

ISSN: 2319-0124

## DETECÇÃO SEMIAUTOMÁTICA DE FALHAS EM PAVIMENTO ASFÁLTICO ADOTANDO PRODUTOS GERADOS POR AERONAVE REMOTAMENTE PILOTADA

Fábio B. CUNHA<sup>1</sup>; Pedro A. J. VILELA<sup>2</sup>; Débora P. SIMÕES<sup>3</sup>; Camila S. dos A. LACERDA<sup>4</sup>; João  
E. C. F. da SILVA<sup>5</sup>

### RESUMO

Dada a importância de identificar defeitos nos pavimentos asfálticos para a correta manutenção das rodovias brasileiras, o presente trabalho tem por objetivo realizar a detecção semiautomática de falhas no pavimento asfáltico e classificar a qualidade da rodovia segundo as normas do DNIT adotando Geobias e utilizando produtos fotogramétricos oriundos de imagens adquiridas com RPA. Para tanto, realizou-se o levantamento aerofotogramétrico de um trecho da rodovia MG-290 com um drone Phantom 4 e as imagens, juntamente com pontos de controle determinados via posicionamento por GNSS, foram processadas no *software* Agisoft Photoscan. Com o ortofotomosaico e o MDS obtidos, realizou-se a segmentação da ortofoto, a coleta de amostras para cada classe definida e a extração de atributos no *software* eCognition. A classificação orientada a objetos, adotando o algoritmo *Random Forest*, realizada no *software* WEKA, foi excelente e possibilitou a quantificação dos defeitos presentes no trecho da rodovia em estudo, adotando o *software* QGIS. Calculando o IGG, de acordo com as normas do DNIT, verificou-se que o trecho em análise encontra-se em péssimas condições.

### Palavras-chave:

Drone; Geobias; PDI; RPA; Rodovia.

### 1. INTRODUÇÃO

O uso de Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPAs), mais conhecidas como drones, facilitou a obtenção de fotografias aéreas para fins de mapeamento e, por meio de um correto processamento fotogramétrico, possibilita gerar produtos confiáveis, dentre os quais destacam-se o Modelo Digital de Superfície (MDS) e o ortofotomosaico. Adotando esses produtos obtidos com a aerofotogrametria, bem como técnicas de processamento digital de imagens, pode-se realizar uma classificação orientada a objetos (*Geographic Object-Based Image Analysis - GEOBIA*), que consiste em uma análise baseada em objetos geográficos de alta resolução em que considera-se o contexto espacial e as

---

<sup>1</sup>Engenheiro Agrimensor e Cartógrafo (Egresso), IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes. E-mail: fabioborgescunha@gmail.com.

<sup>2</sup>Engenheiro Agrimensor e Cartógrafo (Egresso), IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes. E-mail: pedroaugustho96@gmail.com.

<sup>3</sup>Orientadora, IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes. E-mail: debora.simoes@ifsuldeminas.edu.br.

<sup>4</sup>Coorientadora, IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes. E-mail: camila.lacerda@ifsuldeminas.edu.br.

<sup>5</sup>Coorientador, IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes. E-mail: joaoedsoncosta@hormail.com.

características de textura, bem como as informações espectrais (ANTUNES et al., 2014).

Diversas aplicações podem se beneficiar do uso desses recursos, aprimorando a qualidade dos produtos gerados e a praticidade para obtê-los. Como exemplo, cita-se o levantamento das condições viárias, o que normalmente não é realizado de forma automatizada, mas sim por funcionários *in loco*, o que gera riscos de acidentes, erros sistemáticos e maiores recursos econômicos e de tempo. Nesse contexto, Branco (2016) estuda o monitoramento automatizado das condições dos pavimentos utilizando RPA, enfatizando a importância da modernização das técnicas de trabalho.

Nessa abordagem, o presente trabalho tem por objetivo realizar a detecção semiautomática de falhas no pavimento asfáltico e classificar a qualidade de um trecho da rodovia MG-290, segundo as normas do Departamento Nacional de Infraestruturas e Transportes (DNIT), adotando a Classificação Orientada a Objetos e utilizando um ortofotomosaico e um MDS gerados a partir de imagens adquiridas com RPAs.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Para realização do trabalho foi definida como área de estudo um trecho de 1 km da rodovia MG-290, próximo ao trevo do município de Inconfidentes – MG, conhecido como “Trevo do Caipira”. Inicialmente, realizou-se um voo aerofotogramétrico da área de interesse, utilizando um drone modelo Phantom 4 e adotando o aplicativo DroneDeploy para planejamento do voo linear automatizado. Adotou-se, também, 10 pontos de controle distribuídos de forma homogênea ao longo do trecho da rodovia, cujas coordenadas foram determinadas adotando receptores GNSS modelos Leica VIVA e Promark 220 e o método de posicionamento por GNSS estático rápido.

Para processamento das coordenadas dos pontos de controle, adotou-se o *software* GNSS Solutions e, de posse dessas coordenadas e das imagens aéreas, realizou-se o processamento fotogramétrico no *software* Agisoft PhotoScan, obtendo-se um ortofotomosaico e um MDS da área de estudo. Dispondo-se desses produtos fotogramétricos, no *software* eCognition Developer 64, realizou-se segmentação da ortoimagem e coletou-se amostras para cada uma das classes definidas na área de estudo: afundamento, panela, corrugações, desgaste, escorregamento, exsudação, fenda e remendo - sendo esses os tipos de defeitos asfálticos definidos em DNIT (2003); e sombra, pavimento bom, vegetação rasteira, vegetação alta, solo, faixa branca, faixa amarela e veículo. Para cada classe coletou-se, em média, 103 amostras, exceto para as classes pavimento bom e desgaste, que resultarem em 431 e 441 amostras, respectivamente.

Em seguida, realizou-se a extração de atributos adotando o *software* eCognition. Foram testados e escolhidos os atributos que visualmente proporcionavam uma boa distinção entre os diversos objetos da imagem, definindo-se para a classificação atributos: de geometria, de posição, de

extensão, de hierarquia, de média, baseados em pixels, de forma, de distorção, de desvio padrão e de vizinhança. Por fim, no *software* de mineração de dados Weka 3.9.5, realizou-se a seleção dos atributos que, de fato, estariam contribuindo para a classificação, definindo-se o ranqueamento pelo algoritmo InfoGain, e, com os atributos selecionados, realizou-se a classificação do ortofotomosaico adotando o classificador Random Forest.

Após a classificação, utilizou-se o *software* QGIS para visualização da mesma e quantificação dos defeitos do pavimento. Para avaliação da qualidade do pavimento do trecho da rodovia em estudo, calculou-se o Índice de Gravidade Global (IGG) definido pela a norma DNIT 006/2003 - PRO IPR (DNIT, 2003), para o qual foi necessário quantificar as frequências absoluta e relativa dos defeitos presentes no trecho da rodovia, adotando 50 parcelas desse trecho da rodovia como amostras.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após levantamento aerofotogramétrico e seu respectivo processamento, obteve-se o ortofotomosaico da área de interesse com *Ground Sample Distance* (GSD) igual a 1,64 cm, importante para possibilitar a detecção dos defeitos de pequenas dimensões. A Figura 1 apresenta o ortofotomosaico juntamente com os dez pontos de controle adotados.

Figura 1 – Ortofotomosaico da área de estudo e pontos de controle.



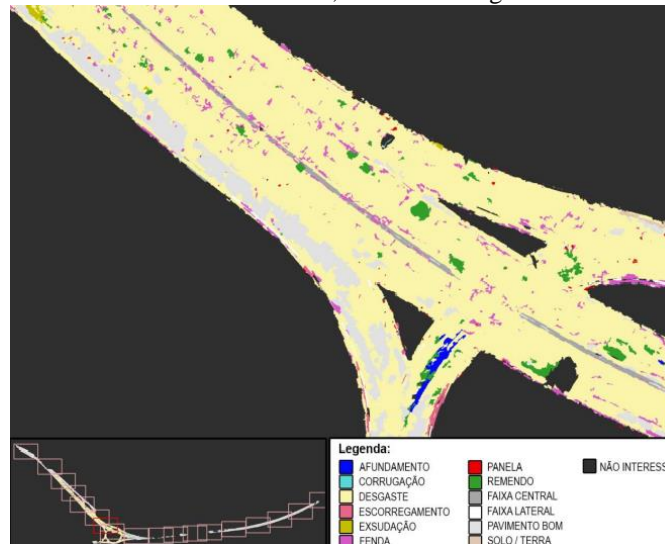
Fonte: Os autores (2022).

O ortofotomosaico (Figura 1) foi segmentado em 2442 segmentos para a classificação, correspondendo a uma área total de 10727,691 m<sup>2</sup>. A classificação do mesmo no *software* Weka, adotando 84 atributos para cada uma das classes definidos após a seleção de atributos, apresentou exatidão global de 87,6548% e índice Kappa de 0,8622, sendo considerada “Excelente” de acordo com os valores definidos por Landis e Koch (1977). É importante destacar que a presença do MDS interfere nos atributos de posição adotados na classificação e, portanto, sua utilização se mostrou indispensável nesse estudo. A Figura 2 apresenta um trecho da área de estudo após a classificação, destacando os defeitos existentes no pavimento asfáltico.

Após a quantificação das áreas de cada uma das classes definidas na classificação, utilizando o *software* QGIS, verificou-se que o defeito predominante na rodovia, em termos de área, são os

desgastes, que correspondem a 27,32% de toda área dos defeitos. Da área total do pavimento em estudo, 33,61% corresponde a algum tipo de falhas no pavimento. Com os dados levantados, calculando-se o IGG do trecho da rodovia em estudo, obteve-se um valor igual a 235,8, o qual, segundo a norma do DNIT (2003), representa que a condição do pavimento asfáltico do trecho da rodovia MG-290 analisado é péssima.

Figura 2 – Parte do ortofotomosaico classificado, destacando alguns dos defeitos encontrados no pavimento.



Fonte: Os autores (2022).

## 5. CONCLUSÕES

Uma vez que obtiveram-se excelentes resultados para a classificação do ortofotomosaico, pode-se avaliar as condições do trecho da rodovia em estudo, classificando-o segundo as normas do DNIT como péssimo. Conclui-se, portanto, que a utilização de produtos fotogramétricos oriundos de imagens aéreas obtidas com RPA e o uso da classificação orientada a objetos (Geobia), adotando o classificador Random Forest, são eficientes para a detecção de falhas no pavimento asfáltico.

## REFERÊNCIAS

ANTUNES, D.; CONTI, G.; WIGGERS, K. L.; RIBEIRO, S. R. A. Abordagens em GEOBIA e aplicação da técnica em imagem Rapideye de uma área da bacia do rio Pitangui – PR. **Anais 5º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal**. Campo Grande, MS. Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p. 631-640. 2014.

BRANCO, L. H. C. **MANIC: um metodologia para monitoramento automatizado das condições dos pavimentos utilizando VANTs**. Serviço de Pós Graduação da EESC-USP. São Carlos, 2016. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE –

DNIT. **Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Procedimento**. Instituto de Pesquisas Rodoviárias, Rio de Janeiro, 2003.

LANDIS, J. R., KOCH, G. G. **An application of hierarchical kappa-type statistics in the assessment of majority agreement among multiple observers**. *Biometrics*, p. 363-374, 1977.