

Uso de RPAS em inspeções de obras do Programa Minha Casa Minha Vida: eficiência na mensuração de serviços para retomada

Trabalho de Perícia ou Inspeção Predial

CRISTIANO FRANCISCO PAES DE OLIVEIRA
ALESSANDRA TRAJAN SOUZEDO
VAGNER BARBOSA BIZERRA

João Pessoa - PB
2025

REALIZAÇÃO:



IBAPE
INSTITUTO BRASILEIRO
DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA



IBAPE-PB
INSTITUTO BRASILEIRO
DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA

PATROCÍNIO:

CONFEA
Conselho Federal de Engenharia
e Agronomia



CREA-PB
Conselho Regional de Engenharia
e Agronomia da Paraíba



mútua
Caja de Assistência dos Profissionais do Crea

Uso de RPAS em inspeções de obras do Programa Minha Casa Minha Vida: eficiência na mensuração de serviços para retomada

RESUMO

O uso de aeronaves remotamente pilotadas (RPAS), no contexto da construção 4.0, promete ganhos significativos de eficiência nas inspeções e perícias para verificação de aplicação de recursos e identificação de patologias em empreendimentos de habitação social. Contudo, a literatura carece de exemplos práticos e dados quantitativos desses benefícios. Este estudo foca o uso da tecnologia na fiscalização técnica pelo agente financeiro do Programa Minha Casa Minha Vida. A partir dos tempos coletados em 22 inspeções realizadas durante o ano de 2023, destacando o antes e depois da aquisição dos equipamentos, e apurando-se ganhos qualitativos na mensuração de serviços a serem executados para retomada de obras paralisadas. Os resultados indicam redução média de 87% nas horas técnicas utilizadas e melhora substancial no detalhamento dos relatórios periciais, relativos à observação de grandes áreas, pontos de difícil acesso, e quantificação de itens orçamentários complexos. Conclui-se que os RPAs elevaram a confiabilidade e a produtividade da avaliação de custos para retomada de obras paralisadas, constatando-se claros benefícios em sua adoção no acompanhamento de empreendimentos habitacionais pelas instituições financeiras.

Palavras-chave: *RPA; Habitação social; Fiscalização de obras; Avaliação de custos; Inspeção de obras*

REALIZAÇÃO:



PATROCÍNIO:



SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	4
1.1 Contexto das Obras na Instituição Financeira Analisada	5
1.2 Objetivo	7
2. MÉTODO	7
3. ANÁLISE DE RESULTADOS	9
4. CONCLUSÃO	12
REFERÊNCIAS	14

REALIZAÇÃO:



PATROCÍNIO:



1. INTRODUÇÃO

O uso da robótica, da inteligência artificial e de veículos autônomos são alguns dos aspectos de um amplo escopo de fusão de tecnologias físicas, digitais e biológicas em novos modelos de negócios e sistemas de produção, no que se vislumbra como um novo paradigma industrial 4.0. (SCHWAB, 2019)

A construção civil é uma área tradicionalmente resistente, em nosso país, à incorporação de tecnologias, por fatores que incluem desde questões de qualificação de mão de obra, disponibilidade de recursos para investimentos em bens de capital, organização fragmentada do processo produtivo, entre outros.

Apesar disso, algumas ferramentas tecnológicas têm conseguido se inserir no processo construtivo, com destaque para as aeronaves remotamente pilotadas, ou RPAS (Remotely Piloted Aircraft System) na sigla em inglês, mais popularmente conhecidos como drones. (ANAC, 2018)

Trata-se de aeronaves que voam geralmente orientadas por um piloto em solo com um controle portátil, podendo possuir câmeras, software para captura de imagem, dispositivos infravermelho, radar, GPS e outros recursos tecnológicos. (NERY, PIMENTA, BRAGA, 2021)

Esses sistemas se destacam positivamente em termos de custos, alcance a locais de acesso difícil ou de risco, como no caso de grandes alturas, velocidade em percorrer trajetos pré-definidos, e possibilidade de criação em modelos 3D a partir do grande volume de dados (fotos e vídeos). (AGOSTINHO, HASHIZUME, OLIVERI, 2022)

O uso destes equipamentos tem, por exemplo, favorecido a execução de levantamentos planialtimétricos e projetos, com aumentos de eficiência da ordem de 66%, sendo usados em larga escala para a prospecção de áreas para incorporação e monitoramento do andamento de obras. (GAFISA, 2022; DIRECIONAL, 2023)

Essas plataformas também viabilizam a produção de modelos da superfície do solo e elementos de obra existentes através do tratamento de “nuvens de pontos” tridimensionais.

São imagens obtidas por fotogrametria, sendo os dados geometricamente corrigidos em softwares específicos (Metashape, Pix4d, entre outros), e permitindo medições diretas e exatas para subsidiar orçamentos, por exemplo.

Essa integração potencializa o uso em atividades de fiscalização para além da inspeção da presença de patologias e condições de canteiro, com a possibilidade de confrontar a evolução real com a prevista para a liberação de recursos financeiros.

Também se pode gerar relatórios para perícias técnicas com grande riqueza de detalhes, inclusive quantificações complexas de se realizar “in loco”, como volumes de movimentação de terra. (AGOSTINHO, HASHIZUME, OLIVERI, 2022)

Essas possibilidades são especialmente atrativas no contexto de um banco, visto que as unidades produzidas com recursos financiados tem a execução acompanhada periodicamente através de inspeções visuais.

1.1 Contexto das Obras na Instituição Financeira Analisada

A instituição financeira analisada atua no financiamento à construção civil em empreendimentos residenciais, comerciais e de infraestrutura do mercado privado, e na fiscalização da aplicação de recursos governamentais voltados ao fomento à habitação social.

Nesta última atribuição concentrou-se a experiência na utilização dos RPAS, visto se tratar da modalidade em que são realizadas vistorias “in loco” com quadro próprio, tendo também sido feitas experiências para a gestão do ativo imobiliário próprio.

Essa atuação se dá como agente financeiro do Programa Minha Casa Minha Vida - PMCMV com recursos do Fundo de Arrendamento Residencial - FAR, o qual deve garantir a entrega dos imóveis contratados conforme os requisitos pertinentes ao programa, normas e legislação quanto a habitabilidade, acessibilidade, e qualidade do ambiente construído. (BRASIL, 2001)

As vistorias focam em acompanhar a execução e mensurar o cumprimento do cronograma físico-financeiro previamente aprovado, sendo reportados ao FAR quaisquer desvios, e formas de regularização. (CEF, 2024)

A responsabilidade do agente financeiro se estende da escolha do terreno até a expedição do habite-se, registro em cartório e entrega ao beneficiário, sendo a equipe também responsável pelo atendimento de questionamentos judiciais, e reclamações quanto às manifestações patológicas. (CEF, 2024)



Figura 1: Prédios no Rio de Janeiro, à esquerda, e obra paralisada em Minas Gerais, à direita (autoria própria)

Como observa-se na imagem acima, grandes dimensões (à esquerda), com média de 550 unidades habitacionais por empreendimento, e mau estado de conservação (à direita), frente a um período de abandono devido a insolvência de muitas construtoras, são características comuns destas obras na instituição hoje.

Assim, na carteira de obras do programa destacam-se hoje as atividades de

perícias quanto de defeitos construtivos apontados pelos beneficiários, e gestão de casos de invasão e abandono de obra.

Com a retomada das liberações de recursos do FAR, a partir de 2022, se deu um amplo trabalho de levantamento dos empreendimentos, a fim de caracterizar seus aspectos físicos atuais, e elaborar quantificações e orçamentos para a retomada de inúmeras obras por todo o país, com a contratação de construtoras substitutas.

Nas inspeções realizadas neste estudo destacam-se as etapas, elencadas na NBR 16747 (ABNT, 2020), associadas aos objetivos relacionados no quadro 1 abaixo (BRASIL, 2023a; BRASIL, 2023b; BRASIL, 2023c):

Quadro 1: Objetivos da inspeção para retomada de obra do PMCMV

Etapas	Objetivo
Levantamento de dados e documentação.	Análise do projeto executivo, cronograma físico financeiro e medições anteriores.
Vistoria sistêmica da edificação.	Mapeamento completo para identificar itens não executados, desvios do projeto executivo, e degradações durante a paralisação.
Classificação das anomalias - endógenas, exógenas, funcionais, ou falha de manutenção/uso.	Identificação das anomalias endógenas que devem ser debitadas à primeira construtora e as exógenas e funcionais, tratadas como custo de retomada.
Recomendação de ações corretivas.	Incorporação ao orçamento de retomada conforme exigido pelo FAR.
Priorização por grau de urgência.	Definição do cronograma de obras de retomada, e necessidade de medidas de segurança, como isolamento de áreas.

Conforme observar-se no quadro, a inspeção para retomada possui caráter abrangente.

Soma-se à complexidade de identificação dos recursos aplicados e cumprimento dos requisitos do programa, as eventuais involuções, anomalias e degradações ocorridas no período de paralisação, para os quais os custos de reparos só devem ser subsidiados pelo FAR na retomada caso não se trate de falhas no processo construtivo.

Frente a este cenário desafiador de aumento da demanda e condição precária de muitos empreendimentos, com preocupações de segurança do trabalho dos fiscais, e necessidade de melhoria da eficiência e detalhamento das inspeções, buscou-se novas alternativas tecnológicas.

Os RPAS foram definidos como ferramentas de apoio a serem adquiridas, entretanto, observou-se uma dificuldade acentuada de encontrar-se referências quantitativas de ganhos de tempo em inspeções dessa natureza.

Embora existam variados trabalhos, como os de Pinto e Fernandes (2019),

Ballesteros e Lordsleem (2021), Vasconcelos et al. (2021), Lima e Costa (2023), Aymorés e Mota (2023), Toriumi et al. (2023) relatando benefícios de eficiência e qualidade em outros contextos com a utilização de RPAS na construção civil.

Revelou-se como imperativo a apresentação de dados quantitativos a fim de ilustrar o processo licitatório de aquisição das aeronaves.

Assim, este trabalho visa ajudar a suprir esta lacuna e contribuir com a análise tecno-econômica a fim de embasar a decisões de investimento na tecnologia, e vislumbrar os benefícios que podem ser obtidos no contexto analisado.

1.2 Objetivo

Para a licitação tomou-se como apoio o parâmetro fornecido por Pinto e Fernandes (2019), para inspeção de patologias, com redução de tempo dispendido e custo da ordem de 75%.

Já Vasconcelos et al. (2021), em estudo focado na identificação de manifestações falhas em pavimentos asfálticos, com identificação e classificação, apontam redução de 40% no tempo de com apoio do RPA, e acurácia de 94,37%.

Neste trabalho busca-se verificar a efetividade destes números estabelecidos a priori, com uma expectativa de diminuição do tempo de inspeção médio de 60%, após a experiência consolidada de um ano de utilização em todo o Brasil.

É um objetivo declarado da empresa a redução tempo de trabalho com emprego de tecnologia e análise de dados.

Este se alinha com a estratégia de migração para a indústria 4.0, acompanhando a transformação digital da sociedade, e prevê registro nos sistemas corporativos das horas técnicas economizadas com atividades automatizáveis.

Também se faz o diagnóstico dos ganhos qualitativos observados com tecnologias complementares que se revelaram promissoras, com expansão dos usos inicialmente imaginados.

2. MÉTODO

A questão de pesquisa formulada é como a utilização de RPAS afetou as inspeções de empreendimentos paralisados na instituição financeira no período analisado em termos de tempo dispendido, e possibilidade de ganhos qualitativos para identificação de patologias e elaboração de orçamentos para retomada de obra.

Segundo Robert K. Yin, perguntas do tipo “como” em geral apresentam natureza explanatória, que favorece a metodologia de estudo de caso, principalmente quando não há controle direto sobre os eventos estudados, e foca-se em eventos contemporâneos.

Trata-se do método que busca esclarecer o motivo de uma decisão, como foi implantada, e quais os resultados obtidos, buscando-se relação causal, assim, classifica-se essa pesquisa como um estudo de caso explicativo.

Foram adquiridos no final de 2022 dois equipamentos do modelo “MAVIC Air 2s” da marca DJI, e treinada uma equipe de 10 pilotos entre os engenheiros e

arquitetos do banco, sendo necessárias 24 horas de treinamento teórico e prático.

Durante todo o ano de 2023 foram realizadas inspeções a obras do Programa Minha Casa Minha Vida, tendo os vistoriadores um equipamento para sobrevoo.

A amostra compreende predominantemente conjuntos habitacionais sociais em estágio avançado, concluídos, paralisados, ocupados ou abandonados com graus de depreciação de reparos simples a demolição.

Estas vistorias ocorreram em diferentes regiões do país, abrangendo 11.368 unidades em 20 empreendimentos residenciais, tanto de casas como de prédios, de em média quatro pavimentos, conforme demonstrado na imagem abaixo:



Figura 2: Locais vistoriados em 2023 com auxílio de RPAS (autoria própria).

Observa-se na imagem que se começou a expandir a experiência para um empreendimento do setor privado, e dois edifícios de uso corporativo, explorando a possibilidade de obtenção de imagens internas em prédios com pé-direito alto.

O escopo das inspeções compreendeu a área externa das edificações e a infraestrutura do entorno.

Realizou-se a coleta de dados para orçamento de referência, armazenamento de informações de vistoria final de obra, inspeção de áreas normalmente não acessíveis (como topo de telhados) e levantamento de percentuais de evolução ou involução de obra.

Na amostra há casos com elevada degradação, inclusive desmoronamentos e erosões de terreno, os quais são obstáculos de segurança à aproximação, além de furtos de elementos como fiação e metais, daí falar-se em casos de involução de obra.

Os procedimentos de inspeção precisaram ser adaptados para contemplar o planejamento de voo, com verificação prévia das condições climáticas, por exemplo.

Também é necessário solicitar a autorização prévia ao Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), que verifica entre outros aspectos a proximidade de aeroportos e helipontos, e realizar avaliação de risco operacional. (AQUINO et al., 2020)

Assim, as inspeções com apoio de RPAS necessitam em geral de um planejamento mais detalhado, visto que alguns aspectos que podem impedir a utilização do equipamento.



Figura 3: Confeção de plano de voo automatizado, com localização do empreendimento no Google Maps (à esquerda), traçado das rotas de voo (ao centro) e controle do equipamento (à direita) (autoria própria).

Na figura acima podemos observar a delimitação do polígono a ser sobrevoado com o traçado das rotas do equipamento, o qual deve ser feito com um estudo das características do entorno, garantindo a segurança deste, do operador e das pessoas próximas.

Os tempos gastos para realização das inspeções foram registrados, e alimentados nos sistemas corporativos para mensuração de indicador retratado na figura 4, abaixo:



Figura 4: Indicador registrado no sistema de metas corporativas (autoria própria).

As horas registradas para apuração do indicador acima são catalogadas e inspecionadas por terceira parte a fim de garantir a integridade dos registros, com os

ganhos apurados destinados para a assimilação de novas atividades que aproveitem a capacidade técnica da equipe.

3. ANÁLISE DE RESULTADOS

A eficiência é definida conforme a equação abaixo:

Equação (1): Eficiência = (Tempo Padrão ÷ Tempo Real) X 100%

Onde:

Tempo padrão é o tempo médio apurado antes da implementação do RPAS

Tempo real é o tempo médio das inspeções com o equipamento.

As horas técnicas por evento com a utilização dos drones foram bastante reduzidas, mostrando-se seu uso como altamente eficiente, com uma melhoria de 800% ou 8 vezes, como podemos observar na figura 5 abaixo:

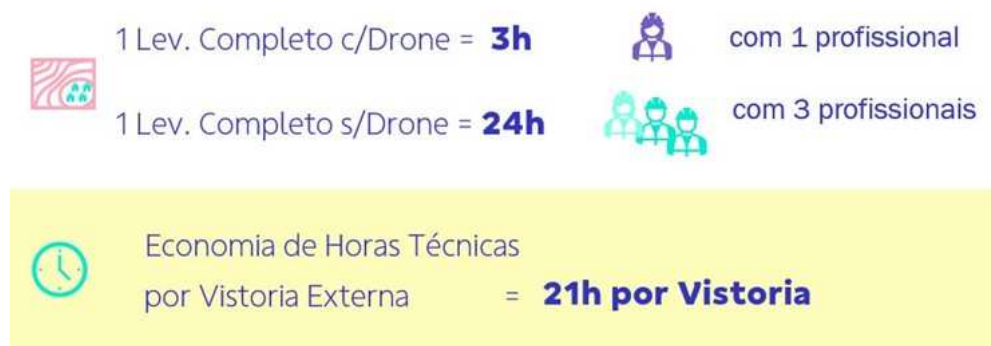


Figura 5: Horas técnicas economizadas (autoria própria)

Conforme verificado acima, os RPAS possibilitaram a redução da equipe alocada em cada caso de três para apenas um técnico com jornada de trabalho de 8h diárias (40h/semana), sendo que ocupado parcialmente uma jornada.

Isso possibilitou ao engenheiro redirecionar seu tempo para realização de diligências a órgãos públicos e empresas, a fim de propiciar soluções alternativas para conclusão dos empreendimentos.

De uma projeção inicial de 528h a serem gastas, foi possível reduzir para apenas 66h, com uma economia total de 462h técnicas, obtida essencialmente na inspeção externa das unidades.

A redução de tempo observada é de 87,5%, superando as previsões “ex-ante” referenciadas tanto no trabalho de Vasconcelos et al. (2021), como no de Pinto e Fernandes (2019), sendo o resultado bastante próximo ao obtido pelo segundo (75%).

Entre os principais ganhos qualitativos observou-se a identificação de defeitos e detalhes em telhados, rufos, castelos d’água e fachadas, os quais seriam de difícil acesso em condições convencionais.

Ganhos na identificação de patologias em fachadas são apontados também por Ballesteros e Lordsleem (2021), principalmente no uso conjunto de fotografias digitais (detalhamento da ocorrência) e orthomosaico (localização espacial), considerando

que, diferentemente do caso avaliado pelo autor, na instituição a inspeção é feita a partir do solo, sem o auxílio de balancins, de maneira bem menos precisa.

Quanto a análise de patologias na pavimentação, que integra também o entorno analisado, Vasconcelos et al. (2021) atestam a validade do uso dos RPAS nas inspeções com índices de acerto superiores a 90%.

A visualização acessos e áreas de uso comum e estacionamento são informações relevantes para auxiliar na definição da estratégia de retomada de obra.

Lima e Costa (2023) também identificam benefícios quanto à fiscalização de itens da NR 18 (BRASIL, 2020), como condições de canteiro, armazenamento e condição de materiais e proteções, que também são abrangidos no escopo da inspeção praticada.

O Banco de Dados produzido a partir da confecção de nuvem de pontos e orthophoto, que demonstramos abaixo, tem também aplicação no acompanhamento de evolução de obra e medições, e no auxílio a demandas de pós-obra.



Figura 6: Produtos digitais obtidos, com MDE - Modelo Digital de Elevação (à esquerda), orthophoto (ao centro) e detalhe da orthophoto (à direita) (autoria própria).

A produção dos modelos digitais ainda demanda como obstáculo o alto consumo de capacidade de processamento, demorando mais de um dia em máquinas medianas.

Entretanto, os produtos gerados possibilitam uma reprodução digital de alta fidelidade, tanto do terreno como das edificações, como se pode ver nas imagens acima, que são de extrema utilidade em análises posteriores à vistoria, e apresentam resolução bastante superior às imagens de satélite.

Outro grande benefício se deu com a redução dos riscos físicos, reduzindo a necessidade de deslocamento e trabalho em altura, conforme ressaltado também por Toriumi et al. (2023).

Nas demandas de retomada é necessário realizar a mensuração de custos financeiros para contratação do término dos empreendimentos.

Estes devem considerar despesas para restauração de patologias de difícil mensuração “in loco”, como a grande erosão do terreno que afetou várias unidades representada abaixo:

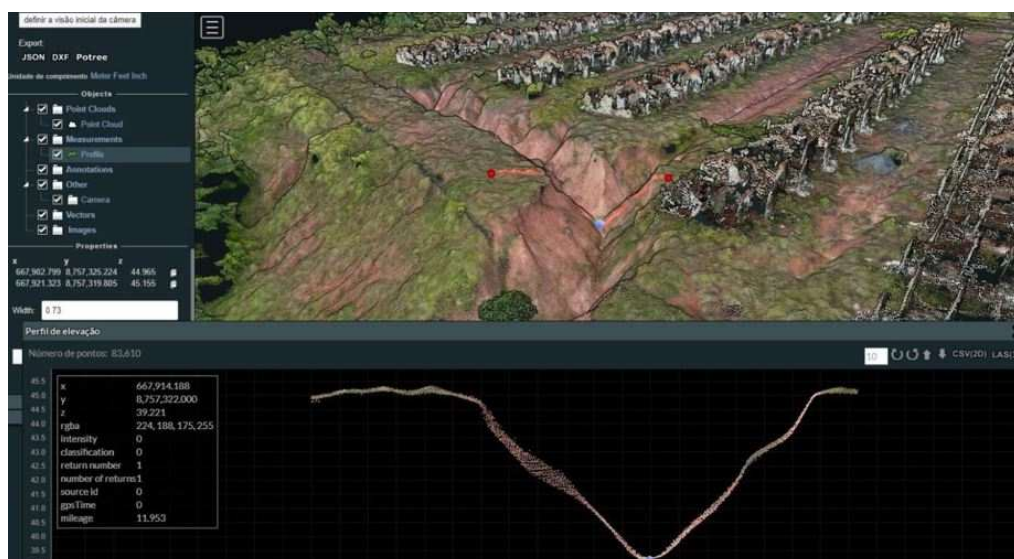


Figura 7: Modelo digital detalha erosão em empreendimento e ferramenta de medição (autoria própria)

Nesse caso o modelo digital gerado a partir do conjunto milhares de imagens captadas pelo RPAS permite a precisa identificação da “voçoroca”, com medição de nível e distâncias, definindo a volumetria de aterro necessária.

Conforme relatam Aymorés e Motta (2023) o MDE (apenas terreno), MDS – Modelo Digital de Superfície (terreno e elementos sobre este) e os orthomosaicos, tem se tornado essenciais para o dimensionamento de movimentações de terra e identificação de anomalias, com a produção de dados georreferenciados que permitem quantificar rapidamente morfologia, declividade e altura.

4. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos após um ano de utilização de RPAS no apoio às inspeções do Programa Minha Vida pelo agente financeiro corroboram as expectativas de ganhos de eficiência imaginados no momento de aquisição dos equipamentos.

Como pode-se demonstrar, essas projeções iniciais realizadas em 2022 foram até mesmo superadas.

Este estudo destaca-se quanto a quantidade de obras analisadas frente ao demais encontrados na literatura, que em geral consideram os resultados experimentais em apenas um empreendimento.

Observa-se que o foco das pesquisas tem sido a qualidade e parâmetros dos produtos digitais gerados, talvez devido à implementação recente da tecnologia, existindo escassez de referências quanto a ganhos de eficiência.

Devido à característica da amostra, centrada em obras paralisadas, temos que considerar com cautela a extrapolação para casos em estágio pleno de execução.

Entretanto, há expectativas bastante positivas para as obras retomadas, sendo que trabalhos, como o de Agostinho et al. (2022), evidenciam os benefícios e aplicabilidade do uso de RPAS na medição periódica de serviços em obras habitacionais.

Também são muito positivas as perspectivas para os modelos digitais obtidos através das imagens, para conferência e elaboração de orçamentos, verificação de detalhes e acompanhamento de obra.

A utilização plena demanda investimento em infraestrutura computacional para que se possa atingir a escala de uma carteira com mais de uma dezena de obras em efetiva evolução.

A representatividade deste recurso ensejou a capacitação de toda a equipe em modelagem de nuvem de pontos e integração com a Plataforma BIM, entretanto, ressalta-se a necessidade de treinamento contínuo para acompanhar a evolução da tecnologia.

Assim, como ação futura está prevista a ampliação do banco de dados com tempos obtidos em vistorias de obras retomadas, e se recomenda que outros estudos abranjam empreendimentos financiados ao setor privado.

Já se vislumbra utilizações em processos de gestão de patrimonial do banco, a partir dos dois testes realizados para ilustrar processos de Transferência de Potencial Construtivo (TDC) de edifícios com tombamento no município de São Paulo.

A Transferência de Potencial Construtivo (TDC) em São Paulo é regulamentada pela Lei Municipal nº 16.050/14. Esse mecanismo permite que os proprietários de imóveis com restrições urbanísticas transfiram seu potencial construtivo não utilizado para outros imóveis aptos a receberem-no, principalmente em zonas que suportam maior densidade. (PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO, 2024)

O uso de RPAS na fiscalização de empreendimentos de habitação social por agentes financeiros incorpora vantagens em gasto de tempo de inspeções, e melhora a acessibilidade e segurança dos fiscais.

Há limitações quanto de capacidade de processamento para otimizar usos complementares da tecnologia, demandando investimentos em poder computacional, softwares e plataformas especializadas, conforme também citado por Lima e Costa (2023).

Adicionalmente, recomenda-se o estabelecimento de protocolos padronizados para abranger as especificidades de planejamento destas vistorias.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16747:2020 – Inspeção predial — Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimentos**. Rio de Janeiro, 2020.

AGOSTINHO, H.; HASHIZUME, S.; OLIVIERI, H. Aferição de obras habitacionais com o uso de RPAS/Drones. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022, Canela. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. 1. DOI: <https://doi.org/10.46421/entac.v19i1.2065>.

AQUINO, D.; SILVA, B.; BARROS, S.; CARVALHO, C.V. A utilização de drones aplicados à Engenharia Civil: um estudo de caso na inspeção de telhados industriais. *Revista Eletrônica Educação, Tecnologia e Engenharia*, Vassouras, v. 1, n. 1, mar. 2020.

ANAC - AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **RBAC-E 94: Requisitos gerais para aeronaves remotamente pilotadas civis de uso não recreativo**. Resolução nº 472, de 2 jul. 2018. Brasília, DF: ANAC, 2018.

AYMORÉS, B. de O.; MOTTA JÚNIOR, L. F. Drones na engenharia civil: uma aplicação na inspeção e monitoramento de obra de terraplenagem. **Revista Científica Doctum Multidisciplinar**, v. 4, n. 11, 2023. Disponível em: <<https://revista.doctum.edu.br/index.php/multi/article/view/601/527>>. Acesso em: 03 jul. 2025.

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. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ac/a/bgky4C8WTK4dn6Y9XXZc7rv/?format=pdf&lang=pt#:~:text=imagens%20e%20processamento,visuais%20que%20podem%20ser%20gerados>>. Acesso em: 03 jul. 2025.

BRASIL. **Lei nº 10.188, de 12 de fevereiro de 2001**. Dispõe sobre a criação do Programa de Arrendamento Residencial, cria o Conselho Curador e o Fundo de Arrendamento Residencial, autoriza a concessão de garantia pela União e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 fev. 2001. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10188.htm>. Acesso em: 09 maio 2024.

BRASIL. Ministério da Economia. **Norma Regulamentadora nº 18: condições e Meio Ambiente de trabalho na indústria da construção**. Rio de Janeiro, 2020.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Portaria nº 724, de 15 de junho de 2023**. Dispõe sobre as condições gerais da linha de atendimento de provisão subsidiada de unidades habitacionais novas em áreas urbanas com recursos do Fundo de Arrendamento Residencial, integrante do Programa Minha Casa, Minha Vida. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 15 jun. 2023a. Disponível em: <<https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/habitacao/programa-minha-casa-minha-vida/portarias-far-2023>>. Acesso em: 09 maio 2024.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Portaria nº 725, de 15 de junho de 2023**.

Estabelece especificações para a implementação de empreendimentos habitacionais financiados pelo Fundo de Arrendamento Residencial. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 15 jun. 2023b. Disponível em: <<https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/habitacao/programa-minha-casa-minha-vida/portarias-far-2023>>. Acesso em: 09 maio 2024.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Portaria nº 727, de 15 de junho de 2023**. Formaliza a abertura de procedimento de enquadramento e contratação de empreendimentos habitacionais no âmbito do Programa Minha Casa, Minha Vida. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 15 jun. 2023c. Disponível em: <<https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/habitacao/programa-minha-casa-minha-vida/portarias-far-2023>>. Acesso em: 09 maio 2024.

CEF – CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **FAR - PMCMV - Manual de Normas e Procedimentos - MNPO**. 2023: CAIXA, 2024. Disponível em: <<https://www.caixa.gov.br/Downloads/fundos-governo-fundo-arrendamento-residencial/FAR-PMCMV-MNPO-V028.pdf>> Acesso em: 04 maio 2024.

DIRECIONAL. Relatório Anual de Sustentabilidade - 2022. [S.l.]: Grupo Direcional, 2023. Disponível em: <<https://api.mziq.com/mzfilemanager/v2/d/ada9bc2c-f7d0-4359-9eaf851b679ab788/88a89276-cec9-00e1-1e9a-0ffb2826d25f?origin=1>>. Acesso em: 06 maio 2024.

GAFISA. **Relatório de Sustentabilidade 2021**. São Paulo, 2022. Disponível em: <<https://www.gafisa.com.br/pdf/sustentabilidade.pdf>>. Acesso em: 06 maio 2024.

LIMA, M. I. S. C.; COSTA, D. B. Recomendações e boas práticas para a integração do monitoramento da segurança com drone ao planejamento e controle da segurança de obras. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 23, n. 1, p. 213–231, jan./mar. 2023. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ac/a/tpDPMjRtVLy7q8gBqmRNy9s/#:~:text=A%20utiliza%C3%A7%C3%A3o%20de%20drones%2C%20ou,Essas%20implementa%C3%A7%C3%B5es%20permitiram%20melhorar>>. Acesso em: 03 jul. 2025.

NERY, L. M.; PIMENTA, J.; BRAGA, J. **O uso de veículos aéreos não tripulados na construção civil e suas contribuições no Brasil**. In: III SIMPÓSIO NACIONAL DE GESTÃO E ENGENHARIA URBANA: SINGEURB, 2021, Maceió. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2021. p. 558-565. Disponível em: <<https://eventos.antac.org.br/index.php/singeurb/issue/view/14>>. Acesso em: 04 maio 2024.

PINTO, M. C.; FERNANDES, F. A. S. Levantamento de patologia em uma obra no município de Porto Nacional/TO com utilização de VANT. Technology Science, v.1, n.2, p.1-6, 2019. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2674-6425.2019.002.0001>.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. **Transferência do Direito de Construir**. Secretaria Municipal de Urbanismo e Licenciamento. 2024. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/licenciamento/desenvolvimento_urbano/legislacao/zoneamento/index.php?p=238151> Acesso em: 11 maio 2024.

SCHWAB, K. **A Quarta Revolução Industrial**. [livro eletrônico]. Tradução de Daniel Moreira Miranda. São Paulo: Edipro, 2019.

TORIUMI, F. Y.; BITTENCOURT, T. N.; FUTAI, M. M. UAV-based inspection of bridge and tunnel structures: an application review. **Revista IBRACON de Estruturas e Materiais**, v. 16, n. 1, p. 1–19, 2023. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/riem/a/9GzKyCrtfbMGkVRWZQBGWRr/#:~:text=inspe%C3%A7%C3%B5es,as%20tend%C3%A2ncias%20futuras%20da%20inspe%C3%A7%C3%A3o>>. Acesso em: 03 jul. 2025.

VASCONCELOS, R. T. F.; CABRAL, A. F.; DANTAS, G. C. B.; TINOCO, V. N. V.; DA SILVEIRA, B. D. A.; SOUSA JUNIOR, A. M. Mapeamento de manifestações patológicas em pavimento asfáltico por meio de uso de drones. **Revista ALCONPAT**, v. 11, n. 1, 2021. Disponível em: < <https://www.scielo.org.mx/pdf/alconpat/v11n1/2007-6835-alconpat-11-01-61-pt.pdf>>. Acesso em: 03 jul. 2025.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.