Industrialização, Digitalização, Desempenho

5º Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção e 5º Workshop de Tecnologia de Processos e Sistemas Construtivos

FLORIANÓPOLIS-SC | 20 a 22 de agosto

[1]FLUXO DE FISCALIZAÇÃO DE OBRAS PÚBLICAS EM EDIFICAÇÕES COM USO DE DRONE

Public construction inspection workflow using drones

Lucas Rodrigues Fonseca Pessoa
Universidade Federal da Bahia | Salvador, Bahia | lucasrfp@ufba.br

Magno Silva de Jesus
Universidade Federal da Bahia | Salvador, Bahia | magnojesus@ufba.br

Reymard Sávio Sampaio Melo
Universidade Federal da Bahia | Salvador, Bahia | reymard.savio@ufba.br

Roseneia Rodrigues Santos de Melo
Universidade Federal da Bahia | Salvador, Bahia | roseneia.engcivil@gmail.com

RESUMO

A fiscalização de obras públicas é essencial para garantir o cumprimento das normas contratuais, técnicas e administrativas. Para otimizar esse processo, órgãos públicos e privados vêm adotando drones na inspeção de edificações. No entanto, a simples incorporação dessa tecnologia não garante maior eficiência nos processos operacionais. Este estudo tem como objetivo propor um procedimento estruturado para o monitoramento de obras públicas com o uso de drones. O método de pesquisa utilizado foi o estudo de caso em uma autarquia federal, conduzido em três etapas: diagnóstico da situação atual, desenvolvimento de um novo fluxo integrado e avaliação da proposta por meio de questionários. Os resultados mostraram que a adoção de drones gerou boas expectativas entre os colaboradores, sendo integrada aos métodos tradicionais de fiscalização. No entanto, são necessários mais testes de inspeção para validar a aplicabilidade e a eficácia do fluxo de trabalho proposto.

Palavras-chave: Inspeções; Processos; Padronização; Tecnologia; Instituições Públicas.

ABSTRACT

Inspecting public construction projects is essential to ensure compliance with contractual, technical, and administrative regulations. Public and private organizations have adopted drones for building inspections to optimize this process. However, merely incorporating this technology does not guarantee increased workflow efficiency. This study proposes a workflow for inspecting public construction projects using drones. The research method employed was a case study conducted at a federal agency, structured in three phases: diagnosing the current situation, developing a new integrated workflow, and evaluating the proposal through questionnaires. The results show that adopting drones generated positive expectations among employees and was integrated into traditional inspection methods. However, further inspection testing is needed to validate the applicability and effectiveness of the proposed workflow.

Keywords: *Inspecting; Processes; Standardization; Technology; Government Institutions.*

1 INTRODUÇÃO

A supervisão de obras públicas é um processo contínuo conduzido pelo Poder Público para garantir o cumprimento das obrigações contratuais, técnicas e administrativas (Tribunal de Contas do Estado do Paraná, 2015). Envolve o monitoramento da execução dos serviços, a verificação da conformidade com os projetos e especificações e a liberação de pagamentos apenas após a validação das medições. A Lei 14.133/2021 estabelece a obrigatoriedade do controle contratual, conferindo à Administração o direito de acompanhar e avaliar a execução das obras (Brasil, 2021).

A fiscalização técnica, conforme o Decreto 9.507/2018, avalia a execução contratual com base em indicadores de desempenho, podendo resultar em ajustes nos pagamentos conforme a qualidade dos serviços prestados (Brasil, 2017). A proximidade e a transparência na gestão das obras são essenciais para garantir entregas eficientes e alinhadas às exigências públicas (Bogo & Costa Filho, 2023).

A fiscalização de obras públicas segue especificações rigorosas estabelecidas pelos órgãos reguladores. Com a crescente demanda por infraestrutura, a construção civil tem se expandido rapidamente, tornando-se um importante indicador de desenvolvimento econômico e social (Gracioso *et al*., 2024). No entanto, esse crescimento impõe desafios, especialmente no que se refere à eficiência das inspeções. Sendo um setor de

[1]PESSOA, L. R. F.; JESUS, M. S.; MELO, R. S. S.; MELO, R. R. S. Fluxo de Fiscalização de Obras Públicas em Edificações com Uso de Drone. In: 5º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 4., 2025, Florianópolis. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2025

alta complexidade, a construção civil exige métodos avançados para garantir a qualidade e o cumprimento dos requisitos técnicos ao longo da execução das obras.

Nesse contexto, a utilização de drones tem se destacado, tornando as inspeções mais ágeis e precisas, além de contribuir para um monitoramento mais eficiente dos projetos. O drone, também definido como Aeronave Remotamente Pilotada ou *Remotely Piloted Aircraft* (RPA), consiste em toda aeronave projetada para operar sem piloto a bordo (Irizarry *et al*., 2012). Quando aplicados à inspeção, os drones reduzem a exposição humana a riscos em grandes alturas, facilitam o acesso a áreas de difícil alcance e oferecem um custo-benefício mais vantajoso em comparação aos métodos tradicionais de inspeção (Soares; Oliveira; Carneiro, 2022). Além de possibilitar o acompanhamento do progresso em diferentes fases da obra e ser aplicados em diversas fases do ciclo de vida das construções (Sabo; Kuljić; Szakall, 2019).

Agostinho, Hashizume e Olivieri (2022) analisaram o uso de fotografias geradas por drones no monitoramento de obras residenciais. Os resultados mostram que essa tecnologia facilita a transmissão de informações e reduz custos com processamento e armazenamento, tornando os relatórios mais acessíveis. No entanto, como o estudo foi teórico, baseado em um planejamento e projeto hipotéticos, não abordou a integração prática dos drones com métodos tradicionais de fiscalização.

Silva *et al*. (2024) analisaram a fachada do Museu de Arte Sacra da Bahia usando ortomosaicos gerados por drones e processados no programa *Agisoft Metashape*. As imagens foram utilizadas no AutoCAD para criar um mapa de danos, visando quantificar orçamentos e priorizar intervenções. O estudo destacou desafios como vegetação densa e a grande extensão da área analisada. Embora relevante para edificações públicas, a pesquisa não propõe um fluxo de trabalho padrão para inspeções similares. Além disso, sua aplicação exige *softwares* específicos, capacitação técnica e equipamentos adequados, dificultando a adoção autônoma na gestão pública.

Por sua vez, Sena *et al*. (2024) propõem a integração de drones e *Building Information Modeling* (BIM) na manutenção de edificações públicas de ensino, a fim de identificar falhas na gestão e mapear danos estruturais com drones. Como solução, propõe um fluxo de retroalimentação para verificar a eficácia do método e as informações geradas nas tomadas de decisões, além da implementação de um fluxo pré estabelecido. Entretanto, a baixa maturidade digital das instituições públicas limita a adoção simultânea de múltiplas tecnologias. Capacitação e aquisição de *softwares* e equipamentos muitas vezes ultrapassam a capacidade dos órgãos.

Instituições públicas com grande patrimônio construído, como universidades, enfrentam desafios na manutenção de prédios históricos, laboratórios e infraestrutura urbana. Nesse contexto, o uso de drones, aliado a um fluxo de trabalho padronizado, permite inspeções detalhadas em fachadas, telhados e estruturas, possibilitando a identificação precoce de falhas e necessidades de reparo. Portanto, esta pesquisa propõe a padronização de processos e fluxos de acompanhamento, explorando os drones como ferramenta estratégica no monitoramento de obras públicas.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Dentro do contexto de ampliação do uso de drones na fiscalização de obras e das atribuições dos órgãos públicos responsáveis pela supervisão de contratos licitados para construções e reformas, há ainda poucas contribuições acadêmicas voltadas para essa aplicação específica. Muitos estudos abordam apenas o uso de drones de forma geral e suas funcionalidades (Nery; Pimenta; Braga, 2021), enquanto outros focam no acompanhamento de obras ou inspeções de fachada, como o trabalho Silva, Melo e Costa (2024).

Silva, Melo e Costa (2024) abordam o uso de drones na inspeção de fachadas durante a execução, visando o controle de qualidade, uma vez que muitas anomalias construtivas surgem nessa fase e podem ser prevenidas. Os dados foram coletados e analisados manualmente para gerar relatórios que detalham anomalias, localização e quantidade. Paralelamente, uma análise automatizada foi realizada com algoritmos de Aprendizado de Máquina no *software Custom Vision*®. Os resultados mostraram que o uso de drones forneceu registros visuais detalhados das manifestações patológicas, auxiliando na tomada de decisão e aumentando a transparência do processo de inspeção.

Falorca, Miraldes e Lanzinha (2021) investigaram o uso de drones na inspeção de edificações, destacando

sua adaptabilidade para monitorar fachadas e obras de infraestrutura, como pontes, viadutos e barragens. Os resultados foram estruturados em uma "Ficha de Evento de Inspeção", gerando relatórios com diagnósticos e propostas de ações corretivas. A utilização da tecnologia dos drones demonstrou vantagens significativas em rapidez, segurança e custo-benefício, proporcionando diagnósticos mais precisos e análises de risco simplificadas. O estudo concluiu que o uso de drones aprimora a identificação de patologias em edificações, tornando as inspeções mais eficientes e aplicáveis a diversas estruturas.

O uso de drones no setor público geralmente focam em grandes estruturas, como estradas, pontes e viadutos, principalmente para identificação de manifestações patológicas. Gonçalves *et al*. (2021) analisaram a inspeção de obras de arte especiais, utilizando como estudo de caso a Ponte Pedra do Cavalo. Os autores utilizaram a associação de inspeção visual tradicional, com registros fotográficos por celular, à realizada por drones, seguindo os procedimentos normativos do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). O uso de drones se mostrou eficaz na coleta de imagens de alta qualidade, permitindo a identificação de detalhes da ponte, como manchas de umidade, sujidade, vegetação inadequada e anomalias construtivas. Como limitações, os autores destacaram que o tráfego ininterrupto comprometeu a qualidade das imagens captadas. Ademais, as áreas de difícil acesso, desprovidas de plataformas que permitisse a inspeção humana, também não puderam ser avaliadas com o uso do drone devido à presença de obstáculos, como vegetação densa.

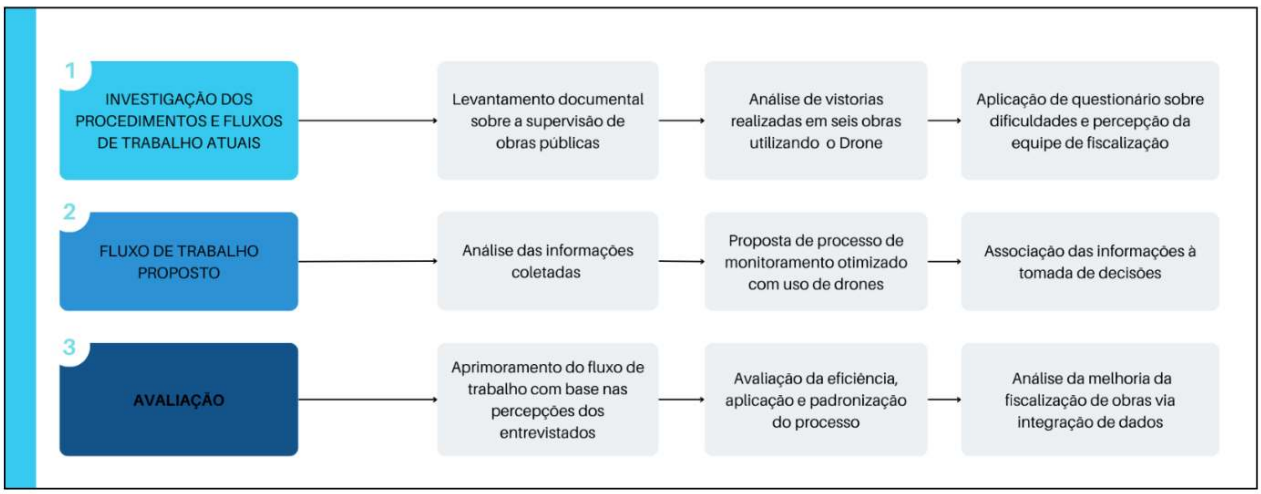
Soares, Oliveira e Carneiro (2022) avaliaram o uso da tecnologia na inspeção de pontes e viadutos no Nordeste do Brasil. O estudo analisou uma ponte de aço e um viaduto de concreto armado, no qual foram realizados voos com o uso de drones para registrar imagens, localizar anomalias e avaliar o estado de conservação das estruturas, focando na corrosão de barras e conexões. O processo envolveu levantamento físico e geométrico, inspeção visual com fotos e vídeos e análise das causas das anomalias. Os ativos visuais constataram manchas de oxidação, fissuras e eflorescências na ponte, além de armaduras expostas e degradadas no viaduto. O uso de drone demonstrou vantagens como rapidez na coleta de dados, qualidade das informações, inspeção sem interromper o tráfego, redução de custos e maior segurança para os inspetores.

Portanto, a literatura evidencia a existência de estudos que abordam o uso de drones para inspeção de edificações, destacando a crescente difusão dessas ferramentas na construção civil, tanto em obras públicas quanto privadas, sendo seu uso em acompanhamento de qualidade e vistorias de inspeção para coleta de informações. A aplicação conjunta desta tecnologia com fluxos de trabalho padronizados na fiscalização de obras em instituições públicas brasileiras ainda é pouco explorada.

3 MÉTODO DE PESQUISA

A estratégia de pesquisa adotada foi o estudo de caso, sendo desenvolvido, conforme demonstrado na Figura 01. A condução deste trabalho se baseia no estudo sobre a utilização de drones na rotina de fiscalização de um órgão administrativo dentro de uma autarquia federal.

Figura 01: Delineamento da pesquisa.



Fonte: Autores

Este trabalho tem como objeto de estudo uma superintendência da Universidade Federal da Bahia, com foco em obras contratadas por meio de licitação e fiscalizadas pela Coordenação de Obras, Reformas e Orçamentos da Superintendência de Meio Ambiente e Infraestrutura (SUMAI). A necessidade do estudo surge do objetivo de aprimorar os métodos de acompanhamento, especialmente após a aquisição de um drone, o que demanda a padronização dos procedimentos de coleta e tratamento de dados nas inspeções. A SUMAI é responsável pelo planejamento, coordenação e supervisão de obras nos campi da Universidade, por meio do Núcleo de Fiscalização, abrangendo construções de edifícios educacionais, reformas, revitalizações de fachadas, coberturas, pavimentação, correção de patologias e ampliações.

3.1 Investigação dos procedimentos e Fluxos de trabalhos atuais

O levantamento do fluxo de trabalho atual foi realizado por meio da observação direta dos processos na instituição e da análise dos documentos gerados durante a fiscalização de obras. Esses documentos incluem editais, termos de referência, projetos, cronogramas, medições de pagamento, relatórios fotográficos, notificações e registros de recebimento de obras. Identificou-se, então, uma oportunidade de melhoria com a incorporação de drones, ampliando a qualidade e a abrangência dos registros visuais, padronizando inspeções e aumentando a precisão na avaliação de serviços de difícil acesso.

Foram realizadas inspeções abrangendo diferentes escopos, desde acompanhamento de obras em andamento até vistorias para processos jurídicos. Os resultados subsidiaram relatórios técnicos, avaliações para apoiar planejamento de etapas para obras em processo de licitação e avaliações de qualidade e quantidade executada de serviços para gestão de contratos fiscalizados. Para mapear o fluxo de trabalho após a utilização de drones, foram analisados procedimentos de fiscalização em seis obras, apresentadas na Figura 02, juntamente com informações dos voos realizados.

Figura 02: Informações dos voos em obras fiscalizadas com drone pela SUMAI/UFBA.

EDIFÍCIOS		FINALIDADE DO VOO	DATA DA INSPEÇÃO	TEMPO DE VOO	ÁREA MAPEADA	NÚMERO DE IMAGENS	TEMPO DE VÍDEOS
	A	PLANEJAMENTO DE OBRA	05/09/24	17 min 04 s	3.933,12 m²	55	0
	B	FISCALIZAÇÃO DE OBRA	19/09/24	19 min 48 s	5.814,93 m²	17	10 min 37 s
	C	FISCALIZAÇÃO DE OBRA	20/09/24	18 min 51 s	826,77 m²	73	04 min 20 s
	D	PROCESSO JURÍDICO	14/11/24	08 min 13 s	2.558,58 m²	34	0
	E	FISCALIZAÇÃO DE OBRA	22/11/24	14 min 32 s	605,47 m²	58	0
	F	FISCALIZAÇÃO DE OBRA	29/11/24	10 min 28 s	973,74 m²	25	0
	TOTAL		6 DIAS	1h 28min 56s	14.712,61 m²	262	14 min 57 s

Fonte: Autores

Além do levantamento dos processos atualmente utilizados e de informações relativas aos voos realizados, também foi aplicado um questionário a gestores e colaboradores essenciais para a fiscalização. O objetivo foi

compreender a percepção das equipes diretamente envolvidas no monitoramento, identificando o nível de familiaridade, as expectativas e os possíveis benefícios trazidos pelos avanços previstos pelo uso da tecnologia. O questionário diagnóstico (elaborado no Google Forms) foi aplicado aos envolvidos no processo, conforme apresentado no Quadro 01. Embora o presente estudo tenha incluído a aplicação de questionário, esclarece-se que não houve coleta de dados sensíveis, clínicos, comportamentais ou pessoais identificáveis, tampouco houve qualquer tipo de intervenção sobre os participantes. O questionário foi aplicado exclusivamente a servidores públicos no exercício de suas funções institucionais, com o objetivo de obter contribuições técnicas relacionadas à rotina de trabalho e à avaliação de um processo de fiscalização com uso de drones. De acordo com a Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde, que trata das normas aplicáveis à pesquisa em Ciências Humanas e Sociais, não se enquadram como obrigatórias de submissão ao CEP as pesquisas que: (i) Utilizem exclusivamente informações de domínio público ou institucional, sem identificação dos participantes; (ii) Tenham caráter de avaliação de políticas públicas ou práticas administrativas internas; (iii) Sejam realizadas no contexto de práticas profissionais regulamentadas e sem risco adicional aos participantes.

Dessa forma, a pesquisa foi caracterizada como avaliação institucional de procedimentos de fiscalização em obras públicas, não implicando riscos éticos adicionais nem exigindo coleta de dados que permitissem a identificação individual ou afetassem direitos dos participantes. A participação foi voluntária, com ciência dos objetivos do estudo, e os dados foram tratados de forma anônima e agrupada, assegurando o respeito à dignidade, à autonomia e à confidencialidade dos envolvidos.

Inicialmente, para as questões de 01 a 05, o participante selecionou duas respostas entre as alternativas mais relevantes. Em seguida, respondeu a duas questões abertas. As perguntas e alternativas têm como objetivo identificar a percepção geral dos colaboradores da instituição e destacar as melhores formas de aprimorar o procedimento de inspeção, adotando padrões de fácil implementação e com desempenho eficiente. Já nas perguntas abertas, busca-se compreender as dificuldades enfrentadas na fiscalização, bem como obter sugestões para solucionar esses desafios e atender às melhorias propostas nas alternativas.

Quadro 01: Questionário aplicado para diagnóstico

QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO: ANÁLISE DO FLUXO DE TRABALHO COM O USO DE DRONES NA FISCALIZAÇÃO DE OBRAS			
Dados do Colaborador Envolvido			
Tempo médio de experiência no cargo atual:	- Menos de 1 ano - Entre 1 e 3 anos - Entre 3 e 5 anos - Entre 5 e 10 anos - Acima de 10 anos	**Setor de atuação:**	- Projeto - Orçamento e Planejamento - Manutenção - Fiscalização
Formação Acadêmica:	Eng. Civil, Arquitetura, etc.	**Cargo/Função atual:**	Coordenação, fiscal, etc.
QUESTÕES PROPOSTAS			
Indicar 02 itens mais relevantes dentre as alternativas para cada questionamento.			
1. Quais das atividades a seguir apresentam maior necessidade de incorporar inspeções de obra com o uso de drones?			
- Denúncia de irregularidades		- Inspeções periódicas de rotina	
- Obtenção de informações detalhadas sobre o andamento da obra.		- Não conformidades nos serviços executados em obra.	
- Solicitação de verificações por um fiscal ou engenheiro responsável pela obra.			
2. Qual das etapas a seguir é mais representativa para um bom planejamento da inspeção com drones?			
- Elaboração do plano de voo.		- Análise das condições de voo.	
- Definição dos objetivos da inspeção.		- Preparação dos equipamentos e da equipe.	
- Comunicação com os responsáveis pela obra.			
3. Quais procedimentos e protocolos a seguir garantem um melhor aproveitamento e execução de voos com drones?			
- Relatório detalhado sobre o voo.		- Voo e coleta de dados adequados.	
- Análise de resultados pós-voo e Armazenamento e Backup.		- Planejamento pré-voo e verificação da Aeronave.	
- Planejamento da missão, condições meteorológicas e autorizações.			
4. Qual a melhor forma de realizar a análise dos dados coletados com o uso de drones?			
- Organizando os dados em pastas.		- Utilizando softwares específicos de processamento de imagens.	
- Realizando uma inspeção visual detalhada das imagens e vídeos.		- Elaborando um relatório de inspeção.	
- Integrando os dados coletados com drones com outras fontes de informação (BIM, projetos, etc.)			
5. Em quais situações os resultados da inspeção com drone oferecem o melhor suporte?			
- No planejamento e execução de obras.		- Na verificação de problemas e não conformidades.	
- Na identificação de possíveis áreas de risco à segurança do pessoal.		- Na análise de sanções administrativas (Notificações, correções, etc.)	
- Na avaliação da qualidade dos serviços.			
RESPOSTAS ABERTAS AO ENTREVISTADO			
6. Quais os principais desafios e dificuldades enfrentados na utilização de drones no núcleo de fiscalização de obras?			
7. Quais as sugestões para aprimorar o fluxo de trabalho com drones no núcleo de fiscalização de obras?			

Fonte: Autores

3.2 Proposta de fluxo de trabalho

Após identificar que a incorporação do uso de drones como uma etapa formal pode melhorar o processo de fiscalização, possibilitando o registro sistemático das inspeções e a divulgação de seus resultados, foi proposta a criação de um novo fluxo de trabalho que se integra à supervisão técnica já existente. Para a confecção de um fluxo de trabalho padronizado que integre o uso de drones no acompanhamento das obras fiscalização, foi buscado incluir desde a análise da demanda, com a identificação da origem e a validação da necessidade

da inspeção, passando pelo planejamento das inspeções, com a definição dos objetivos, locais e parâmetros do voo, até a execução dos voos em si.

Em seguida, deve-se definir a forma de coleta e processamento dos dados, garantindo sua qualidade e relevância por meio de organização e análise adequadas. Depois, é preciso estabelecer como os resultados das inspeções serão utilizados, com apresentação clara, divulgação e revisão para assegurar sua precisão.

O novo fluxo também deve incluir pontos de decisão, permitindo revisões, aprovações ou rejeições, além de indicar quem inicia cada demanda e o motivo de cada etapa. Isso garante o uso estratégico dos dados, evitando que os voos se limitem à captura de imagens sem aplicação prática, e fortalecendo as decisões com base técnica mais sólida.

A proposta de fluxo apresentada à equipe visa desenvolver um novo processo de acompanhamento técnico, mais estruturado e eficiente que o anterior. Essa abordagem integra a aquisição de dados por meio de inspeções com drones às demandas da fiscalização, otimizando a identificação da necessidade dessas inspeções e aprimorando a disponibilização das informações coletadas.

3.3 Avaliação do processo proposto

A proposta foi desenvolvida em um contexto real, mas, devido à complexidade do ambiente e às condições de trabalho, não foi possível testá-la integralmente em uma obra da SUMAI/UFBA até o fim da pesquisa. Como alternativa, o fluxo foi avaliado por engenheiros responsáveis pela fiscalização e por gestores da coordenação de obras e reformas.

A análise verificou a viabilidade do novo processo, considerando sua adequação às demandas dos fiscais e sua contribuição para o planejamento de ações corretivas e preventivas, com impacto direto na qualidade dos serviços. O estudo busca aumentar a eficiência, precisão e aplicabilidade da fiscalização por meio do uso de drones e fluxogramas de trabalho.

Quadro 02: Questionário aplicado para avaliação do método

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DE PROPOSTA DE FLUXO DE TRABALHO
Questões Propostas
1. Para melhorar a eficiência durante fiscalização de obras e a inspeção com drones, é essencial um fluxo de trabalho bem estruturado, contendo informações das etapas, detalhes do processo e resultados desejados.
2. A utilização de fluxogramas de trabalho auxiliam na identificação de oportunidades de melhoria na inspeção com drones na rotina de fiscalização
3. A integração de drones e fluxogramas de trabalho não aprimora a gestão da fiscalização de obras.
4. A implementação de um fluxograma de trabalho servirá como guia para atualização e padronização de procedimentos.
5. Como a proposta de fluxograma padronizado, a fiscalização de obras da superintendência não terá um processo de fiscalização de obras mais eficiente e padronizado.

Fonte: Autores

A proposta foi avaliada com base em dois critérios: eficiência, relacionada à melhoria na precisão das inspeções com drones, e padronização, que assegura a adoção de diretrizes uniformes no acompanhamento das obras. Para isso, foi aplicado um questionário (Quadro 02) com cinco questões voltadas à análise desses aspectos no novo fluxo de trabalho. O questionário contou com cinco afirmações avaliadas em escala Likert de 1 (discordo totalmente) a 7 (concordo totalmente), nas quais os participantes indicaram seu grau de concordância sobre a implementação do novo procedimento de inspeção com drones.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

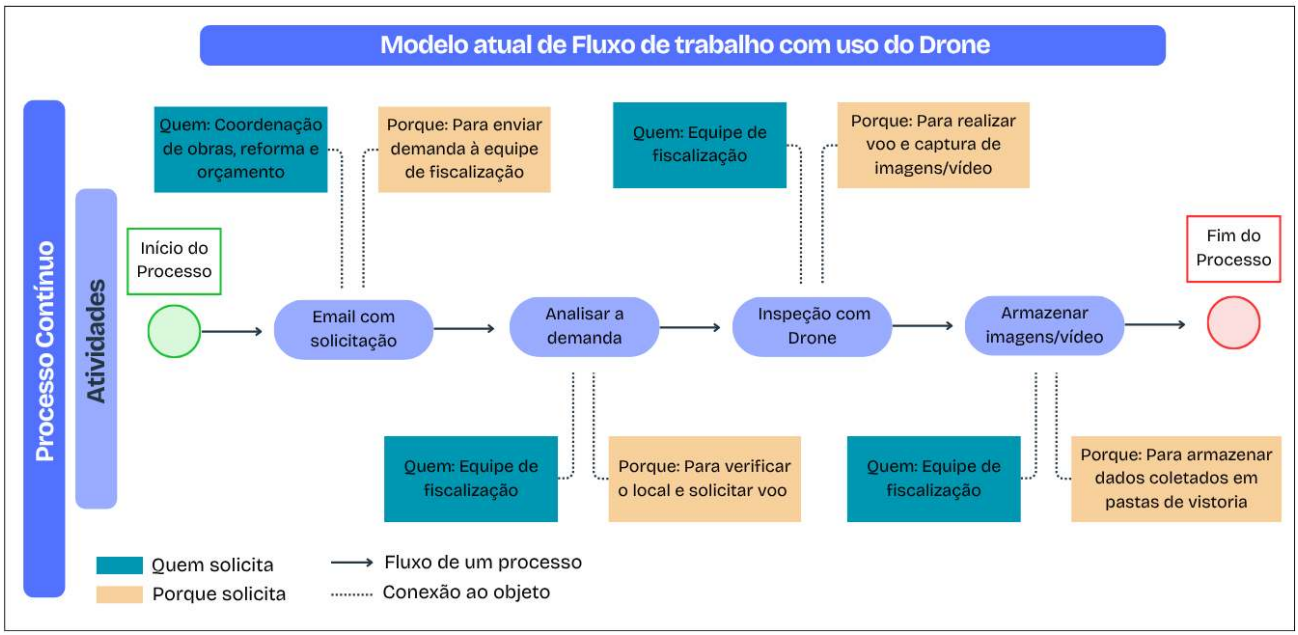
4.1 Diagnóstico do fluxo de trabalho atual

A partir da observação direta de documentos e dos procedimentos de acompanhamento técnico, verificou-se que cada edificação e demanda foi tratada, registrada e documentada de maneira distinta, sem uma diretriz

geral do órgão, o que resultou na produção de documentos variados após as vistorias. Além disso, a ausência de um sistema padronizado dificultou a centralização das informações, mantendo-as fragmentadas e de acesso restrito a apenas alguns dos envolvidos nas vistorias, evidenciando as dificuldades causadas pela falta de transparência e padronização dentro de um escritório de supervisão de obras.

As informações foram processadas para permitir a formulação do modelo de diagnóstico, utilizando mapas de processos. Além disso, foi realizada uma análise do processo vigente no órgão, destacando seus principais aspectos e entraves. Com base nos resultados e nas observações realizadas, foi possível sintetizar o procedimento existente (Figura 03).

Figura 03: Fluxo atual de inspeções.



Fonte: Autores

O processo atual de inspeção com o uso de drones foi identificado como pouco elaborado e, formalmente, inexistente. Como consequência, a inspeção é realizada sem um fluxo predeterminado, sendo adaptada às condições do momento e ficando a cargo da equipe responsável pelo voo. Diante disso, tornou-se necessário registrar os passos utilizados na prática para a realização de um voo. Assim, as atividades que compõem esse processo precisaram ser formalizadas, e os desafios inerentes à realidade foram levantados com base no diagnóstico realizado por meio de observação direta, análise de documentos e aplicação de questionários.

Algumas informações como quem e porque, foram incluídas por serem mais comumente observados, entretanto não eram um padrão definido. Constatou-se também pouca colaboração entre os envolvidos, além de fragmentação e sequenciamento das atividades, o que gera dificuldades para estabelecer prazos, objetivos e resultados bem definidos neste processo. Isso fica evidente pelo fim do processo sem ter geração de resultados concretos, apenas resultando no armazenamento das imagens e até mesmo pela dificuldade em recuperar o resultado das inspeções neste trabalho devido à fragmentação das informações. No fluxograma, a cor verde indica o início do processo, a vermelha marca o término, os quadros azuis identificam quem executa a ação, os laranjas explicam o motivo da ação e os quadros cinzas descrevem a própria ação. Essa estrutura facilita a compreensão do fluxo de trabalho, destacando de forma clara cada etapa, seus responsáveis e os objetivos envolvidos.

Quadro 03: Respostas do questionário diagnóstico

QUESTÃO	ALTERNATIVAS	ESCOLHA DOS ENTREVISTADOS	
		Nº	%
01	**Qual dos processos a seguir melhor identificam a necessidade de incorporar inspeções de obra com o uso de Drones (RPA)? Indique os 02 itens mais relevantes em sua percepção.**		
	- Inspeções periódicas de rotina.	6	86%
	- Obtenção de informações detalhadas sobre o andamento da obra.	5	71%
02	**Qual das etapas a seguir melhor representa o planejamento da inspeção com Drones (RPA)? Indique os 02 itens mais relevantes em sua percepção.**		
	- Definição dos objetivos da inspeção.	7	100%
	- Elaboração do plano de voo.	3	43%
03	**Quais procedimentos e protocolos a seguir garantem um melhor aproveitamento e execução de voos com Drones (RPA)?**		
	- Planejamento pré-voo e verificação da Aeronave.	7	100%
	- Planejamento da missão, condições meteorológicas e autorizações.	6	86%
04	**Qual a melhor forma de realizar a análise dos dados coletados com o uso de Drones (RPA)? Indique os 02 itens mais relevantes em sua percepção.**		
	- Integrando os dados coletados com drones com outras fontes de informação (BIM, projetos, etc.).	5	71%
	- Elaborando um relatório de inspeção.	5	71%
05	**Em quais situações os resultados da inspeção com Drone oferecem o melhor suporte? Indique os 02 itens mais relevantes em sua percepção.**		
	- Na verificação de problemas e não conformidades.	5	71%
	- Na avaliação da qualidade dos serviços.	4	57%
	- No planejamento e execução de obras.	4	57%

Fonte: Autores

Os colaboradores, incluindo engenheiros civis e um engenheiro eletricista, envolvidos diretamente na gestão dos contratos e supervisão de obras demonstraram um consenso significativo sobre o potencial transformador da tecnologia de drones no setor. Dentre eles incluindo a Coordenadora do setor, engenheira civil. Eles acreditam que essa tecnologia pode trazer avanços nos processos adotados. O diagnóstico realizado revelou uma visão clara do potencial dos drones no acompanhamento de obras. No entanto, eles enfrentam desafios significativos, principalmente relacionados à falta de recursos e procedimentos. A maioria acredita fortemente na importância de um fluxo de trabalho bem definido e no uso de fluxogramas para melhorar a eficiência e a padronização da fiscalização, conforme demonstrado nos resultados apresentados (Quadro 03).

Nas perguntas que permitiram comentários livres, os principais desafios relatados estão relacionados à falta de recursos (equipamentos e treinamento) e à falta de procedimentos e protocolos bem definidos. Isso indica uma necessidade urgente de investimento em infraestrutura e treinamento. As sugestões dos colaboradores reforçam a necessidade de treinamento, investimento em equipamentos e a criação de procedimentos padronizados. A sugestão de "implementar a cultura para utilização dos drones" indica que há também uma necessidade de mudança cultural na organização.

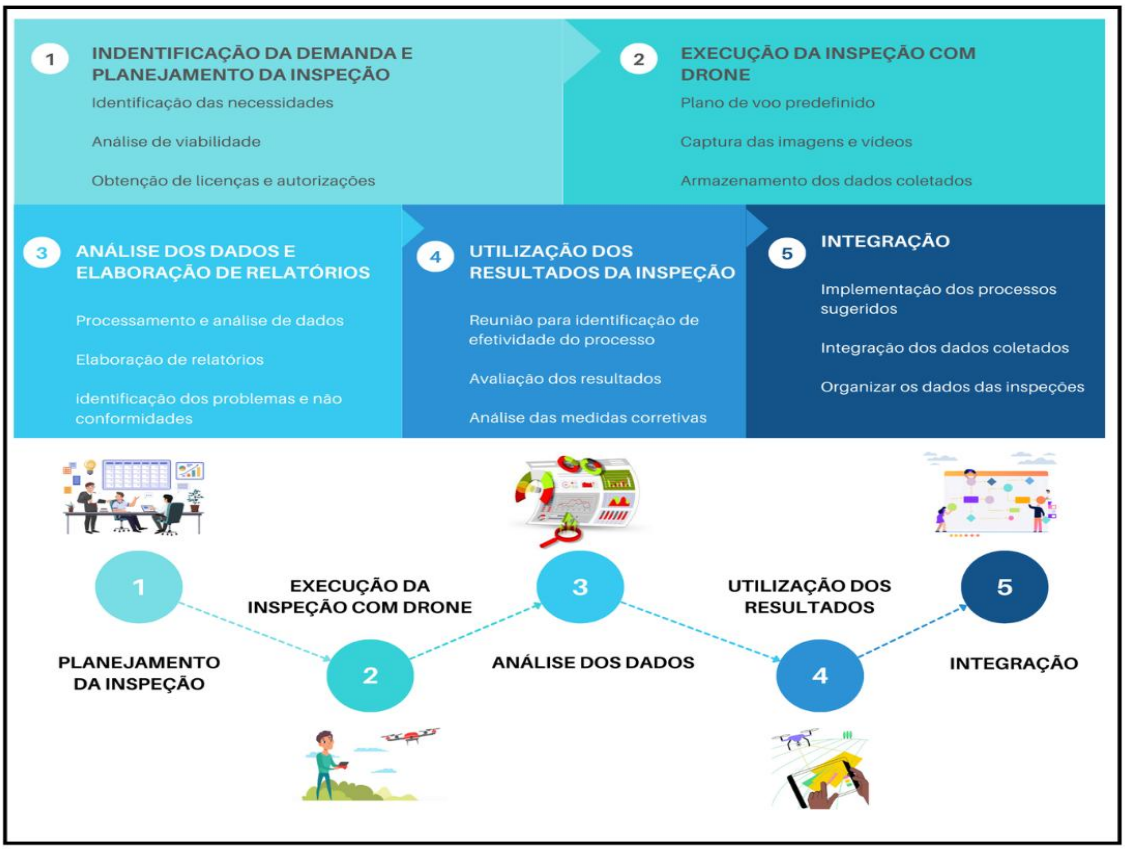
As experiências dos colaboradores, conforme detalhado, revelam um forte otimismo em relação ao potencial transformador da tecnologia de drones na fiscalização de obras públicas, alinhando-se com a proposta de utilização para fornecer dados quantitativos e qualitativos para priorização das intervenções como demonstrado em Silva et al. (2024). No entanto, essa percepção é acompanhada da clara necessidade de padronização e protocolos, como evidenciado na proposta de Sena et al. (2024) de integrar drones nas demandas de gestão de edificações públicas, mas com preocupação com a capacitação técnica e a criação de um fluxo de trabalho bem definido para maximizar as vantagens em rapidez, segurança e custo-benefício apontadas por Falorca, Miraldes e Lanzinha (2021). A ausência de diretrizes gerais e o tratamento distinto de

cada demanda, observados na prática, reforçam a urgência de um fluxo de trabalho padronizado e eficiente, conforme defendido pelos colaboradores e corroborado pelas teorias e estudos existentes no texto.

4.2 Proposta de fluxo de trabalho e avaliação da percepção dos entrevistados

Após o levantamento do fluxo existente, buscando registrar a forma utilizada, em conjunto com as observações feitas e as lacunas identificadas no processo vigente, em conjunto com a análise das dificuldades registradas no questionário, foi proposto um novo fluxo com mais etapas, abrangendo de forma mais completa as etapas que devem ser incorporadas ao fluxo de fiscalização com uso de drones e também gerem a possibilidade de refinar o próprio procedimento com revisão dos produtos e etapas realizadas durante o processo.

Figura 04: Diretrizes a seguir para criação do fluxo.



Fonte: Autores

Este fluxo foi proposto como base no diagnóstico da primeira etapa, seguindo as diretrizes apresentadas (Figura 04). A partir da análise do fluxo atual, das observações dos processos de fiscalização e das percepções dos colaboradores diretamente envolvidos, foi estruturado o novo fluxo (Figura 05).

Como primeira medida, foram formalizadas algumas etapas essenciais de segurança, tais como a verificação das condições climáticas no dia da inspeção, o registro das operações no Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), a geração de planos de voo e a conferência de dados como o seguro da aeronave. Além disso, estabeleceu-se a necessidade de oficializar a origem da demanda, seja pelo chefe da fiscalização ou por outro gestor responsável, garantindo que a equipe dedique tempo apenas em inspeções devidamente justificadas e alinhadas aos objetivos do órgão.

Além da implementação dos protocolos operacionais, foi planejada a estruturação da disponibilização das informações obtidas nas inspeções, analisando as melhores formas de incorporá-las ao processo de fiscalização. Entre as estratégias consideradas estão a elaboração de relatórios detalhados, o envio de imagens e a realização de reuniões técnicas para discussão dos achados.

O novo fluxograma mantém a maioria dos padrões de formas e cores do anterior. No entanto, a cor vermelha

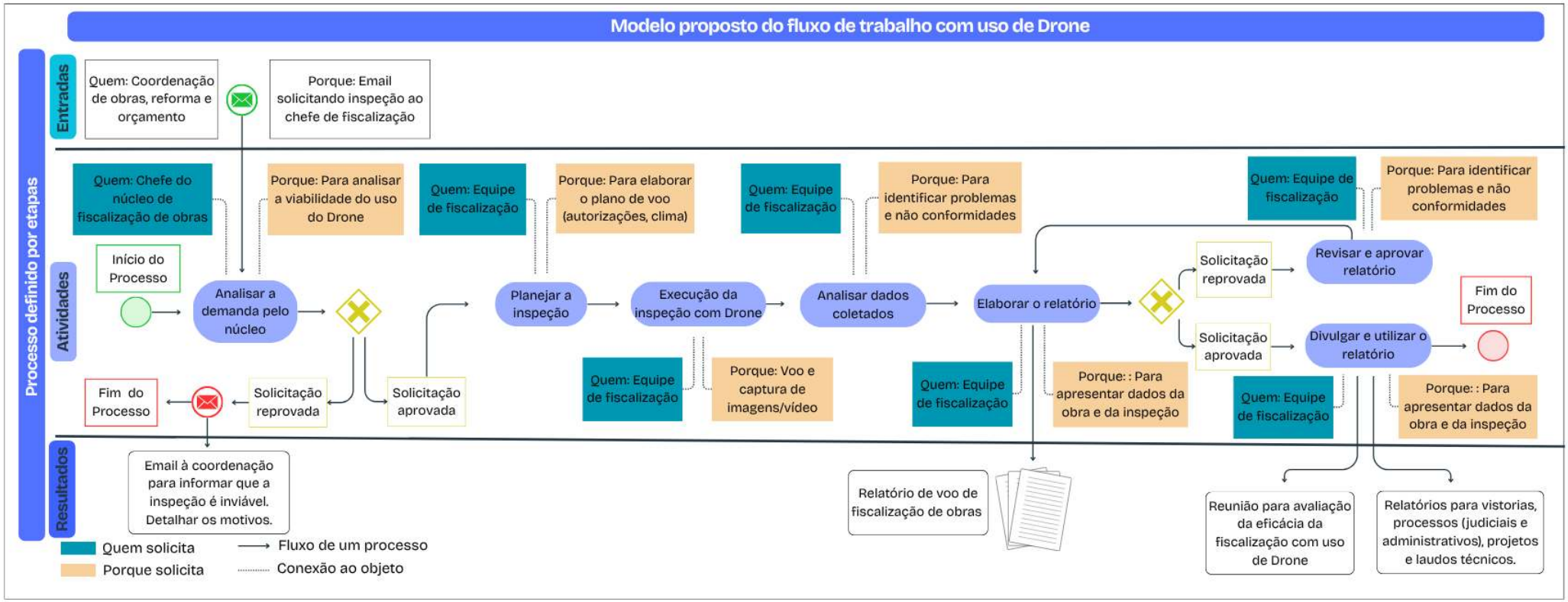
agora também indica a conclusão de etapas parciais, como a negação de uma solicitação ou o envio de uma resposta ao solicitante, e não apenas o fim de todo o processo. Essa mudança reflete a natureza iterativa do processo, que frequentemente exige o compartilhamento de informações e a possibilidade de usar os resultados na fiscalização, mesmo que as etapas parciais sejam negadas, aprovadas ou divulgadas. O objetivo é registrar desafios e impulsionar melhorias futuras. Além disso, foram adicionados círculos amarelos como pontos de parada para análise, permitindo um maior controle e interatividade ao longo do processo.

A integração da tecnologia com este novo fluxo de trabalho deve proporcionar à equipe de supervisão acesso a dados atualizados e um acompanhamento mais eficiente das obras. Isso resultará em maior qualidade, redução de retrabalho e decisões mais assertivas. O uso sistemático da tecnologia também ampliará a confiabilidade das inspeções, aumentando a segurança. A entrega de produtos como imagens, relatórios, mapas de danos e reuniões técnicas tornará o processo de monitoramento mais eficiente, transparente e padronizado, facilitando sua aplicação e aprimoramento contínuo.

Para garantir o uso eficaz dos dados, as inspeções com drones devem seguir um procedimento estruturado, com documentação detalhada da motivação, observações e ações. Uma pesquisa confirmou a importância de padronizar e estruturar essas etapas, demonstrando que um fluxo de trabalho bem definido melhora o acompanhamento técnico de obras e inspeções na instituição. Isso foi corroborado pelo consenso de 100% dos entrevistados, que concordaram que "para melhorar a fiscalização de obras e a inspeção com drones é essencial um fluxo de trabalho bem estruturado contendo informações das etapas, detalhes do processo e resultados". Isso evidencia a expectativa de que a padronização e implementação de um processo claro e eficiente, com adesão das equipes de supervisão técnica, trará avanços na fiscalização das obras.

Essas descobertas estão alinhadas com a pesquisa de Falorca, Miraldes e Lanzinha (2021), sugerindo que a padronização do uso de drones geralmente leva a resultados mais rápidos, seguros e econômicos. Os drones também oferecem maior clareza e objetividade na análise e tratamento de dados, sendo particularmente úteis para diagnosticar problemas em obras, como inspeções de fachadas, telhados, estruturas, projetos paralisados e serviços a serem medidos. Eles também simplificam inspeções que seriam arriscadas e custosas para humanos. Embora as inspeções sejam relativamente simples, elas poderiam ser ainda mais precisas com um planejamento de voo adequado, e seus resultados devem ser devidamente utilizados e divulgados para promover a padronização e o tratamento adequado das informações. Além disso, conforme Sena et al. (2024), a adoção de métodos de baixa complexidade, com equipamentos de fácil aquisição e treinamento, é uma alternativa promissora aos métodos tradicionais da engenharia civil, percepção que se aplica às atividades comuns de fiscalização de obras.

Figura 05: Proposta de fluxo de trabalho.



Fonte: Autores

5 CONCLUSÃO

Diante da recente adoção de drones nas inspeções e da imaturidade nos procedimentos aplicados, este trabalho propôs um fluxo de trabalho simples, eficiente e padronizado para a instituição analisada. Embora haja percepção de ganhos em qualidade e agilidade no atendimento às demandas, os processos ainda não estão totalmente formalizados.

O diagnóstico, obtido por meio de questionários, revelou consenso sobre o potencial dos drones e destacou a importância do planejamento das inspeções e do compartilhamento das informações coletadas. O sucesso dessa tecnologia depende da definição de procedimentos claros e de uma estrutura colaborativa eficiente, capaz de garantir a gestão e o aprimoramento contínuo das práticas de fiscalização.

A abordagem proposta visa aumentar a precisão e a confiabilidade das inspeções, reduzir retrabalho, melhorar a tomada de decisões e otimizar a supervisão das obras. Relatórios detalhados, imagens, mapas de danos e reuniões técnicas devem reforçar a transparência, padronização e eficiência do acompanhamento técnico, promovendo um ciclo contínuo de melhoria. Assim, a integração dos drones a um fluxo bem estruturado representa um avanço relevante para o monitoramento de obras públicas, com ganhos em qualidade e segurança.

A avaliação da percepção dos envolvidos indica que o objetivo do trabalho foi alcançado, especialmente ao evidenciar a importância de um processo padronizado, claro e alinhado às práticas já existentes. No entanto, a validação prática do fluxo ainda é necessária para consolidar sua aplicação no cotidiano da fiscalização, abrangendo todas as demandas que possam ser aprimoradas com o uso de drones.

Com base nesses resultados, a proposta poderá ser estendida a outras instituições de ensino ou órgãos públicos, embora este estudo tenha se limitado a obras da SUMAI/UFBA. Apesar da diversidade de obras analisadas, o foco em uma única instituição representa uma limitação, dada a possível variação de contextos em outros órgãos.

Estudos futuros podem conduzir mais estudos de caso para validar e ajustar o procedimento proposto, além do planejamento para sua replicação em obras futuras e a identificação de eventuais lacunas ainda não contempladas.

REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, Henrique Leite; HASHIZUME, Sandra Haruna; OLIVIERI, Hylton. Aferição de obras habitacionais com o uso de RPAS/Drone. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. 1–12. DOI: 10.46421/entac.v19i1.2065. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/entac/article/view/2065/1994. Acesso em: 15 mar. 2025.

BOGO, Fabiano Jandrei; COSTA FILHO, José Vinicius da. Viabilidade financeira na contratação de empresa especializada para fiscalização da execução de obra pública, um estudo de caso. In: VALIN JR, Marcos de Oliveira (Org.). Tecnologia em controle de obras: 20 anos de contribuições do IFMT para construção civil. 1. ed. São Carlos: Editora Científica Digital, 2023. cap. 11, p. 154–173. DOI: 10.37885/230312318. Disponível em: https://downloads.editoracientifica.com.br/articles/230312318.pdf. Acesso em: 24 mar. 2025.

BRASIL. Instrução Normativa nº 5, de 26 de maio de 2017. Dispõe sobre as regras e diretrizes do procedimento de contratação de serviços sob o regime de execução indireta no âmbito da Administração Pública federal direta, autárquica e fundacional. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 26 maio 2017. Disponível em: https://www.gov.br/compras/pt-br/acesso-a-informacao/legislacao/instrucoes-normativas/midias/INn05de26demaiode2017Hiperlink.pdf. Acesso em: 19 mar. 2025.

BRASIL. Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021. Estabelece normas gerais de licitação e contratação para a Administração Pública direta, autárquica e fundacional da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 1º abr. 2021. Disponível em: https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2021/lei-14133-1-abril-2021-791222-publicacaooriginal-162591-pl.html. Acesso em: 20 mar. 2025.

FALORCA, Jorge Gabriel Furtado; MIRALDES, João P. N. D.; LANZINHA, João Carlos Gonçalves. New trends in visual inspection of buildings and structures: Study for the use of drones. Open Engineering, v. 11, p. 734–743, 2021. DOI: 10.1515/eng-2021-0071. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/351677237_New_trends_in_visual_inspection_of_buildings_and_structures_Study_for_the_use_of_drones. Acesso em: 26 mar. 2025.

GONÇALVES, Thomas et al. Inspeções em obras de artes especiais a partir da utilização de drone: Estudo de caso da Ponte Pedra do Cavalo-BA. In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE PATOLOGIA E REABILITAÇÃO DAS CONSTRUÇÕES, 2021. DOI: 10.4322/CINPAR.2021.025. Disponível em: https://doi.editoracubo.com.br/10.4322/CINPAR.2021.025. Acesso em: 13 mar. 2025.

GRACIOSO, Rafael de Oliveira et al. A revolução dos drones na construção civil: potencializando a segurança em inspeções de obra. Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v. 3, p. 2204, 2024. DOI: 10.61164/rmnm.v3i3.2204. Disponível em: https://revista.unipacto.com.br/index.php/multidisciplinar/article/view/2204/2490. Acesso em: 17 mar. 2025.

IRIZARRY, J.; GHEISARI, M.; WALKER, B. N. Usability assessment of drone technology as safety inspection tools. Electronic Journal of Information Technology in Construction, v. 17, 2012. Disponível em: https://www.itcon.org/papers/2012_12.content.09869.pdf. Acesso em: 25 mar. 2025.

NERY, Lucas Mateus da Costa et al. O uso de veículos aéreos não tripulados na construção civil e suas contribuições no Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GESTÃO E ENGENHARIA URBANA, 3., 2021. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2021. p. 558–565. DOI: 10.46421/singeurb.v3i00.1085. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/singeurb/article/view/1085/1566. Acesso em: 14 mar. 2025.

SABO, A.; KULJIĆ, B.; SZAKALL, T. Practical application of the drone technology in civil engineering. In: Conference Paper, mar. 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/331529928_Practical_application_of_the_drone_technology_in_civil_engeneering. Acesso em: 27 mar. 2025.

SENA, Rafael Oliveira et al. Proposta de integração de drone e BIM na gestão da manutenção de edificações públicas de ensino. In: Actas del IX Congreso Iberoamericano de Gestión y Tecnología de la Construcción (IX ELAGEC2024). Revista Ingeniería de Construcción, [S. l.], v. 39, n. 3, 2024. DOI: 10.7764/RIC.00115.21. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/386454240_Proposta_de_integracao_de_drone_e_BIM_na_gestao_da_manutencao_de_edificacoes_publicas_de_ensino. Acesso em: 22 mar. 2025.

SILVA, Alisson Souza et al. Inspeção com drone para o controle de qualidade durante a execução de fachadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES, 2024, Fortaleza, CE. Anais [...]. Fortaleza: ALCONPAT Brasil, 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/384188949_Inspecao_com_drone_para_o_controle_de_qualidade_durante_a_execucao_de_fachadas. Acesso em: 12 mar. 2025.

SILVA, Alisson Souza et al. Mapeamento de danos de fachadas de edificação histórica apoiado por drone. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES, 2024, Fortaleza. Anais [...]. Fortaleza: CBPAT, 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/386453605_MAPEAMENTO_DE_DANOS_DE_FACHADAS_DE_EDIFICACAO_HISTORICA_APOIADO_POR_DRONE. Acesso em: 16 mar. 2025.

SOARES, Renan Gustavo Pacheco; OLIVEIRA, Romilde Almeida de; CARNEIRO, Arnaldo Manoel Pereira. Use of Unmanned Aerial Vehicles for Inspection of Bridges and Viaducts in Northeast Brazil. In: NINTH CONGRESS ON FORENSIC ENGINEERING, 2022, Denver, CO, USA. Proceedings.... Reston, VA: American Society of Civil Engineers, 2022. p. 564–573. DOI: 10.1061/9780784484548.058. Disponível em: https://ascelibrary.org/doi/10.1061/9780784484548.058. Acesso em: 11 mar. 2025.

TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO PARANÁ (TCEPR). Manual de Obras Públicas. Curitiba, PR: TCEPR, 2015. 76 p. Disponível em: https://repositorio.cgu.gov.br/bitstream/1/66628/1/Manual_de_Obras_Publicas_TCE_PR_2015.pdf. Acesso em: 18 mar. 2025.