ENTAC 2024
XX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Maceió, Brasil, 9 a 11 de outubro de 2024

Análise do processamento de imagem por drone em cobertura plana com diferentes níveis

Analysis of drone image acquisition on flat roof at different levels

Lara Monalisa Alves dos Santos
Universidade de Brasília | Brasília | Brasil | laramonalisa.a@gmail.com
Matheus Gregorio Kaminski
Universidade de Brasília | Brasília | Brasil | matheuskaminiski@unb.br
Lenildo Santos da Silva
Universidade de Brasília | Brasília | Brasil | lenildo@unb.br
Vanda Alice Garcia Zanoni
Universidade de Brasília | Brasília | Brasil | vandazanoni@unb.br

Resumo

As tecnologias digitais para a captura de imagens em inspeções prediais vêm sendo utilizadas, nos últimos anos, para auxiliar nas tomadas de decisões técnicas e gerenciais. A falta de clareza encontrada nas publicações sobre o processamento das imagens adquiridas com o uso do drone em sistemas de cobertura plana com diferentes níveis de laje motivou esta pesquisa experimental, para maior entendimento quanto às regiões de sobreposição. Este artigo apresenta o estudo realizado na cobertura plana da Biblioteca Central da Universidade de Brasília – BCE/UnB para investigar as possíveis diferenças entre os resultados obtidos em dois tipos de voos com drone e quatro tipos de processamento das imagens. Os resultados mostraram que as alturas e os tipos de plano do voo escolhidos em relação aos diferentes planos da cobertura existentes foram os pontos determinantes para a resolução e precisão das imagens coletadas, impactando diretamente na construção da ortoimagem. Assim, a discussão sobre o processamento dos dados, após a aquisição das imagens, contribui para a gestão das edificações com o uso de tecnologias digitais de inspeção predial e a qualidade da documentação gerada no processo.

Palavras-chave: Inspeção Predial. Tipologias de cobertura. Tecnologias digitais. Aquisição de imagem.

Abstract

Digital technologies for capturing images in building inspections have been used in recent years to help make technical and managerial decisions. The lack of clarity found in publications on the processing of drone-acquired images in flat roof systems with different slab levels prompted this

experimental research, to gain a better understanding of the regions of overlap. This article presents the study carried out on the flat roof of the Central Library of the University of Brasilia - BCE/UnB to investigate the possible differences between the results obtained from two types of drone flights and four types of image processing. The results showed that the heights and types of flight plan chosen in relation to the different planes of the existing cover were the determining points for the resolution and accuracy of the images collected, directly impacting on the construction of the orthoimage. Thus, the discussion on data processing after image acquisition contributes to the management of buildings using digital building inspection technologies and the quality of the documentation generated in the process.

Keywords: Building inspection. Roof types. Digital technologies. Image acquisition.

INTRODUÇÃO

A utilização das tecnologias digitais para otimização dos processos de inspeção predial tem ganhado proporção na construção civil, com o uso do drone e na geração da ortoimagem. No entanto, tratando-se do sistema de cobertura plana com diferentes níveis de laje, nem sempre o drone possibilita a captura de imagens próximas à superfície, para verificação do estado de conservação do sistema.

Diante disso, para a captura das imagens, deve-se considerar algumas variáveis que podem provocar pontos de obstrução no processamento e na geração da ortoimagem, dificultando a precisão das informações. Essas variáveis são os obstáculos, tais como árvores circundantes de grande porte, desníveis existentes no terreno, edificações próximas à área de inspeção, sombreamentos, entre outros. Tais obstáculos influenciam nas definições dos parâmetros para o planejamento do voo e provocam pontos de oclusão no processamento das imagens.

Muitos estudos utilizam o drone como ferramenta de inspeção predial em fachadas [1] e na obtenção de modelo 3D [2]. Alguns trabalhos realizam inspeções com o uso do drone em sistemas de cobertura [3]; [4]; [5] e [6], visando eliminar os riscos de segurança envolvidos em inspeções manuais e possibilitando maior eficiência na coleta e análise de dados, além da redução do tempo de vistoria. A relação entre a altura do voo e a qualidade da imagem é apresentada por [7] para a identificação da estanqueidade, condição da calha, inclinação e danos aos componentes. No entanto, não foram encontrados na literatura estudos que discutem as diversas configurações arquitetônicas de laje de cobertura e sua influência na qualidade das imagens adquiridas por drone. Principalmente, quando se apresentam em diferentes níveis na composição arquitetônica do edifício.

Para avançar nas inspeções com o uso de tecnologias digitais em sistema de cobertura plana com diferentes níveis de laje, o objetivo deste artigo consiste na aferição dos parâmetros definidos nos processamentos para a formação do modelo digital de elevação e a ortoimagem.

ABORDAGEM METODOLOGICA

Este estudo experimental realizado na Biblioteca Central da Universidade de Brasília – BCE/UnB, foi delineado nas seguintes etapas: (i) caracterização tipológica da

cobertura; (ii) planejamento dos planos de voo; (iii) aquisição e processamento das imagens; e (iv) análise das ortoimagens geradas.

CARACTERIZAÇÃO TIPOLÓGICA DA COBERTURA

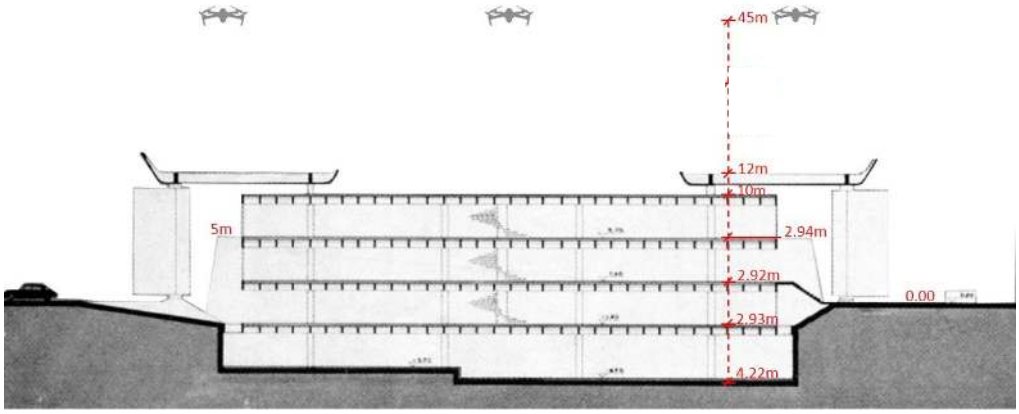
O edifício da BCE-UnB apresenta uma configuração complexa, dividida em três diferentes volumes, sendo constituído por um bloco central, com uma altura de 12 metros, e dois blocos nas suas extremidades. As fachadas do bloco central possuem placas verticais de sombreamento em concreto armado que formam, em conjunto com os *sheds* da cobertura, um sistema de pórticos com telhamento metálico. Todas as outras coberturas são compostas por lajes planas, com um sistema de impermeabilização flexível com manta e proteção mecânica (Figuras 2 e 3).

Figura 2: Perspectiva da BCE (à esquerda) e sistema de cobertura da BCE (à direita).



Fonte: os autores.

Figura 3: Corte longitudinal BCE – UnB.



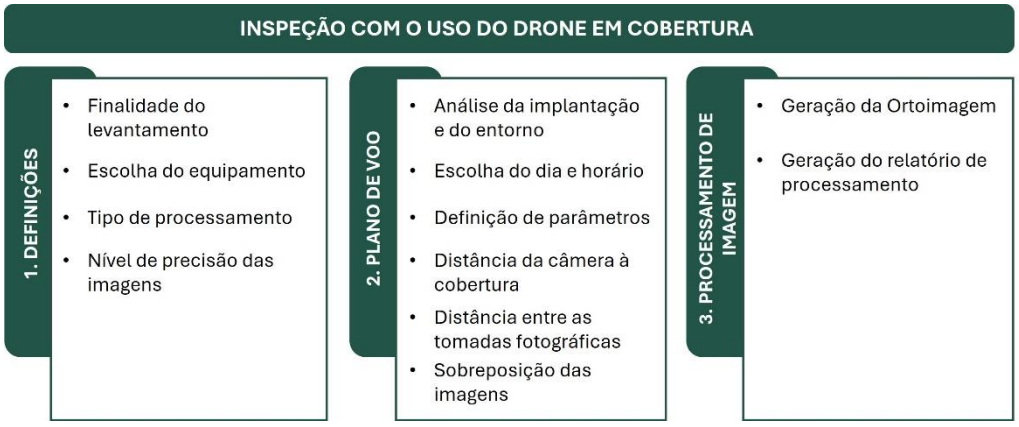
Fonte: adaptado [8].

A adoção da altitude de 45m deveu-se a existência de uma árvore presente no local com a altura aproximada de 35 m, impedindo que os voos fossem realizados com uma altura inferior.

PLANEJAMENTO DOS PLANOS DE VOO

Para a inspeção predial da cobertura com o uso do drone, adotou-se um protocolo [9], descritos na Figura 4. Para o levantamento físico in loco, o plano de voo para a captura de imagens com drone deve considerar o detalhamento e objetivo da missão. Além disso, deve-se definir o equipamento a ser utilizado, a implantação do edifício, sua tipologia, o tipo do sistema a ser inspecionado e as condições meteorológicas, tendo em vista a finalidade das informações coletadas e o tipo de processamento de imagem.

Figura 4 – Definição das variáveis para a inspeção com drone em sistemas de cobertura.



Fonte: baseado em [9].

Foi necessária a realização de um voo preliminar (pré-teste) ao redor do edifício da BCE para definição do plano de voo programado, utilizando um *software* baseado na navegação por *waypoints*, definidos por coordenadas geográficas através do sistema GPS. Seguindo o protocolo de inspeção proposto, o foco principal do uso do drone passa a ser a aquisição de dados do sistema a ser inspecionado.

A Tabela 1 apresenta os parâmetros utilizados para o planejamento e execução do voo, com base no objetivo da missão, no equipamento a ser utilizado, no sensor de imageamento e nos resultados esperados.

Tabela 1: Parâmetros para o planejamento do voo

Parâmetros adotados	**Tipo de voo**	
	A – 1 direção	B – 5 direções
Data da inspeção	07/05/2021	
Horário	9h 32min	12h 33min
Número de voos	1	5
Área coberta	11296 m²	9231 m²
Sistema de coordenadas	WGS 84 (EPSG:4326)	
Velocidade de voo (km/h)	9,8 m/s	10 m/s
Taxa de sobreposição lateral (%)	70%	70%
Taxa de sobreposição frontal (%)	75%	80%
Taxa de sobreposição lateral (obliquo) (%)	-	60%
Distância entre linhas de voo (DLV)	Aproximadamente 13m	Aproximadamente 11m – 17m – 17m – 17m – 17m
Distância do voo	1027m	877m - 780m - 666m - 777m - 666m
Waypoints (quantidades)	12	12 – 16 – 8 – 16 - 8
Longitude	-47,8686670	-
Latitude	-15,7610858	-
Tamanho do pixel (GSD)	8,55mm/pixel	14,6cm/pixel
Densidade de pontos	1,37 pontos/ cm²	46,9 pontos/cm²
Ortomosaico		
GSD	0,85cm/pixel	0,85cm/pixel

Fonte: os autores.

Os parâmetros listados na Tabela 1 foram definidos após o teste em campo. Como a edificação possui diferentes volumetrias e sistemas de cobertura, a primeira simulação

de voo no local faz-se necessária. A escolha do modelo do drone DJI Mavic 2 Pro utilizado baseou-se na capacidade de controlar com segurança o equipamento próximo ao sistema de cobertura. As imagens capturadas possuem uma resolução de 5472x3648 pixels (20MP).

A duração da bateria foi outro aspecto importante considerado na escolha do drone. A autonomia da bateria do DJI Mavic 2 Pro possui uma capacidade de 31 minutos sem vento. Os pontos de decolagem e pouso foram determinados para o voo automático, assim como a quantidade de linhas de voos necessários para a coleta de dados. O software utilizado para o planejamento do voo foi o DJI PILOT, sendo possível alterar a altura e a distância da margem da edificação para a execução do voo.

AQUISIÇÃO E PROCESSAMENTO DIGITAL DAS IMAGENS

O fluxo de trabalho do processamento das imagens capturadas e introduzidas no *software Agisoft Metashape 1.5.0 build 7492* inicia-se no carregamento das imagens até a geração dos modelos de superfície, da nuvem de pontos e do ortomosaico (Figura 4).

Nesse processamento, as ações executadas foram: carregamento das imagens; alinhamento das imagens e construção do modelo de nuvens de pontos esparsas; construção da nuvem densa de pontos; construção da malha; aplicação da textura; construção de modelo de elevação (DEM); e construção do ortomosaico.

Figura 4: Etapas do processamento de imagem.



Fonte: os autores.

O sistema de coordenada utilizado para o processamento do ortomosaico foi o WGS 84 (EPSG:4326) e, ao final de cada processamento, foram gerados relatórios para cada voo, no qual foi possível observar o tamanho do pixel, quantidade de sobreposição de imagens em cada parte do modelo, a área total imageada e a altura do voo.

Para o carregamento da etapa de *Align Photos* foram descartas as imagens capturadas no solo na troca de bateria e imagens que possuíam algum erro de captura. O Quadro 2 apresenta dois processamentos com parâmetros diferentes para cada voo realizado e o detalhamento das etapas descritas na Figura 4.

Destaca-se que nas etapas de alinhamento (*Align Photos*), obtenção de nuvem densa (*Build Dense Cloud*), obtenção de modelo (*Build Mesh*) e construção do modelo (*Build Tiled Model*) buscou-se utilizar precisão (*accuracy*), qualidade (*quality)* - que variou entre *ultra-high* e *medium* -, nuvem densa (*dense cloud*) e contagem de faces (*face count* ou *low*).

Quadro 2: Parâmetros utilizados na etapa de processamento.

Etapas	Parâmetros voo uma direção	Processo 1	Processo 2	Parâmetros voo cinco direções	Processo 1	Processo 2
Align Photos	*Accuracy*	*Highest*	*Highest*	*Accuracy*	*Highest*	*Highest*
	Generic preselection	*Enabled*	*Enabled*	*Generic preselection*	*Enabled*	*Enabled*
	Key point limit	*40,000*	*80,000*	*Key point limit*	*40,000*	*80,000*
	Tie point limit	*10,000*	*8,000*	*Tie point limit*	*10,000*	*8,000*
Build Dense Cloud	*Quality*	*Ultra-high*	*Medium*	*Quality*	*Medium*	*Medium*
	Depth filtering	*Moderate*	*Agressive*	*Depth filtering*	*Mild*	*Agressive*
Build Mesh	*Source data*	*Dense cloud*	*Dense cloud*	*Source data*	*Dense cloud*	*Dense cloud*
	Surface type	*-*	*Arbitary*	*Surface type*	*Arbitary*	*Arbitary*
	Interpolation	*Enabled*	*Disabled*	*Interpolation*	*Enabled*	*Disabled*
Build Texture	*Mapping mode*	*Orthophoto*	*Orthophoto*	*Mapping mode*	*Orthophoto*	*Orthophoto*
	Blending mode	*Mosaic*	*Mosaic*	*Blending mode*	*Mosaic*	*Mosaic*
Build Tiled Model	*Source data*	*Dense cloud*	*Dense cloud*	*Source data*	*Sparse cloud*	*Dense cloud*
	Depth maps quality	*Medium*	*Medium*	*Depth maps quality*	*Highest*	*Medium*
	Face count	*Low*	*-*	*Face count*	*-*	*Low*
Build DEM	*Source data*	*Dense cloud*	*Dense cloud*	*Source data*	*Sparse cloud*	*Dense cloud*
	Interpolation	*Enabled*	*Enabled*	*Interpolation*	*Enabled*	*Enabled*
Build Orthomosaic	*Surface*	*DEM*	*Mesh*	*Surface*	*DEM*	*DEM*
	Blending mode	*Mosaic*	*Mosaic*	*Blending mode*	*Mosaic*	*Mosaic*
	Hole filling	*Yes*	*Yes*	*Hole filling*	*Yes*	*Yes*

Fonte: os autores.

RESULTADOS DO EXPERIMENTO REALIZADO

Para a realização dos dois planos de voo foi considerada a altitude de 45 metros acima do plano de cobertura, ilustrado pelo corte longitudinal na Figura 3. O experimento foi realizado no mês de maio e, para isso, tornou-se necessário o levantamento das condições meteorológicas, apresentando uma temperatura máxima de 28ºC com céu limpo e uma velocidade de vento máximo de 14,8 km/h. Adotou-se os parâmetros descritos na Tabela 2 para a realização dos dois voos – planos de voo horizontal automático.

Tabela 2: Plano de voo

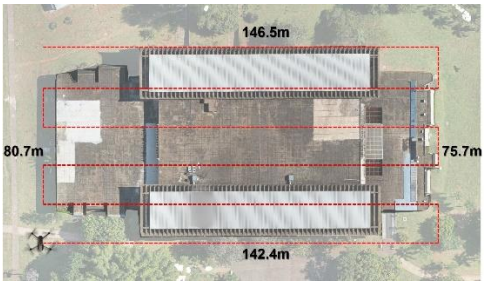
Estudo de caso	Voo	Nº fotos coletadas	Nº de voos	Duração total do voo	Altitude	Tipo de voo
BCE – UnB	A	137	1	8m 49s	45 m	Automático
	B	493	5	15m 25s	45 m	Automático (3D – cruzado)
Total		630	6	37 m	-	-

Fonte: os autores.

Foram realizados dois voos exemplificados nas Figuras 5 e 6, ambos os voos com a altura de 45m do solo, manuseio no modo automático, com o plano de voo em uma direção e ângulo da câmera a 90º (perpendicular ao plano de cobertura). O primeiro

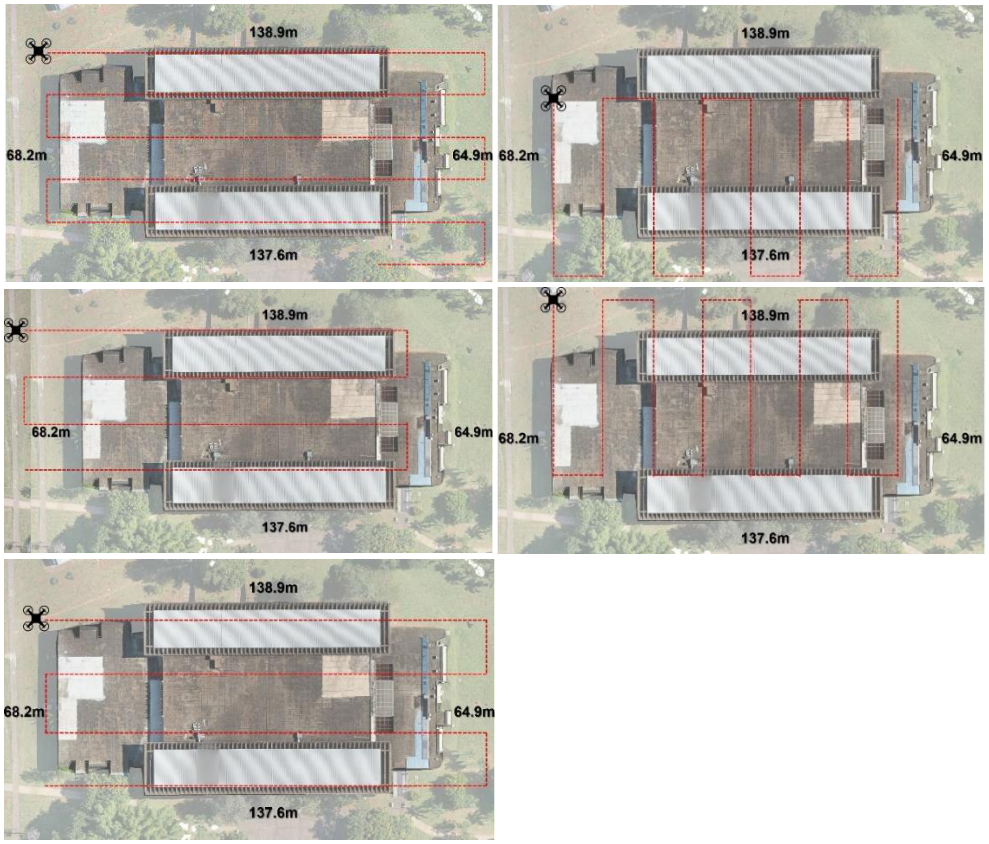
voo contou com 6 linhas de voo para as tomadas de dados e o segundo foi um voo cruzado em 5 direções.

Figura 5: Plano horizontal do voo adotado em uma direção e linhas de voo modo automático.



Nota: voo em uma direção. Fonte: os autores.

Figura 6: Plano horizontal do voo cruzado adotado e linhas de voo modo automático.



Nota: voo em cinco direções. Fonte: os autores.

ANÁLISE DO PROCESSAMENTO DAS IMAGENS

Ao observar as imagens da localização das câmeras e a ortoimagem gerada em formato TIFF, foi possível identificar, por meio da paleta de cores, os problemas ocorridos no processamento (Figuras 7, 8, 9 e 10). As zonas em azul significam que, nessa região, a quantidade de sobreposição de imagem foi suficiente para o reconhecimento e junção dos pixels para a formação da ortoimagem. As áreas em branco presentes nas extremidades da ortoimagem representam que, nestes pontos, a quantidade de fotografias não foram suficientes para o processamento e sobreposição. Além da presença de vegetação, a ação do vento nessas localidades acarreta esse tipo de imprecisão no processamento.

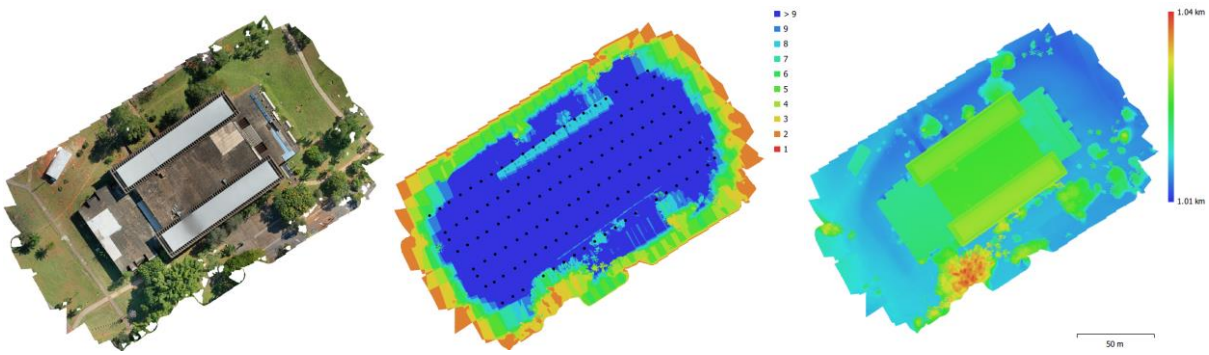
A variação de cor do vermelho para o azul representa a quantidade de imagens usadas, que varia em uma escala de 1 a 9 ou mais, utilizadas no processamento da ortoimagem. Observa-se que as regiões das bordas apresentam uma menor quantidade de imagens, variando de 1 a 6. Isso acontece por causa da distância entre as linhas de voo, bem como a quantidade adotada no plano de voo, o que acarreta uma menor quantidade de imagens capturadas nas regiões extremas da área imageada.

Diante das alterações dos parâmetros do processamento percebe-se a diferença dos processamentos na ortoimagem (à esquerda) e do modelo digital de elevação (à direita) das Figuras 7, 8, 9 e 10. Isso se deu pela utilização dos parâmetros diferentes de *Key point limit*, *Tie point limit e Build Dense Cloud,* responsáveis pelo alinhamento das imagens, geração da nuvem de pontos esparsa e da nuvem de pontos densa. A escolha do parâmetro para *tie points* se dá para encontrar a coincidência entre duas imagens. Percebeu-se que o uso do dado de 8,000 demostrou que o parâmetro poderia ter tido um valor mais alto, comparado com os outros processamentos realizados.

A nuvem de pontos densa (*Build Dense Cloud*) baseou a posição estimada para a câmera fotográfica no instante da tomada da imagem onde o modelo de elevação é formado e as cores RGB atribuídas aos pixels. O uso do parâmetro *Quality*, variando entre *Ultra-high e Medium,* impactou diretamente na quantidade de amostras de imagens para a realização do processamento. Com a opção do *Ultra-high* o processamento trabalhou com uma amostra da imagem, enquanto o *Medium* teve uma redução de 4x4 da imagem. Dessa forma, é possível reduzir o tempo de processamento na construção da nuvem densa (*Build Dense Cloud*), na medida em que se diminui o tamanho da amostra das imagens e, por consequência, a redução na qualidade da nuvem densa gerada.

O parâmetro *Depth filtering* instruiu o software a tratar os *outliers* no processo de interpolação para calcular a nuvem densa. Foi utilizado a opção *Agressive* que orienta o *Agisoft* a retirar o máximo de números de *outliers*. Essa opção é bem utilizada quando não se tem pequenos detalhes para serem representados. A opção *Mild* reduziu o número de *outliers*, permitindo que se representem mais detalhe de superfície, mas a nuvem gerada teve uma quantidade maior de ruído. A opção *Moderate* está entre a opção *Agressive* e *Mild.*

Figura 7: Ortoimagem (à esquerda); localização das câmeras e sobreposição de imagens (ao centro) e modelo digital de elevação (à direita). Voo em uma direção – 45 metros do primeiro processamento.



Fonte: os autores.

Figura 8: Ortoimagem (à esquerda); localização das câmeras e sobreposição de imagens (ao centro) e modelo digital de elevação (à direita). Voo em uma direção – 45 metros do segundo processamento.

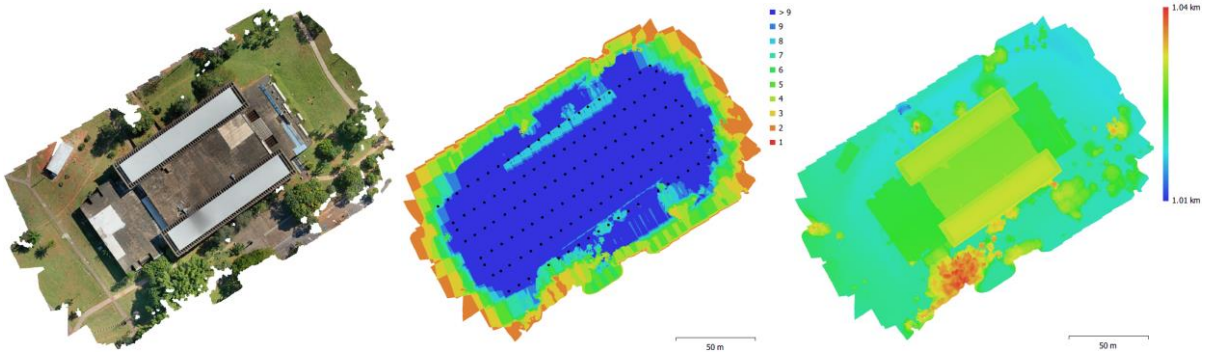
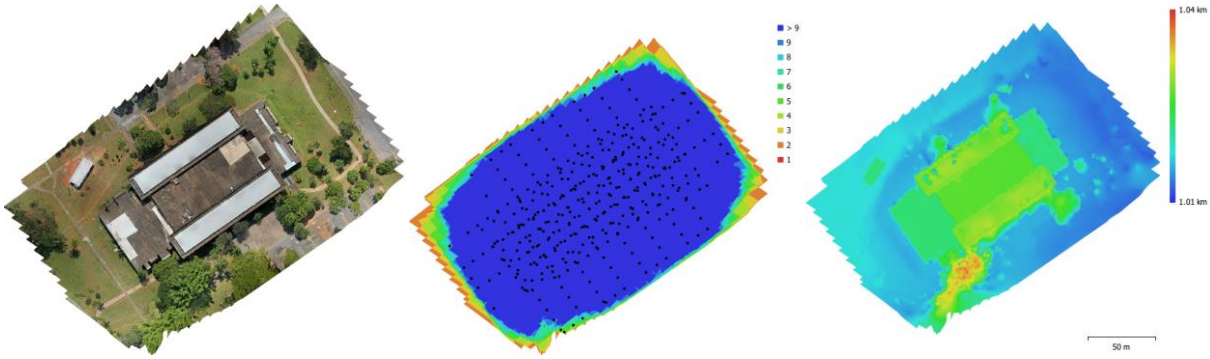
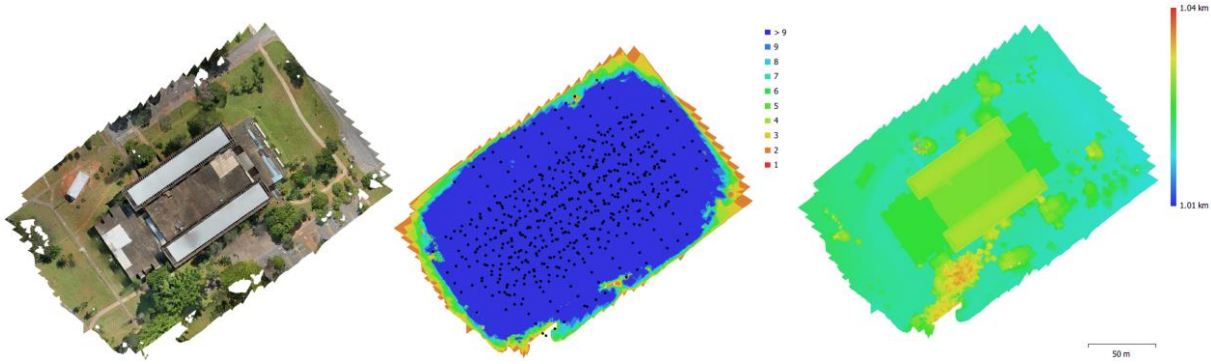


Figura 9: Ortoimagem (à esquerda); localização das câmeras e sobreposição de imagens (ao centro) e modelo digital de elevação (à direita). Voo nas cinco direções – 45 metros do primeiro processamento.



Fonte: os autores.

Figura 10: Ortoimagem (à esquerda); localização das câmeras e sobreposição de imagens (ao centro) e modelo digital de elevação (à direita). Voo nas cinco direções – 45 metros do segundo processamento.



Fonte: os autores.

DISCUSSÃO DO EXPERIMENTO EM COBERTURA PLANA COM DIFERENTES PLANOS

Os resultados mostraram que a altura do voo em relação aos planos da cobertura foi o ponto determinante para a resolução das imagens coletadas nos diferentes planos existentes. No mapeamento realizado, havia a existência de objetos com grande variação de altura e isso gerou o aparecimento de oclusões (áreas sombreadas), durante a etapa de captura de imagens nos voos de uma e cinco direções. As Figuras 11 e 12 mostram os pontos de oclusões ocasionadas pela quantidade de vegetação circundante.

Figura 11: Perspectiva do modelo de elevação do processamento digital. Voo em uma direção – 45 metros.



Fonte: os autores.

Figura 12: Perspectiva do modelo de elevação do processamento digital. Voo em cinco direções – 45 metros.



Fonte: os autores.

Na análise do processamento do cobrimento (transversal e longitudinal) acima do objeto, verificou-se que o voo cruzado diminuiu os pontos de oclusão, gerando uma ortoimagem com menos buracos no modelo. A Figura 12 apresenta o modelo de elevação gerado ao final do processamento.

As limitações encontradas foram devidas às configurações de *hardware* para o processamento e a sua capacidade de armazenamento. A vegetação circundante próxima a edificação dificultou o processamento e a identificação dos planos da cobertura, ocasionando os buracos brancos no modelo gerado.

O processamento das imagens do voo em cinco direções gerou mais dados, devido à maior quantidade de imagens adquiridas. Quando se deseja um modelo gerado com mais detalhes e informações, ou quando as obstruções estão presentes, os voos em mais de uma direção resultarão em um melhor processamento.

CONCLUSÃO

O experimento no sistema de cobertura plana em diferentes níveis foi conduzido com dois planos de voo (1 direção e 5 direções). Para cada plano de voo foram realizadas duas formas de processamentos das imagens adquiridas pelo drone. O experimento proporcionou a aferição dos resultados da ortoimagem e do modelo digital de elevação, esclarecendo as variaveis mais relevates para o resultado final com qualidade.

Na etapa do processamento foram atribuídos diferentes dados de informações para a verificação dos resultados da ortoimagem e do modelo digital de elevação, mostrando que os parâmetros que mais influenciaram nos resultados foram as configurações definidas na *Align Photos* e *Build Dense Cloud*. Estas são as primeiras etapas para a formação da ortoimagem e requerem uma alta capacidade de *software* para o seu processamento. Caso contrário, deve-se utilizar baixos padrões de dados e, por consequência, o resultado final da ortoimagem e do modelo digital de elevação gerado conterá imperfeições.

Além das configurações mensionadas para o processamento, vale ressaltar que a etapa de aquisição de imagens influência na qualidade do processamento das imagens capturadas. Quanto maior a altura entre o sistema de cobertura e o drone, menor será a quantidade de imagens adquiridas e com isso menor será a qualidade das imagens. Outro fator é a distância do margeamento da cobertura para a obtenção de informação, quanto maior for a distância da margem da cobertura, maior será a quantidade de informação para um melhor detalhamento dos diferentes planos.

Buscando contribuir para padrões de processamento, conclui-se que o voo em cinco direções apresentou melhores resultados pelo fato de ter sido utilizado altos padrões de dados no *software Agisoft* e pela aquisição de grande quantidade de imagens adquiridas. Dessa forma, conseguiu-se obter uma melhor quantidade de informações para os detalhamentos quando comparada com o processamento em uma única direção. A partir desse levantamento é possível gerar modelos de nuvem de pontos e trabalhar com modelagem 3D, possibilitanto a avaliação do estado de conservação do sistema.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento (CNPq) e a Fundação Coordenação e Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio. Ao Laboratório de Sustentabilidade Aplicada à Arquitetura e ao Urbanismo (LaSUS) e ao grupo de pesquisa SICAC (Simulação Computacional no Ambiente Construído), ambos da Universidade de Brasília, pela concessão dos drones para obtenção de imagens da cobertura.

REFERÊNCIAS

[1] LOPES, M. L. F., SOUZA, A. L. R., SOUZA, M. D., SILVA, L. S., & BAUER, E. (2023). Estudo da Degradação de Fachadas Revestidas de Argamassa Utilizando Aeronave Remotamente Pilotada (Rpa). **Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas**, 14(00). https://doi.org/10.46421/sbta.v14.4762.

[2] COSTA, R. P.; FERNANDES, L. L. A.; L.; MUTA, L. F.; ISATTO, E. L.; COSTA, D. B. Uso da fotogrametria para obtenção de modelo 3D de edificações a partir da captura de imagens com veículo aéreo não tripulado (VANT). In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022. **Anais [...].** Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. 1–13. DOI: 10.46421/entac.v19i1.2096.

[3] HEZAVEH, M. M.; C. KANAN; SALVAGGIO. C. Roof Damage Assessment using Deep Learning. ***IEEE*** Applied Imagery Pattern Recognition Workshop (AIPR), Washington, DC, USA, 2017, pp. 6403-6408, doi: 10.1109/AIPR.2017.8457946.

[4] BOWN, M.; MILLER, K. The Use of Unmanned Aerial Vehicles for Sloped Roof Inspections – Considerations and Constraints. **Journal Of Facility Management Education And Research**, [S.L.], v. 2, n. 1, p. 12-18, 1 jan. 2018. Journal of Facility Management Education and Research. http://dx.doi.org/10.22361/jfmer/93832.

[5] SILVEIRA, B.; MELO, R.; COSTA, D.B. (2021). Using UAS for Roofs Structure Inspections at Post-occupational Residential Buildings. In: Toledo Santos, E., Scheer, S. (eds**) Proceedings of the 18th International Conference on Computing in Civil and Building Engineering.** ICCCBE 2020. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 98. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-51295-8_73.

[6] STAFFA, L. de B. J.; SÁ, L. S. V.; LIMA, M. I. S. C.; COSTA, D. B. Uso de Técnicas de Processamento de Imagem para Inspeção de Estruturas de Telhados de Edificações para fins de Assistência Técnica. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020. **Anais [...].** Porto Alegre: ANTAC, 2020. p. 1–8. DOI: 10.46421/entac.v18i.1178.

[7] BANASZEK, A; BANASZEK, S.; CELLMER, A. Possibilities of Use of UAVS for Technical Inspection of Buildings and Constructions. **Iop Conference Series: Earth and Environmental Science**, [S.L.], v. 95, p. 032001, dez. 2017. http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/95/3/032001.

[8] REVISTA ACRÓPOLE. São Paulo: Fauusp, v. 369, 1970. Disponível em: http://www.acropole.fau.usp.br/edicao/369. Acesso em: 10 jun. 2021.

[9] LIMA, B. B.; ZANONI, V. A. G. Palace of Congress: a Study of the Marble Cladding System State of Conservation. **Journal of Building Pathology and Rehabilitation**, 6:11, 2021. https://doi.org/10.1007/s41024-021-00105-6.