitudinais	2	2
Trincas em malha do tipo "Jacaré"	55	0
Trincas em malha do tipo "Bloco"	0	0
Afundamento de consolidação	8	0
Ondulação ou corrugação	1	0
Escorregamento	3	0
Exsudação	0	0
Desgaste	9	2
Panela ou buraco	2	0
Remendo	17	1
Total	**116**	**5**

Fonte: Autor

No pavimento flexível, predominaram as trincas em malha do tipo “jacaré” (55 ocorrências), seguidas por trincas transversais (19) e remendos (17), indicando um estágio mais avançado de deterioração. Em contrapartida, o pavimento rígido apresentou apenas cinco manifestações, restritas a trincas longitudinais (2), desgaste (2) e remendos (1), evidenciando seu melhor desempenho nas condições analisadas.

Algumas patologias, como afundamentos de consolidação e ondulações, demandam verificação *in loco*, pois estão associadas a deformações da superfície cuja identificação em ortomosaicos pode ser limitada, especialmente quando as variações geométricas são sutis.

A maior incidência de defeitos no pavimento flexível pode ser atribuída ao intenso tráfego de veículos pesados e à menor vida útil característica desse tipo de estrutura. Além disso, a análise qualitativa das imagens confirma a influência da tonalidade do revestimento na identificação das manifestações patológicas. Como pode ser observado nas Figuras 3 e 4, a detecção visual dos defeitos é mais evidente no pavimento flexível do que no rígido, mesmo para inspetores treinados, aspecto especialmente relevante para aplicações de visão computacional.

Figura 3: Manifestações patológicas em pavimento flexível



Fonte: Autor

Figura 4: Manifestações patológicas em pavimento rígido



Fonte: Autor

Outro aspecto relevante nos pavimentos rígidos é a presença de juntas de dilatação que, em determinadas condições, podem ser indevidamente interpretadas por sistemas de visão computacional como trincas ou fissuras.

CONCLUSÕES

Os resultados evidenciam o potencial do uso de imagens obtidas por VANTs como apoio à inspeção de manifestações patológicas superficiais, com aplicabilidade em pavimentos flexíveis e rígidos. A metodologia permitiu identificar diferenças significativas entre os tipos analisados, destacando a maior incidência de defeitos no pavimento flexível, em contraste com o melhor desempenho do pavimento rígido sob condições semelhantes.

Apesar da viabilidade técnica, a eficiência da detecção por imagens depende das condições de aquisição, da tonalidade do revestimento, do contraste e das características geométricas dos defeitos. Embora os levantamentos tenham sido realizados sob condições ambientais favoráveis, a análise baseada apenas no ortomosaico bidimensional apresenta limitações na identificação de deformações superficiais, como afundamentos de trilha de roda, afundamentos de consolidação e ondulações. Nesses casos, recomenda-se a utilização integrada dos produtos tridimensionais da fotogrametria digital, como o Modelo Digital de Superfície (MDS), a nuvem de pontos e os perfis de elevação, para uma avaliação mais confiável das deformações do pavimento.

Por fim, a integração de VANTs com técnicas avançadas de processamento de imagens e inteligência artificial mostra-se promissora, sendo recomendados investimentos na calibração de algoritmos, ampliação de bases de dados e uso de VANTs de asa fixa para ampliar a confiabilidade e a escala das inspeções.

DECLARAÇÃO

Durante a preparação deste artigo, os autores utilizaram a ferramenta ChatGPT para tradução, revisão e melhoria de coesão do texto. Após a utilização da ferramenta, os autores revisaram e editaram o conteúdo conforme necessário e assumem total responsabilidade pelo conteúdo do artigo publicado.

REFERÊNCIAS

[1] Pan Y, Zhang X, Cervone G, Yang L. Detection of Asphalt Pavement Potholes and Cracks Based on the Unmanned Aerial Vehicle Multispectral Imagery. IEEE **Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing**, vol. 11, n 10, p. 3701-3712, 2018. DOI: https://doi.org/10.1109/JSTARS.2018.2865528

[2] Manjusha M, Sunitha V. A review of advanced pavement distress evaluation techniques using unmanned aerial vehicles. **International Journal of Pavement Engineering,** vol. 24, n 2, 2023. DOI: https://doi.org/10.1080/10298436.2023.2268796

[3] Outay F, Mengash HA, Adnan M. Applications of unmanned aerial vehicle (UAV) in road safety, traffic and highway infrastructure management: Recent advances and challenges.

Transportation Research Part A: Policy and Practice, Vol. 141, pp. 116- 129, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tra.2020.09.018

[4] Zhao Y, Zhang W, Yang Y, Sun H, Wang L. An efficient pavement distress detection scheme through drone–ground vehicle coordination. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, vol. 180, 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tra.2023.103949

[5] Llopis-Castelló D, García-Segura T, Montalbán-Domingo L, Sanz-Benlloch A, Pellicer E. Influence of pavement structure, traffic, and weather on urban flexible pavement deterioration. **Sustainability,** vol. 12, n 22, pp. 1 – 20, 2020. DOI: https://doi.org/10.3390/su12229717

[6] Oliveira FHL de, Arantes AE, Lima Neto PDS. Estudo de método para identificação de panelas e remendos em pavimentos urbanos com a utilização de UAS quadrirrotor. **Revista Tecnologia**, vol. 41, n 2 p 2020. DOI: https://doi.org/10.5020/23180730.2020.10838

[7] BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Norma DNIT 005/2003 - TER** - Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos Terminologia. Brasil: 2003.

[8] BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Norma DNIT 006/2003 - PRO** - Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Procedimento. Brasil: 2003.

[9] BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Norma DNIT 009/2003 - PRO** - Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Procedimento. Brasil: 2003.

[10] BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Norma DNIT 008/2003 - PRO** - Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Procedimento. Brasil: 2003.

[11] BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Resolução DNIT 005/2023** - Utilização do Índice de Condição da Manutenção das rodovias pavimentadas e não pavimentadas sob jurisdição do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT. Brasil: 2022.

[12] Vasconcelos Fernandes RT, Fonseca Cabral A, Batista Dantas GC, Varela Tinoco VN, Azevedo da Silveira BD, Sousa Junior AM. Mapeamento de manifestações patológicas em pavimento asfáltico por meio de uso de drones. **Revista ALCONPAT,** vol. 11, n 1, p. 61-72. 2021. DOI: https://doi.org/10.21041/ra.v11i1.521

[13] Nascimento JA. **Identificação e Análise dos Defeitos do Pavimento através de Imagens com Drone**. Universidade Federal de Pernambuco, 2023.