



**CELERIDADE NA APLICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS
TECNOLOGICOS NA INSPEÇÃO PREDIAL**

*FEASIBILITY OF TECHNOLOGICAL INNOVATIONS IN BUILDING
INSPECTION*

Matteus Rocha Sampaio*, Thiago de Lima Sousa, Victor Hugo Franco Paixão, Roselena Barreto Cavalcante.

*Engenheiro civil formado pelo centro universitário Ateneu. E-mail: matteustt04@gmail.com.

RESUMO

As patologias são problemas que podem afetar qualquer edificação depois de certo tempo, assim, é necessária sempre uma avaliação para evitar futuros problemas e prevenir acidentes que possam prejudicar os usuários edíficos. A forma de se avaliar uma edificação tem evoluído e se aperfeiçoado com o passar do tempo, tornando-se cada vez mais práticas e precisas com a adição de novas técnicas e tecnologias. Nessa esteira, o presente estudo tem como objetivo principal apresentar tecnologias aplicáveis a inspeção predial que podem aprimorar a forma de se detectar patologias em uma edificação de diferentes formas e aspectos, com o intuito de informar os profissionais da área a existência desses equipamentos tecnológicos e a celeridade obtida através de seu uso. Este trabalho inicia relatando como as tecnologias demandam tempo para adentrar de forma fixa ao ramo da engenharia civil e suas vertentes. Também versa sobre como essas inovações podem trazer modificações quando aplicadas dentro da área abordada, apontando suas diferenças em comparação à metodologia convencional e mostrando sua superioridade em relação ao ganho de tempo constatado por meio de um estudo bibliográfico de trabalhos no seguimento.

Palavras-chave: Tecnologias. Patologias. Celeridade.

ABSTRACT

Pathologies are problems that can affect any building after a certain time, so an evaluation is always necessary to avoid future problems and prevent accidents that could harm building users. The way of evaluating a building has evolved and improved over time, becoming more and more practical and accurate with the addition of new techniques and technologies. In this sense, the present study has as main objective to present technologies applicable to building inspection that can improve the way of detecting pathologies in a building of different forms and aspects, in order to inform professionals in the area of the existence of these technological equipment and the speed obtained through its use. This work begins by reporting how technologies require time to enter the field of civil engineering and its aspects in a fixed way. It also deals with how these innovations can bring about changes when applied within the area



addressed, pointing out their differences compared to the conventional methodology and showing their superiority in relation to the gain of time, verified through bibliographic study of works in the follow-up.

Keywords: Technologies. Pathologies. Celerity.

1 INTRODUÇÃO

A inspeção predial é a avaliação de uma edificação, um “check-up”, tendo como objetivo assegurar a qualidade e a segurança para os que usufruem dela. Essa avaliação será responsável por realizar o diagnóstico dos sistemas construtivos para que as devidas medidas de reparo e prevenção sejam tomadas, caso necessário (GOMIDE et al., 2020). Esse ramo da construção civil, assim como os outros, tem a necessidade de se atualizar para acompanhar o mercado e as exigências de seus clientes, isso inclui a adição de novas tecnologias em seu meio de produção. A utilização dessas inovações tecnológicas permite que as empresas tenham vantagens competitivas sobre suas concorrentes, trazendo um diferencial em sua eficiência e produtividade (OLIVEIRA; NOVAIS; HEINEK, 1999). Esse diferencial, vindo das novas tecnologias, pode acarretar uma valorização profissional ao longo de sua aplicação (PEREIRA, 2019). Contudo, mesmo diante dessas vantagens, a construção civil sempre se mostrou um ramo com dificuldade em aceitar novas tecnologias, pois foi apenas a partir da década de 1980, impulsionada pelas exigências do mercado, que esse ramo começou a dar atenção ao seu modo de pensar quanto ao seu atraso tecnológico, isso devido a grandes mudanças socioeconômicas (AMORIN; ARO, 2004). É dito por Gomes (2002) que, a partir da chamada Terceira Revolução Industrial, a construção civil passou a se utilizar cada vez mais de recursos tecnológicos com o intuito de aumentar a velocidade nos processos de produção e se manter competitiva. Amorin e Aro (2004) também falam que os profissionais da construção civil possuem certa resistência se tratando da introdução de inovações tecnológicas na indústria. É possível que essa resistência seja a responsável pelo atraso tecnológico devido à falta de avanços em áreas específicas, como a inspeção predial. Por essa razão, é necessário compreender as possíveis mudanças que essas inovações podem trazer se forem devidamente valorizadas.

Diante disso, procura-se, por meio deste trabalho, demonstrar que a implementação de inovações tecnológicas na inspeção predial pode mudar a forma de se chegar aos resultados. Assim, por meio de revisão bibliográfica, serão introduzidos alguns equipamentos tecnológicos com o intuito de apresentar sua influência na inspeção predial e de realizar um comparativo



entre a forma tradicional e a forma com o uso desses equipamentos. Nessa esteira, este trabalho tem como objetivo principal apresentar tecnologias aplicáveis a inspeção predial que podem aprimorar a forma de se detectar patologias em uma edificação de diferentes formas e aspectos, com o intuito de informar os profissionais da área a existência desses equipamentos tecnológicos e a celeridade obtida através de seu uso. A escolha do tema vem da necessidade da implementação de inovações em setores da construção civil, em específico a inspeção predial – que é responsável por garantir a segurança de um edifício e seus usuários – de modo que essas novas tecnologias agreguem e aperfeiçoem essa categoria, tendo ainda o intuito de motivar a adesão de novas tecnologias e métodos construtivos para a engenharia civil, visando a aperfeiçoar a área e a criar uma maior valorização de seus profissionais perante o mercado. Como já destacado neste texto, esta pesquisa gira em torno de uma análise bibliográfica a respeito da inspeção predial e sobre como ocorre a aplicação de novas tecnologias nesse setor. Também serão apresentados dados sobre as respectivas tecnologias e a sua eficiência, além das normas responsáveis pela fiscalização. Cumpre destacar ainda que a presente revisão bibliográfica tem como foco apresentar algumas das principais patologias presentes em edificações e como essas tecnologias podem ser úteis no decorrer dos processos de “check-up”.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A importância da inspeção predial

Por meio da Norma Brasileira - NBR 16747 (ABNT5, 2020), a inspeção predial pode ser dividida em: levantamento de dados; análise desses dados; entrevista com o intuito de adquirir mais informações a respeito da edificação; vistoria sistemática da edificação; classificação de suas falhas e anomalias; recomendação das medidas necessárias para a correção; organização dessas medidas; avaliação do estado de uso e manutenção; e emissão do laudo.

Percebe-se que essa norma é recente. No entanto, para que os serviços de inspeção fossem executados de modo similar em todos os estados da federação, o documento orientativo, o qual guiava os profissionais, tratava-se do Manual do IBAPE “Norma de Inspeção Predial Nacional”, que data de 2012, sendo, portanto, mais antigo que a NBR 16747.



Oliveira e Oliveira (2021) afirmam que, atualmente, o estudo de patologias construtivas tem-se intensificado devido ao grande número de reclamações vindas dos consumidores em relação aos seus direitos em imóveis, os quais foram adquiridos por construtoras. Como consequência, as construtoras começaram a priorizar a qualidade de produção, demandando mais tempo e investimento em técnicas construtivas sofisticadas, aumentando, assim, a qualidade e o valor final da obra.

Ainda assim, vale ressaltar que, segundo Oliveira, Oliveira e Araújo (2019), as patologias em edificações são originadas na fase de planejamento e projeto, sendo, às vezes, muito mais graves do que a baixa qualidade dos materiais. A mais, em consequência do baixo investimento nessas etapas, serão, futuramente, necessárias as adaptações durante a fase de execução, resultando, dessa maneira, em problemas patológicos.

A NBR 15575 (ABNT, 2013) responsável por reger o desempenho de edificações diz que a vida útil de um imóvel está diretamente ligada ao comprimento das funções para as quais foram edificadas, como sua segurança para uso e operação, conforto térmico e acústico, higiene, funcionalidade, dentre outros. Com isso, as indicações normativas do que pode acarretar a diminuição da vida útil de uma estrutura, referem-se às patologias prediais. Neste sentido, Almeida (2017) afirma que a baixa qualidade dos materiais utilizados na construção causa as chamadas manifestações patológicas. Dentre essas patologias, segundo o autor, as mais recorrentes são fissuras, infiltração, corrosão, a falta de impermeabilização e o deslocamento cerâmico.

Em relação a essas patologias, Thomaz (2020) orienta que, até mesmo pequenas fissuras, aos olhos de pessoas leigas, podem ser vistas como um grande risco à estrutura. Dessa forma, já que estas, não possuem um entendimento técnico sobre as diferentes patologias que podem estar presentes nas edificações, Dal Molin (1988) acrescenta que suas condições de bem-estar podem ser comprometidas pela suposição de que as fissuras possam representar um dano maior que o real.

Outra patologia que afeta o bem-estar dos usuários edílicos é a umidade. Nesse sentido, Souza (2008) diz que as manchas de umidade podem levar a prejuízos envolvendo o desempenho, caráter funcional e até mesmo estéticos de uma estrutura, podendo representar riscos à saúde e à segurança dos moradores. O autor ainda acrescenta que problemas com umidade podem estar relacionados a 60% das patologias encontradas em edificações na fase de uso e operação.



Ainda sobre a inspeção predial, Pujudas e Saldanha (2012) afirmam, no Manual do IBAPE, que ela é uma ferramenta que permite uma avaliação da edificação, de modo a classificar as não conformidades presentes, quanto a sua origem e grau de risco. Esse serviço ainda pode indicar as diretrizes técnicas para as devidas manutenções dos sistemas e elementos construtivos, configurando, assim, o estado de conservação da edificação. De forma mais específica, essa mesma norma indica que essas patologias ou anomalias de ordem construtivas podem ser classificadas como:

- a) **“Endógena:** Originária da própria edificação como erro de projeto, execução ou mal uso dos materiais;
- b) **Exógena:** Originária de fatores externos da edificação provocados por terceiros;
- c) **Natural:** Originária de fenômenos da natureza previsíveis ou não;
- d) **Funcional:** Originária do uso do edifício.
- e) **Falhas:** são vícios de origens em atividades de manutenção, de operação inadequada ou inexistente e de uso. “Elas podem ser classificadas, como falhas de planejamento, execução, falhas operacionais e gerenciais” (PUJUDAS; SALDANHA, 2012).

Tendo sido efetuada a classificação das anomalias, elas devem ser enquadradas como corrigíveis ou incorrigíveis pelo inspetor responsável, o que permitirá a adequação do plano de reparos e um direcionamento das correções. Carvalho (2019) acrescenta, ainda, que as anomalias corrigíveis podem ser resolvidas pela própria equipe de manutenção, por apresentarem um grau de complexidade compatível ao seu nível. Por sua vez, as incorrigíveis necessitam que todo o serviço seja refeito, podendo ser sugeridas soluções paliativas para evitar o agravo dos danos.

2.2 Inspeção predial de modo convencional

A engenharia diagnóstica em edificações por meio de suas ferramentas é a responsável por realizar ações pró-ativas, sendo elas através de análises, prognósticos e prescrições técnicas (GOMIDE; FAGUNDES NETO; GULLO, 2009). Levar em consideração aspectos de desempenho, utilização e operação, exposição ambiental e tendo sempre observado as expectativas dos usuários, esses são os principais aspectos para se avaliar o estado de conformidade de uma estrutura, mediante uma vistoria (NEVES; BRANCO, 2009). É definido por Gomide et al. (2009), como sendo ferramentas diagnósticas o seguinte:

Vistoria em edificações: é a constatação técnica de determinado fato, condição ou direito relativo a uma edificação, mediante verificação “in loco”.

Inspeção em edificação: é a análise técnica de fato, condição ou direito relativo a uma edificação, com base em informações genéticas e na experiência do engenheiro diagnóstico.

Auditoria em edificação: é o atestamento técnico, ou não, de conformidade de um fato, condição ou direito relativo a uma edificação.

Perícia em edificação: é a determinação da origem, causada e mecanismo de ação de um fato, condição ou direito relativo a uma edificação.

Consultoria em edificação: “é a prescrição técnica a respeito de um fato, condição ou direito a uma edificação” (GOMIDE et al., 2009).

É acrescentado ainda por Gomide et al. (2006) que o ato da vistoria deve ser um tríplice, dividido na parte técnica, seu uso funcional e a manutenção, visualizado de uma forma sistemática tridimensional, como ilustra a Figura 1.

Figura 1 - Esquema da visão Sistêmica Tridimensional



Fonte: Gomide, Pujadas e Fagundes Neto (2006).

É dito por Neves e Branco (2009), que o inspetor predial responsável deve vistoriar a edificação na íntegra, significa que a inspeção deve ocorrer desde o subsolo até o ultimo pavimento. Portanto, para realizar a inspeção elétrica, por exemplo, é necessário que seja



executada a partir do ponto de entrada de energia da edificação até o topo do prédio, inspecionando quadros elétricos, dispositivos de segurança e fiações aparentes. Já para as demais vistorias (estrutura, hidráulica, sanitária, combate a incêndio, etc.) a inspeção deve ocorrer do topo do prédio ao último pavimento, verificando sempre anomalias que indiquem perda de desempenho.

A exemplo disso, a inspeção visual das fachadas de edificações é realizada, em sua maioria, pelo método tradicional, em que o profissional (alpinista industrial) realiza a verificação visual e o registro fotográfico dos pontos a serem analisados (AGUILAR, 2018). Esse método de inspeção visual é realizado por meios de decidas com balancins individuais do tipo “cadeirinha”, desde a cobertura até o pavimento térreo, de maneira que abrange totalmente a área das fachadas. São realizados registros fotográficos, permitindo uma avaliação do estado de conservação geral do elemento e uma análise inicial das manifestações patológicas existentes. Nesse método, também se realiza o teste de percussão, o que possibilita a detecção das áreas com som cavo, identificando, assim, problemas como aderências no revestimento cerâmico (VDR, 2019).

A inspeção elétrica é também composta por inspeção visual e ensaios. De acordo com Moreno e Orsolon (2014), a inspeção visual tem por objetivo verificar a conformidade com as normas aplicáveis dos equipamentos, dispositivos e circuitos ou também examinar os elementos quanto à necessidade da devida certificação. Além disso, a inspeção verifica se os dispositivos e componentes foram corretamente selecionados e instalados, de acordo com o projeto elétrico aprovado e, também, observa se possuem algum dano aparente que possa comprometer seu funcionamento. A NBR 16747 (ABNT, 2020) - Inspeção predial – Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento, permitem a participação de engenheiros civis e arquitetos em inspeções elétricas, estando eles regularmente habilitados no conselho do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia - CREA e Conselho de Arquitetura e Urbanismo - CAU, respectivamente (LEI 9913/2012).

2.3 Inspeção predial com o uso de equipamentos tecnológicos

Segundo Francklin Junior e Amaral (2008), o uso de novas tecnologias induz o crescimento do setor da construção civil, aumenta a qualidade e diminui o custo perante a execução do produto. Draia e Carvalho (2021) acrescentam que o avanço tecnológico como um



todo vem desenvolvendo práticas novas que antes não eram possíveis ou demandavam mais tempo para executar tal função.

Foi dito anteriormente por Amarin e Aro (2004) que apenas a partir da década de 80, o ramo da construção civil começou a ter um impulso tecnológico, Martins e Barros (2003) afirmaram que a meados de 90, teve sua contribuição para a evolução do ramo de construção por conta da permissão que essas, receberam para importar produtos e tecnologias, dessa forma fazendo com que elas investissem na modernização dos meios de produção.

Pela revisão bibliográfica realizada, totalizou-se em 51 artigos, livros e revistas, onde observou-se que os equipamentos que estão no mercado para auxiliar na inspeção predial e que possam dar celeridade, foram: VANT, Geofone e Termovisor, onde serão apresentados com mais detalhes a seguir.

2.3.1 Veículo aéreo não tripulado (VANT)

Puscov (2002) afirma que a primeira fotografia aérea em voo não tripulado foi feita por Arthur Batat em 1888, sendo utilizada uma câmera acoplada em uma pipa. A primeira Aeronave Remotamente Pilotada (ARP) foi desenvolvida na década de 1935 por Reginald Denny, mas foi a partir de 1970 que a era moderna dos VANT se iniciou.

O drone ou VANT se enquadra no que é definido pelo Ministério da Defesa (2020) como aeronave não tripulada automática, isto é, “aeronave não tripulada que possibilita a intervenção do piloto, a qualquer momento, na condução e no gerenciamento do voo, mesmo tendo os parâmetros e os perfis de voos conduzidos por sistemas computacionais”.

Os VANT se tornaram muito populares, pois têm facilidade em realizar voos na vertical. Pela simplicidade no manuseio e por ser remoto, seu uso se tornou atrativo em diferentes áreas, como na inspeção predial, sendo muito favorável para a realização de diagnósticos em fachadas (MELO JÚNIOR, 2016).

Segundo estudos como os de Eisenbeiss (2009) e Silva (2013), a vantagem no uso de veículos não tripulados seria a capacidade e habilidade de aquisição de imagens em tempo real e com menor custo. Outra vantagem, citada por Silva (2013), se dá a partir da possibilidade de adquirir dados com grande detalhamento em áreas de difícil acesso ou que possam oferecer risco.



Dependendo do modelo da câmera digital que pode ser acoplada no VANT, pode-se proporcionar a captura de imagens com uma alta resolução, de modo a identificar todos os “pontos de interesse” nas fachadas a serem analisadas, além de ser capaz de alcançar grandes altitudes, como é o caso do Phantom 3 (WALTER et al., 2019).

Figura 2 – Drone Phantom 3



Fonte: Tondelo, Barth (2019)

Em relação às características dos aparelhos, os VANT possuem vários modelos de asas, e o que supre as necessidades da maioria das inspeções refere-se aos equipamentos que possuem asas rotatórias. Tais especificações de asas permitem maior desempenho na vertical, bem como aumentam o seu alcance e, conseqüentemente, facilitam o diagnóstico das patologias (BALLESTROS; LORDSLEEM JUNIOR, 2021).

Com isso, é possível realizar o mapeamento fotográfico completo da fachada por meio de técnicas de fotogrametria digital (MELO JÚNIOR, 2016), cuja associação ao processamento computacional das imagens viabiliza a construção de modelos tridimensionais e ortomosaicos, os quais se tornaram recursos mais comuns a partir do uso dessa técnica (PATRIOTA, 2017). Com essa tecnologia surgiram normas regulamentadoras junto à Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), que aprovou uma regulamentação especial para a utilização de veículos não tripulados, o Regulamento Brasileiro de Aviação Civil Especial (RBACE) nº 94, o qual também tem como objetivo tornar viáveis as operações dessa tecnologia, preservando a segurança das pessoas.

2.3.2 Termovisor e a termografia

De acordo com Azeredo e Silva (2012), a termografia trata-se de um método de detecção da distribuição de energia térmica emitida pela superfície de um ou vários corpos ou



objetos. É um ensaio no qual se utiliza de raios infravermelhos para realizar a observação de padrões diferenciais de temperatura ou simplesmente medi-las. É dito também por Kersul (2014, p. 17) que “a termografia por infravermelho baseia-se no fenômeno físico de que todo objeto com temperatura acima do zero absoluto ($-273,15^{\circ}\text{C}$) emite radiação eletromagnética 10 em função da excitação das moléculas das quais são constituídos”. Assim, o termovisor é o instrumento responsável pelas medições realizadas por meio da termografia.

Figura 3 – Câmera Termográfica



Fonte: Kersul, 2014

Fluke Corporation (2016) define os termovisores como sistemas geradores de imagens dotados de recursos para a análise e medição de distribuições térmica. Ainda é afirmado que a Termografia pode ser aplicável em todos os controles de sistemas elétricos, inclusive os novos, já que os componentes elétricos começam a deteriorar-se logo que são instalados, devido a diversos fatores como vibração, fadiga e idade.

Dessa maneira, é possível detectar patologias não visíveis a olho nu. As imagens térmicas podem ser capazes de gerar dados qualitativos, com uma visualização da heterogeneidade da temperatura do objeto (DOS SANTOS; ROCHA; PÓVOAS, 2019).

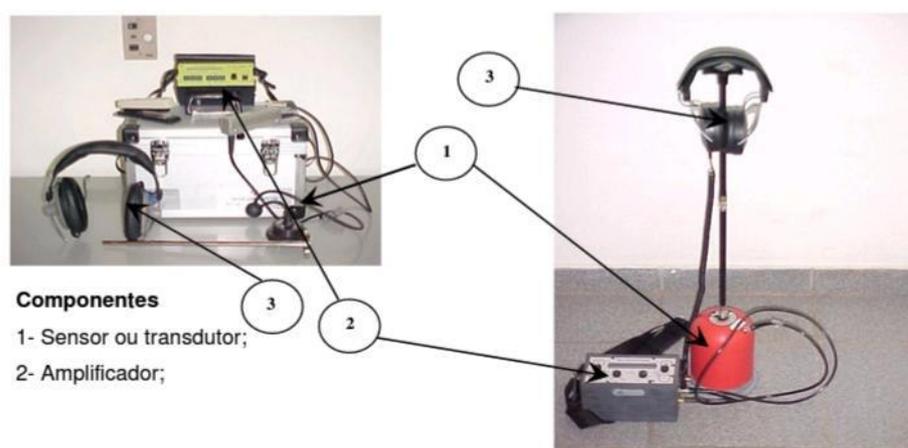
2.3.3 Geofone

Segundo Dalmo, Viana e Mauad (2007), o geofone eletrônico é um equipamento que detecta a vibração dos vazamentos. Trata-se de um equipamento acústico que é composto de um: amplificador, sensores de ruídos e fones de ouvido. Ele tem como principal objetivo captar as vibrações do movimento da água fora do tubo, causadas pelos vazamentos. Esse equipamento

capta ruídos entre as frequências de 100 e 2.700 Hz, funcionando em temperaturas entre 0° e 40°C.

Dalmo, Viana e Mauad (2007) explicam que o geofone apresenta duas variações, o modelo eletrônico e o mecânico, sendo o modelo eletrônico superior devido sua eficiência. Os autores ainda complementam indicando que o geofone eletrônico apresenta os seguintes componentes básicos indicados na Figura 4.

Figura 4 – Modelos de geofone eletrônico e seus componentes.



Zaniboni (2009).

Araújo e Ribeiro (2019) comentam que o geofone eletrônico é uma medida usada na identificação de vazamentos tão pequenos que não são possíveis de serem identificados a olho nu. É um equipamento que sendo utilizado de maneira adequada, pode reduzir significativamente as perdas no sistema de abastecimento. O uso do equipamento pode ser realizado por profissionais que fazem a medição dos hidrômetros, fazendo com que essa medida seja de fácil implantação.

A respeito do geofone mecânico, Da Costa (2008) explica que sua funcionalidade é semelhante a um médico ou enfermeiro com um estetoscópio, onde o equipamento é colocado diretamente no solo e transmite ao operador, através dos estetoscópios, ruídos que podem identificar e ajudar na localização os vazamentos.



3 METODOLOGIA

É descrito como metodologia um estudo dos caminhos a serem percorridos para se realizar uma pesquisa científica, assim, seriam os métodos esses caminhos em direção aos objetivos (TARTUCE, 2006). Quanto ao procedimento técnico utilizado no presente trabalho 12 trata-se de uma revisão bibliográfica sobre o emprego dos equipamentos tecnológico no desenvolvimento do ramo da inspeção predial, sendo ela uma pesquisa facada em gerar conhecimento a respeito dessas tecnologias, tendo em mente alcançar os objetivos propostos. A pesquisa foi centrada em torno dos 3 equipamentos citados anteriormente, tendo sid eles considerados pela equipe como os mais relevantes e presentes no atual mercado da inspeção predial.

O levantamento de dados e informações veio de dissertações, publicações de revistas e boletins técnicos, toda a pesquisa foi através da internet (*RESEARCHGATE, WEB OF SCIENCE, SCOPUS, SCIELO, GOOGLE ACADÊMICO, UNIATENEU, ETC.*). buscando através de palavras chave como inspeção predial, equipamentos tecnológicos inspeções patológicas prediais. Focando em uma pesquisa exploratória e introdutória, de um modo qualitativo, a respeito dessas tecnologias e suas novas metodologias, levando em torno de 10 meses para sua conclusão. Podendo ser observados os principais pontos a respeito dessa metodologia como sendo:

- a) Apresentação de informações sobre a área em destaque:
 - Pesquisa sobre manifestações patológicas mais recorrentes em edificações;
 - Estudo das metodologias convencionais.
- b) Obtenção de referencial a respeito das tecnologias abordadas:
 - Pesquisas sobre a aplicação dessas tecnologias;
 - Estudos de caso;
 - Comparações com o modelo convencional;
 - Avaliações de execução de inspeções prediais por meio desses equipamentos.



4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No entanto, mesmo com todas essas vantagens sobre as tecnologias, muitos engenheiros e empresas ainda possuem receio quando o assunto é a utilização de novas tecnologias. Assim, percebe-se a relevância de conhecê-las a fim de facilitar e otimizar os serviços relacionados à inspeção predial (DE SOUSA, 2015). Através dos resultados obtidos a partir de um mapeamento de fachada, realizado por uma aeronave não tripulada, Patriota (2017) afirma que seu uso é extremamente viável, sendo com ele possível, até mesmo, vencer alguns obstáculos referentes ao uso do método de fotogrametria digital feita de modo terrestre. O autor ainda propõe o uso dessa ferramenta com outros equipamentos além de uma câmera, como um sensor térmico, o qual poderá identificar pontos de infiltração em fachadas de prédios altos, de modo a reduzir os custos com locação de equipamentos e a evitar riscos.

Outros autores também apoiam o uso dessa tecnologia como Melo e Costa (2015), acrescentam que a utilização desses equipamentos permite um método mais eficiente e mais seguro, reduzindo o tempo e o custo da inspeção. Aguilar (2018) também indica que através do uso do VANT é possível capturar imagens em alta resolução de todos os pontos da fachada. Estas imagens detalhadas podem registrar problemas não vistos a olho nu, como por exemplo, infiltrações, deslocamento ou furos no revestimento.

Tratando-se de sensor térmico, a versatilidade do VANT permite até mesmo o uso de um equipamento termográfico acoplado a ele. Sobre isso, segundo Silva et al. (2021), o equipamento é capaz de otimizar os processos de inspeção predial, sendo capaz de caracterizar áreas de difícil acesso, podendo até fornecer, com uma maior rapidez, dados que auxiliam na conclusão de ensaios de inspeção. Os autores ainda afirmam que, com as pesquisas de desenvolvimento e ampliação de modelos de monitoramento, além dos avanços tecnológicos, futuramente as possíveis falhas serão superadas, garantindo uma maior eficácia dessa ferramenta.

Ainda sobre o sensor térmico, tem-se o termovisor, o qual, de forma resumida, é um aparelho capaz de identificar problemas elétricos por meio da já citada termografia. A partir dos resultados obtidos em sua pesquisa, Kersul (2014) afirma que a termografia é uma ferramenta de extrema importância na realização de vistorias elétricas, e que o termovisor, por sua vez, é o equipamento responsável por permitir o estudo desse fenômeno. O autor acrescenta que o equipamento precisa ser alimentado com as informações corretas para obter uma precisa



análise de imagens. Conforme Azeredo e Silva (2012), a técnica da termografia é capaz de apontar defeitos de funcionamentos sem ter necessidade de interromper o processo produtivo, não havendo, portanto, a obrigação de desligamento para que haja inspeção.

Em um trabalho realizado por Takeda e Mazer (2018), a respeito do uso da termografia para avaliação de manifestações patológicas em revestimentos de fachada, esses autores chegaram ao resultado de que essa é uma técnica realmente útil, eficaz e não destrutiva a ser aplicada para a realização de inspeções prediais. Eles ainda acrescentam que a termografia possui grandes vantagens quando se trata de agilidade e confiabilidade dos resultados, em comparação aos métodos convencionais.

Novamente associando a termografia acompanhada ao drone, pode-se agilizar bastante os processos de inspeção, tendo em vista o que é dito por Nascimento (2014) em seu estudo de caso. Esse autor revela a facilidade de deslocamento que o uso do VANT propicia para a inspeção por meio da termografia. Segundo ele, é um grande avanço, sendo constatado que até mesmo patologias antes ocultas foram identificadas com o uso associado dessas duas tecnologias. O autor ainda acrescenta que, devido ao clima de baixa umidade da cidade de Brasília (local onde efetuou seu estudo de caso), foi necessário o uso de água no ensaio, para facilitar a identificação de pontos de umidade.

Paz (2020) acrescenta que a termografia tem uma grande capacidade de identificação de patologias comuns na construção civil, como é o caso das infiltrações, problemas elétricos e até mesmo dos deslocamentos cerâmicos. Em contrapartida, o autor afirma que a termografia possui uma grande dificuldade de se consolidar, o que se deve à dificuldade de acesso do conhecimento a respeito desse método, devido à falta de publicações e da pequena oferta de cursos de capacitação. Esses fatores, por consequência, geram poucos profissionais atuantes, porém o autor ainda tem esperanças de uma mudança no mercado.

A mais, é dito por Andrade (2020) que a termografia infravermelha se mostrou eficaz e apresentou suas vantagens para a detecção de falhas induzidas nos sistemas de revestimento, vendo que a indução de fluxo térmico – troca de calor com o ambiente e o aumento da temperatura – possibilita fornecer mais informações do que uma inspeção visual. O autor ainda acrescenta que a aplicação da termografia acoplada ao VANT se apresentou muito mais produtiva e relevante para o processo de inspeção, uma vez que, utilizando-se da análise por vídeo, é possível diagnosticar com maior precisão o comportamento térmico da superfície em análise.



Por fim, mas não menos importante, Dalmo, Viana e Mauad (2007) explicam a eficiência e a capacidade do geofone perante atividades de inspeção hidráulica, já que o equipamento apresentou grande eficácia na identificação de vazamentos não visíveis em sua pesquisa de detecção. Perante seus dados, pôde ser observado que o equipamento proporcionou melhores resultados no período da noite, quando havia uma quantidade menor de ruídos externos. Deve-se ressaltar que, com essa técnica, não é possível identificar pequenos vazamentos cuja vazão seja menor que 250 L/h, os chamados vazamentos inerentes. Para que seja possível sua detecção, é preciso utilizar outras técnicas, como radar de injeção, termografia com infravermelho entre outras técnicas disponíveis (PILCHER, et al., 2007).

5 CONCLUSÕES

A inspeção predial é um ramo que merece destaque devido sua grande importância perante a segurança das edificações para com seus usuários, contudo essa vertente das engenharias e arquitetura, precisa se inovar para acompanhar as exigências e demandas de mercado. Essas inovações, vindas por meio de equipamentos tecnológicos, são capazes de aperfeiçoar ainda mais a identificação de patologias, de forma a assegurar o bem-estar edílico.

Por meio da pesquisa bibliográfica, pode-se perceber a diferença obtida a partir do uso dos equipamentos tecnológicos no que se refere à inspeção predial, uma vez que estes possibilitam uma menor dedicação de tempo. No caso do VANT, permite-se uma abordagem ampla e captura de informações de forma mais rápida e prática; por sua vez, o Termovisor e o Geofone são dois equipamentos que têm funcionalidades diferentes, porém o intuito é o mesmo, economizar tempo e otimizar o trabalho, de modo a evitar gastos e atingir resultados mais precisos.

A inspeção predial, assim como todo o ramo das exatas, precisa de um certo tempo para se adequar às novas tecnologias. No entanto, conforme vão sendo realizados mais trabalhos e pesquisas a respeito desses equipamentos, bem como forem obtidos novos resultados a respeito das mudanças trazidas por eles, espera-se que essa inovação por meio da tecnologia seja mais difundida. Assim, acredita-se que a possibilidade de utilização dessa metodologia na inspeção predial, aliada com outras tecnologias, substitua o modelo convencional, trazendo uma maior qualidade de identificação patológica e assegurando um melhor resultado.



Durante o desenvolvimento deste trabalho foram encontradas algumas limitações no decorrer do processo de pesquisa, como a escassez de material atualizado e a falta de acesso a certas bases de dados, como por exemplo a CAPES e também a dificuldade em coletar depoimentos que corroborassem com o intuito do trabalho. A utilização de livros, artigos e pesquisas não tão recentes foi uma forma de contramedida para esse empecilho. Foram referenciados 51 trabalhos envolvendo a construção civil, a inspeção predial da sua forma base e esse mesmo ramo tendo a aplicação de equipamentos tecnológicos.

Tratando-se de sugestões para trabalhos futuros, recomenda-se explorar mais a questão comparativa entre o modo convencional de se inspecionar e as novas metodologias por meio do uso desses equipamentos, tendo um foco também voltado para a viabilidade, comparação de investimento e diminuição dos transtornos para os usuários das edificações e minimizar os riscos dos colaboradores na inspeção de um modo em geral, por exemplo, os alpinistas (ou achadeiros). Estudos de caso são uma ótima forma de se abordar esse assunto já que os resultados, na prática, terão muito mais peso para fundamentar o uso dessas tecnologias como a forma mais viável e eficiente de se realizar uma inspeção predial.

REFERÊNCIAS

- AGUILAR, G. Inspeção predial de fachadas com drones à luz da ABNT 5674:2012. São Paulo: JusB, 2018. Disponível em: <https://gabrielaguilar.jusbrasil.com.br/artigos/681448850/inspecao-predial-de-fachadas-com-drones-a-luz-da-abnt-nbr-5674-2012>. Acesso em: 18 jun. 2021.
- ALMEIDA, R. S. Patologia na construção civil. Revista IPOG Especialize, Goiânia, v. 1, n. 13, p. 1-2, 2017. Disponível em: <http://docplayer.com.br/55628147-Patologia-na-construcao-civil.html>. Acesso em: 20 jan. 2022.
- AMORIN, S. V.; ARO, C. R. As inovações tecnológicas no processo de produção dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL. Anais [...] ENTAC 04. São Paulo, 2004. Disponível em: <https://docplayer.com.br/26665292-As-inovacoes-tecnologicas-no-processo-de-producao-dos-sistemas-prediais-hidraulicos-e-sanitarios.html>. Acesso em: 20 jan. 2022.
- ANDRADE. R. P. Uso da termografia infravermelha embarcada em drone como ferramenta para inspeção predial de patologias em revestimentos aderidos de fachadas. 2020. 237f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 2020. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3153/tde-18112020-102555/publico/RenanPereiradeAndradeCORR20.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2022.



ARAÚJO, D. C. S.; RIBEIRO, R. B. S. Sistema de apoio à decisão aplicado à gestão de sistema de abastecimento. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE MEIO AMBIENTE E SOCIEDADE. Anais [...] CONIMAS. Campina Grande, 2019. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/63905>. Acesso em: 20 jan. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 15.575: norma de desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

_____. NBR 16.747: inspeção predial- diretrizes, conceitos, tecnologias e procedimento. Rio de Janeiro, 2020.

AZEREDO, L.; SILVA, A. Uso da termografia na manutenção preditiva. Bolsista de Valor: Revista de divulgação do Projeto Universidade Petrobras e IF Fluminense, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, p. 155-158, 2012. Disponível em: <https://essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/BolsistaDeValor/article/view/2409/1298>. Acesso em: 15 fev. 2022.

BALLESTEROS, R. D.; LORDSLEEM JUNIOR, A. C. L. Veículos aéreos não tripulados (VANT) para inspeção de manifestações patológicas em fachadas com revestimento cerâmico. Scientific Electronic Library Online, [S. l.], v. 21, n. 1, p. 23-37, jan. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1678-86212021000100497>. Acesso em: 20 maio 2021.

BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC. Regulamento Brasileiro de Aviação Civil Espacial, RBAC-E nº94. São Paulo: ANAC, 2015. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/participacao-social/consultas-publicas/audiencias/2015/aud13/anexoi.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2022.

_____. Ministério da Defesa. Aeronave não tripulada e o acesso ao espaço aéreo brasileiro. ICA 100-40/2020. Brasília, DF: Comando Áereo, 2020. Disponível em: <https://publicacoes.decea.mil.br/publicacao/ica-100-40>. Acesso em: 15 jan. 2022.

CARVALHO, L. C. Inspeção predial: estudo de caso de uma edificação residencial situada em Brasília/DF. Brasília: UNICEUB, 2019.

BRANCO, D. R. R.; NEVES, L. M. N. Estratégia de inspeção predial.

CEARÁ, Prefeitura Municipal de Fortaleza. Decreto nº 13.616, 23 de junho de 2015. Regulamenta Lei Nº 9913, de 16 de junho de 2012, que dispõe sobre as regras gerais e específicas a serem obedecidas na manutenção e conservação das edificações no município de Fortaleza, e dá outras providências. Fortaleza, CE, 2015. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/ce/f/fortaleza/decreto/2015/1361/13616/decreto-n-13616-2015-regulamenta-lei-n-9913-de-16-de-julho-de-2012-que-dispoe-sobre-as-regras-gerais-e-especificas-a-serem-obedecidas-na-manutencao-e-conservacao-das-edificacoes-no-municipio-de-fortaleza-e-da-outras-providencias#:~:text=REGULAMENTA%20LEI%20N%C2%BA%209913%2C%20DE%2C%20que%20lhe%20confere%20o%20art>. Acesso em: 20 jan. 2022.



DA COSTA, R. F. A importância do treinamento em técnicas de detecção de vazamentos não visíveis: estudo de caso na região bragantina. São Paulo: Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, 2008. Disponível em: <http://www.pos.cps.sp.gov.br/files/artigo/file/774/8404b7ce622d67a35a0d486f204e5adf.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2021.

DAL MOLIN, D. C. C. Fissuras em estruturas de concreto armado: análise das manifestações típicas e levantamento de casos ocorridos no estado do rio grande do sul. 128f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1988. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/15655>. Acesso em: 15 jan. 2022.

DALMO, F. C.; VIANA, A. N. C; MAUAD, F. F. Utilização do geofone eletrônico na pesquisa e detecção de vazamentos: estudo de caso. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS. Anais [...] SBRH. São Paulo, 2007. Disponível em: https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/19/510e050902de1f86bb2f876f92de36e5_c41d8501fb20726f390bf8460d66a36d.pdf. Acesso em: 15 jan. 2022.

DE SOUSA, R. F. Inovações tecnológicas na construção civil. 67f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015. Disponível em: http://www.gpsustentavel.ufba.br/downloads/Inovacao_na_Construcao_Raisa_Fonseca.pdf. Acesso em: 15 jan. 2022.

DOS SANTOS, C. F.; ROCHA, J. H. A.; PÓVOAS, Y. V. Utilização da termografia infravermelha para detecção de focos de umidade em paredes internas de edificações. *Ambient. constr.* [S. l.], v. 19, n. 1, jan./mar. 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/wfzXFzWqpPdXtYh7GjTGrVh/?lang=pt>. Acesso em: 13 out. 2021.

DRAIA, L. S.; CARVALHO, C. V. A. Monitoramento de tráfego em vias urbanas usando drones. *Revista Eletrônica educação, Tecnologia e Engenharia*, [S. l.], v. 2, n. 1, jul. 2021. Disponível em: <http://www.eduteceng.periodikos.com.br/current>. Acesso em: 16 nov. 2021.

EISENBEISS, H. Uav photogrammetry. Germany: University of Technology Dresden, 2009.

FLUKE CORPORATION. Loose or corrod

ed electrical connections often cause problems before heat or arcing are ever noticed by you. Everett: Fluke Corporation, 2020. Disponível em: https://dam-assets.fluke.com/s3fs-public/3461688A_EN_E-W.pdf. Acesso em: 12 jan. 2022.

FREITAS, L. L. A. et al. Identificação de manifestações patológicas em fachadas com revestimento cerâmico: estudo de caso em uma instituição pública de ensino. *Scientia cum Industria*, Santa Maria, v. 3, n. 1, p. 4-13, jan./jun. 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/SciInd/article/view/992>. Acesso em: 15 jan. 2022.

FREY, M. A. Inspeção predial com uso de drones: riscos jurídicos e análise de aplicabilidade. São Paulo: Saraiva, 2017.



GALDINO, M. S. A segurança e a saúde do trabalhador na construção civil: patologia na construção civil e manutenção predial. 2009. Disponível em: <https://www.ebah.com.br/content/ABAAAg-C8AA/patologia-construcao-civil>. Acesso em: 20 jan. 2022.

MIRANDA, R. S. Inspeção predial. 1. ed. São Paulo: PINI, 2008.

NORMAN, W. L. Unmanned aerial vehicles in construction: an implementation guide. New York: Springer, 2016.

NUNES, D. P. Inspeção predial de fachadas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS EDIFICAÇÕES. Anais [...] SIBRATLED. São Paulo, 2020. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/348888167-Inspecao-predial-de-fachadas>. Acesso em: 20 jan. 2022.

PALHARES, R. V. M. Inspeção de manutenção predial: preservação das edificações. 2. ed. São Paulo: Editora O Nome da Rosa, 2020.

REYES, E. C. Inspeção predial: estudo de caso em uma edificação residencial em Fortaleza/CE. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2016. Disponível em: http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/16839/1/2016_tcc_ecreyes.pdf. Acesso em: 13 out. 2021.

SANTA CATARINA. Prefeitura Municipal de Florianópolis. Decreto nº 21.317, de 04 de junho de 2021. Regulamenta a Lei Complementar nº 690, de 10 de dezembro de 2020, que dispõe sobre a obrigatoriedade de inspeção predial periódica em edificações no município de Florianópolis, e dá outras providências. Diário Oficial do Município, Florianópolis, SC, 2021. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=419612>. Acesso em: 20 jan. 2022.

SILVA, A. C. G.; JUNIOR, S. A. Metodologia para aplicação de drones na inspeção predial: viabilidade de uso e métodos de operação. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA NA CONSTRUÇÃO. Anais [...] CONTECS. Recife, 2018. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/38458>. Acesso em: 15 fev. 2022.

SILVA, A. V. Estudo de viabilidade para o uso de drones em inspeção predial: análise de custos e benefícios. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA CIVIL. Anais [...] COBRECE. Belo Horizonte, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.36478.92489>. Acesso em: 15 fev. 2022.

SOARES, J. C. Inspeção predial: análise de metodologias e técnicas. São Paulo: Mackenzie, 2017.

SUZUKI, M. F. Diagnóstico e soluções para patologias em revestimentos cerâmicos de fachadas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DA CONSTRUÇÃO. Anais [...] SITEC. São Paulo, 2005. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/260078848-Diagnostico-e-solucoes-para-patologias-em-revestimentos-ceramicos-de-fachadas>. Acesso em: 20 jan. 2022.



VAL, T. Infrared thermography and the building environment. New York: Springer, 2017.

VIEIRA, L. A. Uso de tecnologia drone em inspeções prediais: estudo de caso. Rio de Janeiro: UFRJ, 2019. Disponível em: <http://objdig.ufrj.br/34/dissert/1031704.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2022.

WATTS, J. S. Drone technology in modern construction. London: Cambridge University Press, 2018.

ZANIN, P. R. et al. Manual de inspeção predial: diagnóstico de manifestações patológicas em fachadas. São Paulo: Editora Campus, 2020. Disponível em: <https://editora.campus.com.br/manual-de-inspecao-predial-diagnostico-de-manifestacoes-patologicas-em-fachadas-9788543024304>. Acesso em: 15 fev. 2022.