



**Leonardo Tullio
(Organizador)**

Aplicações e Princípios do Sensoriamento Remoto 3

Atena
Editora
Ano 2019

Leonardo Tullio
(Organizador)

Aplicações e Princípios do Sensoriamento Remoto 3

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Lorena Prestes
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
A642	Aplicações e princípios do sensoriamento remoto 3 [recurso eletrônico] / Organizador Leonardo Tullio. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Aplicações e Princípios do Sensoriamento Remoto; v. 3) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-637-9 DOI 10.22533/at.ed.379192309 1. Sensoriamento remoto. I. Tullio, Leonardo. CDD 621.3678
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

Atena
Editora

Ano 2019

APRESENTAÇÃO

Neste 3ª e-book de Aplicações e Princípios do Sensoriamento Remoto, buscamos apresentar as mais recentes pesquisas na área abordando o uso das tecnologias. Essas pesquisas nos ajudam a planejar e tomar decisões em diversas áreas de atuação, tanto no meio urbano quanto no meio rural.

Trabalhar o Sensoriamento Remoto requer cuidados e atenção, principalmente na aquisição de imagens e suas resoluções, o que podem ser decisivos para uma boa análise. Assim no âmbito da qualidade, necessita-se estudos aprofundados e métodos que proporcionem as análises mais confiáveis e precisas, pois estamos passando por mudanças que acontecem muito rapidamente e verificar o problema em tempo real é quase que uma necessidade.

Portanto, nesta obra encontram-se diversos métodos e resultados que ajudam na tomada de decisão quanto ao planejamento ideal e com rapidez e confiança.

Desejo uma boa leitura desta obra.

Leonardo Tullio

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
SENSORIAMENTO REMOTO E ANÁLISE ESPACIAL: UMA CONTRIBUIÇÃO PARA O MAPEAMENTO DOS SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA	
Patrick Calvano Kuchler Margareth Simões Agnès Begué Rodrigo Peçanha Damien Arvor	
DOI 10.22533/at.ed.3791923091	
CAPÍTULO 2	11
APLICAÇÃO DE SENSORIAMENTO REMOTO NO ESTUDO DOS NÍVEIS DE DEGRADAÇÃO DE PASTAGENS	
Mateus Benchimol Ferreira de Almeida Margareth Simões Rodrigo Peçanha Demonte Ferraz	
DOI 10.22533/at.ed.3791923092	
CAPÍTULO 3	22
ANÁLISE DE BORDAS DE FLORESTAS DE EUCALIPTO NO VALE DO JEQUITINHONHA EM IMAGENS DO GOOGLE EARTH®	
Lais Barbosa Teodoro Gadioli Vinícius Leonardo Gadioli da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.3791923093	
CAPÍTULO 4	34
USO DE IMAGENS DE SATÉLITE LANDSAT NO ESTUDO TEMPORAL DA COBERTURA DA TERRA NO RASO DA CATARINA	
Uldérico Rios Oliveira Patrícia Lustosa Brito Mauro José Alixandrini Júnior Júlio César Pedrassoli Ricardo Lustosa Brito	
DOI 10.22533/at.ed.3791923094	
CAPÍTULO 5	46
SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA APLICADO AO PLANEJAMENTO URBANO	
Madjany Modesto Pereira José Eduardo de Carvalho Lima Sávio de Brito Fontenele	
DOI 10.22533/at.ed.3791923095	
CAPÍTULO 6	56
MODAL ÔNIBUS NA CIDADE DE MOGI GUAÇU/SP - ESTUDO E PROPOSIÇÕES	
Antoniane Arantes de Oliveira Roque Luiz Carlos Rossi	
DOI 10.22533/at.ed.3791923096	
CAPÍTULO 7	69
VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE ALTITUDES EM LEVANTAMENTO DE DEFEITOS EM	

PAVIMENTOS RODOVIÁRIOS COM AUXÍLIO DE VANT

Paulo de Souza Lima Neto
Francisco Heber Lacerda de Oliveira
Arielle Elias Arantes
Daniel Dantas Moreira Gomes

DOI 10.22533/at.ed.3791923097

CAPÍTULO 8 78

ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE URBANA PELO MODELO PRESSÃO-ESTADO-RESPOSTA E PROGRAMAÇÃO POR COMPROMISSO

Camila Frandi Cecagno
Vinícius Marques Müller Pessôa
Danilo Mangaba de Camargo
Mara Lúcia Marques

DOI 10.22533/at.ed.3791923098

CAPÍTULO 9 89

ANÁLISE DO USO E COBERTURA DO SOLO E A TRANSMISSÃO DA LEISHMANIOSE TEGUMENTAR NO MUNICÍPIO DE ULIANÓPOLIS – PARÁ

Alcione Ferreira Pinheiro
Ricardo José de Paula Souza e Guimarães
Gabriella Ferreira Damasceno Santiago
Sergio Luís Barbosa da Silva
Edna Aoba Yassui Ishikawa
Alessandra Rodrigues Gomes

DOI 10.22533/at.ed.3791923099

CAPÍTULO 10 97

ANÁLISE DE CORRELAÇÃO ENTRE FATORES SOCIOAMBIENTAIS E O NÚMERO DE CASOS DE DOENÇA DE CHAGAS NO AMAZONAS, BRASIL

Eric Delgado dos Santos Mafra Lino
Raquel Aparecida Abrahão Costa e Oliveira
Samanta Cristina das Chagas Xavier

DOI 10.22533/at.ed.37919230910

CAPÍTULO 11 108

CONFIGURAÇÃO E SIGNIFICADO DE LINEAMENTOS ESTRUTURAIS MAIORES DA SERRA DO ESPINHAÇO MERIDIONAL

William Medina Leite Féres
Pedro Angelo Almeida Abreu

DOI 10.22533/at.ed.37919230911

CAPÍTULO 12 121

USO DE PROJEÇÕES RCP 4.5 / RCP 8.5 E ÍNDICE DE VULNERABILIDADE CLIMÁTICA (IVC) PARA MONITORAMENTO DA DESERTIFICAÇÃO EM MUNICÍPIOS DO SERTÃO PERNAMBUCANO, BRASIL

Rayanna Barroso de Oliveira Alves
Hernande Pereira da Silva
José Coelho de Araújo Filho
Marco Antonio de Oliveira Domingues
Jones Oliveira de Albuquerque

DOI 10.22533/at.ed.37919230912

CAPÍTULO 13	132
ANÁLISE DA DINÂMICA DE USO E COBERTURA DA TERRA DO MUNICÍPIO DE SÃO FÉLIX DO XINGU – PA ENTRE 2008 A 2017	
Clodoaldo Marques da Costa Paulo Rodrigues de Melo Neto Yara Soares Sales de Barros Brenda Cunha Pereira Cinthia Pereira de Oliveira Bianca Caterine Piedade Pinho Beatrice Christine Piedade Pinho Débora Aquino Nunes	
DOI 10.22533/at.ed.37919230913	
CAPÍTULO 14	141
DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DA INCIDÊNCIA DE FOCOS DE QUEIMADA NO MUNICÍPIO DE SÃO FÉLIX DO XINGU – PA ENTRE OS ANOS DE 2008 A 2017	
Paulo Rodrigues de Melo Neto Clodoaldo Marques da Costa Yara Soares Sales de Barros Brenda Cunha Pereira Cinthia Pereira de Oliveira Bianca Caterine Piedade Pinho Beatrice Christine Piedade Pinho Débora Aquino Nunes	
DOI 10.22533/at.ed.37919230914	
CAPÍTULO 15	152
ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE EM PALMAS-TO	
Érika Gonçalves Pires Gabriel Alves Veloso	
DOI 10.22533/at.ed.37919230915	
SOBRE O ORGANIZADOR	161
ÍNDICE REMISSIVO	162

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE ALTITUDES EM LEVANTAMENTO DE DEFEITOS EM PAVIMENTOS RODOVIÁRIOS COM AUXÍLIO DE VANT

Paulo de Souza Lima Neto

Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia de Transportes
Fortaleza – Ceará

Francisco Heber Lacerda de Oliveira

Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia de Transportes
Fortaleza – Ceará

Arielle Elias Arantes

Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia de Transportes
Fortaleza – Ceará

Daniel Dantas Moreira Gomes

Universidade de Pernambuco, Laboratório de Geoprocessamentos e Modelagem Ambiental
Garanhuns – Pernambuco

RESUMO: A utilização de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT) está em ascendência no mundo e o emprego destes como ferramenta para obtenção de imagens fotogramétricas é uma realidade no contexto da Engenharia de Transportes. Dessa maneira, neste artigo foram utilizados um VANT Multirotor para obtenção de imagens de pavimentos flexíveis e softwares de plano de voo e processamento de imagens de uma determinada via da cidade de Fortaleza – CE. Assim, por meio de interpretação visual, foi possível identificá-las e medi-las no pavimento. Os voos foram feitos em três alturas sendo 30,

40 e 50 metros, e sem a utilização de pontos de controle, sendo possível verificar a variação das medidas obtidas pelo levantamento, para que, futuramente, um método possa ser proposto. Concluiu-se que as diferentes alturas de voo interferem no fotolevantamento dos defeitos de pavimentos, além ser possível perceber que o tamanho do defeito influencia na porcentagem de erro da mensuração.

PALAVRAS-CHAVE: VANT, rodovias, defeitos, fotogrametria, método.

VERIFICATION OF THE INFLUENCE OF ALTITUDES IN ROAD PAVEMENT DEFECTS SURVEY WITH AID OF UAV

ABSTRACT: The use of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) is in ascendancy in the world and the use of these as a tool to obtain photogrammetric images is a reality in the context of Transport Engineering. In this article a Multirotor UVA was used to obtain images of flexible pavements and flight plan software and image processing of a certain highway in the city of Fortaleza -CE. Thus, through visual interpretation, it was possible to identify and measure them on the pavement. The flights were made in three heights, them being 30, 40 and 50 meters, and without the use of control points, being possible to verify the variation of the measurements obtained by the survey. It

was concluded that the different flight heights interfere with the photoleaving of the pavement defects, besides it is possible to perceive that the size of the defect influences the percentage of error of the measurement.

KEYWORDS: UAV, highways, defects, photogrammetric, method.

1 | INTRODUÇÃO

Como principal modo de transporte do país, as rodovias devem estar em constante avaliação, sendo avaliado seu estado para que os usuários possam utilizá-las de uma forma mais segura, com conforto e menor custo operacional. Segundo pesquisa feita pela Confederação Nacional do Transporte (CNT), em 2018, o Brasil possuía uma malha rodoviária de 1,72 milhões de km, representando 61,1% da movimentação anual de cargas e passageiros; dessa malha, apenas 12,3% é pavimentada. Além disso, 58,2% das rodovias estaduais e federais analisadas apresentavam algum problema no pavimento, sinalização ou geometria.

A identificação dos defeitos tem por finalidade avaliar o estado de conservação dos pavimentos asfálticos, permitindo um diagnóstico da situação funcional e, com isso, estabelecer soluções tecnicamente adequadas, indicando as melhores alternativas para a manutenção ou restauração do pavimento. (MARCON, 1996)

No Brasil geralmente são empregados 3 métodos mais usuais, o primeiro, Levantamento Visual Contínuo (LVC), tem uma baixa precisão mas rápida obtenção de dados e baixo custo, o segundo, Avaliação Objetiva de Pavimentos, tem alta precisão com um grande período de obtenção de dados e um custo relativo e, por último, existe a varredura a laser que tem uma alta precisão, rápida obtenção de dados mas um alto custo e difícil acesso para todas as regiões do País. Com isso, existe a necessidade de novos métodos que sejam acurados, rápidos e de baixos custos para obtenção de dados, sendo o Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT), uma tecnologia que preenche os requisitos descritos anteriormente.

A utilização do VANT vem sendo cada vez mais empregada para vários serviços. Estudos de Pessoa (2017) e Komazaki et al (2017) mostraram que são possíveis bons resultados tanto qualitativos, como quantitativos, aplicando estes veículos no auxílio dos levantamentos aerofotogramétricos.

A carência de publicações nacionais e até mesmo internacionais sobre a aplicação do VANT para auxílio no levantamento de defeitos de pavimentos, faz com que exista a necessidade de outros estudos para verificar as limitações dessa nova tecnologia. Principalmente quando a maioria dos trabalhos presentes no atual estado da arte não explicam os motivos por adotarem certas alturas, velocidades, quantidades de pontos de controle entre outras variáveis. Além de a maioria utilizar VANT do tipo asa fixa, um tipo menos acessível por conta do seu alto custo e que é inadequado para levantamentos urbanos já que esse necessita de uma grande área para pouso, ao invés de multirotores, que são mais simples e mais acessíveis.

Assim, adotando uma ferramenta como o VANT para levantamento de defeitos de uma certa via, é possível obter imagens de alta precisão, sendo possível compará-las ao decorrer do tempo, verificando os avanços da deterioração dos pavimentos e auxiliando um Sistema de Gerência de Pavimentos em suas tomadas de decisão.

Dessa maneira, o presente estudo de caráter metodológico-descritivo e qualitativo, tem como objetivo identificar a influência de três alturas de voo em um levantamento de defeitos de pavimento flexível sem a utilização de pontos de controle para determinar se a ausência dos mesmos pode ser aceitável.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Para avaliar a mesma área, sobre diferentes alturas os mesmos equipamentos e *softwares* foram utilizados como será descrito nesta seção.

2.1 Área de Estudo

Como área de estudo, foi escolhido um trecho urbano de cerca de 400 metros de extensão, da Avenida Corrêa Lima. A via possui quatro faixas de tráfego, pavimentada em concreto asfáltico e com canteiro dividindo em duas pistas (Figura 1).



Figura 1. Trecho de estudo da Avenida Corrêa Lima.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A região onde está localizada essa via é de grande importância pois serve para interligar dois bairros que estão em desenvolvimento na cidade de Fortaleza, sendo eles Sapiranga e Edson Queiroz. Dessa maneira, a via apresenta um fluxo de tráfego leve e predominante de veículos de passeio.

2.2 Materiais

As ferramentas foram selecionadas para emprego no levantamento devido a serem empregadas em diversos segmentos como cartografia, geologia, filmagens aéreas, entre outros, além da maior facilidade e menor custo para se obter no atual mercado.

2.2.1 VANT

Para a coleta de imagens foi utilizado o VANT quadricóptero Phantom 4 Pro. O equipamento compreende uma plataforma aérea com sensores e câmera acoplados que possibilitam a obtenção de imagens fotogramétricas, sensores que aumentam a estabilidade da aeronave, como também a transmissão de dados para que seja possível o acompanhamento em tempo real da missão.

O VANT escolhido já vem acoplado com uma câmera que segundo a própria fabricante, tem as seguintes especificações: um sensor de 1 polegada atualizado com capacidades fotográficas de 20 megapixels. Esse sensor maior lhe permite 11,6 pontos de alcance dinâmico, o que mantém uma grande precisão, mesmo em situações ruins de iluminação, além de a mesma já ser acoplada a um *Gimbal* avançado de 3 eixos que elimina vibrações e movimentos indesejados durante o voo, permitindo que a câmera capture imagens suaves e fluidas mesmo durante manobras complexas. Maiores especificações se encontram na Tabela 1.

Sensores	5 sensores de colisão
Câmera	20 MP com sensor de 1 “
Velocidade	Máxima de 50 KM/H
Bateria	Duração de 20 à 30 min
Gimbal	Contem 3 eixos
GPS	Acurácia de 0,5m Vertical e 1,5 m Horizontal

Tabela 1. Especificações Phantom4 Pro.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

2.2.2 Softwares

Para o planejamento de voo foi utilizado o *software* Pix4D. Neste é possível selecionar a área que deseja sobrevoar e determinar o plano de voo e a altura desejada. Assim, o mesmo calcula automaticamente o *Ground Sample Distance* (GSD) que o levantamento terá. Sua interface é bastante rica, pois durante o voo é possível verificar onde estão sendo retiradas as imagens e o trajeto que o VANT irá fazer (Figura 2).

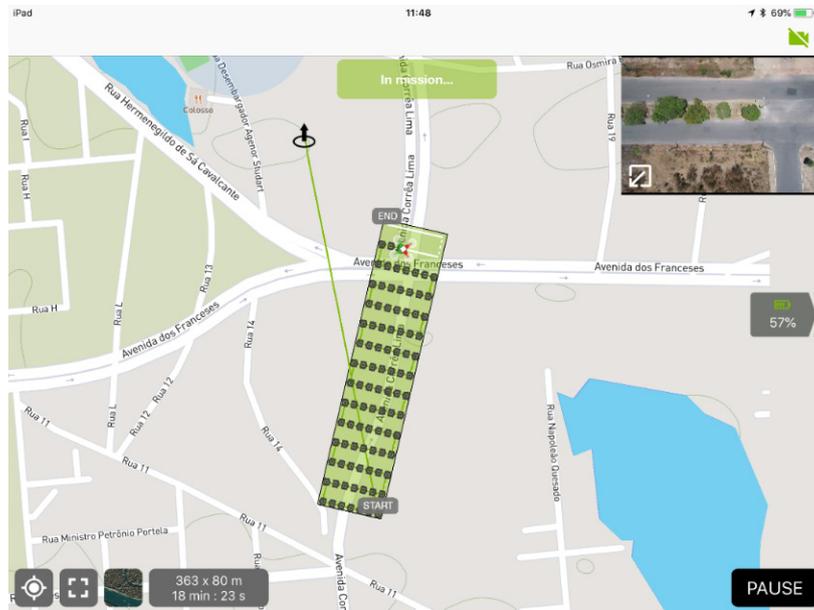


Figura 2. Plano de voo no *software* Pix4D.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Já os processamentos de imagens e geração de mosaicos ortoretificados foram feitos por meio da utilização do *Agisoft Photoscan*. Esse é um dos *softwares* mais utilizados do mercado por ter um bom custo e uma boa qualidade de processamento. O *software* utiliza os pontos capturados pelo GPS da aeronave para associar as imagens e montar o ortomosaico.

2.3 Metodologia

Primeiramente foi identificado a localidade de voo para que assim fosse possível determinar o plano de voo. Em seguida foram mensurados *in loco* os defeitos, que seriam obtidos no levantamento, sendo placas e remendos os escolhidos para estudo, para que fosse possível comparar os valores reais com os levantados.

Antes do voo foram selecionadas as alturas de 30,40 e 50m de voo, velocidade e sobreposição das fotos, o *software* Pix4D estabelece, automaticamente. O tempo de levantamento, o GSD, quantidade de baterias necessárias e de imagens obtidas. Para o presente artigo foi estabelecido um único plano de voo para identificação dos defeitos de pavimento em um trecho de 400m de extensão, mantendo as mesmas faixas de sobreposição de 70 x 80 e velocidade rápida, variando somente as alturas.

Após o levantamento das imagens foram gerados os ortomosaicos. Para que isso fosse possível, empregou-se o *software* *Agisoft Photoscan*. Assim é possibilitando a remoção de alguns erros e distorções provenientes do processo de levantamento de imagens.

Assim, após os processos de correção, as imagens puderam ser georreferenciadas pelo mesmo *software*, que obtém os pontos de GPS levantados juntamente com as imagens e de acordo com as coordenadas orienta todas para

a formação de um mosaico georreferenciado. Com a obtenção deste mosaico foi possível fazer mensurações como volume, área e perímetro. Desta maneira, com os dados obtidos, foram comparadas as diferenças medidas entre o levantamento fotogramétrico e levantamento *in loco* e calculou-se as porcentagens de erros.

3 | RESULTADOS

Para analisar os defeitos presentes na via, os mosaicos fotogramétricos foram interpretados e mensurados. Dessa forma foi possível verificar defeitos do tipo panelas e remendos, visto que esses são os mais presentes na localidade, foram analisadas 7 panelas e 10 remendos na localidade. A Figura 3 apresenta um comparativo entre a imagem de uma panela na localidade (1) e a mesma quando processado o mosaico (2), esses defeitos são geralmente originados pela degradação do pavimento por diversos fatores, como sub dimensionamento da estrutura e condições ambientais.



Figura 3. Comparação entre imagens de panelas.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Também foi possível verificar as regiões com a presença de remendo pela Figura 4. Esse defeito é uma restauração asfáltica, ou seja, na localidade panelas eram presentes e foram feitos serviços para repara-las. Caracteriza-se como defeito, pois esse muda o nivelamento do pavimento, causando desconforto para o usuário da via.



Figura 4. Regiões com remendo visualizadas no mosaico.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para facilitar a visualização dos resultados obtidos foram elaborados os Quadros 1 e 2, sendo o primeiro para dados de painelas e o segundo para remendos. Nestes se encontram as variações de alturas e os erros percentuais das medições, estes foram cálculos pela relação entre tamanho real medido e tamanho mensurado na medição do mosaico.

Alturas de Voo (m)	Erro Médio Largura (%)	Erro Médio Comprimento (%)
30	5,70	5,16
40	7,68	5,57
50	7,92	5,83

Quadro 1. Erros médios para painelas.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Alturas de Voo (m)	Erro Médio Largura (%)	Erro Médio Comprimento (%)
30	3,29	3,68
40	3,47	4,23
50	3,62	4,47

Quadro 2. Erros médios para remendos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

4 | DISCUSSÃO

Segundo os Quadros 1 e 2, é perceptível as alterações nas médias dos erros dos levantamentos quando ocorrem alterações nas alturas, tendo uma menor variação na mensuração dos remendos que nas painelas. Essa diferença deve ocorrer por motivos de os defeitos de remendos serem maiores que os de painelas. Dessa maneira, o primeiro estará presente em diversas imagens que quando sobrepostas e processadas fornecerão mais dados de localização ao programa, aumentando o nível de precisão e diminuindo a porcentagem de erros.

Como mostrado anteriormente nos Quadros 1 e 2, é possível perceber que existe um aumento do erro de acordo com o aumento da altura. Isso ocorre, provavelmente pela menor quantidade de imagens sobrepostas das localidades com defeitos, visto que quanto maior a altura menor a quantidade de imagens para sobreposição, já que a área de abrangência da captura da imagem será maior. Assim com a menor quantidade de imagens sobrepostas menor será a precisão e a qualidade do processamento e do mosaico de imagens, causando um maior erro quando esse é medido.

Além das taxas de sobreposição é perceptível que quanto menor a altura de voo maior a qualidade das imagens, facilitando assim a medição dos defeitos e diminuindo o percentual de erro humano das mensurações feitas.

Mesmo com essas diferenças percentuais, é possível perceber que a taxa de erro nos levantamentos é pequena variando de 5,16% à 7,92% para painelas e de 3,3% à 4,47% para remendos, sendo possível verificar a similaridade dos valores do levantamento e processamento com os valores reais.

5 | CONCLUSÕES

Com os dados obtidos neste artigo foi possível verificar que existe uma pequena diferença entre os dados levantados em campo com os dados obtidos com os processamentos. Isso mostra que mesmo sem o emprego de pontos de controle na localidade é possível fazer a verificação de defeitos em pavimentos rodoviários com o emprego deste tipo de VANT.

Além disso, também verificou-se que as diferenças de alturas de voo e de tamanhos dos defeitos presentes nos pavimentos influenciaram no processamento das imagens e nos valores medidos.

É importante salientar que essa metodologia tem o intuito de agregar dados aos outros levantamentos que são feitos para verificação de defeitos em pavimentos flexíveis, visto que proporciona mosaicos que podem ser medidos, possibilitando o acompanhamento da evolução dos defeitos.

Por fim, é possível afirmar que a metodologia é promissora, possibilitando a análise de um método alternativo e tecnológico de levantamento de defeitos em pavimentos urbanos, além de proporcionar medições que podem ser utilizadas para estimar condições funcionais (conforto e segurança) de pavimentos.

REFERÊNCIAS

CNT; SEST; SENAT. **Pesquisa CNT de rodovias 2018: Relatório Gerencial**. Brasília: Cnt, 2018. 405 p.

Marcon, A. F., **Contribuições ao Desenvolvimento de um Sistema de Gerência de Pavimentos para a Malha Rodoviária Estadual de Santa Catarina**, Tese de Doutorado, Instituto Tecnológico da Aeronáutica de São José dos Campos, (1996).

Pessoa G. G., Carrilho A. C., Miyoshi G. T – **Análise da Qualidade Posicional de Modelo Digital de Superfície Gerado a Partir de Correspondência de Imagens Aéreas Obtidas por RPAs**, Artigo XXVII Congresso Brasileiro de Cartografia, 2017.

Komazaki J. M., Camargo P. O., Galo M., **Amorim A. – Avaliação da Qualidade Geométrica de Modelos Digitais do Terreno Obtidos a Partir de Imagens Adquiridas com VANT**, Artigo XXVII Congresso Brasileiro de Cartografia: 2017.

SOBRE O ORGANIZADOR

LEONARDO TULLIO: Engenheiro Agrônomo (Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais- CESCAGE/2009), Mestre em Agricultura Conservacionista – Manejo Conservacionista dos Recursos Naturais (Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR/2016). Atualmente, doutorando em Ciências do Solo pela Universidade Federal do Paraná – UFPR, é professor colaborador do Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, também é professor efetivo do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE. Tem experiência na área de Agronomia e Geotecnologia. E-mail para contato: leonardo.tullio@outlook.com

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agropecuária 2, 7, 93, 102, 104, 121, 132, 133, 136, 137, 139, 141, 146

Amazônia 89, 95, 96, 103, 106, 133, 134, 136, 138, 139, 140, 142, 146, 148, 149, 150

Análise Espacial 109, 151

Anomalias Climáticas 121

Antropização 34, 41, 44, 98

B

Bilhete Único 56, 58, 64, 67

C

Compartimentação Tectônica 108

Corredor de Ônibus 56

D

Defeitos 69, 70, 71, 73, 74, 76, 77

Desenvolvimento Sustentável 78, 84, 150

Desertificação 121, 122, 123, 130, 131

Detecção de Mudança 34

Doença de Chagas 97, 98, 99, 103, 104

E

Epidemiologia 89, 92, 96, 97

F

Fotogrametria 69

G

Geoprocessamento 22, 23, 33, 46, 47, 48, 50, 52, 53, 54, 56, 89, 123, 134, 139, 141, 142, 143

Gestão Pública 46, 47, 48, 52, 54

I

Imagem Termal 152

Incêndio 142

Infraestrutura 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 54, 84, 132, 136, 138

M

Matriz de Transição 94, 133, 135

Método 22, 23, 24, 27, 30, 31, 32, 33, 38, 43, 67, 69, 77, 78, 79, 81, 82, 84, 86, 87,

141, 144, 148

Modelo Multicriterial 78

Mudanças Do Clima 122, 130

N

NDVI 9, 11, 12, 15, 17, 18, 19, 20, 44

P

Pastagens Degradadas 2, 11, 12, 13, 17, 19, 20

Processamento Digital de Imagens 13, 20, 22, 23, 34, 37, 108, 113

R

Rodovias 48, 69, 70, 77, 80

S

SAVI 11, 12, 16, 17, 19

Segmentação 22, 23, 24, 30, 38

Sensoriamento Remoto 5, 1, 8, 11, 13, 20, 23, 34, 36, 43, 44, 45, 56, 60, 68, 87, 89, 90, 92, 102, 109, 112, 119, 120, 123, 133, 134, 140, 153, 160

SIG 17, 46, 47, 48, 52, 54, 59, 78, 132, 135, 144, 151

T

Transporte Público 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68

U

Uso do Solo 7, 79, 82, 83, 84, 87, 89, 95, 134, 139, 152

V

Vetorização 56, 59, 60, 108, 109

Vulnerabilidade 44, 52, 81, 82, 83, 121, 122, 123, 126, 127, 128, 129, 130, 132, 134, 135, 140

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-637-9



9 788572 476379