

# INSPEÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM FACHADAS UTILIZANDO AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS

Aline Alves de Oliveira – [aline\\_aoli8@yahoo.com.br](mailto:aline_aoli8@yahoo.com.br)

Gabriel Medeiros das Graças – [gabriel.gracas@yahoo.com](mailto:gabriel.gracas@yahoo.com)

Larissa Kely Lopes – [larissakely.lopes1003@gmail.com](mailto:larissakely.lopes1003@gmail.com)

Paulo Henrique Filgueiras Rezende – [paulo.h.f.r@hotmail.com](mailto:paulo.h.f.r@hotmail.com)

Prof. Dr. Sergio Vicente Denser Pamboukian (Orientador) – [sergio.pamboukian@mackenzie.br](mailto:sergio.pamboukian@mackenzie.br)

## RESUMO

A história da humanidade sempre foi marcada por revoluções, não diferente disso, atualmente o mundo está passando por uma nova revolução onde se destaca a necessidade da otimização do tempo. A fim de suprir tal necessidade a demanda por inserção tecnológica nos processos industriais, notadamente, as aeronaves remotamente pilotadas (RPA – *Remotely Piloted Aircraft*), ou drones, estão tendo crescente destaque como nova ferramenta para a obtenção de dados em diversos segmentos da engenharia dentre eles nas inspeções prediais, tornando os processos investigativos em edificações, mais ágeis e seguros. Este artigo tem como objetivo analisar o desempenho das aeronaves remotamente pilotadas quando utilizadas como ferramenta de identificação de manifestações patológicas em fachadas. A metodologia contemplou a realização de um estudo de caso de caráter exploratório descritivo realizado através da promoção de entrevistas com empresas do ramo de inspeção predial em que foram examinadas questões como mão de obra, custo, precisão, vantagens e desvantagens entre os métodos alpinismo industrial e drones. Os resultados da pesquisa indicam que há a viabilidade técnica, agilidade da inspeção, o baixo custo quando comparado ao alpinismo, minimização de riscos de acidentes, demonstrando a efetividade na utilização de aeronaves no processo de inspeção e detecção de manifestações patológicas em diversos tipos de revestimento e condições de trabalho. Como principal contribuição, têm-se a análise comparativa e exploratória das aeronaves remotamente pilotadas como método para a inspeção predial, onde declarou-se as vantagens e desvantagens deste método em relação ao comumente utilizado (alpinismo industrial).

**Palavras-chave:** RPA; Drone; Inspeção predial; Manifestações patológicas em fachadas; Patologia das construções; Alpinismo industrial.

# INSPECTION OF PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS ON FACADES USING REMOTELY PILOTED AIRCRAFT

## ABSTRACT

The history of humanity has always been marked by revolutions, no different from that, today the world is going through a new revolution where the need to optimize time stands out. In order to overcome this need, the demand for technological insertion in industrial processes, especially the Remotely Piloted Aircraft (RPA), or "drones", are being increasingly highlighted as a new tool for obtaining data in various segments of engineering among them in building inspections, making the investigative processes in buildings more agile and safe. This article aims to analyze the performance of remotely piloted aircraft when used as a tool to identify pathological manifestations in facades. The methodology contemplated the realization of a case study of descriptive exploratory character carried out through the promotion of interviews with companies in the field of building inspection in which questions such as labor, cost, precision, advantages and disadvantages between the industrial mountaineering methods and drones were examined. The results of the research indicate that there is technical feasibility, agility of inspection, low cost when compared to industrial climbing, minimization of accident risks, demonstrating the effectiveness in the use of aircraft in the inspection process and detection of pathological manifestations in various types of coating and working conditions. As the main contribution, there is the comparative and exploratory analysis of remotely piloted aircraft as a method for building inspection, where the advantages and disadvantages of this method in relation to the commonly used (industrial climbing).

**Keywords:** RPA; Drone; Building inspection; Pathological manifestations on facades; Pathology of buildings; Industrial climbing.

## 1 INTRODUÇÃO

Os elementos construtivos de modo geral estão expostos aos mais variados tipos de condição e intempéries. Diversos fatores, desde a luz solar até o vandalismo, podem gerar desgastes à estrutura que, quando não reparados, podem comprometer a vida útil da construção, o desempenho para a qual foi criada e, em casos extremos, a estabilidade deste elemento. Considerando as condições anteriormente expostas, evidencia-se a importância da periodicidade de intervenções de manutenção.

Assim como qualquer outro elemento construtivo, os edifícios sofrem degradações ao longo dos anos e suas fachadas as apresentam de forma acelerada como descrevem Tondelo e Barth (2019, p. 2),

observa-se que os sistemas construtivos que compõem as fachadas podem apresentar degradação mais acelerada que as partes protegidas do edifício,

pois ficam diretamente expostos aos agentes ambientais. A altura dos edifícios e a falta de inspeções são outros fatores que podem acelerar a degradação do invólucro das edificações, uma vez que a altura cria locais de difícil acesso e que demandam gastos com a locação de equipamentos e ferramentas para a realização de inspeções e manutenções.

Estas degradações podem gerar o surgimento de fissuras, eflorescências, vesículas, descolamentos, dentre outras que podem comprometer, além de questões estéticas da fachada, a sua estabilidade, potencializando riscos patrimoniais e a pessoas, tornando a manutenção preventiva imprescindível como método de prevenção.

A inspeção visual de fachadas tem como propósito avaliar o estado de conservação da vedação vertical e os diferentes elementos que a compõem, fornecendo diretrizes para uma manutenção efetiva com custo-benefício adequado. Através dessa prática pode-se inclusive estender sua vida útil.

Para esse fim, o método que infere maior agilidade e segurança, capaz de gerar redução no tempo e custo da inspeção, é o uso de Aeronaves Remotamente Pilotadas (*Remotely Piloted Aircraft* - RPA), também conhecidas como drones. Com ajuda dessa tecnologia é possível realizar uma filmagem completa e captura de fotografias em alta resolução (*High Definition* - HD) e apoiar como instrumento de acesso e operação de outras tecnologias investigativas, como por exemplo a termografia. Esta possibilidade de registro traz consigo detalhes que não poderiam ser observados a olho nu, como por exemplo: infiltrações, fissuras ou furos no revestimento, entre outras manifestações patológicas (AGUILAR, 2019).

O drone é uma classe de aeronaves pilotadas remotamente por meio da utilização de coordenadas predefinidas, uma tecnologia emergente, conhecida historicamente por seu papel em aplicações militares (LONGHITANO, 2010).

Em diversos países, inclusive no Brasil, o uso desses veículos aéreos em ambientes civis vem se tornando cada dia mais comum em diversas áreas, inclusive na construção civil. O que era exclusividade de uso militar agora também está presente em vários outros âmbitos a serviços da sociedade.

O uso das RPAs, tem se destacado nas inspeções prediais por se tratar de uma metodologia com notória eficácia, capaz de reduzir o custo e tempo despendidos na realização desta atividade (AGUILAR, 2019).

Nos últimos anos, diferentes estudos científicos vêm se desenvolvendo através da utilização de drones como ferramenta de prospecção, levantamento de dados e inspeção visual, essencialmente para diversos elementos de infraestrutura. Autores como Prometalepis (2018), Aguilar (2019), Shibasaki (2019) e Andrade (2020) estudaram o uso de drones para a inspeção e obtiveram resultados promissores quanto a identificação assertiva de manifestações patológicas.

Entretanto, existe uma lacuna relativa ao uso dessa tecnologia para a inspeção de fachadas como substituta da mão de obra de alpinistas industriais. Considerando-se o que é dito por Diniz (2018), com relação ao ano de 2017 onde “das 349.579 Comunicações de Acidentes de Trabalho (CATs) feitas pelas empresas ao Instituto Nacional do Seguro Social (INSS), 37.057 se referiam a quedas – 10,6% dos registros”, tal substituição apresentaria vantagens em especial para a segurança da mão de obra envolvida, visto que não impõe nenhum ser humano a grandes alturas, locais confinados, entre outras situações de risco.

Dessa forma, é importante comprovar experimentalmente a eficácia dos drones para a inspeção de manifestações patológicas nessas condições, considerando ainda as diferenças intrínsecas inerentes ao tipo de revestimento investigado e de manifestações patológicas.

Este artigo objetivou a análise do desempenho das aeronaves remotamente pilotadas quando utilizadas como ferramenta de identificação de manifestações patológicas em fachadas por meio da promoção de estudo de caso composto por entrevistas realizadas com empresas que atuam no ramo da inspeção predial.

Buscou-se realizar análise comparativa entre os métodos drones e alpinismo industrial e seus respectivos desempenhos para a inspeção de fachadas, dando uma contribuição científica em função da validação do procedimento e da identificação do tipo de método mais apropriado para a detecção de manifestações patológicas.

## **2 INSPEÇÃO PREDIAL E ALPINISMO INDUSTRIAL**

Existem diversas normas que abordam o tema de inspeção predial, ainda assim, sentiu-se a necessidade de se uniformizar a metodologia após a aprovação de diversos textos legislativos por todo o território nacional determinando a obrigatoriedade da inspeção predial nas edificações (SÍNDICONET, 2020).

Resultado do trabalho da Comissão de Estudo de Inspeção Predial do Comitê Brasileiro da Construção Civil (ABNT/CB-002) iniciado em 14 de maio de 2013, surgiu a NBR 16747:2020 - Inspeção predial - Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento, publicada em 21 de maio de 2020, pela Associação Brasileira de Normas Técnicas.

A norma brasileira NBR 16747 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2020) apresenta orientações e as etapas necessárias, juntamente com o objetivo de cada uma delas, para que o gerenciamento das edificações seja bem-sucedido. Além disso, a norma aborda, conforme a ABNT NBR 5674:2012, a avaliação do uso e redação do laudo técnico de vistoria predial. E finaliza indicando o conteúdo mínimo que deverá compor o documento a ser emitido pelo inspetor, denominado Laudo Técnico de Inspeção Predial.

Como previsto por norma, as inspeções prediais são obrigatórias e podem ser realizadas através da utilização de diversas ferramentas como escadas, guindastes, plataformas articuladas e andaimes, além do método tradicional conhecido como alpinismo industrial e mais recentemente as aeronaves remotamente pilotadas, foram incluídas como outra técnica emergente para ser utilizada durante este processo.

Conhecido também por rapel ou acesso por corda, o alpinismo industrial é uma tecnologia de execução de trabalho em altura em obras de construção civil, que permite aos trabalhadores alcançarem locais de difícil acesso, sem a possibilidade do uso de estruturas de apoio, como: andaimes, plataformas elevatórias ou bailéus, que apresentam uma condição de acesso muito limitado. É um método alternativo para a inspeção, manutenção e reparação de fachadas de edifícios e outras estruturas industriais e residenciais (PROMETALEPIS, 2018).

O método de acesso por corda é utilizado em diversas atividades de diferentes segmentos, podendo ser utilizado em Inspeção e Ensaio de Estruturas, em atividades de pesquisas estruturais, ensaios não-destrutivos, espaços confinados, em mastros, torres e postes, instalações de localização de satélite e de radar. Trata-se de um método de amplo espectro utilizado também nos segmentos de Construção, Manutenção e Reparação de pontes, edifícios, monumentos, turbinas eólicas.

A técnica também pode ser usada em atividades de limpeza e pintura como uso de jateamento, preparação de superfície total e pintura de pulverizador. No segmento de empresas que atuam com prestação de serviços e gerenciadoras de obras para: checklist de recebimento de obras, limpeza de janelas, substituição de elementos, inspeção e reparo de vidros e controle de pragas. É utilizada também na Engenharia Geotécnica para inspeção destinada a estabilização de taludes e prevenção de quedas de rochas. No ramo de mídia e entretenimento em atividades de armação para estágio, iluminação e som, construção de banners e fotografia aérea (IRATA BRASIL, 2014).

Para que tudo ocorra perfeitamente e que sejam alcançadas todas as vantagens do uso dessa técnica, é preciso ficar atento aos Equipamentos de Segurança Individuais (EPIs), Normas Regulamentadoras e a qualificação dos profissionais.

Os EPIs e os equipamentos requisitados mais destacados para prática dessa atividade são:

- a) ancoragem;
- b) cinto de segurança (EPI);
- c) cinto de segurança tipo cadeirinha (EPI);
- d) conectores;
- e) cordas;
- f) escadas;
- g) polia;
- h) talabarte de segurança;

- i) trava de queda;
- j) trava de queda retrátil;
- k) luvas (EPI);
- l) óculos de proteção (EPI);
- m) capacete (EPI);
- n) botas (EPI).

Como a maioria das atividades são realizadas a céu aberto, as condições climáticas também podem interferir significativamente na realização da atividade, exigindo que o alpinista esteja sempre atento a qualquer alteração, para que o serviço seja realizado de forma eficaz e garantindo principalmente sua própria segurança.

Todo trabalho em altura deve ser precedido de Análise de Risco, que deve contemplar, além, dos riscos inerentes ao trabalho em altura, a todas as demais exigências previstas nas Normas Regulamentadoras:

- a) NR 18 - CONDIÇÕES E MEIO AMBIENTE DE TRABALHO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, que estabelece diretrizes de ordem administrativa, de planejamento e de organização, que objetivam a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos de segurança nos processos, nas condições e no meio ambiente de trabalho na Indústria da Construção, versando dentre outros sobre o armazenamento de materiais destinados ao trabalho em fachadas e isolamento da área de implementação dos serviços (Ministério do Trabalho e Emprego, 1978);
- b) NR 35 – TRABALHO EM ALTURA, que estabelece os requisitos mínimos de proteção para o trabalho em altura, envolvendo o planejamento, a organização e a execução. Ou seja, ela garante a segurança e a saúde dos trabalhadores envolvidos direta ou indiretamente com trabalhos em altura (Ministério do Trabalho e Emprego, 2012).

Ambas objetivam regulamentar as medidas de proteção que devem ser adotadas pelo empregador e colaborador para garantir a segurança do colaborador na realização de atividades em altura.

### **3 AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS**

O uso das chamadas aeronaves remotamente pilotadas, traduzido do inglês *Remotely Piloted Aircraft*, ou somente RPA, também conhecidas como drones, tem se destacado nas inspeções prediais por se tratar de uma metodologia com alta eficácia, capaz de reduzir o custo e tempo despendidos na realização desta atividade (AGUILAR, 2019).

A utilização desta ferramenta no processo de inspeção de fachadas tende a ser mais segura quando comparada ao método tradicional, alpinismo industrial, já que em caso de queda do

equipamento, este por sua vez pode simplesmente ser substituído, o que não pode ser afirmado com relação ao rapel, visto que, a principal ferramenta deste método é o próprio ser humano. Inclusive, a utilização das aeronaves para inspeção vem sendo apontada em *cases* de sucesso por conta disto, como o promovido pela DroneShow e Mundogeo (2020) onde “(...) a realização da inspeção remota por drone, possibilitou que todos os profissionais presentes tomassem conhecimento das condições internas do equipamento em total segurança (...)”. Antes de se iniciar a operação e colocação em voo de um drone, faz-se necessário observar a legislação vigente e efetuar consultas a:

- a) Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL): agência responsável pela homologação da aeronave e da frequência emitida e captada pelo controle remoto;
- b) Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC): agência responsável pelo cadastro da aeronave;
- c) Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA): departamento responsável pelo cadastramento de pilotos e autorização de missões de voo.
- d) Ministério da Defesa (MD): ministério a ser consultado para a extração de dados do terreno, também conhecida como aerolevantamento, ressaltando que para casos de utilização de drones para inspeção predial, não é necessária a autorização do Ministério da Defesa.

Além do citado, algumas regras devem ser seguidas para se obter a posse dos drones, como, a obrigatoriedade de se possuir seguro com cobertura de danos a terceiros, que voos estejam pautados no Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial (RBAC-E nº 94) e que sigam ainda as Instruções de Comando da Aeronáutica ICA100-40. Outro ponto extremamente importante é que a solicitação de acesso ao espaço aéreo deve ser feita através do DECEA em um sistema chamado Solicitação de Acesso de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARPAS), onde serão inseridas todas as informações necessárias para a realização do voo, tais como entidade que está realizando o voo; tipografia de voo; coordenadas de decolagem e pouso; data do voo, horário de início e fim do voo; dados do solicitante e do piloto; entre outras informações.

Com relação as tipografias de voos, existem três formatos diferentes para a pilotagem dos drones, sendo eles:

- a) *Visual Line-Of-Sight* (VLOS), que significa Linha de Visão, onde o piloto mantém o contato visual com a RPA. Esta é a operação de voo mais realizada, sendo inclusive a utilizada em inspeções prediais;
- b) *Extended Visual Line-Of-Sight* (EVLOS), traduzido para o português como Linha de Visão Estendida, onde o piloto mantém contato visual com auxílio de lentes ou de outros equipamentos e de observadores;

c) *Beyond Visual Line-Of-Sight* (BVLOS), em português Além da Linha de Visão, onde o RPA fica fora do alcance visual, mesmo com a ajuda de um observador. Para esta operação é necessário se ter uma licença especial.

Estas operações de voo podem ser melhor compreendidas através da observação da Figura 1.

Figura 1: Tipos de operação de voo



Fonte: Agência Nacional de Aviação Civil (2017, p.5)

Existe ainda um princípio muito utilizado chamado “Princípio da sombra”, que o Departamento de Controle do Espaço Aéreo (2017) define como sendo “(...) um volume compreendido em uma distância máxima de 30m de obstáculos naturais ou artificiais até o limite vertical da estrutura. Tal volume não é considerado "espaço aéreo", por não ser possível a sua utilização por aeronaves tripuladas”. O princípio da sombra é interessante, pois, permite a realização de voos restritos a um raio de 30 metros e com uma altura inferior a 5 metros do objeto de estudo, sem que seja necessário pedir autorização. No caso de inspeção predial, não é necessária autorização de voo na maioria dos casos, podendo ser utilizado o princípio da sombra.

#### 4 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

As manifestações patológicas são expressões resultantes de um mecanismo de degradação e a patologia é a ciência que as estuda. Estas manifestações, salvo algumas exceções, apresentam-se externamente, “característica, a partir da qual se pode deduzir qual a natureza, a origem e os mecanismos dos fenômenos envolvidos, assim como pode-se estimar suas prováveis consequências” (OLIVEIRA, 2013).

Entre os vários fatores que acarretam o surgimento dos sintomas estão também processos naturais como as intempéries. Isso se deve ao fato de o edifício estar exposto às mais variadas temperaturas, à ação de ventos e das chuvas, por exemplo. Esses processos naturais interferem diretamente no sistema construtivo, em especial nas fachadas destes edifícios dados que estas, por sua vez, estão localizadas em seu exterior.



As manifestações patológicas nas fachadas apresentam-se nas mais variadas formas. A seguir, serão apresentados os principais sintomas identificados nos revestimentos das edificações (FREITAS; FRANÇA; FRANÇA, 2013):

- a) eflorescência: é o aparecimento de manchas de umidade ou pó branco acumulado na superfície, como pode ser observado na Figura 2;

Figura 2: Eflorescência



Fonte: Pointer (2018)

- b) bolor consiste em manchas esverdeadas ou escuras, como pode ser verificado na Figura 3;

Figura 3: Bolor



Fonte: Freitas, França e França (2013)

- c) vesículas nada mais são do que o empolamento nas cores branca, preta ou vermelha amarronzada, que acontece nas pinturas, como pode ser observado na Figura 4;

Figura 4: Vesículas



Fonte: Santos (2016)

d) fissuras e trincas são causadas pela sobrecarga, carência de armadura, problemas com as fundações ou ainda retração do concreto. Essas deformações não previstas da estrutura provocam aberturas, fissuras, como mostra a Figura 5, no concreto ou nas alvenarias;

Figura 5: Fissuras, trincas e rachaduras



Fonte: Neves (2019)

e) deslocamento do cobrimento, gerado pela expansão da armadura corroída, devido a presença de agentes agressivos. Isso gera tensões de tração no concreto, levando ao deslocamento, como pode ser identificado na Figura 6;

Figura 6: Deslocamento do cobrimento



Fonte: Sachs (2015)

f) esfarelamento, que pode ser observado na Figura 7, é causado pelo excesso de água de amassamento ou falta de cura que geram exsudação;

Figura 7: Esfarelamento



Fonte: Quartzolit (2021)

## 5 METODOLOGIA

A metodologia utilizada na elaboração deste trabalho foi a comparativa, onde drone e alpinismo industrial, dois métodos utilizados em inspeções de fachadas, foram investigados quanto às suas semelhanças e diferenças em amplo espectro.

A fim de se obter subsídios para tal comparação utilizou-se de um artifício chamado análise exploratória descritiva onde ambos os métodos estudados, dentro do contexto da inspeção de fachadas, foram analisados com a finalidade de se compreender o desempenho e efetividade apresentados quando utilizados como ferramenta de identificação de manifestações patológicas.

O estudo de caso foi realizado em três etapas:

- a) entrevistas: realizadas através de contato telefônico junto a empresas especializadas na realização dos serviços em análise. Para a condução mais assertiva das entrevistas dentro do planejamento estratégico na obtenção de informações, foram elaboradas questões objetivas e direcionadas na busca das percepções referentes a vantagem e limitação percebidas pelas empresas quanto aos métodos que utilizam nos seus processos produtivos, além do aprofundamento necessário para melhor compreensão do fluxo desses processos. Foram utilizados parâmetros chaves para a edificação analisada, tais como: Tipo de Edificação, tipologias de revestimentos externos, número de pavimentos tipo inicialmente fixados em 10, perímetro com extensão de 50 metros e altura total da edificação de 30 metros;
- b) questionário: subsequentemente a realização das entrevistas, foram elaborados com o mesmo enfoque de assuntos abordados no primeiro contato com as empresas e encaminhados através de e-mail. Para a construção deste questionário, com o propósito de garantir a validade dos dados coletados a partir do mesmo, certificou-se que as questões propostas não apresentassem duplo sentido e que de fato levassem os respondentes a fornecer informações relevantes para este estudo;
- c) análise e consolidação dos resultados.

Para a seleção dos potenciais participantes, prospectou-se sites de empresas do ramo de inspeção predial que utilizassem como métodos de inspeção o uso de drones ou profissionais alpinistas. Identificados os perfis de empresas com estas características iniciou-se a primeira etapa do estudo de caso, em que se buscou o contato telefônico com as empresas elencadas, abordando o motivo da ligação e destinação do uso das informações obtidas na entrevista.

Após o primeiro contato, onde foi apresentado o tema desta pesquisa e elaboradas as perguntas iniciais a respeito do tema, focou-se na percepção que os entrevistados tinham a respeito dos métodos que utilizam em suas práticas profissionais. Na sequência, foi efetuado o encaminhamento dos e-mails contendo o questionário elaborado para as entrevistas, dando início a partir daí a segunda etapa

do estudo de caso. Para assegurar que os entrevistados responderiam os questionários, foi realizado um novo contato telefônico reforçando a importância das devolutivas para este estudo.

Concluídas as etapas de entrevista foi efetuada a comparação direta dos dados coletados em nossa investigação com as teorias apresentadas neste trabalho, para então analisar o desempenho de ambos os métodos no processo de inspeção predial com o objetivo de compará-los qualitativamente nos seguintes aspectos:

- a) **mão de obra envolvida:** foram identificadas quais as modalidades de mão de obra necessárias para a execução do trabalho, com qualificação técnica efetuada através de acervo técnico e/ou notório conhecimento reconhecido pelo mercado, bem como o quantitativo de profissionais necessários para a realização do processo de inspeção em conformidade com as normas vigentes;
- b) **custo:** informações obtidas através de informações no mercado e serviços realizados pelas empresas participantes dispendidos para a realização da vistoria;
- c) **tempo:** analisado o tempo necessário para a realização da inspeção;
- d) **precisão:** averiguada qual a capacidade de reconhecimento de manifestações patológicas.

Anteriormente à análise dos dados obtidos estipulou-se ainda, hipóteses iniciais:

- a) as tipologias de revestimento da fachada contribuem para a qualidade da inspeção da fachada independentemente do método utilizado;
- b) os drones apresentam de fato maior agilidade para a detecção de patologia de fachadas;
- c) o trabalho do alpinista não pode ser totalmente substituído integralmente pelos drones;
- d) os drones oferecem uma inspeção com menor custo em relação ao mesmo tipo de trabalho quando realizado por alpinistas industriais.

A partir da avaliação dos aspectos propostos e validação das hipóteses iniciais, foi construída uma matriz comparativa que pode ser vista mais adiante neste trabalho.

Para o desfecho desta pesquisa tinha-se como objetivo final comparar os métodos, analisando o desempenho das aeronaves remotamente pilotadas, dentro dos parâmetros descritos acima, para a realização da inspeção de fachadas.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das empresas contatadas, obteve-se retorno de 4, sendo elas:

- a) Detecta Engenharia Ltda. – realiza inspeções de fachada utilizando ambos os métodos (drones e alpinismo industrial);
- b) Genitus Engenharia, Perícias e Consultoria Ltda. – realiza inspeções de fachada utilizando ambos os métodos (drones e alpinismo industrial);

- c) Hangar Engenharia e Perícias Ltda. - Inspeção Predial e Laudo de Engenharia Civil – realiza inspeções de fachada utilizando alpinismo industrial;
- d) Terka Engenharia Ltda. – realiza inspeções de fachada utilizando drones.

Através das entrevistas e dos questionários, obtiveram-se diversas informações relevantes relacionando ambos os métodos a questões como, tempo de levantamento, custo, mão de obra, vantagens e limitações, considerando um edifício de 10 andares e 50 metros de perímetro.

Com relação ao custo total da inspeção de fachadas utilizando o rapel, incluindo no escopo o levantamento, processamento/análise das imagens e geração de relatórios/laudos, a Detecta Engenharia afirma que o valor é três vezes mais alto do que se realizado por drones. Se levado em consideração o valor de R\$ 8.000,00 informado pela empresa Terka Engenharia para execução da inspeção de fachadas realizadas por drones dentro do mesmo escopo oferecido pela empresa Detecta Engenharia, pode-se estimar que se for executado o mesmo procedimento desta vez utilizando o rapel, o valor corresponderá em média a R\$ 24.000,00 (vale ressaltar que os valores informados pelas empresas são valores genéricos, sem muita confiabilidade, apenas para efeito de comparação).

Sobre o alpinismo industrial, a empresa Hangar Engenharia informou que para avaliar o número de descidas necessárias para a conclusão do levantamento pode-se simplesmente dividir o perímetro do edifício estudado por dois. Além disso, a empresa deixa claro que cada alpinista cobre um perímetro de 2 metros por descida e cada descida demora em média 2 horas para ser executada. Sabendo-se disso, pode-se aferir que para um edifício de 50 metros de perímetro, utilizando-se da mão de obra de três técnicos alpinistas, seriam necessárias pelo menos 9 descidas para cada profissional, e o tempo médio investido para a conclusão do levantamento seria na grandeza de 18 horas. Assumindo a carga horária diária de trabalho de 8 horas, seriam necessários 3 dias para o levantamento de todo o edifício.

Para se compreender como os revestimentos e os tipos de manifestações patológicas contribuem para a precisão dos métodos estudados, incluiu-se no questionário parâmetros neste sentido. Como principais tipos de revestimentos fixaram-se:

- a) pedra (Miracema, São Tomé, Caxambu e Pedra-Madeira);
- b) tijolo exposto;
- c) madeira;
- d) porcelanato;
- e) cerâmica;
- f) concreto;
- g) concreto + tinta.

Já para as manifestações patológicas, determinou-se como sendo as principais:

- a) eflorescência;

- b) bolor;
- c) vesículas;
- d) fissuras;
- e) trincas;
- f) rachaduras;
- g) deslocamento do revestimento;
- h) esfarelamento.

Com relação ao tipo de revestimento, a Genitus Engenharia, informou que o alpinismo industrial é o método mais eficiente para a localização de patologias em fachadas cerâmicas, já que se faz necessário que o profissional identifique e faça a marcação das áreas afetadas para a troca posterior. Além disso, acrescentou a impossibilidade de se dispensar testes de percussão mesmo após a vistoria por drones. Testes de percussão são necessários para constatar a gravidade das manifestações patológicas. Esta análise é realizada pelo profissional alpinista que utilizando um martelo metálico ou martelo de nylon, identifica através de som característico o diagnóstico da patologia identificada nas fachadas, por exemplo, se o barulho for muito cavo, é sinal de excesso de ar dentro das paredes que pode resultar em infiltrações ou rachaduras, na sequência do teste inicia-se o processo de reparação (ECOGRANITO, 2019). A empresa concluiu sua entrevista afirmando que de fato o tipo de revestimento contribui para o fracasso ou sucesso da inspeção.

Com base nos dados levantados nas etapas iniciais do estudo de caso, entrevistas e devolutiva dos questionários, consolidou-se na Tabela 1, as demais informações obtidas.

Tabela 1 – Consolidado dos retornos de todas as empresas entrevistadas

Questão analisada	Detecta Engenharia		Genitus Engenharia		Terka Engenharia	Hangar Engenharia
	Drones	Alpinismo	Drones	Alpinismo	Drones	Alpinismo
Quantidade de pessoas necessárias para realizar a inspeção.	1	1 a 3 (dependendo da experiência do alpinista).	-----	-----	1	3
Tempo em média necessário para a realização da inspeção completa. (levantamento)	3 horas	8 dias (considerando 3 alpinistas)	-----	-----	3 horas	3 dias (considerando 3 alpinistas)
Custo médio da inspeção de fachada.	x	3x	-----	-----	R\$ 8.000,00	-----

A finalidade da edificação compromete a inspeção de alguma forma?	Não	Não	-----	-----	Não	-----
O método não é eficaz para quais revestimentos. (dentre os abordados por esta pesquisa)	a) Pedra; b) Tijolo Exposto; c) Porcelanato; d) Cerâmico.	Pedra.	Cerâmico.	-----	É eficaz para todos os tipos de revestimento.	-----
Este método não é o suficiente para a identificação de quais patologias. (dentre as abordadas por esta pesquisa)	É eficaz para a identificação de todos os tipos de patologias.	É eficaz para a identificação de todos os tipos de patologias.	Desplacamento do cobrimento.	É eficaz para a identificação de todos os tipos de patologias.	-----	-----

Fonte: Próprio Autor (2020)

As empresas entrevistadas ainda relataram outras dificuldades que enfrentam ao utilizarem os métodos em seu trabalho.

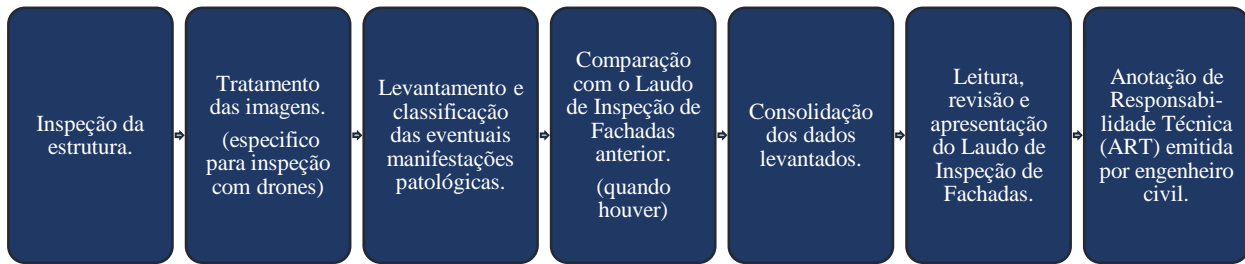
Relacionado aos drones, a empresa Detecta Engenharia entende que a proximidade com outros edifícios, condições climáticas, árvores e outros obstáculos, bem como estar inserido em zonas de autorização de voo naquela localidade, podem dificultar ou até mesmo impedir o trabalho de vistoria quando realizado através deste método. Já a Terka Engenharia entende que quando os condomínios dispõem de múltiplas torres e dependendo do distanciamento entre elas, o trabalho dos drones pode ser prejudicado ou até mesmo inviabilizado, já que existe um espaço mínimo necessário para a utilização do equipamento de voo.

Outros pontos limitantes elencados pela Detecta Engenharia, desta vez a respeito do trabalho dos alpinistas, é a dificuldade de aprovações de acesso, a complexidade de se trabalhar em faces externas sem abertura à iluminação, à ventilação e à insolação de uma edificação (empenas cegas), e a ausência de ancoragem em prédios antigos.

Para completar, a empresa Hangar Engenharia, declarou que após realizar a inspeção predial utilizando o rapel, é feito um novo levantamento utilizando câmeras termográficas de longo alcance acopladas a Drones. Além disso, essa empresa percebeu que em pontos como telhados, os drones não são o método mais interessante, já que estes locais tendem a possuir obstruções como, casa de máquinas, caixas d'água, entre outras.

Com base nos dados levantados pode-se entender também o fluxo do processo de inspeção de forma macro, que pode ser observado na Figura 9.

Figura 9 – Macro fluxo do processo de inspeção de fachadas



Fonte: Próprio autor (2020)

Com base nos resultados anteriormente apresentados e nas hipóteses iniciais, entendeu-se que de fato o revestimento das fachadas pode impactar na qualidade da inspeção, dependendo do método utilizado e neste sentido nenhum dos métodos se mostra superior.

Já com relação a detecção de manifestações patológicas, apenas com relação ao deslocamento pôde-se retirar conclusões quase que unânimes. Visto que a maioria das empresas contadas apontam o revestimento cerâmico como limitante aos drones, igualmente difícil será a identificação de patologias neste tipo de revestimento, ou seja, o deslocamento pode passar despercebido na vistoria quando realizada através deste método.

É definitiva a superioridade do drone em relação ao rapel quando avalia-se o custo-benefício, já que este é mais ágil e precisa de um número menor de mão de obra para a condução da vistoria, do início ao fim, ou seja, desde a inspeção de fato, até a entrega do ART. Fatores como tempo e mão de obra, são decisivos para a montagem do orçamento e por isso a inspeção de fachadas utilizando drones acaba ficando menos custosa do que esta mesma inspeção realizada através de alpinismo industrial.

Pontos como obstáculos e permissões de voo podem de fato inviabilizar o exercício dos drones. Já para rapel, embora existam dificuldades, não existem obstáculos físicos que possam impedir o trabalho dos técnicos alpinistas. Por este ângulo pode-se julgar que o alpinismo é superior ao drone, mas, em termos de segurança, significa que independente do grau de dificuldade, da altura da estrutura, ou dos riscos, os alpinistas podem ser acionados e alocados para o trabalho, o que pode significar colocar em perigo vidas humanas. Em um comparativo, a queda de um drone significa apenas a substituição de uma máquina, enquanto a queda de uma pessoa, a perda de uma vida. É importante salientar que todas as empresas contatadas deixaram claro que são fornecidos todos os equipamentos de segurança necessários, conforme descrito na seção 2.

Analisados os resultados e tendo por base os objetivos específicos deste estudo, traçou-se o comparativo que pode ser observado na Tabela 2, considerando-se um edifício com 10 andares, 50 metros de perímetro, 30 metros de altura.



Tabela 2 – Análise comparativa: vantagens e desvantagens

	<b>Drones</b>	<b>Alpinismo industrial</b>
Mão de obra	Um profissional.	Três profissionais.
Custo-benefício	Até três vezes mais barato.	Três vezes mais caro.
Produtividade/ Agilidade	Realiza o trabalho em horas, além disso, a câmera fotografa em várias posições e ângulos diferentes cobrindo uma grande área por vez.	Realiza o trabalho em dias, são necessárias várias decidas que cobrem 2 metros (por pessoa) de perímetro por vez.
Precisão	A precisão deste equipamento depende da qualidade da câmera acoplada e do modelo de drone utilizado e pode ser escolhida no momento de aquisição da ferramenta.	Os alpinistas utilizam ferramentas além de seus próprios olhos e conhecimentos que contribuem para a precisão do método. Como limitante, pode-se destacar o fator humano, ou seja, a precisão do método depende da qualificação, capacitação física e técnica do alpinista.
Amplitude de Atuação	Em espaços onde ocorra a circulação de pessoas ou que possa ser considerado espaço aéreo, os drones só podem circular se possuírem autorização prévia ou se utilizando do princípio da sombra, introduzido na seção 3, desde que todas as pessoas ao redor tenham conhecimento do voo. Já com relação a espaços confinados, chaminés, reator industrial, entre outros, não existe impeditivo.	Não existe limitação de altura para este tipo de atividade e pode ser exercida em zonas de acesso limitado.
Segurança / Risco humano	Os drones podem ser vistos em <i>cases</i> de sucesso, como o case realizado pelo DroneShow e Mundogeo (2020), abordado rapidamente na seção 3 deste estudo, justamente por contribuírem para a minimização do risco de perdas de vidas humanas. De fato, o equipamento está sujeito a queda, entretanto, pode simplesmente ser substituído e levando em consideração que todos ao redor devem ser previamente avisados acerca do procedimento com o drone, tornando a possibilidade de impacto com civis é relativamente pequena.	Já que não existe limitação para a atuação dos alpinistas, significa dizer que, independente do espaço, os alpinistas podem atuar: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) em espaços que estão sujeitos a temperaturas elevadas, como chaminés e altos-fornos, por exemplo;</li> <li>b) espaços com risco de explosão;</li> <li>c) áreas onde existe a presença de gás tóxico e compostos químicos prejudiciais à saúde dos técnicos envolvidos;</li> <li>d) Estruturas altas;</li> <li>e) Espaços confinados.</li> </ul> Independente do risco esses profissionais podem exercer a sua profissão, colocando a sua vida em perigo. Mesmo utilizando todos os equipamentos de segurança necessários, este método pode ser visto como perigoso.

Relatório	Por possuírem sensores remotos, pode-se aferir que o acompanhamento do andamento do trabalho de inspeção é facilitado, além de ser em tempo real e em diferentes ângulos, ou seja, consegue-se extrair um número maior de informações que mais tarde resultarão em maior confiabilidade. Além disso, é possível avaliar os prazos do serviço, assim como sua qualidade de maneira mais assertiva.	Os alpinistas detectam as manifestações patológicas na fachada, fotografam e tomam notas, ou seja, existe aqui um problema de múltiplas funções. Na sequência efetuam a análise das suas anotações e constatações e então classificam o tipo de patologia. Muito embora essa rotina também esteja no processo dos drones, o dispêndio de tempo na etapa de levantamento acaba postergando o início das demais etapas.
-----------	---	---

Fonte: próprio autor (2020)

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando os resultados alcançados, o desempenho de aeronaves remotamente pilotadas foi validado para a inspeção de manifestações patológicas em fachadas uma vez que os recursos visuais que produzem, segurança na operação, bem como a agilidade de execução, propiciaram a detecção de diferentes achados patológicos em diferentes tipos de revestimentos.

Da revisão da literatura pôde-se constatar que para estar apto a pilotar os drones precise-se estar previamente cadastrado no Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) e a menos que o voo se utilize do princípio da sombra, a missão de voo precisa ser aprovada por este mesmo departamento. Além disso, é importante salientar que ser piloto não significa estar apto a avaliar as imagens registradas pelos drones durante o voo de inspeção, fazendo-se necessário a mão de obra de arquitetos e engenheiros devidamente registrados no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA).

Com relação a mão de obra envolvida no processo de inspeção de fachadas quando realizada através de drones, constatou-se ser inferior quando comparada à necessária para a realização do mesmo processo através do rapel. Além disso, foi possível concluir que este método, drone, tem uma atuação mais ágil, realizando em horas um trabalho que levaria dias se realizado por alpinistas industriais, o que contribui para um custo médio até três vezes inferior, quando comparado ao rapel.

Como principal limitação, as aeronaves remotamente pilotadas, ainda não permitem dispensar a realização de testes de percussão, para a detecção preventiva de deslocamentos em sistemas de revestimentos cerâmicos. As características visuais dessa manifestação patológica, num estágio inicial, não são facilmente reconhecíveis a olho nu, da mesma forma que são difíceis de registrar através das câmeras dos drones.

Com relação as demais manifestações patológicas abordadas neste estudo - eflorescência; bolor; vesículas, fissuras, trincas, rachaduras, deslocamento do cobrimento, esfarelamento -, quando presentes em outros tipos de revestimento que não os cerâmicos, os drones conseguem captar facilmente, sendo apontado em alguns momentos como o melhor método para a detecção do grupamento de patologias citado.

Apesar de todas as dificuldades apontadas pelas empresas na detecção de patologias em revestimentos cerâmicos, sejam elas por limitações de técnicas ou equipamentos, novos estudos como o de Andrade (2020) demonstram que, com o auxílio da termografia infravermelha embarcada ao drone vem apresentando resultados otimistas na detecção de patologias neste tipo de revestimento.

Atualmente não existem limitações para a atuação dos alpinistas, embora esse tipo de mão de obra seja escasso, tendo em consideração que o profissional deve ser qualificado como alpinista e estar capacitado a identificar as possíveis manifestações patológicas. Independente do espaço, ser confinado, apresentar risco de explosão, a presença de gases tóxicos, ou serem extremamente altos, os alpinistas podem realizar seu trabalho e, embora este tipo de atividade exija inúmeros equipamentos de segurança, ainda assim, estes profissionais estão suscetíveis a acidentes com risco de morte ou prejuízos à terceiros. Na ocorrência de queda e perda de equipamento na operação de um drone, o prejuízo será exclusivamente financeiro da empresa contratada, entretanto, a perda de equipamentos em nada pode ser comparada a perda de uma vida humana. Neste sentido, elaborada uma matriz de risco, compreendeu-se que o grau de risco presente aos alpinistas é muito superior aos profissionais que realizam inspeções utilizando drones.

Os resultados obtidos através do presente estudo, indicam a possibilidade de impacto em especial no trabalho dos alpinistas industriais, como método para a realização de inspeção de fachadas, visto que é um método mais custoso, moroso e representa um grau de risco bastante alto à vida dos profissionais que se dedicam a esta prática. Pode-se propor em algum momento até mesmo a substituição do rapel pelo método de uso de drones, entretanto, pode-se afirmar que esta substituição ocorrerá apenas de forma parcial, visto que para a detecção de patologias em alguns revestimentos, tais como cerâmicas, pastilhas de vidro e porcelanatos, ainda se faz necessário a boa prática da inspeção mecânica com uso de teste de percussão, além disso, a mão de obra dos alpinistas é responsável por atividades prediais relacionadas aos processos de pintura, limpeza, substituição/recomposição dos locais afetados pelas diversas patologias, que a princípio os drones não são capazes de realizar.

Como sugestão de pesquisas futuras propõe-se que, após a promoção de novas entrevistas com profissionais do ramo de inspeção de fachadas, se conduzam análises de correlação, testes de hipótese e que sejam exploradas simulações através do desenvolvimento de modelos de previsão, afim de se constatar a relação que o processo de identificação de manifestações patológicas tem com os métodos de inspeção predial, unidos à realização de um estudo em campo onde se realizaria a inspeção predial utilizando ambos os métodos.

Os resultados mostram-se relevantes e otimistas ao seguir estas novas métricas. Todavia, os drones como método de inspeção de fachadas precisam ser constantemente estudados, a fim de trazer resultados cada vez mais confiáveis e factíveis de aplicação. Além disso, as empresas que utilizam

este método, necessitam estar de forma permanente buscando atualização e aperfeiçoamento, com o intuito de se obter resultados cada vez mais sólidos na aplicação do método. Outro ponto relevante é que a aplicação da metodologia e das diretrizes desenvolvidas em mais estudos de caso propiciarão o estímulo a utilização dessa ferramenta.

## REFERÊNCIAS

AGUILAR, Gabriel. **Inspeção predial de fachadas com Drones à luz da ABNT NBR 5674:2012**: a fachada de um edifício pode apresentar manchas provenientes da existência de infiltrações, além de fissuras e rachaduras por falta de manutenção periódica. 2019. Disponível em: [https://vivacondominio.com.br/ptype\\_news/inspecao-predial-de-fachadas-com-drones-a-luz-da-abnt/](https://vivacondominio.com.br/ptype_news/inspecao-predial-de-fachadas-com-drones-a-luz-da-abnt/). Acesso em: 20 abr. 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL, ANAC. **ORIENTAÇÕES PARA USUÁRIOS DE DRONES**. 2017. Disponível em: [https://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/drones/orientacoes\\_para\\_usuarios.pdf](https://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/drones/orientacoes_para_usuarios.pdf). Acesso em: 22 maio 2020.

ANDRADE, Renan Pereira de. **Uso da termografia infravermelha embarcada em drone como ferramenta para a inspeção de patologias em revestimentos aderidos de fachada**. 2020. Dissertação (Mestrado em Inovação na Construção Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020. Acesso em: 2021-01-26.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16747: INSPEÇÃO PREDIAL: Diretrizes, Conceitos, Terminologias e Procedimentos**. 1 ed. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2020. 14 p. Disponível em: <https://sindicolegal.com/abnt-nbr-16747-2020-inspec%CC%A7a%CC%83o-predial-diretrizes-conceitos-terminologias-e-procedimentos/>. Acesso em: 20 jun. 2020.

DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO. **AIC para Operação de Aeromodelismo no Brasil**. 2017. Disponível em: <https://www.decea.gov.br/static/uploads/2017/07/17-Nota-Explicativa.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2020.

DINIZ, Maiana. **Acidentes com quedas levaram 161 trabalhadores à morte em 2017**. 2018. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2018-04/acidentes-com-quedas-levaram-161-trabalhadores-morte-em-2017>. Acesso em: 14 abr. 2020.

DRONESHOW E MUNDOGEO. **Case: Inspeção por Drones em um Reator Industrial**. 2020. Disponível em: <https://droneshowla.com/case-inspecao-por-drones-em-um-reator-industrial/>. Acesso em: 08 nov. 2020.

ECOGRANITO. **TESTE DE PERCUSSÃO EM FACHADA: O QUE É E QUAL A IMPORTÂNCIA?** 2019. Disponível em: <https://ecogranito.com.br/2019/12/17/teste-de-percussao-em-fachada/>. Acesso em: 22 nov. 2020.

FREITAS, Antônio Henrique Correa de; FRANÇA, Poliana Miranda; FRANÇA, Tamiris Miranda. **Patologias de fachadas**. Revista Pensar Engenharia, Belo Horizonte, v. 1, n. 2, p.1-11, jul. 2013. Disponível em: [http://revistapensar.com.br/engenharia/pasta\\_upload/artigos/a106.pdf](http://revistapensar.com.br/engenharia/pasta_upload/artigos/a106.pdf). Acesso em: 22 maio 2020.

IRATA BRASIL. **A NOSSA HISTÓRIA**. 2014. Disponível em: <https://irata.org/pt/pagina/a-nossa-historia>. Acesso em: 20 abr. 2020.

LONGHITANO, George Alfredo. **VANTS para sensoriamento remoto: aplicabilidade na avaliação e monitoramento de impactos ambientais causados por acidentes com cargas perigosas**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Acesso em: 2021-01-26.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO (MTE). **NR 18: CONDIÇÕES E MEIO AMBIENTE DE TRABALHO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO**. 23 ed. [S.I.]: Portaria Ministro de Estado do Trabalho, 1978. 95 p. Disponível em: [https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos\\_SST/SST\\_NR/NR-18.pdf](https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-18.pdf). Acesso em: 20 abr. 2020.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO (MTE). **NR 35: TRABALHO EM ALTURA**. 1 ed. [S.I.]: Portaria Ministro de Estado do Trabalho, 2012. 16 p. Disponível em: [https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos\\_SST/SST\\_NR/NR-35.pdf](https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-35.pdf). Acesso em: 20 abr. 2020.

NEVES, Antônio. **SAIBA TUDO SOBRE FISSURAS E TRINCAS EM REBOCO**. 2019. Disponível em: <https://www.blok.com.br/blog/fissuras-e-trincas-em-reboco>. Acesso em: 22 abr. 2020.

OLIVEIRA, Daniel Ferreira. **LEVANTAMENTO DE CAUSAS DE PATOLOGIAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**. 2013. 97 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10007893.pdf>. Acesso em: 22 maio 2020.

POINTER. **Quais são as principais causas da eflorescência?** 2018. Disponível em: <https://pointer.com.br/blog/eflorescencia/>. Acesso em: 22 abr. 2020.

PROMETALEPIS. **Os benefícios do Alpinismo Industrial – Trabalho em Altura**. 2018. Disponível em: <https://www.prometalepis.com.br/blog/os-beneficios-do-alpinismo-industrial/>. Acesso em: 14 abr. 2020.

QUARTZOLIT. **Preparo da base e diagnósticos em paredes**. Disponível em: <https://www.quartzolit.weber/ajuda-e-dicas-para-construir/preparo-da-base-e-diagnosticos-em-paredes>. Acesso em: 26 jan. 2021.

SACHS, Ana. **Recuperação de estruturas de concreto armado exige planejamento e documentação dos serviços**: trincas, fissuras e manchas no concreto podem indicar problemas nas edificações que não devem ser ignorados e merecem reparo imediato. Trincas, fissuras e manchas no concreto podem indicar problemas nas edificações que não devem ser ignorados e merecem reparo imediato. 2015. Disponível em: [https://www.construtoragenova.com.br/midia/techne\\_recuperacao\\_estrutural/](https://www.construtoragenova.com.br/midia/techne_recuperacao_estrutural/). Acesso em: 23 abr. 2020.

SANTOS, Altair. **Patologias em argamassas vão além das fissuras**. 2016. Disponível em: <https://www.cimentoitambe.com.br/patologias-argamassas/>. Acesso em: 22 abr. 2020.

SÍNDICONET. **Inspeção predial**: ABNT publica norma com diretrizes para edificações. 2020. Disponível em: [https://www.sindiconet.com.br/informese/inspecao-predial-noticias-manutencao?utm\\_campaign=email\\_abnt&utm\\_medium=email&utm\\_source=RD+Station](https://www.sindiconet.com.br/informese/inspecao-predial-noticias-manutencao?utm_campaign=email_abnt&utm_medium=email&utm_source=RD+Station). Acesso em: 19 jun. 2020.

SHIBASAKI, Anderson Kyn Rodrigues. **Inspeção da torre do Monte da Virgem com o auxílio de veículo aéreo não tripulado**. 2019. 159 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, 2019. Cap. 6.

TONDELO, Patricia Geittenes; BARTH, Fernando. Análise das manifestações patológicas em fachadas por meio de inspeção com VANT. **Parc Pesquisa em Arquitetura e Construção**, [s.l.], v. 10, p. 1-18, 26 fev. 2019. Universidade Estadual de Campinas. <http://dx.doi.org/10.20396/parc.v10i0.8652817>. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8652817/19195>. Acesso em: 14 abr. 2020.

### AGRADECIMENTOS

Às empresas Detecta Engenharia Ltda, Genitus Engenharia, Perícias e Consultoria Ltda, Hangar Engenharia e Perícias - Inspeção Predial e Laudo de Engenharia Civil e Terka Engenharia Ltda, o nosso muito obrigado. Vocês nos forneceram informações extremamente relevantes para a conclusão deste trabalho além de ceder o tempo precioso de vocês sem esperar nada em troca.