

Avaliação de técnicas de registro com VANT na inspeção de fachadas: comparação entre fotografia convencional, modelo 3D e ortomosaico

João Gabriel Goerke | joao.gg2002@aluno.ifsc.edu.br¹
Paulo Cesar Lima Stapazzolli | paulol08@aluno.ifsc.edu.br²
Guilherme Alex Pereira | guilherme.ap16@aluno.ifsc.edu.br³
José Eduardo Mendes de Lima | jose.mendes@ifsc.edu.br⁴

Edital 12/2025/PROPPI DAE
Trabalho de Pesquisa

DT 4 - Inovação Tecnológica, Processos Produtivos e Futuro das Tecnologias

Resumo:

A altura dos edifícios e a ausência de inspeções regulares dificultam o acesso às fachadas, elevam custos e aumentam riscos, tornando os métodos tradicionais pouco eficientes. Nesse contexto, os VANTs (Veículos Aéreos Não Tripulados) surgem como alternativa para otimizar inspeções. Este estudo teve como objetivo inspecionar duas fachadas de uma edificação pública localizada no município de São Carlos/SC, comparando fotografias digitais, modelo tridimensional e ortomosaico. A metodologia envolveu a coleta de imagens por VANT, seguida do processamento para geração dos produtos visuais. Os resultados indicaram que as fotografias digitais foram mais eficientes, permitindo a detecção de 100% das manifestações patológicas, enquanto os ortomosaicos identificaram 81% e o modelo 3D cerca de 39%, no entanto o uso combinado dos recursos visuais potencializa a análise dos achados patológicos.

Palavras-chave: vant; inspeção; fachadas; manifestações patológicas.

Introdução

No contexto de otimizar os trabalhos de inspeção em fachadas, os VANTs surgem como alternativa que otimizam a inspeção na construção civil, pois podem ser utilizados com certa eficiência na inspeção desses sistemas, devido a sua capacidade de deslocamento vertical, horizontal e oblíquo, bem como a capacidade de carregar uma câmera fotográfica (Guia; Pereira, 2016). Além disso, é possível gerar registros fotográficos, modelos tridimensionais e modelos ortomosaicos representativos das fachadas de um edifício, de maneira remota, por meio de software de fotogrametria.

¹ Discente da graduação em engenharia civil do IFSC São Carlos.

² Discente da graduação em engenharia civil do IFSC São Carlos.

³ Discente da graduação em engenharia civil do IFSC São Carlos.

⁴ Docente da graduação em engenharia civil do IFSC São Carlos

Nesse sentido, o presente estudo objetiva realizar uma análise comparativa do desempenho dos recursos visuais gerados a partir de registros fotográficos, modelos tridimensionais e ortomosaicos na identificação de manifestações patológicas em fachadas. Especificamente, busca-se avaliar o desempenho desses recursos por meio da mensuração do tempo necessário para sua geração e da quantificação das manifestações patológicas identificadas nas superfícies analisadas.

Fundamentação teórica

A fachada é um subsistema de revestimento e acabamento responsável por proteger a edificação contra agentes de deterioração, além de garantir conforto funcional e estético. Por estarem expostas a ações como radiação solar, umidade, vento e variações térmicas, as fachadas tendem a se degradar mais rapidamente (Lisboa, 2018; Silva; Fioriti, 2020), favorecendo o surgimento de manifestações patológicas, tais como eflorescência, trincas, fissuras, destacamentos e manchas (Lisboa *et al.*, 2018; Tondelo; Barth, 2018; Silva; Fioriti, 2020; Oliveira *et al.*, 2022). Devido às suas características construtivas, as fachadas exigem inspeções periódicas, que frequentemente envolvem a locação de andaimes, demandando tempo, custos com mão de obra e expondo os trabalhadores a riscos de segurança (Lima *et al.*, 2020). Nesse contexto, o uso de VANTs tem se destacado como alternativa às inspeções tradicionais, proporcionando maior eficiência. Sua integração com sensores infravermelhos, câmeras de alta resolução e elevada mobilidade, associada à compatibilidade e à precisão computacional dos dados obtidos, possibilita uma ampla gama de abordagens para análises posteriores. Além disso, esses dispositivos permitem a realização de vistorias seguras e completas, especialmente em edificações de maior altura (Ballesteros; Lordsleem Júnior, 2020). Estudos indicam que 54% das aplicações concentram-se em fachadas, 29% em coberturas e 17% em áreas de difícil acesso e superfícies extensas (Rosa, 2021).

Procedimentos metodológicos

Foi realizado um estudo de caso em uma edificação pública em São Carlos/SC, com aproximadamente 14 m de altura, analisando-se as fachadas Norte e Oeste.

Utilizou-se um drone DJI Mini 4K (Figura 1), equipado com GPS, gimbal triaxial e câmera de alta resolução (DJI, 2026).

Figura 1 - Drone DJI Mini 4K utilizado na captura de imagens das fachadas



Fonte: Acervo dos autores (2026)

Os voos ocorreram manualmente e seguiram trajetória paralela às fachadas, com deslocamentos verticais e horizontais ao longo da superfície, conforme Ballesteros (2020). Os parâmetros operacionais e a caracterização dos voos estão apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 - Parâmetros operacionais adotados no estudo

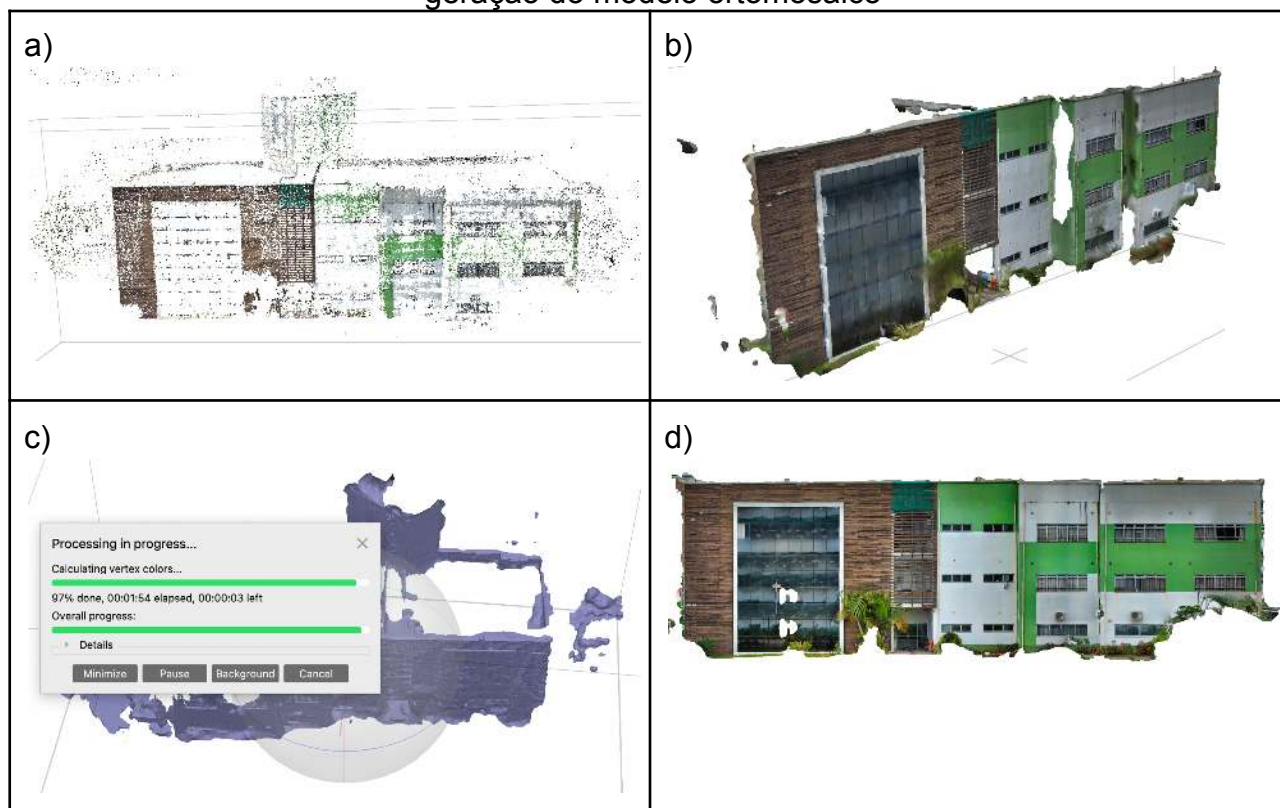
N de voos	Local	Data	Hora	Fase do estudo	Número de fotos	Distância da fachada (m)	Altitude máxima (m)	Duração do voo (min)
Fachada Norte								
1	IFSC-SCA	17/04/26	15:05	Execução	64	5,0	13,5	9
2	IFSC-SCA	17/04/26	15:15	Execução	20	5,0	14,0	6
3	IFSC-SCA	17/04/26	15:21	Execução	86	5,0	12,0	10
Fachada Oeste								
4	IFSC-SCA	18/04/26	10:06	Execução	102	5,8	14,0	13
5	IFSC-SCA	18/04/26	10:31	Execução	55	2,3	14,0	5
6	IFSC-SCA	18/04/26	10:42	Execução	48	6,8	14,0	9
Total					375			52

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Foram captadas 170 imagens da fachada norte e 205 da fachada oeste, sendo o maior número nesta última devido à presença de obstáculos, como vegetações, que exigiram ajustes na distância do VANT e na sobreposição das imagens. As fotografias capturadas foram adotadas como imagens de referência para levantamento das manifestações patológicas, pois não sofreram processos de retificação nem alterações decorrentes de distorções digitais. Dessa forma, sempre que uma manifestação patológica era identificada nas fotografias, verificava-se se era possível visualizá-la no modelo 3D e no ortomosaico.

As imagens foram processadas no Agisoft Metashape Professional 2.3.0, em MacBook Pro (macOS, 1 TB SSD, 16 GB RAM, chip M2). O fluxo incluiu alinhamento das imagens e geração da nuvem de pontos, construção do modelo 3D, aplicação de textura e geração do modelo ortomosaico, conforme Figura 2.

Figura 2 - Fluxo de processamento dos ativos visuais a) alinhamento das imagens e geração da nuvem de pontos; b) construção do modelo 3D; c) aplicação de textura e d) geração do modelo ortomosaico



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Resultados e discussões

A mensuração do tempo necessário para produção dos diferentes recursos visuais é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Tempo de produção dos recursos visuais

Etapa de produção	Tempo de produção dos recursos visuais (minutos/segundos)					
	Fotografias Digitais		Modelo 3D		Ortomosaico	
	Fachada Norte	Fachada Oeste	Fachada Norte	Fachada Oeste	Fachada Norte	Fachada Oeste
Coleta das Fotografias	9'40"	11'10"	9'40"	11'10"	9'40"	11'10"
Armazenamento	597 MB	501 MB	597 MB	501 MB	597 MB	501 MB
Alinhamento de fotos			0'33"	0'53"	0'33"	0'53"
Nuvem de pontos			4'36"	6'30"	4'36"	6'30"
Modelo 3D			2'1"	10'27"	2'1"	10'27"
Aplicação de textura			2'1"	1'0"	2'1"	1'0"
Modelo ortomosaico					1'46"	1'38"

Fonte: elaborado pelos autores (2026).

O tempo de coleta das fotografias foi equivalente entre os recursos visuais, sendo de 9 min 40 s (fachada Norte) e 11 min 10 s (Oeste). No processamento, o alinhamento das fotos e a geração do ortomosaico apresentaram baixo custo computacional. Já a nuvem de pontos densa e a construção do modelo 3D demandaram maior tempo, especialmente na fachada Oeste, devido ao maior número de imagens e à maior complexidade do modelo.

Quanto às manifestações patológicas, as fotografias, por não sofrerem processos de retificação nem alterações decorrentes de distorções digitais, foram consideradas imagens de referência para o levantamento das manifestações patológicas observadas. Assim, o quantitativo total de manifestações identificadas nas fotografias foi adotado como referência de 100%, permitindo verificar se essas mesmas manifestações também eram passíveis de visualização nos modelos 3D e ortomosaico, conforme Tabela 2.

Em comparação com as fotografias, os ortomosaicos possibilitaram a identificação de 81%, enquanto o modelo tridimensional atingiu cerca de 39%, evidenciando que o uso de imagens diretas é mais eficaz para diagnósticos detalhados. Entretanto, a visão global possibilitada pelos ortomosaicos e a percepção espacial dos modelos tridimensionais parecem potencializar a inspeção como um todo da fachada.

Tabela 2 - Detecção das manifestações patológicas

Fachada	Tipo de manifestação patológica	Número de manifestações patológicas detectadas		
		Fotografias	Modelo 3D	Ortomosaico
Norte	Fissuras horizontais/verticais	13	2	13
	Fissuras mapeadas	7	2	7
	Trincas	0	0	0
	Descolamentos da tinta	2	0	2
	Descascamentos de pintura	5	0	2
	Mofo e bolor	3	2	1
	Manchas e sujidades	12	4	7
	Desencaixe de conexão de tubos de drenagem pluvial	1	0	1
	Empenamento/desplacamento de placas do revestimento de madeira	42	20	42
	TOTAL	85	30	75
Oeste	Fissuras horizontais/verticais	19	1	17
	Fissuras mapeadas	13	0	7
	Trincas	2	1	2
	Descolamentos da tinta	3	0	3
	Descascamentos de pintura	11	0	3
	Mofo e bolor	5	3	5
	Manchas e sujidades	23	9	12
	Desencaixe de conexão de tubos de drenagem pluvial	3	2	1
	Empenamento/desplacamento de placas do revestimento de madeira	44	35	44
	TOTAL	123	51	94

Fonte: Elaborado pelos autores (2026)

Considerações finais

A análise dos resultados mostrou que o modelo 3D apresentou maior custo computacional, enquanto o ortomosaico possuiu menor tempo de geração e as fotografias digitais apresentam disponibilidade imediata, sendo mais eficientes em termos de tempo. Quanto à detecção das manifestações patológicas, as fotografias digitais apresentaram melhor desempenho, seguidas pelos ortomosaicos, enquanto o modelo 3D mostrou menor eficiência para patologias superficiais, embora tenha apresentado melhor

percepção espacial da fachada. No entanto, a utilização conjunta dos métodos de inspeção possibilita a comparação entre diferentes níveis de detalhamento, pois a visão global possibilitada pelos ortomosaicos e a percepção espacial dos modelos tridimensionais parecem potencializar a inspeção como um todo da fachada.

Referência ao fomento recebido

Os autores agradecem o apoio financeiro concedido por meio do Edital 12/2025/PROPPI DAE, que viabilizou a realização desta pesquisa.

Referências

BALLESTEROS, R. D.; LORDSLEEM JUNIOR, A. C. Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT) para inspeção de manifestações patológicas em fachadas com revestimento cerâmico. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 21, n. 1, p. 119-137, jan./mar. 2021.

LIMA, Moemi Barbosa; LORDSLEEM JUNIOR, Alberto Casado; RUIZ, Ramiro Daniel Ballesteros; FERNANDES, Bruno José Torre; OLIVEIRA, Sérgio Campello; SANTOS, Otávio José dos. Inspeção de Manifestações Patológicas de Fachadas em Edifício de Grande Altura com VANT. **MIX Sustentável**, Florianópolis, v. 6, n. 2, p. 111-122, mai. 2020.

LISBOA, Diogo Wanderson Borges; SILVA, Ana Beatriz Sena da; SOUZA, Anna Beatriz Aguiar de; SILVA, Mike Pereira da. Utilização do VANT na inspeção de manifestações patológicas em fachadas de edificações. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA (CONTECC), 2018, Maceió. **Anais [...]**. Maceió: CONTECC, 2018.

OLIVEIRA, V. R. de; FEITOSA, M. R. M.; BARROS, V. H. de O.; ROSA, J. de M.; NASCIMENTO, E. C. do. Uso de VANT para identificação e análise de manifestações patológicas. **Revista Semiárido De Visu**, Petrolina, v. 10, n. 2, p. 150-161, 2022.

ROSA, Johnny de Moura; BARROS, Vitor Hugo de Oliveira; NASCIMENTO, Elivelthon Carlos do. Uso de VANT para identificação de manifestações patológica: uma revisão sistemática. **Revista Semiárido De Visu**, Petrolina, v. 9, n. 3, p. 267-277, 2021.

TONDELO, P. G.; BARTH, F. Análise das manifestações patológicas em fachadas por meio de inspeção com VANT. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, v. 10, p. e019009, fev. 2019.