

Uso de drone e plataforma BIM na inspeção predial: Estudo de caso

Use of drone and BIM platform in building inspection: Case study

Karen Christine Paiva Bragança⁽¹⁾; Rodrigo Barbosa Lima⁽²⁾

¹Discente do curso de Engenharia Civil; FEPI-Centro Universitário de Itajubá; karencpbraganca@outlook.com

²Professor Me; Engenharia Civil FEPI- Centro Universitário de Itajubá; rodrigo@fepi.br

Recebido em 28 de Novembro de 2022; Aprovado em 20 de Dezembro de 2022

Resumo

Este trabalho se baseia na ideia de facilitação das atividades pertinentes à inspeção predial, partindo de duas tecnologias, como o uso de VANT's (Veículos aéreo não tripulado), os famosos drones, e o uso da plataforma BIM (*Construction Information Modeling*), famosa plataforma de modelagem 3D. Objetiva-se a averiguação das vantagens da aplicação deste plano, efetuado uma vistoria em uma instalação de um clube de campo, através da inspeção realizada sob o uso desses recursos, foi possível analisar a possível confirmação de melhoria e ganho de eficiência nas visitas inspecionais, com o auxílio de drone para captura fotográfica, e averiguação de locais com dificuldades de acesso, além do fato de ser uma inspeção mais rápida e bem precisa, este em conjunto com o levantamento em 3D. Estes dois recursos são abordados, não como recursos separados, mas, sim, como um complemento dentro da inspeção predial, como uma vantagem e ferramentas facilitadoras com as quais, podem ser utilizadas para trazer uma maior eficiência para a realização de perícias, bem como as análises de dados coletados.

Palavras-Chave: Inspeção Predial. Drones. BIM. Patologias. Falhas.

Absract

This work is based on the idea of facilitating activities related to building inspection, based on two technologies, such as the use of UAVs (Unmanned Aerial Vehicles), the famous drones, and the use of the BIM (*Construction Information Modeling*) platform, the famous platform of 3D modeling. The objective is to investigate the advantages of applying this plan, carrying out an inspection at an installation of a country club, through the inspection carried out under the use of these resources, it was possible to analyze the possible confirmation of improvement and efficiency gain in the inspection visits, with the aid of a drone for photographic capture, and

investigation of places with difficult access, in addition to the fact that it is a faster and more accurate inspection, this in conjunction with the 3D survey. These two resources are addressed, not as separate resources, but rather as a complement within the building inspection, as an advantage and facilitating tools with which they can be used to bring greater efficiency to the performance of inspections, as well as the analysis of collected data.

Keywords: Building Inspection. Drones. BIM. Pathologies. Failures.

INTRODUÇÃO

A inspeção predial segundo Gomide (2014) é um tipo de vistoria, realizada para avaliar as condições de edificações de acordo com aspectos de desempenho, vida útil, segurança, conservação, exposição ambiental, utilização e operação. No Brasil, a consciência sobre o assunto vem mudando gradativamente, e ela vem sendo mais realizada a cada dia que passa.

Patologia é um termo que surgiu na área médica para considerar o desvio em relação ao que é considerado normal (FERREIRA, 2015). Na área da engenharia o termo é usado para designar que a edificação ou seus componentes estão, por alguma razão, tendo um desempenho insatisfatório. Assim, faz-se necessária uma análise através de seus sintomas, suas origens e causas, mecanismos de ocorrência e consequências. Na prática, a patologia das construções é o estudo de situações de ocorrências de problemas, falhas ou defeitos que desequilibram a função para o

qual o edifício foi criado (CREMONINI, 1988).

O laudo de vistoria promove a conscientização trazendo informações técnicas sobre o imóvel, onde, se houver a realização periódica de inspeções, é capaz de levar a prevenção contra a deterioração precoce, aumentando assim a vida útil do imóvel e, na realização da inspeção, as anomalias ou falhas constatadas serão analisadas e classificadas de acordo com o grau de risco, permitindo direcionar os serviços e reparos a serem realizados, além da ordem cronológica em que devem ser realizados, possibilitando planejar todos os gastos necessários (GOMIDE, 2014).

Uma das implantações tecnológicas em estudo, são o uso das tecnologias de dispositivos móveis, os conhecidos drones, também chamados de VANT's (veículo aéreo não tripulado), essa tecnologia, foi projetada para operação sem necessidade de um piloto a bordo para um uso que não seja de caráter recreativo, embora também possa

ser usado para este fim. O uso desta tecnologia na construção civil, apresenta grandes vantagens como mapeamentos, geração de documentação fotográficas, apurações de inspecionamentos, além de pré- projetos (ZUTTON,2019).

Pinto (2018), associa a implementação bem-sucedida do BIM a relevância de ganhos e de maior eficiência nos principais processos operacionais, trazendo consigo um melhor planejamento e antecipação na detecção de conflitos para uma melhor correção, esta se mostra fundamental, para uma gestão estratégica, já que facilita o controle do projeto, bem como possíveis alterações.

É necessário ressaltar qual a importância de se utilizar de novos recursos tecnológicos para a facilitação e melhoria da qualidade de vida e de trabalho, àqueles que desempenham a profissão de inspeção.

Hoje em dia, com o advento dos drones e dos *softwares* BIM, é possível suprimir a necessidade de operadores especializados e equipamentos de elevação, fator que maximiza a segurança dos trabalhadores envolvidos, além de gerar uma maior economia financeira. Diante do conceito BIM, onde é possível estimar como integração e aplicação dessas tecnologias podem se voltar para todo o ciclo de vida de uma edificação, desde o seu projeto inicial

até as futuras reformas, ampliações e restauros, é possível aliar o drone enquanto ferramenta importante na aplicação de tecnologias de inspeção predial (DRONES E BIM, 2021).

MATERIAIS E MÉTODOS

A finalidade da inspeção foi a de vistoriar e caracterizar patologias dentro dos domínios onde se encontra um clube de campo.

Através de uma pesquisa bibliográfica, a metodologia compreende a descrição de fontes de pesquisa relacionados ao uso BIM e ao uso dos VANT's, sendo então uma metodologia descritiva, como referências bases para o processo de estudo. Além disso, foi realizada a análise do estudo proposto através da coleta de dados, de forma presencial com a utilização das tecnologias auxiliaadoras em estudo, com uma abordagem qualitativa e, com alguns tipos de variáveis decorrentes das diversas patologias encontradas no local de estudo, estes foram classificados, trazendo estudo com um parecer sobre a experiência realizada na prática deste estudo observacional.

Este estudo se restringe a anotação e registro de dados, sem que haja a manipulação dos fatos, de forma retrospectiva transversal e prospectivo,

pois, os dados em uma inspeção predial, são coletados dos meios, analisando o passado do empreendimento, bem como os dados presentes, para a possibilitação de uma projeção, com embasamento na hipótese de elucidar o fato de que a tecnologia assume a responsabilidade de melhorar, facilitar e agilizar, no que diz respeito à construção e manutenção predial, trazendo consigo a aplicabilidade de traduzir os fatos a fim de se tornar um facilitador, e um preciso instrumento de análise e estudo para diagnósticos precisos e completos dentro da inspeção predial. Os dados coletados foram estudados de acordo com as normas e diretrizes de Inspeção predial, estipulados pela norma ABNT NBR 16747 (2020), bem como a norma de manutenção de edificações da NBR 5674 (1999). As capturas fotográficas foram efetuadas com o uso do drone DJI mini, o qual possui apenas a capacidade de capturas fotográficas, o qual supre a necessidade em questão, mostrado a seguir, na Figura 1.

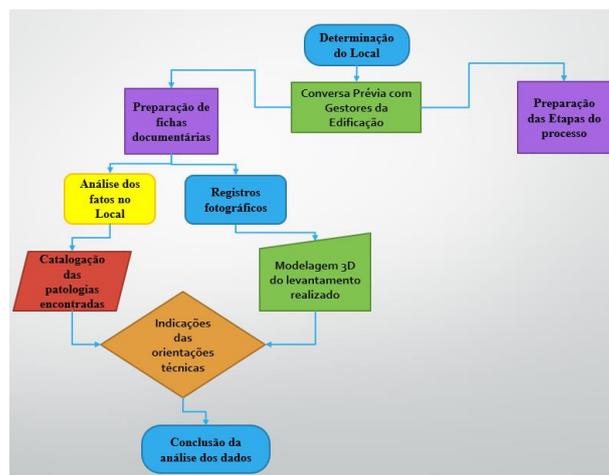
Figura 1- Drone DJI mini



Fonte: Mercado Livre, 2022.

Como mostrado a seguir na Figura 2, é mostrado um fluxograma das etapas que foram obedecidas para o desenvolvimento deste artigo.

Figura 2- Fluxograma de Passos para a inspeção predial



Fonte: De autoria própria, 2022.

Foi também utilizada a metodologia GUT para a tomada de decisões propostas com base em informações adquiridas para a priorização de necessidades, a metodologia GUT, se baseia em graus de gravidade, urgência e tendência, para estimar os riscos locais com mais rapidez, precisão, e melhores tomadas de decisão para alocações de recursos (TENDÊNCIA, 1991). Na Figura 3 abaixo, mostra-se uma foto aérea coletada através de drone do local estudado.

Figura 3- Captura aerofotográfica

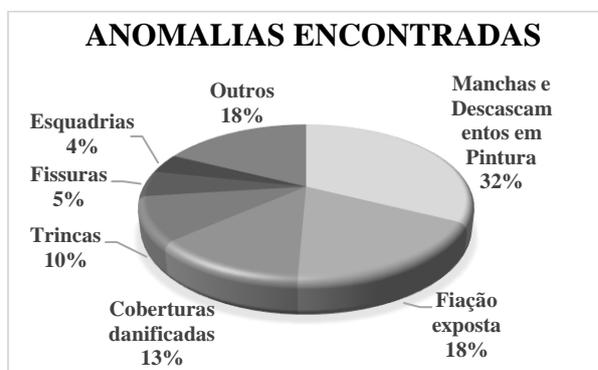


Fonte: De autoria própria, 2022.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontradas um total de 148 patologias, dentre elas a seguir, na Figura 4, se encontra um gráfico das quantidades de cada patologia encontrada no local. Para a execução de vistoria predial, apresenta-se as conclusões substanciais no seguinte.

Figura 4- Patologias Encontradas



Fonte: De autoria própria, 2022.

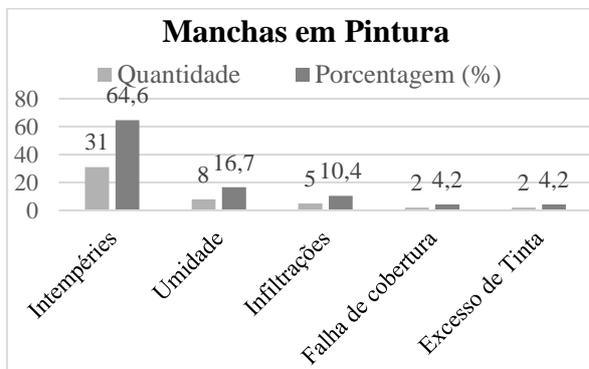
Pode-se concluir que em um total de 148 patologias registradas em diferentes locais, onde, dentro dessas patologias, ocorrem repetições dessas variações, onde 48 patologias, 32,4% delas foram devidas à manchas e descascamentos em pintura; 27

(18,2%) causadas por fiação exposta; 19 (12,8%) de coberturas danificadas incluindo a falta de projetos pluviais; 14 (9,5%) devidas à trincas; 8 (5,4%) por fissuras; 4,0% por algum defeito em portas e esquadrias (Empenadas/Corrosão/Tintura descascada-geradas por Intempéries); 3,4% deslocamento de acabamentos como rejuntas, rebocos e emboços; 5 (3,4%) por desvios de tubulação de água; 4 (2,70%) armadura exposta por degradação de estruturas; 4 (2,7%) buracos em contrapisos; 3 (2,0%) revestimentos e pisos trincados (intempéries e infiltrações são suas possíveis causas); 2 (1,4%) vidraçaria quebrada ou faltando; 1 (0,7%) por deslocamentos de azulejo(Causado por Infiltração e Umidade); 1 (0,7%) por umidade (geralmente causado por falta de projeto Pluvial); 1 (0,7%) onde se encontram rachaduras (de causas estruturais ou causado por recalques de fundação).

Dentre as patologias encontradas nas pinturas causando manchas, ou descascamentos, a Figura 5 mostra um gráfico das causas encontradas em cada situação analisada, como mostrado, 31 (64,6%) das causas são devido a intempéries; 2 (4,2%) se relacionam a alguma causa de falhas na cobertura; 5 (10,4%) por infiltrações; e 2 (4,2%) são por

descascamentos devido à excesso de pintura.

Figura 5- Manchas em Pinturas



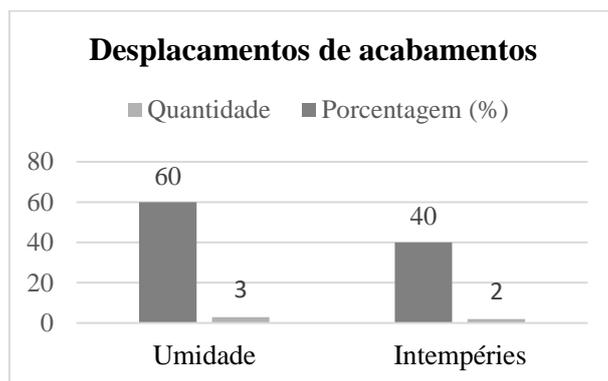
Fonte: De autoria própria, 2022.

Dessas patologias de manchas em pinturas, pode-se concluir que, ocorrem por exposição a intempéries, pela relação de falhas gerenciais por falta de controle de manutenções. As manchas de mofo sobre a superfície caracterizam a presença de local favorável para proliferação deste tipo de patologia, que se manifesta principalmente em áreas externas, onde as condições de umidade que causa a proliferação do mofo (RIBEIRO, 2022).

Não se pode afirmar o real problema para chegar à uma conclusão, pois pode ser devido ao produto, falta de um projeto de impermeabilização, erro de execução, além de que para a devida conclusão seria necessário efetuar uma reforma no local. Partes dos registros dessas patologias foram efetuadas por um smartphone, e parte foram registrados por drone em altura.

Das causas relacionadas aos deslocamentos, foram encontradas duas causas no local, onde, 3 (60%) se dão devido à umidade e os outros 2 (40%) por exposição ao sol e chuva, como mostrado na Figura 6.

Figura 6- Deslocamentos de acabamentos



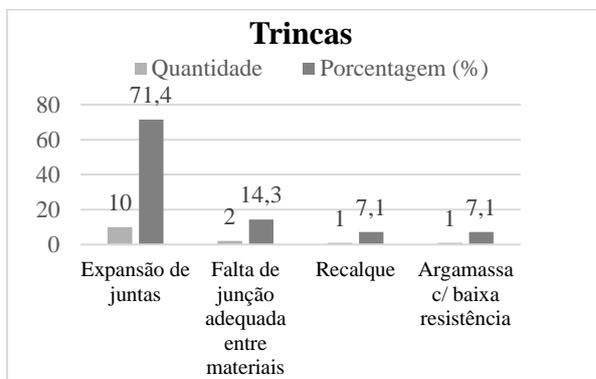
Fonte: De autoria própria, 2022.

O deslocamento do acabamento e de argamassa pode ocorrer devido à grandes concentrações de água na estrutura, resultando de condensação de dentro das alvenarias. Grande parte dos problemas de umidade são causadas por conta da variação climática, onde ocorrem intempéries, condensação, umidade absorvida do solo e infiltrações e está tende causar outros danos secundários como ferrugens, fungos, corrosão no aço, bactérias e mofos, bolhas e manchas como no caso acima citado, descamação de tintas, e até mesmo problemas respiratórios nos usuários (RIBEIRO, 2022).

Enfim, estas podem ser por anomalias construtivas e/ou anomalias naturais e podem ser identificadas por aparelhos humidímetro e termógrafos para detecção de superfícies com índices com alto grau de umidade. Partes dos registros dessas anomalias foram capturadas por um smartphone, e parte foram registrados por drone em altura.

As trincas, se relacionam às causas mostradas na Figura 7, onde 10 (71,4%) das causas se dão pela expansão de juntas de dilatação; 2 (14,3%) por falta de junção adequada entre materiais; 1 (7,1%) por recalque e 1 (7,1%) por uso de argamassas com baixa resistência.

Figura 7- Trincas



Fonte: De autoria própria, 2022.

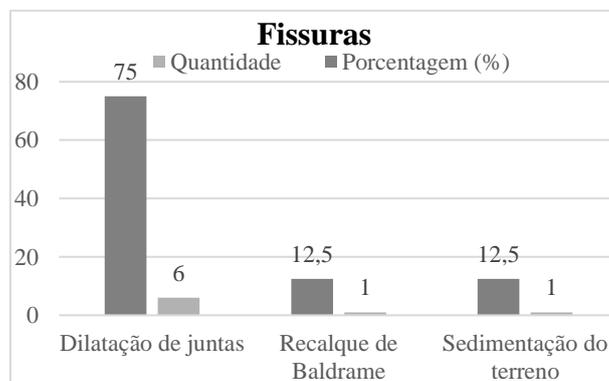
Os espaços causados com até 1,0 mm são chamadas de trincas. As fissuras e trincas enfatizam o fato de que a estrutura sofre tensão, e de acordo com normas de desempenho de concreto, é previsível a aparição destas, exceto quando as aberturas são maiores (RIBEIRO, 2022),

necessitando de atenção, o que não é o caso abaixo. Partes dos registros dessas patologias foram efetuadas por um smartphone, e parte foram registrados por drone em altura.

Estas podem estar acontecendo por variação térmica, e/ou retração dos acabamentos como o reboco, ou emboço, porém, como a construção é antiga, não se sabe ao certo se estas ocorreram no período de construção, ou se pela variação de temperatura somado ao fator tempo.

Na Figura 8 a seguir, as causas para fissuras encontradas são de 6 (75%) por dilatação de juntas; 1 (12,5%) por sedimentação do terreno e 1 (12,5%) por recalque de baldrame.

Figura 8- Fissuras



Fonte: De autoria própria, 2022.

Geralmente as fissuras possuem variação de suas aberturas em torno de 0,5 mm que resultam das forças maiores do que sua resistência. Forças essas que podem ser externas ou internas, ou até mesmo oriundas de resultado de alterações químicas dentro

da estrutura. Ou seja, pode possuir uma causa única ou várias causas, das mais comuns, as falhas de cálculo, recalques de fundações, entretanto, muitas fissuras não atingem a estabilidade da estrutura, porém, quando despercebidas por muito tempo, pode sim afetar o desempenho da estrutura (ZUTTON, 2019).

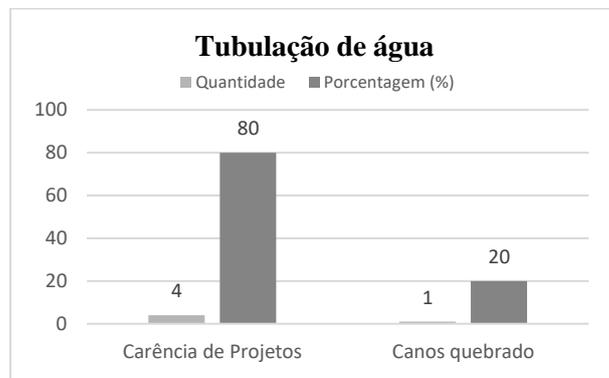
Na classe das fissuras, elas podem ser *ativas* (variam conforme as mudanças de tensões, causada pela dilatação e contração térmica) ou *passivas* (não varia ao longo do tempo) (GEOSITU, 2020).

Pela análise do local, pode-se constatar que a classificação das patologias são anomalias funcionais, por já ter ultrapassado sua vida útil, entretanto o grau de risco deste é mínimo, pois, se comparar ao tempo de construção, as fissuras encontradas são mínimas, e o único desempenho perdido é relacionado a sua estética e valor do imóvel, e as causas podem ser variadas, partes dos registros dessas patologias foram efetuadas por um smartphone, e parte foram registrados por drone em altura.

Dentre as causas para patologias em tubulações de água, ao qual se dá por desvios de curso no local, 4 (80%) se dão por falhas de projetos, ou seja, projetos deficientes e 1 (20%) por canos quebrados,

como mostrado na Figura a seguir (Figura 9).

Figura 9-Tubulação de água



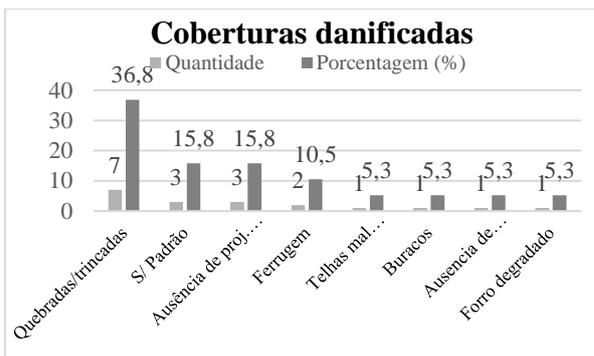
Fonte: De autoria própria, 2022.

Esta é uma falha decorrente de falha de planejamento, onde, não era previsto a distribuição de água em pontos cruciais do empreendimento, e por conta dessa deficiência, foi necessário a ligação exposta deste, entretanto, a possibilidade de ocorrência de rachaduras nos canos, ou de eventual quebra, é maior, pelo fato de não haver a proteção contra intempéries, e contra a mobilidade humana no local. Todas essas falhas exceto uma, foram detectadas com o uso do drone.

As causas de danos em coberturas locais, mostrado na Figura 10, se encontram por telhas trincadas ou quebradas com 7 (36,8%); 3 (15,8%) por ausência de projeto pluvial; 3 (15,8%) por falta de padrão (ou emendas); 2 (10,5%) por ferrugem; 5,3% por telhas mal assentadas; 1 (5,3%) por buracos em telhas; 1 (5,3%) degradação de forro e 1 (5,3%) ausência de cumeeiras.

Essas falhas exceto uma, foram detectadas com o uso do drone, e pode-se constatar que, as telhas foram mal assentadas, assim, pode-se determinar que ocorreram falhas gerenciais e operacionais.

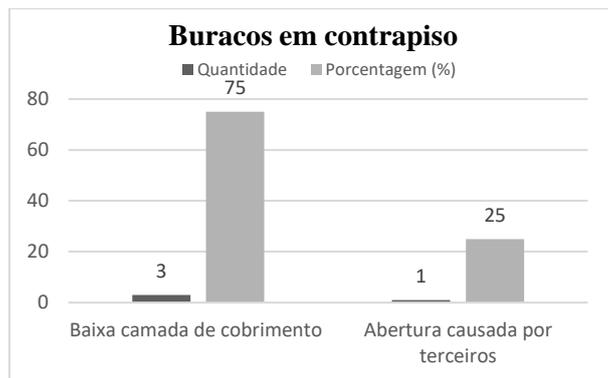
Figura 10- Coberturas danificadas



Fonte: De autoria própria, 2022.

De buracos em contrapiso registrados, 3 (75%) foi por baixo cobrimento e 1 (20%) por abertura causadas por terceiros, como mostrado no gráfico a seguir (Figura 11). Essas imagens foram coletadas com o auxílio de um smartfone, e pode-se detectar a falha operacional, por falha de execução ou falha de gerenciamento, pois, a análise constata que houve uma camada muito fina de cobrimento da área, o que possui baixa resistência às forças a ela aplicada.

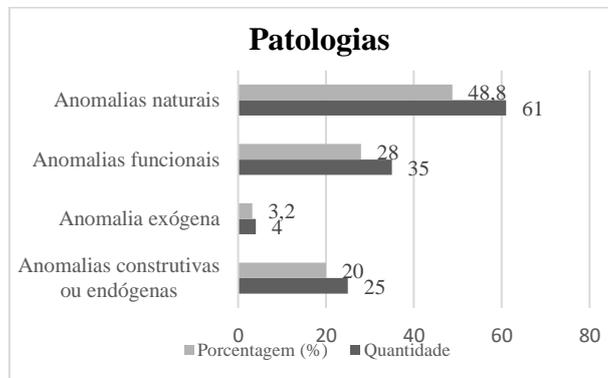
Figura 11- Buracos em contrapiso



Fonte: De autoria própria, 2022.

Das caracterizações das patologias encontradas, pode-se concluir pelo gráfico na Figura 12, que 61 patologias (48,8%) se dão por anomalias naturais; 35 (28%) por anomalias funcionais; 4 (3,2%) de anomalias exógenas e 25 (20%) por anomalias construtivas ou endógenas.

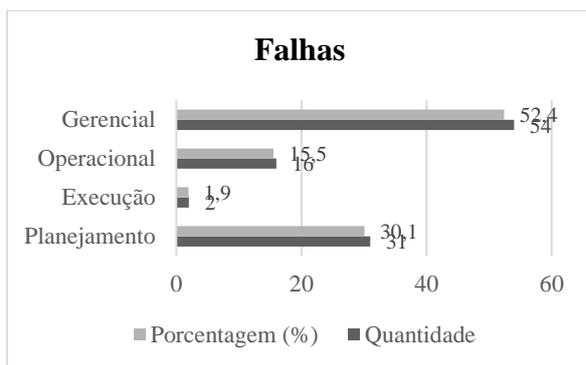
Figura 12- Tipos de Patologia encontradas



Fonte: De autoria própria, 2022.

Por falhas, segundo a Figura 13, as caracterizações encontradas são de 54 falhas patológicas (52,4%) por falhas gerenciais; 31 (30,1%) por falha de planejamento; 16 (15,5%) por falhas operacional; e 2 (1,9%) por falhas de execução.

Figura 13- Falhas



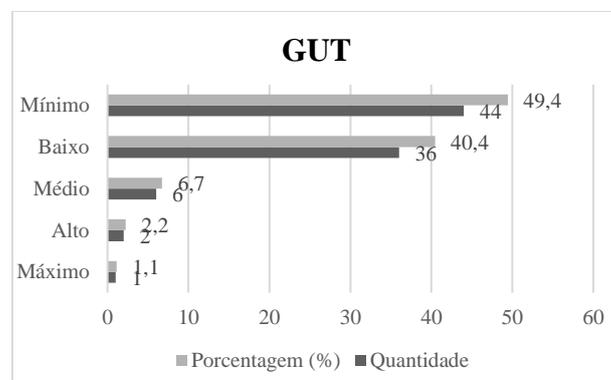
Fonte: De autoria própria, 2022.

De acordo com o sistema GUT para determinação do nível de gravidade, a Figura 14 mostra a quantidade de riscos determinados para cada atividade, que se mostra com 44 (49,4%) de risco mínimo (depreciação imobiliária); 36 (40,4%) de nível baixo (incômodo aos usuários, degradação da edificação, uso não racional dos recursos naturais); 6 (6,7%) de nível médio (insalubridade aos usuários, deterioração elevada da edificação, desperdício dos recursos naturais); 2 (2,2%) nível alto (risco de ferimentos aos usuários, avaria não recuperável na edificação, contaminação localizada); 1 (1,1%) de risco máximo (risco a vida dos usuários, colapso da edificação, dano ambiental grave).

Para atribuição de nota no método GUT, foi preenchido com um "x" na tabela do formulário desenvolvido, que por sua vez, pode-se atribuir nota 5 para o grau Máximo, 4 para grau Alto, 3 para grau médio e assim sucessivamente,

classificando assim, as ordens de prioridades dos serviços de manutenção e/ou correções a serem efetuadas em decorrências das patologias, se possuem evoluções imediatas oferecendo riscos a vidas dos usuários, ou se não possuem evoluções previstas, considerando assim, somente uma depreciação imobiliária.

Figura 14- Nível de gravidade pelo Método GUT



Fonte: De autoria própria, 2022.

Conclusão quanto à modelagem 3D na inspeção predial e utilização dos VANTS

Encerrados os trabalhos foi redigido um laudo técnico de vistoria composto de 196 (cento e noventa e seis) folhas.

O uso de Vant's foi uma maneira distinta de efetuar uma perícia, notadamente, houve a possibilidade de coleta e registro de dados precisos e de forma eficiente e rápida, com a necessidade de aproximadamente 1:30h para registros fotográficos de locais que seriam de difícil acesso, com o uso do drone, e para a

registrada de outras fotos em locais de fácil acesso com o uso de mais ou menos 1h.

A partir dos registros obtidos em campo, e tomando algumas medidas conhecidas no local, foi possível a modelagem 3D em conjunto com poucos registros ainda existentes do local, com uma margem de erro de aproximadamente dois a três metros de diferença dos registros antigos, e medidas reais obtidas em alguns pontos do local analisado, onde, foi sincronizadas essas medidas com as imagem aéreas para a modelagem.

Por meio desses recursos, houve a possibilitação da análise completa das patologias locais, bem como um levantamento de toda a estrutura de forma visual em uma modelagem 3D (Figura 15), com uma precisão considerada significativa, ainda que não possua precisão suficiente para a recriação de uma planta para fins documentais, para isso, seria necessário um levantamento mais detalhado, cômodo por cômodo do empreendimento.

Figura 15- Modelagem 3D



Fonte: De autoria própria, 2022.

Através desses dois recursos usados em conjunto, percebe-se um complemento entre eles quanto à análise inspeccional, possibilitando assim, um estudo de estrutura, e análise, mesmo que à distância para definições pós inspeção, ou seja, permitindo até mesmo a análise tardia.

A modelagem 3D possibilitou não somente o levantamento e visualização, mas também um fator de grande relevância como recurso, o que auxilia em levantar novos projetos como formas de correção de determinadas falhas, que pode-se encontrar nas perícias, pois este, pode ser realizados no próprio projeto, permitindo a visualização da modificação em tempo real, como nos mostra as Figuras 16, onde se cria um plano de correção para as falhas de planejamento de cobertura, criando-se assim um sistema pluvial para essa devida correção, bem como é possível a estimativa de materiais e custos para implementação deste projeto através do *Software* BIM.

Figura 16- Correções propostas para falhas constatadas



Fonte: De autoria própria, 2022.

CONCLUSÕES

A partir desde presente estudo, pode-se concluir que cada um dos pontos e objetivos em questão, pode ser confirmado, já que neste estudo, a pretensão era a de averiguação sobre quais os efeitos do uso dessas duas plataformas (BIM e Tecnologia dos VANT's) vinculadas à profissão de um inspetor, e suas facilidades na averiguação e perícia predial, através desses recursos, sabendo que o drone utilizado, não é o ideal para recursos de levantamento 3D ou topografia de terreno e georreferencia, mesmo assim, o seu recurso mais simples, o de capturas fotográficas se mostrou suficiente para a averiguação mais facilitada.

Ligado ao fator uso de drones em inspeção, tem-se grande eficácia, tanto no quesito de registro de fotografia em locais de risco, evitando-se riscos desnecessários,

e quanto ao tempo necessário para efetuar uma boa inspeção do local, por sua vez, houve também a possibilidade de efetuação de levantamento 3D, a partir de imagens registradas por ele, e uma medida paramétrica conhecida, entretanto, como o equipamento não é preciso para levantamento topográfico, a margem de erro para o levantamento foi de 2 à 3m em comprimento de alguns locais, sendo assim, não é possível que esse levantamento venha a se tornar um projeto para fins de documentos oficiais do empreendimento, exceto por um levantamento mais detalhado, presencialmente. Outro fator relevante, foi a vantagem de análise e estudo de patologias com estudo tardio, ou seja, a vantagem de estudar as patologias encontradas em altura, sem a necessidade de ida ao local novamente, e enfim tirar as devidas conclusões.

Segundo, pode-se concluir quanto à eficiência do uso do software de modelagem 3D, para fins visuais, e gerenciais, bem como para planejamento de correções de falhas e geração de custos para possíveis correções para as patologias e falhas encontradas.

Com o auxílio destes recursos, pode-se detectar um total de 148 patologias, onde 48,8% se dão por anomalias naturais; 28% por anomalias funcionais; 3,2% de

anomalias exógenas e 20% por anomalias construtivas e dentre as caracterizações encontradas são de 52,4% por falhas gerencias; 30,1% por falha de planejamento; 15,5% por falhas operacional; e 1,9% por falhas de execução, sabendo que tanto as patologias quanto as falhas podem ter sido encontradas em um único elemento detectado, demonstrando que uma irregularidade pode não ter somente uma causa, mais várias que se correlacionam.

Consta-se que esses recursos se complementam dentro da ação da inspeção predial com grande eficiência, e através deles, foi possível a geração de fichas técnicas, além de análise estatística das patologias e falhas encontradas no local, bem como as suas classificações, e nível de gravidade e/ou periculosidade que o ambiente fornece ou pode vir a fornecer aos usuários.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT 5674, N. NBR 5674 - **Manutenção de edificações - Procedimento**. Nbr 5674:1999, p. 6, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 16747: **INSPEÇÃO PREDIAL: Diretrizes,**

Conceitos, Terminologias e Procedimentos., p. 1–83, 2013

CREMONINI, Ruy Alberto, **Incidência de manifestações patológicas em unidades escolares na região de Porto Alegre : recomendações para projeto, execução e manutenção**. 1988. 169f. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1988.

Drones e BIM: como eles auxiliam na inspeção predial? – 2021–
<https://ortopixel.com.br/drones-e-bim-como-eles-auxiliam-na-inspecao-predial/> –
acesso em: 18/04/2022

FERREIRA, E. de A. M. **Avaliação de estratégias para representação e análise do planejamento e controle de obras utilizando modelos BIM 4D**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 15, n. 4, p. 203-223, 2015.

GOMIDE, Tito L. F.; Neto, Jerônimo C. P. F.; Gullo, Marco A.; **Inspeção Predial Total** 2. ed. São Paulo: Editora PINI Ltda, 2014

GEOSITU, **Sondagem**, 2020
Disponível em: <

<https://geositu.com.br/rachaduras-trincas-fissuras/>>. Acesso em: 09/02/2022.

RIBEIRO, Dr. Vander Alkmin Dos Santos. **Aula prática de inspeção predial: inspeção predial e orçamentária de manutenção corretiva.** 02 feb. 2022, 03 jun. 2022. 58 p. Notas de Aula.

PINTO, Bianca Fonseca, **Avaliação dos Benefícios da Manutenção preventiva em edificações apoiada em modelo BIM.** 2018. 65f.

TENDÊNCIA, T. **Metodologia Gut** -. p. 1–3, 1991.

ZUTTON– Bruna Louise Cazali– **Drones, os softwares BIM e a inspeção predial**– 2019 –
<https://inbec.com.br/blog/drones-softwares-bim-inspecao-predial> – acesso em: 14/04/2022