

UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE
ESCOLA DE ENGENHARIA
ENGENHARIA CIVIL

ALINE ALVES DE OLIVEIRA
GABRIEL MEDEIROS DAS GRAÇAS
LARISSA KELLY LOPES
PAULO HENRIQUE FILGUEIRAS REZENDE

INSPEÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM FACHADAS UTILIZANDO
AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS

São Paulo
2020

ALINE ALVES DE OLIVEIRA
GABRIEL MEDEIROS DAS GRAÇAS
LARISSA KELLY LOPES
PAULO HENRIQUE FILGUEIRAS REZENDE

INSPEÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM FACHADAS UTILIZANDO
AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Civil.

ORIENTADOR: PROF. DR. SERGIO VICENTE DENSER PAMBOUKIAN

São Paulo

2020

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Deus, por ter permitido que tivéssemos saúde, determinação para não desaminar e por ter nos dado forças para ultrapassar todos os obstáculos e atingirmos nossos objetivos.

Somos gratos também aos nossos familiares que são os nossos principais incentivadores e nos propulsionam a lugares mais altos.

Somos igualmente gratos ao nosso orientador Prof. Dr. Sergio Vicente Denser Pamboukian, que nos deu direcionamentos valiosos ao longo da construção deste trabalho e nos estimulou a sempre dar o nosso melhor.

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 fornecer o tempo precioso de vocês sem esperar nada em troca.

No mais, a todos que estiveram de alguma forma envolvidos e contribuíram para a realização deste trabalho, os nossos mais sinceros agradecimentos.

“São as nossas escolhas as que melhor definem o que somos, muito mais que nossas habilidades.”

(J. K. Rowling).

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Panorama legal da inspeção predial no território nacional	9
Figura 2: Torre do Monte da Virgem	17
Figura 3: <i>Matrice 210 V2 RTK</i>	18
Figura 4: Drones de asa fixa.....	19
Figura 5: Faixa de luz visível	19
Figura 6: Imagem RGB x Imagem NIR (cinza) x Imagem TIR (falsa cor)	20
Figura 7: Imagem multiespectral x Imagem hiperespectral	21
Figura 8: Tela inicial do sistema SARPAS do DECEA.....	24
Figura 9: Tipos de operações de voo.....	25
Figura 10: Interface Gráfica do aplicativo <i>Waze</i>	26
Figura 11: Sistema que exemplifica o funcionamento da base e do <i>rover</i>	27
Figura 12: Sistema PPP - IBGE.....	28
Figura 13: Interface do Pix4Dmapper	29
Figura 14: Desempenho ao longo do tempo.....	32
Figura 15: Eflorescência.....	42
Figura 16: Bolor	42
Figura 17: Vesículas	43
Figura 18: Fissuras, trincas e rachaduras.....	43
Figura 19: Deslocamento do cobrimento.....	44
Figura 20: Esfarelamento	44
Figura 21: Deslocamento de pisos.....	44
Figura 22: Macro fluxo do processo de inspeção de fachadas.....	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resumo dos métodos de acesso vertical às fachadas	10
Tabela 2: Resumo da regulamentação da ANAC	23
Tabela 3: Matriz GUT	38
Tabela 4: Análise comparativa: vantagens e desvantagens	56

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
ART	Anotação de Responsabilidade Técnica
BEIDOU	<i>BeiDou Navigation Satellite System</i> (Sistema de navegação por satélite BeiDou)
BVLOS	<i>Beyond Visual Line of Sight</i> (Além da Linha de Visão)
CAU	Conselho de Arquitetura e Urbanismo
CAU-BR	Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil
CAT	Comunicações de Acidentes de Trabalho
COBREAP	Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias
CONFEA	Conselho Federal de Engenharia e Agronomia
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
DECEA	Departamento de Controle do Espaço Aéreo
EPI	Equipamento de Proteção Individual
EVLOS	<i>Extended Visual Line-Of-Sight</i> (Linha de Visão Estendida)
GALILEO	<i>Galileo Positioning System</i> (Sistema de Posicionamento Galileo)
GLONASS	<i>Global Navigational Satellite System</i> (Sistema de Navegação Global por Satélite)
GNSS	Sistema de Navegação Global
GPS	Sistema de Posicionamento Global
GSD	<i>Ground Sample Distance</i> (Distância da Amostra do Solo)
GUT	Gravidade, Urgência e Tendência
IBAPE/SP	Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICA	Instruções de Comando da Aeronáutica
INSS	Instituto Nacional do Seguro Social
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
IRATA	<i>Industrial Rope Access Trade Association</i> (Associação Comercial de Acesso à Corda Industrial)
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto

MD	Ministério da Defesa
NBR	Norma Brasileira
NIR	<i>Near Infra Red</i> (Próximo ao Infravermelho)
NR	Norma Regulamentadora
PCMSO	Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional
PMOC	Plano de Manutenção, Operação e Controle
PPP	Posicionamento por Ponto Preciso
PPRA	Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
RBAC	Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial
RGB	<i>Red, Green and Blue</i> (Vermelho, Verde e Azul)
RIA	Relatório de Inspeção Anual
RPA	Aeronave Remotamente Pilotada
RRT	Registro de responsabilidade Técnica
RTK	<i>Real Time Kinematic</i> (Posicionamento Cinemático em Tempo Real)
SARPAS	Solicitação de Acesso de Aeronaves Remotamente Pilotadas
SPDA	Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosféricas
TIR	<i>Thermal Infra Red</i> (Infravermelho Térmico)
VU	Vida Útil
VLOS	<i>Visual Line-Of-Sight</i> (Linha de Visão)
VUP	Vida Útil de Projeto

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	3
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA	4
1.2	OBJETIVOS	5
1.2.1	Objetivo geral	5
1.2.2	Objetivos específicos	6
1.3	JUSTIFICATIVA	6
2	REVISÃO DA LITERATURA	8
2.1	INSPEÇÃO PREDIAL	8
2.1.1	Legislação de inspeção predial	8
2.1.2	Métodos tradicionais de inspeção	9
2.1.2.1	Alpinismo industrial	10
2.1.2.1.1	Contexto histórico	11
2.1.2.1.2	Vantagens do alpinismo industrial	12
2.1.2.1.3	Cuidados com a segurança no trabalho em altura	12
2.1.2.1.4	Riscos à prática do alpinismo industrial	13
2.1.3	Inspeção com drones	14
2.1.3.1	Vantagens da utilização dos drones na inspeção de fachadas	15
2.1.3.2	Papel dos pilotos na inspeção de fachadas	15
2.1.3.3	Abrangência	15
2.2	DRONES COMO SUBSTITUTO AO RAPEL	16
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
3.1	AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS	18
3.1.1	Tipos de drones	18
3.1.2	Comprimentos de onda	19
3.1.3	Sensoriamento remoto	20
3.1.4	Resolução espacial	21
3.1.5	Aplicação de drones	22
3.1.6	Regulamentação	22
3.1.7	Regras	23
3.1.8	Acesso ao espaço aéreo	24
3.1.9	Operações de voo	25
3.1.10	Sistema de navegação global	25

3.1.10.1	Funcionamento de um GNSS	26
3.1.10.2	Precisão de um GNSS.....	27
3.1.10.3	PPP - IBGE	28
3.1.11	Etapas de um levantamento realizado com drones e GNSS	29
3.2	INSPEÇÃO PREDIAL	30
3.2.1	Definição de fachada	30
3.2.2	Definição de desempenho.....	31
3.2.3	Definição de vida útil	31
3.2.4	Manutenção	33
3.2.5	Etapas da inspeção predial.....	33
3.2.6	Determinação do nível de inspeção	34
3.2.7	Verificação e análise da documentação.....	34
3.2.7.1	Documentação administrativa	35
3.2.7.2	Documentação técnica.....	35
3.2.7.3	Documentação de manutenção e operação	36
3.2.8	Informações necessárias para a composição do laudo.....	36
3.2.9	Vistoria dos tópicos constantes na listagem de verificação.....	37
3.2.10	Classificação das anomalias e falhas constatadas nos itens vistoriados e das não conformidades com a documentação examinada	37
3.2.11	Classificação e análises das anomalias e falhas quanto ao grau de risco	38
3.2.12	Definição de prioridade	38
3.2.13	Recomendações técnicas	38
3.2.14	Avaliação da manutenção e uso.....	39
3.2.15	Recomendações gerais e de sustentabilidade	39
3.2.16	Tópicos essenciais do laudo	39
3.2.17	Responsabilidades	40
3.2.18	Manifestações patológicas e suas causas.....	40
3.2.18.1	Origem das patologias	41
3.2.18.2	Classificação.....	41
3.2.18.3	Principais manifestações patológicas	42
3.2.19	Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento	45
4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	46
5	ESTUDO DE CASO: ANÁLISE EXPLORATÓRIA DESCRITIVA	47
5.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	47

5.2	QUESTÕES DE PESQUISA	47
5.3	SELEÇÃO DOS PARTICIPANTES.....	48
5.4	PROCEDIMENTO DE COLETA E ANÁLISE DE DADOS	49
5.5	PROCEDIMENTO DE VALIDAÇÃO.....	50
5.6	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	50
5.6.1	Revestimento de fachadas x Métodos utilizados.....	51
5.6.2	Agilidade dos métodos	52
5.6.3	Custo-benefício.....	53
5.6.4	Manifestações patológicas x Métodos utilizados	53
5.6.5	Demais informações	54
5.6.6	Discussão dos resultados	55
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	58
6.1	SUGESTÃO DE TRABALHOS FUTUROS.....	59
	REFERÊNCIAS.....	60
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO BASE PARA AS ENTREVISTAS.....	67
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO: DETECTA ENGENHARIA	70
	APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO: TERKA ENGENHARIA.....	73
	ANEXO A – CASE: INSPEÇÃO POR DRONES EM UM REATOR INDUSTRIAL.....	76

1 INTRODUÇÃO

Os elementos construtivos de modo geral estão expostos aos mais variados tipos de condição. 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. Partindo deste pensamento nota-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 descreve 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 patologias como fissuras, eflorescências, vesículas, descolamentos, dentre outras que podem comprometer, além da estética da fachada, a sua estabilidade e precisam receber a manutenção necessária.

Previsto por norma, a manutenção de edificações deve ser feita periodicamente. As normas acerca deste tema abordam assuntos como o processo de manutenção, bem como o formato em que devem ser realizadas e entre outros itens, os profissionais a serem acionados durante o processo de manutenção.

Existem algumas técnicas para serem utilizadas durante o processo de inspeção de fachadas, onde a principal chama-se alpinismo industrial, que pode ser definida como “(...) técnica de progressão utilizando cordas, em conjunto com outros equipamentos mecânicos, para ascender, descender ou se deslocar horizontalmente no local de trabalho (...)” (Associação Brasileira de Normas Técnicas– ABNT, 2008)

Outros meios de acesso como escadas, guindastes, plataformas articuladas e andaimes, podem ser utilizados para a realização da inspeção predial e recentemente as aeronaves remotamente pilotadas, traduzido do inglês *Remotely Piloted Aircraft*, ou simplesmente RPA, popularmente conhecidas como drones, foram incluídas como outra técnica emergente para ser utilizada durante este processo.

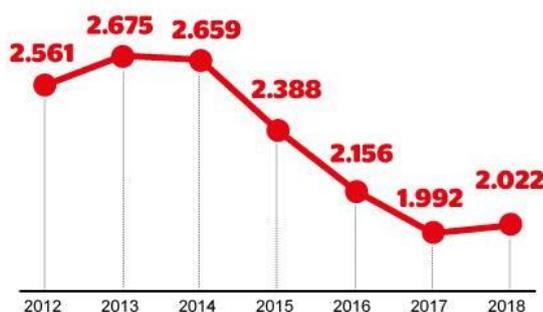
As RPAs “(...) são aparelhos com funções complexas, desenvolvidos para operar em ambiente hostil ao homem e controlados remotamente (...)” (GARRETT, 2015)

As aeronaves remotamente pilotadas apresentam potencial para se tornarem a ferramenta número um para a realização da inspeção predial, entretanto análises mais aprofundadas devem ser efetuadas a fim de validarem se quando comparadas ao atual sistema utilizado, o alpinismo industrial, apresentam todos os quesitos necessários para efetivamente se tornarem o principal instrumento para execução deste procedimento. Pautados em tal afirmação, foram abordados neste trabalho o desempenho de ambos os métodos quando utilizados para a inspeção de fachadas.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

De acordo com os dados do Ministério Público do Trabalho, em 2018, após cinco anos em queda, o número de mortes por acidentes de trabalho voltou a crescer no Brasil (CARDOSO, 2019).

Gráfico 1 – Número de mortes por acidente de trabalho.



Fonte: Observatório do Ministério Público do trabalho (2019, *apud* Cardoso, 2019)

Segundo Diniz (2018), dentre os acidentes fatais as quedas representaram 14,49% do total, ou seja, das 1.111 mortes em ambiente de trabalho registradas no ano de 2017, 161 foram causadas por quedas. Apesar do elevado número de acidentes em altura, as ações voltadas à prevenção desses acidentes ainda são exordiais.

Diante deste cenário a busca por alternativas que minimizem a perda de vida humana é uma discussão importante e que precisa ser priorizada.

Os trabalhadores alpinistas (pessoas que realizam trabalhos nas alturas), dentre suas inúmeras contratações, recebem demandas de manutenções prediais/fachadas.

As manutenções prediais são necessárias e previstas por norma e devem ser feitas regularmente respeitando uma série de recomendações que podem ser observadas com maiores detalhes na NBR 5674 - Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção, de 1999.

As fachadas, por se tratar do envoltório do edifício, sofrem com o desgaste natural do tempo, além de, sofrer com algumas ações humanas, como por exemplo, as pichações, e até mesmo a existência de vícios construtivos podem resultar no surgimento de patologias que acabam comprometendo a estrutura e a estética de uma fachada. Por esses e outros motivos, a inspeção de fachadas, prevista na programação da inspeção predial descrita como sistema de revestimento externo, é de extrema importância.

Atualmente, o mercado conta com uma grande variedade de RPAs que já são utilizadas em diversos ramos da engenharia, auxiliando em mapeamentos aéreos, acompanhamento de obras, inspeção de estruturas elétricas, usinas, pontes, telhados, entre outras. O avanço apresentado por esta tecnologia nos últimos anos aponta inicialmente como uma ótima alternativa para, inclusive, inspeções prediais/fachadas e ainda, promete uma diminuição de custos, riscos e tempo para realização da inspeção.

Tendo em vista os estudos apresentados, formulou-se a seguinte questão: qual é o desempenho das aeronaves remotamente pilotadas quando utilizadas como ferramenta de identificação de manifestações patológicas em fachadas?

Para responder esta questão foi realizado um estudo de caso, onde foram coletadas informações a respeito da utilização do método de alpinismo industrial, que é comumente utilizado, e as RPAs, também conhecidas como drones, para a investigação das manifestações patológicas em fachadas durante o processo de inspeção predial, contribuindo para ampliar o conhecimento acerca das possibilidades, condições da utilização e limitações desta tecnologia emergente.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Analisar o desempenho das aeronaves remotamente pilotadas quando utilizadas como ferramenta de identificação de manifestações patológicas em fachadas.

1.2.2 Objetivos específicos

Identificar a mão de obra envolvida no processo de inspeção de fachadas quando realizada através de drones.

Investigar o custo da utilização dos drones no processo de inspeção de fachadas.

Analisar o tempo necessário para a realização da inspeção de fachadas utilizando os drones como ferramenta.

Averiguar a precisão dos drones na identificação das manifestações patológicas em fachadas, durante o processo de inspeção predial.

Identificar as vantagens e desvantagens da realização da inspeção predial utilizando tanto o alpinismo industrial, quanto o drone, traçando assim uma análise comparativa entre ambos os métodos.

1.3 JUSTIFICATIVA

De acordo com Diniz (2018), no ano de 2017 “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”. Mesmo que as quedas apresentem um número expressivo no total de causas de acidentes de trabalho, inclusive nos que resultaram em morte, a norma que regulamenta os requisitos mínimos e as medidas de proteção para o trabalho em altura são relativamente novas, apenas foram publicadas em 2012 (BRASIL, 2014a).

Antes da elaboração de uma norma específica para o trabalho em altura, estes trabalhadores eram amparados por outras normas restritas a cada segmento de trabalho, como a Norma Regulamentadora 18 (NR-18), que regulamenta o trabalho na indústria da construção civil. O Ministério do Trabalho reconhece que a criação desta Norma Regulamentadora que “atenda a todos os ramos de atividade é um importante instrumento de referência para que estes trabalhos sejam realizados de forma segura.” (BRASIL, 2013, p.5) Por outro lado, assume que não pretende fornecer “soluções para as diferentes condições de segurança em trabalhos em altura, tarefa impossível mediante a diversidade dos ambientes e situações existentes.” (BRASIL, 2013, p.7-8)

Os chamados alpinistas industriais, ao realizarem inspeções de fachadas, são submetidos a alturas que em caso de queda causariam morte imediata e a vida humana não pode, de maneira nenhuma, ser negociável.

Fato é que as inspeções prediais não podem de forma alguma deixar de acontecer, já que é através delas que são identificadas manifestações patológicas que podem resultar entre outros problemas, na instabilidade da edificação.

Paralelo a afirmação apresentada, a necessidade inicial de construir aeronaves não tripuladas surgiu no âmbito militar, visando à execução de missões aéreas que ofereciam risco à vida humana. O avanço tecnológico nos setores de processamento de dados e miniaturização de componentes eletrônicos ocorridos nas últimas duas décadas possibilitou a análise de aplicação das RPAs em outros campos de atuação, inclusive na área de construção civil.

O avanço tecnológico nos fornece alternativas diferentes para questões que anteriormente só poderiam ser resolvidas de uma única maneira. Utilizá-lo a benefício do ser humano certamente é a melhor forma de uso que se pode imaginar. Proteger a vida é o principal motivador para a necessidade de levantar métodos substitutos à mão de obra humana, neste contexto, além de, estudar a viabilidade de tal substituição.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Para a plena compreensão do tema, inspeção predial, se faz necessário um bom entendimento da evolução deste assunto desde o seu surgimento.

2.1 INSPEÇÃO PREDIAL

A inspeção predial, também conhecida como autovistoria ou vistoria técnica, é a avaliação isolada ou combinada das condições técnicas na fase de uso, operação e manutenção de uma edificação (INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA DE SÃO PAULO, 2012).

As inspeções prediais podem ser realizadas apenas por profissionais da área de Engenharia e Arquitetura, devidamente registrados no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA) e Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU) e dentro das respectivas atribuições profissionais, conforme resoluções do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA) e Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil (CAU-BR).

De acordo com Neves e Branco (2009, p. 12),

a Inspeção Predial deve ser entendida como uma vistoria para avaliar os estados de conformidade de uma edificação, mediante aspectos de desempenho, vida útil, segurança, estado de conservação, manutenção, exposição ambiental, utilização, operação, observando sempre as expectativas dos usuários.

Muitas das irregularidades vistas em edifícios atualmente poderiam ser evitadas com medidas preventivas simples. Pode-se citar como exemplo, um planejamento que se inicia com a Inspeção Predial, através do qual posteriormente pode ser feita a implantação de um plano de manutenção, garantindo assim o conforto, segurança e a satisfação dos usuários.

Se realizadas adequadamente, as inspeções prediais garantem, além de valorização patrimonial, prevenção de patologias graves, aumento da vida útil do imóvel e economia, considerando que ações preventivas possuem custos muito inferiores em relação as corretivas, possíveis acidentes ou problemas estruturais de grandes proporções.

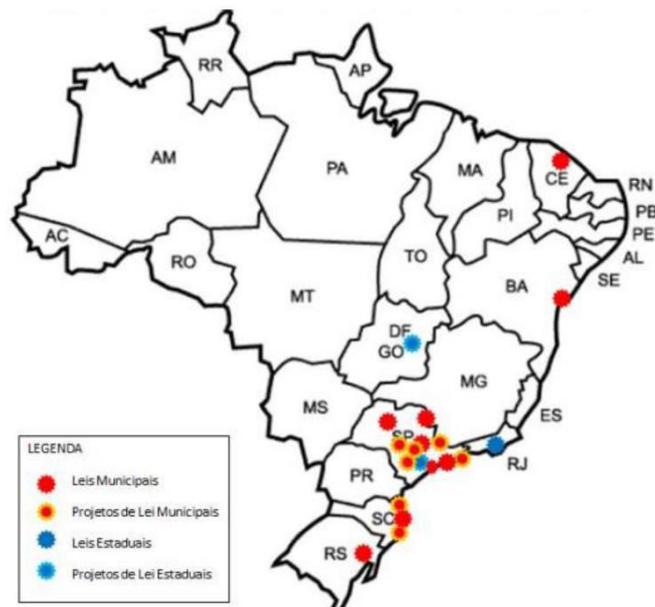
2.1.1 Legislação de inspeção predial

O Brasil ainda não adotou uma legislação de abrangência nacional sobre este tema. Contudo, devido a problemas graves na manutenção dos edifícios vistos na atualidade, está

sendo tramitado um projeto de lei nacional sobre inspeções prediais, inclusive alguns estados e cidades já estão exigindo a vistoria periódica por lei após ocorrência de acidentes de grande repercussão (FAUST, 2019).

Em 2013 foi realizado em Florianópolis, o Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações Prediais, onde foi feito um levantamento de todos os estados e cidades que já haviam aderido às leis de realização de inspeção obrigatórias, ou aqueles que ainda estão com os projetos de lei em tramite, como pode ser observado na Figura 1, bem como o compartilhamento das novas práticas e equipamentos afetos ao assunto (FAUST, 2019).

Figura 1: Panorama legal da inspeção predial no território nacional



Fonte: Dolacio (2013)

Maiores informações sobre a inspeção predial, bem como normas que a norteiam, foram abordadas na seção 3.2 deste trabalho.

2.1.2 Métodos tradicionais de inspeção

Todos os tipos de edifícios devem passar por inspeção predial, ou seja, independente do número de andares, do tipo de utilização ao qual é destinado, e, da altura da construção. Atentando-se a isso, chega-se à conclusão de que são necessários métodos próprios para a realização das inspeções, a fim de vencer todo e qualquer tipo de altura que possui o edifício submetido a inspeção predial.

Existem algumas ferramentas e técnicas que podem ser utilizadas durante este processo e cada uma delas possui vantagens e desvantagens como pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1: Resumo dos métodos de acesso vertical às fachadas

Método	Vantagem	Desvantagem	Rendimento	Custo Equip.
Escadas, etc.	Baixo custo; agilidade; fotografias sem interferências	alcance limitado a cerca de 4,5m de altura; deve-se redobrar a atenção com a segurança.	10,2 m ² /h (inspetor + ajudante)	Baixo
Guindaste	Boa velocidade de inspeção; permite fotografias ortogonais sem interferências	é preciso de espaço para estacionar o guindaste, sendo necessário, muitas vezes, interditar ruas.	42,7 a 34,1 m ² /h	R\$168/h (lança 18m. Prever 2h deslocamento dia)
Plataforma articulada	Boa velocidade de inspeção; permite fotografias ortogonais sem interferências	Distância de cerca de 7m da fachada para posicionar a base; somente terrenos planos	Provavelmente similar ao guindaste	R\$820/dia + R\$6/h (diesel) + frete de caminhão-prancha
Andaimes	Versátil para outras atividades pré-restauração; instalado em qualquer localização	Inspeção mais lenta e fotografias com pior enquadramento e interferência visual dos tubos.	25m ² /h (somente inspetor)	Locação: R\$3,70/m ² Montagem/Desmontagem R\$18/m ²
Rapel	Exige poucos equipamentos e de fácil transporte; pode ser usada em diversas situações.	Treinamento específico de inspetores. Provavelmente terá baixo rendimento de área inspecionada por hora.	Provavelmente baixo	Dependerá do custo do inspetor treinado na técnica de montanhismo

Fonte: Teles (2010)

Na Tabela 1, o método conhecido como rapel, também pode ser chamado de alpinismo industrial e é utilizado para vencer grandes altitudes o que o torna a principal ferramenta para a realização de inspeções em grandes edifícios.

2.1.2.1 Alpinismo industrial

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 tem seu 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).

Segundo Sampaio-Filho (2009) o uso da técnica reduz o tempo dos trabalhos gerando um aumento de produtividade e diminuição nos custos. Através da utilização de equipamentos específicos e cordas, a técnica permite maior agilidade nos movimentos do profissional e no

deslocamento entre um ponto a outro com conforto e segurança. A técnica não deve ser associada a qualquer atividade esportiva, mesmo que utilize cordas e equipamentos especiais como meio de acesso. Sampaio-Filho complementa ainda, que o profissional busca apenas a execução do seu serviço com qualidade e segurança o que não envolveria a busca de adrenalina ou aventura.

O método de acesso por corda é utilizado em diversas atividades de diferentes segmentos, podendo ser utilizada em Inspeção e Ensaios 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. No segmento de Construção, Manutenção e Reparação de pontes, edifícios, monumentos, turbinas eólicas.

A técnica também pode ser usada em atividades de Limpeza e Pintura como jateamento, preparação de superfície total, *spray jet*, pintura de pulverizador. No segmento de Instalações de gestão de serviços de construção como limpeza de janelas, substituição, inspeção e reparo de vidros, controle de pragas, Engenharia Geotécnica, estabilização de taludes, 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).

2.1.2.1.1 Contexto histórico

Teve seu surgimento durante a construção da Represa de Hoover, localizada entre os estados de Nevada e Arizona, nos Estados Unidos, onde a estabilização das paredes deterioradas do desfiladeiro eram algo de imensa importância antes que fosse iniciada a obra (CAMPOS, 2019).

As condições das paredes continuavam a se desgastar devido ao congelamento e descongelamento das águas acumuladas nas fissuras do desfiladeiro. Embora o desafio de estabilizar as paredes fosse grande, os mineiros responsáveis por tal tarefa a realizaram com sucesso e ficaram conhecidos como “desincrustadores”.

Entretanto, como os mineiros ascendiam presos apenas por uma corda como cabo de segurança, juntamente com o equipamento que utilizariam, muitos deles acabaram perdendo suas vidas devido a rusticidade dos mesmos, levando a quedas ocasionadas por essa falta de segurança (PROMETALEPIS, 2018).

Com a melhoria dos equipamentos e das técnicas, o procedimento foi utilizado por países como a França, para estabilização e contenção dos riscos de queda de rochas de um penhasco acima de uma igreja. Na década de 80, com as vantagens e possibilidades do uso do

alpinismo juntamente com o aperfeiçoamento dos equipamentos e das técnicas, o método foi amplamente utilizado na indústria da construção pela Europa, originando assim a profissão atualmente conhecida como Alpinismo Industrial em inglês, *Rope Access* (PROMETALEPIS, 2018).

2.1.2.1.2 Vantagens do alpinismo industrial

A utilização do alpinismo industrial como método para a inspeção predial apresenta algumas vantagens conhecidas, quando comparado a outros métodos, inclusive, em um comparativo com os drones (PROMETALEPIS, 2018):

- a) custo-benefício: é um método econômico, pois não inclui o uso de andaimes, assim poupando tempo e necessitando menor número de mão-de-obra;
- b) eficiência e agilidade: a instalação e retirada é mais rápida, permitindo ao técnico alcançar áreas mais confinadas e inacessíveis de qualquer estrutura;
- c) segurança: os técnicos alpinistas que respeitam e usam corretamente os Equipamentos de Proteção Individuais (EPIs) apresentam menor risco de acidentes, segundo um estudo realizado pela Associação Comercial de Alpinismo Industrial da Inglaterra (*Industrial Rope Access Trade Association - IRATA*);
- d) versatilidade: torres de transmissão, aerogeradores ou ainda mesmo pontes, barragens e viadutos, o alpinista industrial permanece sendo a opção mais prática e vantajosa;
- e) menor impacto visual: tal prática possui um menor impacto visual em estruturas e/ou edifícios, o que é importante principalmente quando se trata de trabalhos realizados em monumentos históricos, reduzindo assim o risco de danos nos acabamentos da fachada da estrutura.

2.1.2.1.3 Cuidados com a segurança no trabalho em altura

Para que tudo ocorra perfeitamente e que sejam alcançadas todas as vantagens de uso dessa técnica, é preciso ficar atento aos equipamentos de segurança individuais (EPIs) e a qualificação dos profissionais.

Os EPIs e os equipamentos requisitados 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).

2.1.2.1.4 Riscos à prática do alpinismo industrial

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.

Para Sampaio-Filho (2009, p.6) é preciso realizar uma Análise de Risco nos serviços que utilizam a técnica de acesso por corda “para identificar os perigos, causas, modos de detecção, efeitos, atividades em paralelo, e as recomendações necessárias para que a tarefa possa ser executada com segurança”.

A Análise de Riscos, segundo Magalhães (2007, p.4) “consiste na identificação de todos os riscos potenciais de acidentes do serviço em questão, e na proposição de medidas no sentido de minimizar a probabilidade da ocorrência efetiva desses acidentes”. Para a autora esta é uma importante ferramenta de minimização dos riscos a ser utilizada pelos profissionais de acesso por corda. Além disso, sinaliza a importância do registro de acidentes, incidentes, quase-acidentes e efeitos sobre a saúde do trabalhador, como dores de cabeça e náuseas que podem ocorrer devido a exposição a substâncias químicas ou insolação.

Todo trabalho em altura deve ser precedido de Análise de Risco, que deve contemplar, além, dos riscos inerentes ao trabalho em altura, outros pontos como (NORMA REGULAMENTADORA– NR 35):

- a) o local em que os serviços serão executados e seu entorno;
- b) o isolamento e a sinalização no entorno da área de trabalho;

- c) o estabelecimento dos sistemas e pontos de ancoragem;
- d) as condições meteorológicas adversas;
- e) a seleção, inspeção, forma de utilização e limitação de uso dos sistemas de proteção coletiva e individual, atendendo às normas técnicas vigentes, às orientações dos fabricantes e aos princípios da redução do impacto e dos fatores de queda;
- f) o risco de queda de materiais e ferramentas;
- g) os trabalhos simultâneos que apresentem riscos específicos;
- h) o atendimento aos requisitos de segurança e saúde contidos nas demais normas regulamentadoras;
- i) os riscos adicionais;
- j) as condições impeditivas;
- k) as situações de emergência e o planejamento do resgate e primeiros socorros, de forma a reduzir o tempo da suspensão inerte do trabalhador;
- l) a necessidade de sistema de comunicação;
- m) a forma de supervisão.

2.1.3 Inspeção com drones

O uso das chamadas aeronaves remotamente pilotadas, 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).

Atualmente o processo de aquisição de drones é fácil e rápido, entretanto, possuí-lo, não torna o seu dono apto a pilotar o equipamento. Existem inúmeras normas e procedimentos a serem seguidos para que alguém possa efetivamente tornar-se piloto de RPAs e foram descritas com maiores detalhes na seção 3.1.6 do presente trabalho, uma delas, por exemplo, é a solicitação de autorização de voo ao Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA).

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.

Fato é que o alpinismo industrial não pode ser totalmente substituído pelos drones no que tange aos serviços posteriores à inspeção, como por exemplo, o reparo, ou seja, o trabalho

destes profissionais continua sendo extremamente importante e necessário e não deve de forma alguma ser desprezado, entretanto, para o serviço de vistoria de fachadas, nota-se pelas afirmações anteriores, que o RPA é mais proveitoso.

2.1.3.1 Vantagens da utilização dos drones na inspeção de fachadas

Com o auxílio de câmeras acopladas aos drones é possível realizar uma filmagem completa em alta resolução de todos os pontos da fachada. 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).

2.1.3.2 Papel dos pilotos na inspeção de fachadas

Ser um piloto cadastrado, não significa estar apto a avaliar as imagens registradas pelo drones durante o voo de inspeção, pois este papel apenas pode ser desempenhado por arquitetos e engenheiros devidamente registrados no Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura, o CREA.

O engenheiro, ou arquiteto deve receber o registro fotográfico, ou de filmagem, para que então possa analisar e identificar as possíveis falhas no sistema de fachadas juntamente com as recomendações de ações para o reparo.

Na sequência, estes profissionais ficam incumbidos também, de elaborar o laudo da inspeção realizada. Para os laudos, é importante incluir a Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) ou o Registro de Responsabilidade Técnica (RRT), que podem ser fornecidos pelos engenheiros ou arquitetos responsáveis pela elaboração do mesmo, algo que de acordo com Aguilar (2019) agrega ao documento “valorização profissional”, já que estas anotações, “permitem o acompanhamento do exercício profissional, coibindo o exercício ilegal da profissão, além de constituir o acervo técnico do profissional”.

2.1.3.3 Abrangência

É importante que as inspeções prediais sejam pautadas nas normas que as regulamentam independente da ferramenta que foi utilizada durante o processo, neste caso a NBR 5674:2012 – Manutenção de Edificações.

A NBR 5674 possui abrangência em todo o território nacional brasileiro e em suma “recomenda a periodicidade de três anos para realização de inspeção predial de fachadas, orientada por um engenheiro ou arquiteto, o qual poderá usar a metodologia de filmagem por drones, seja o engenheiro o próprio piloto da aeronave ou atuando em conjunto com um piloto habilitado.” (AGUILAR, 2019)

2.2 DRONES COMO SUBSTITUTO AO RAPEL

O diagnóstico das manifestações patológicas através de ferramentas não destrutivas tem sido alvo de inúmeras pesquisas, visto que estas permitem a coleta de inúmeras informações como tamanho, profundidade, armadura, entre outras características, além de possibilitar o conhecimento das condições físicas e parâmetros que estão relacionados aos processos de degradação ou risco de avarias à estrutura (MAPA DA OBRA, 2016), sem interferir no uso posterior do edifício analisado, já que não alteram as características físicas, químicas mecânicas ou dimensionais da edificação, contribuindo para garantir a qualidade, diminuição dos custos e aumento da idoneidade da inspeção (MAZER, 2012).

Inúmeras ferramentas podem ser classificadas como não destrutivas, como por exemplo, câmeras fotográficas, drones, a própria visão humana, entre outras ferramentas, sendo estas tecnológicas ou não.

A tecnologia, por sua vez, tem se tornado cada vez mais relevante em nossas rotinas, pois, através dela ganhamos eficiência em inúmeras atividades corriqueiras (ASPLAN SOLUÇÕES, 2017). Afirmarões como esta impulsionaram pesquisas como a de Leone (2019), que foi desenvolvida a fim de se evidenciar “(...) a importância da utilização de mecanismos tecnológicos para o auxílio em vistorias (...)”. Leone vistoriou dois prédios situados dentro da Universidade Presbiteriana Mackenzie, Campus Higienópolis, que fica localizada na capital de São Paulo, através do alpinismo industrial, utilizando como ferramenta câmeras infravermelhas, concluindo através de seus estudos que,

(...) a tecnologia por infravermelhos mostra-se como uma ferramenta útil para realização de trabalho de inspeção em edifícios como método não destrutivo, permitindo com que as manifestações patológicas sejam identificadas em fase embrionária ou com pouca disseminação como no caso da umidade permitindo ação imediata e evitando custos excessivos de manutenção. No entanto, o modelo da câmera analisado não identifica todas as manifestações patológicas presentes na edificação com predominância às fissuras com pequenas aberturas.

De acordo com Shibasaki (2019),

o processo de inspeção visual da estrutura requer que ela seja acessível e ofereça condições de segurança para o inspetor. Entretanto, avanços da engenharia permitiram a construção de estruturas que por vezes não são fáceis de acessá-las ou até mesmo não sejam acessíveis por usuários quando prontas. Com isso, a tecnologia evoluiu e permitiu que o trabalho da engenharia continuasse a partir da criação de mecanismos que permitiriam contornar as dificuldades encontradas.

Fato é que, nem sempre, a estrutura a ser inspecionada permite fácil acesso, e neste sentido, se percebe novamente a necessidade de se compreender como a tecnologia pode contribuir, demonstrando mais uma vez, a importância dela para inúmeros processos da engenharia inclusive para as vistorias prediais.

A partir da aquisição de imagens utilizando drones, Shibasaki (2019), vistoriou a Torre do monte da Virgem, que pode ser observada na Figura 2. Construída em 1995, com seus 177 metros de altura, é a mais alta estrutura de seu gênero em Portugal (INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO - ISEP, 2018).

Figura 2 – Torre do monte da Virgem



Fonte: Instituto superior de Engenharia do Porto (2018)

A utilização dos drones em tal vistoria representou o que Shibasaki (2019) descreveu como “(...) a diminuição de exposição do ser humano a realização de atividades perigosas de trabalho, como por exemplo, o trabalho em altura com a inspeção através do rapel [alpinismo industrial] na estrutura e exposição ao campo eletromagnético gerado pelos equipamentos de telecomunicações”.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção foram abordados os principais conceitos teóricos utilizados neste trabalho.

3.1 AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS

As aeronaves remotamente pilotadas (RPA), popularmente chamadas de drones, são aeronaves não tripuladas com alto grau de automatismo que, de acordo com Associação Nacional de Aviação Civil - ANAC (2017), podem ser classificadas como:

- a) aeromodelo: aeronaves não tripuladas usadas para recreação;
- b) aeronaves remotamente pilotadas (RPA): aeronaves não tripuladas usadas para outros fins que não a recreação, como por exemplo, uso comercial, corporativo ou experimental;
- c) aeronaves não tripuladas autônomas: aeronaves nas quais não existe a intervenção do piloto durante o voo. Esta tipologia atualmente é proibida no Brasil.

3.1.1 Tipos de drones

Podem ser encontrados nos mercados dois tipos de drones que se diferem entre si, tanto pelo formato quanto pela forma como decolam:

- a) drones multirotores: estas aeronaves apresentam hélices e decolam verticalmente. Alguns exemplos são a *Phantom 4 Pro*, o *Matrice 100*, o *Mavic V2 Pro*, que é utilizado principalmente para realizar inspeções prediais e o *Matrice 210 V2 RTK*, que é interessante para a inspeção em pontes já que permite a acoplagem de até três câmeras, inclusive uma na parte superior, como pode ser observado na Figura 3;

Figura 3: *Matrice 210 V2 RTK*



Fonte: Santiago e Cintra (2018)

- b) drones de asa fixa: aeronaves de asas fixas, como pode ser visto na Figura 4, que são comumente utilizadas para cobrir áreas grandes. Diferentemente dos multirotores, estas decolam horizontalmente.

Figura 4: Drone de asa fixa

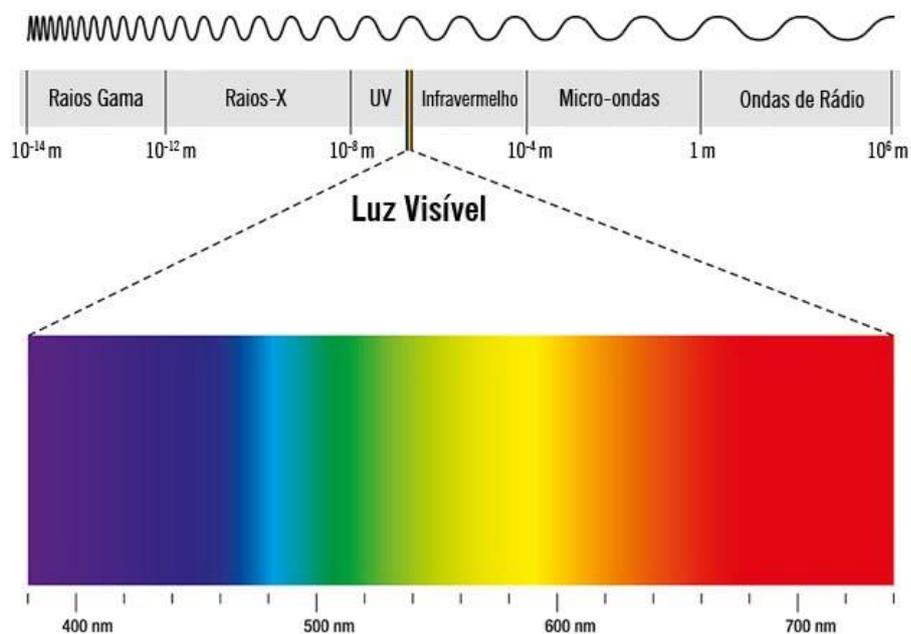


Fonte: Peixoto (2018)

3.1.2 Comprimentos de onda

O olho humano só é capaz de perceber variações na pequena faixa da luz visível, destacada na Figura 5. Esta faixa vai do azul, passando pelo verde e por fim chega até o vermelho, semelhante ao sistema RGB. Já os sensores das câmeras multiespectrais, hiperespectrais e térmicas podem enxergar faixas além das vistas a olho nu.

Figura 5: Faixa de luz visível



Fonte: Muniz (2019)

3.1.3 Sensoriamento remoto

Sensoriamento remoto é a técnica para a aquisição de dados acerca de um objeto sem que haja contato físico com o mesmo (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA– IBGE, 2020).

Os sensores utilizados para a realização do sensoriamento remoto podem ser constituídos por diferentes conjuntos de bandas, alguns deles são:

- a) sistema RGB (*Red, Green and Blue* – Vermelho, Verde e Azul): Câmeras com este tipo de sistema capturam fotografias como as que se costuma ver em todas as câmeras fotográficas comuns, inclusive na câmera do celular, ou seja, mostrando um determinado objeto ou cena com suas cores reais, reproduzindo o que se vê a olho nu (MAPPA, 2019). Estas são as câmeras comumente utilizadas nos drones e registram a reflexão de energia no comprimento de onda das cores Vermelha, Verde e Azul;
- b) sistema NIR (*Near Infrared* – Infravermelho Próximo): câmeras que utilizam este sistema capturam imagens com ondas verde, vermelho e infravermelho próximo. São câmeras que podem ser utilizadas para determinar a saúde de uma vegetação, por exemplo, e para detectar algumas patologias em fachadas;
- c) sistema TIR (*Thermal Infra Red* - Infravermelho Térmico): câmeras com este sistema são capazes de identificar a variação de temperatura. Estas câmeras são muito utilizadas em cenas noturnas, para identificar focos de queimada, pessoas ou animais e até possíveis vazamentos em tubulações (AZEVEDO E SILVA, 2019).

As diferenças entre as imagens capturadas por estes três sistemas podem ser observadas na Figura 6.

Figura 6: Imagem RGB x Imagem NIR (cinza) x Imagem TIR (falsa cor)



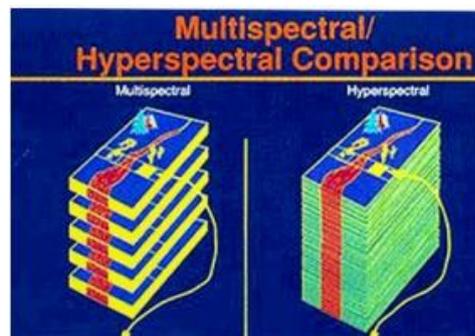
Fonte: Azevedo e Silva (2019, p. 7)

Existem ainda outros dois tipos de câmeras, as chamadas câmeras multiespectrais e hiperespectrais. Para o entendimento completo destas é necessário primeiro compreender o que são imagens espectrais.

Espectro é definido por Grupo Álava (2020) como a “distribuição da intensidade de uma radiação em função de uma grandeza característica, como o comprimento de onda, a energia, a frequência ou a massa”. Já, a imagem espectral é indicada como “(...) aquela que reproduz a figura de um objeto em função do comprimento de onda que está a refletir (ou emitindo) o objeto em questão”, ou seja, as imagens espectrais são um conjunto de imagens dentro do mesmo objeto representadas com diferentes comprimentos de onda (GRUPO ÁLAVA, 2020).

Introduzidas as definições de espectro e imagem espectral, Grupo Álava (2020) descreve a principal diferença que pode-se notar entre as imagens capturadas por câmeras multiespectrais e hiperespectrais, “(...) com uma imagem multiespectral, é possível obter valores de intensidade em comprimentos de onda discretos nos quais o sistema capta radiação, enquanto que com uma imagem hiperespectral o que se obtém é o espectro contínuo ou assinatura espectral do objeto de análise”, esta diferença pode ser observada na Figura 7.

Figura 7: Imagem multiespectral x Imagem hiperespectral



Fonte: Grupo Álava (2020)

3.1.4 Resolução espacial

A *Ground Sample Distance* (GSD), traduzida para o português como, Distância da Amostra do Solo, refere-se ao tamanho da imagem representada em um pixel.

As imagens retiradas por satélites, por exemplo, não possuem uma resolução muito alta. A título de exemplo, os satélites gratuitos, Sentinel-2 e Landsat-8, chegam a registrar 10m por pixel e 30m por pixel respectivamente, o que significa que cada pixel do primeiro representa uma área de 10mx10m, ou seja, 100m² enquanto o segundo corresponde a uma área de 900m².

Diferentemente, as câmeras dos drones podem, dependendo da altura do voo e do tipo, registrar imagens com 1cm por pixel, ou seja, representam uma área de 1cm² por pixel. Outro ponto interessante é a possibilidade de registrar estas imagens sempre que for necessário sem a preocupação com o fato de os satélites estarem passando ou não pela área que se deseja

fotografar, já que não se depende da órbita dos satélites no geral para se realizar o registro fotográfico.

3.1.5 Aplicação de drones

Os drones possuem inúmeras aplicações, como por exemplo:

- a) filmagens;
- b) topografia e mapeamento;
- c) inspeções prediais e industriais;
- d) acompanhamento de obras;
- e) urbanismo;
- f) agricultura de precisão;
- g) mapeamento de espécies vegetais;
- h) monitoramento ambiental;
- i) uso e ocupação do solo;
- j) aplicações militares;
- k) busca e resgate;
- l) mineração;
- m) segurança;
- n) monitoramento de tráfego;
- o) entrega de encomendas;
- p) entre outras aplicações.

3.1.6 Regulamentação

Existem quatro agências a serem consultadas antes do drone efetivamente levantar voo:

- 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 aerolevanteamento.

3.1.7 Regras

Existem algumas regras a serem seguidas para se obter a posse dos drones, entretanto, neste trabalho, foram abordadas apenas algumas delas.

Uma das formas de classificar os drones é através do peso de decolagem que inclui os pesos do equipamento, da bateria ou combustível, e da carga eventualmente transportada (ANAC, 2017):

- a) classe 1 – RPA: peso máximo de decolagem maior que 150 kg;
- b) classe 2 – RPA: peso máximo de decolagem maior que 25 kg e até 150 kg;
- c) classe 3 – RPA: peso máximo de decolagem de até 25 kg.

Cada classe de drone deve respeitar algumas normas pré-estabelecidas pela Agência Nacional de Aviação Civil (2017), resumidas na Tabela 2.

Tabela 2: Resumo da Regulamentação da ANAC

Resumo da Regulamentação da ANAC				
	RPA Classe 1	RPA Classe 2	RPA Classe 3	Aeromodelos
Registro da aeronave?	Sim	Sim	BVLOS: Sim VLOS: Sim ¹	Sim ¹
Aprovação ou autorização do projeto?	Sim	Sim ²	Apenas BVLOS ou acima de 400 pés ²	Não
Limite de idade para operação?	Sim	Sim	Sim	Não
Certificado médico?	Sim	Sim	Não	Não
Licença e habilitação?	Sim	Sim	Apenas para operações acima de 400 pés	Apenas para operações acima de 400 pés
Local de operação	A distância da aeronave não tripulada NÃO poderá ser inferior a 30 metros horizontais de pessoas não envolvidas e não anuentes com a operação. O limite de 30 metros não precisa ser observado caso haja uma barreira mecânica suficientemente forte para isolar e proteger as pessoas não envolvidas e não anuentes. Esse limite não é aplicável para operações por órgão de segurança pública, de polícia, de fiscalização tributária e aduaneira, de combate a vetores de transmissão de doenças, de defesa civil e/ou do corpo de bombeiros, ou operador a serviço de um destes.			

Fonte: ANAC (2017)

Existe ainda a obrigatoriedade de se possuir seguro com cobertura de danos a terceiros, e que estes voos estejam pautados no Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial (RBAC-E nº 94) e por fim, seguindo também as Instruções de Comando da Aeronáutica ICA100-40.

3.1.8 Acesso ao espaço aéreo

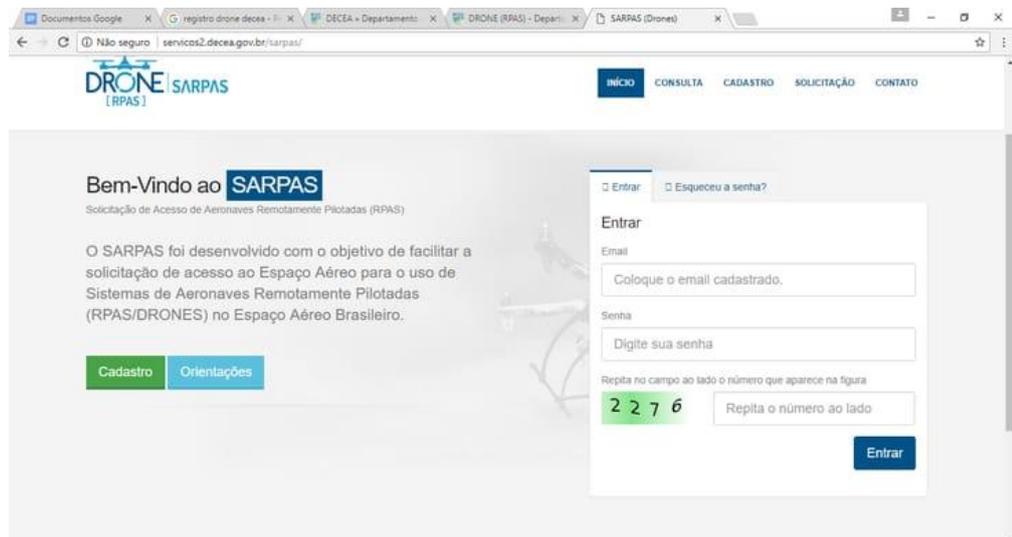
A solicitação de acesso ao espaço aéreo é feita através do DECEA em um sistema chamado Solicitação de Acesso de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARPAS), cuja tela inicial pode ser vista na Figura 8, onde se insere todas as informações necessárias para a realização do voo, como por exemplo:

- a) entidade que está realizando o voo;
- b) qual a tipografia de voo;
- c) as coordenadas de decolagem e pouso;
- d) raio de abrangência e altura de voo;
- e) Informa-se também a data do voo;
- f) horário de início e fim do voo;
- g) a forma como o observador será contatado, se por rádio ou telefone;
- h) identificação do equipamento;
- i) dados do solicitante e do piloto;
- j) entre outras informações.

Voos com altura de até 100 pés, algo em torno de 30,5 metros, são autorizados rapidamente, mas, voos com alturas superiores podem demorar um intervalo de até dezoito dias para receberem anuência.

É importante salientar que cada voo deve ser submetido e aprovado pelo Departamento de Controle do Espaço Aéreo antes de ser realizado.

Figura 8: Tela inicial do sistema SARPAS do DECEA



Fonte: RTHDrone (2018)

3.1.9 Operações de Voo

Existem três formatos diferentes para a pilotagem dos drones, são 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 o procedimento mais utilizado na prospecção e inspeção de fachadas, uma vez que não se pode perder o contato visual do operador com o RPA;
- 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 9.

Figura 9: Tipos de operação de voo



Fonte: ANAC (2017)

3.1.10 Sistema de navegação global

O *Global Navigation Satellite System* (GNSS), traduzido para o português como Sistema de Navegação Global por Satélites, através dos sinais recebidos por vários satélites que se encontram espalhados na órbita da Terra, é capaz de determinar a localização de qualquer ponto sobre a superfície terrestre ou até mesmo no ar.

Existem diversos sistemas de navegação, cada um com sua própria constelação de satélites, espalhados ao redor do mundo que são comandados pelos países que os desenvolveram, como por exemplo:

- a) *Global Positioning System* (GPS), ou Sistema de Posicionamento Global, pertencente aos Estados Unidos da América;
- b) *Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema* (Sistema de Navegação Global por Satélite), ou simplesmente GLONASS, desenvolvido pela Rússia;
- c) *Galileo Positioning System* (Galileo - Sistema de Posicionamento Galileo), pertencente à União Europeia;
- d) *BeiDou Navigation Satellite System* (Sistema de navegação por satélite BeiDou), pertencente à China;
- e) Geolocal, desenvolvido pela Universidade Presbiteriana Mackenzie, será o primeiro sistema de navegação brasileiro e não depende necessariamente de satélites.

As aplicações mais comuns para este sistema são, por exemplo, para navegadores de carros, os aplicativos de celular, como o *Waze*, que pode ser visto na Figura 10. Entretanto é importante que não se confunda o GNSS com os aplicativos que o utilizam, já que o sistema de navegação global apenas fornece a posição atual de um ponto, ou seja, a latitude, longitude e altitude em que este se encontra sobre a superfície da Terra. Já toda a interface gráfica, como o roteamento de mapas, não é fornecida pelo sistema, é apenas uma aplicação dele.

Figura 10: Interface gráfica do aplicativo *Waze*



Fonte: Klopper (2017)

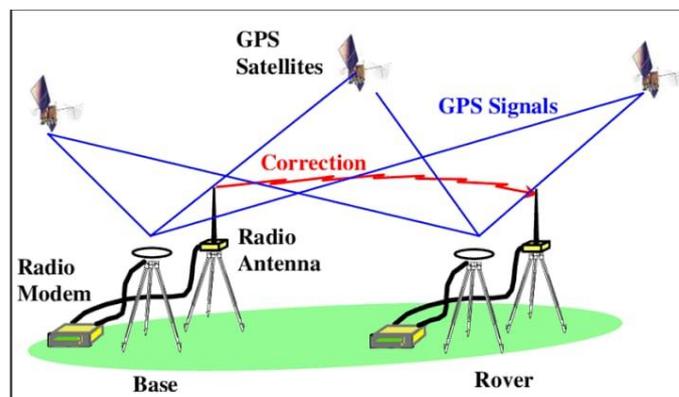
3.1.10.1 Funcionamento de um GNSS

Conforme visto no item anterior, o GNSS é um sistema capaz de receber sinais dos satélites e na sequência determinar a posição de um ponto na superfície terrestre.

Em um GNSS de alta precisão, dois equipamentos são utilizados para o recolhimento das coordenadas, um chamado base e o outro *rover*, ambos podem ser vistos na Figura 11.

A base fica fixa sobre um ponto de coordenadas conhecidas, e o *rover* fica se movimentando pela área onde se pretende fazer o levantamento e vai coletando dados de cada um dos pontos onde ele fica estacionado. Ambos os equipamentos conversam entre si através de um link de rádio e recebem informações de vários satélites e a partir de alguns métodos de posicionamento consegue-se determinar as coordenadas de pontos com precisões milimétricas.

Figura 11: Sistema que exemplifica o funcionamento da base e do *rover*



Fonte: Giovanini (2018)

3.1.10.2 Precisão de um GNSS

O GNSS comum, como o GPS, por exemplo, é capaz de determinar a posição de um ponto sobre a superfície da terra com precisão em torno de cinco metros. Já o GNSS topográfico, quando:

- a) autônomo, ou seja, apenas um único equipamento chamado *rover*, tem a precisão de 5 metros;
- b) já no modo *Real Time Kinematic* (RTK - Cinemática em Tempo Real), ou seja, com o auxílio de um equipamento chamado base, juntamente com o *rover*, podem determinar a posição deste mesmo ponto com precisão de 2 metros à milímetros de diferenças da posição real.

Semelhantemente, drones que utilizam o sistema GNSS de forma autônoma em sua composição são capazes de produzir fotos georreferenciadas com precisão de 5 metros, enquanto os drones RTK as produzem com centímetros de precisão.

Uma outra forma de se trabalhar com drones é se marcar pontos de coordenadas conhecidas dentro da área que se deseja mapear. Dá-se a esses pontos o nome de pontos de controle e quando estes são utilizados no reproprocessamento das imagens obtém-se até centímetros de precisão.

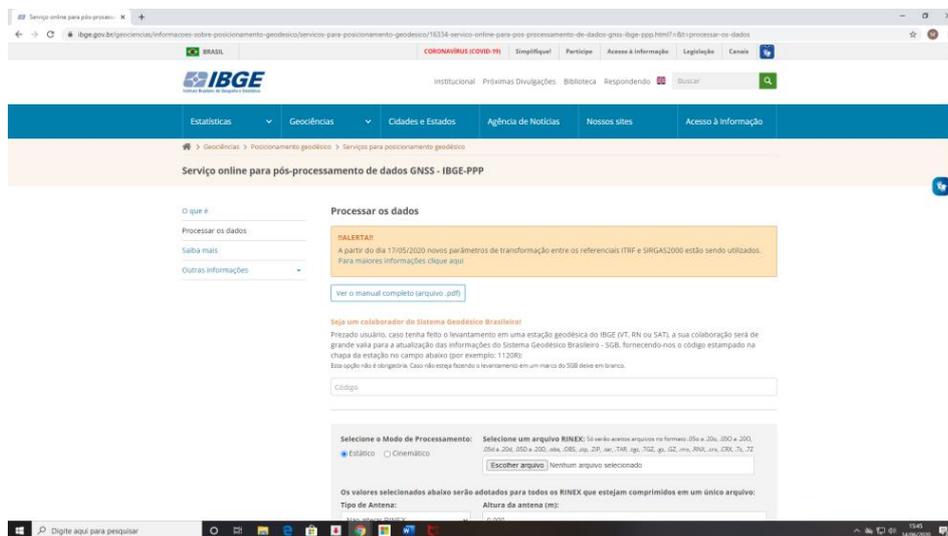
3.1.10.3 PPP - IBGE

Para a utilização do GNSS topográfico RTK, por exemplo, precisa-se estacionar a base em um ponto de coordenadas conhecidas, entretanto, não é sempre que se sabe com exatidão tais coordenadas. É justamente para resolver esta questão que o serviço de Posicionamento por Ponto Preciso (PPP) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) é utilizado, ou seja, não é preciso necessariamente conhecer as coordenadas em que a base esta estacionada.

Para que seja possível utilizar o sistema PPP - IBGE com maior grau de exatidão é necessário que a base esteja estacionada em um ponto qualquer, por um período de no mínimo duas horas, contudo, quanto maior o período maior será a precisão obtida.

Na sequência envia-se o arquivo de dados coletados no GNSS mais uma série de informações requisitadas pelo sistema PPP - IBGE, que pode ser observado na Figura 12, e este por sua vez, nos retorna com a posição correta do ponto onde a base foi estacionada.

Figura 12: Sistema PPP - IBGE



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2020)

O IBGE utiliza para esse retorno uma série de estações espalhadas por todo o Brasil que coletam dados GNSS todos os dias, vinte e quatro horas por dia, ou seja, basta apenas que ele compare os dados coletados com os dados que seus sistemas coletaram no mesmo instante. Outro ponto interessante é que ele ainda é capaz de estimar o erro nos dados que fornece, o que permite uma correção e conseqüentemente uma precisão maior, algo em torno de centímetros a milímetros.

3.1.11 Etapas de um levantamento realizado com drones e GNSS

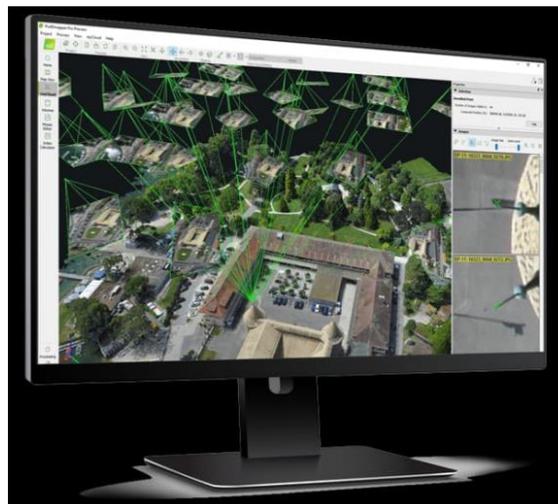
Para se realizar um levantamento de qualquer natureza com drones, existem passos a serem seguidos:

- a) regulamentação da aeronave e piloto;
- b) solicitação de acesso ao espaço aéreo;
- c) preparação do plano de voo;
- d) marcação de pontos de controle e levantamento GNSS;
- e) realização de voos;
- f) pós-processamento das imagens;
- g) geração de produtos.

A regulamentação da aeronave e do piloto deve ser feita apenas uma única vez, bastando que após o primeiro voo, a sequência de levantamento se inicie com a solicitação de acesso ao espaço aéreo.

Para o pós-processamento das imagens utilizam-se softwares como o Pix4Dmapper, que pode ser observado na Figura 13.

Figura 13: Interface do Pix4Dmapper



Fonte: Pix4D (2020)

Estes softwares permitem a realização de processos como:

- a) carregar as fotos;
- b) identificar pontos de controle;
- c) gerar modelos de terreno;
- d) entre outros.

Finalizado o pós-processamento das imagens, através dos insumos coletados se é capaz de gerar alguns produtos como, curvas de nível, modelos digitais do terreno ou da edificação analisada e até mesmo modelos tridimensionais.

Tratando-se da utilização de drones para as inspeções prediais faz-se necessária algumas adaptações nos passos descritos anteriormente, como por exemplo, o fato de que a marcação de pontos de controle e levantamento com GNSS é dispensável, ou seja, na inspeção deve-se analisar as imagens independentemente da precisão do equipamento utilizado.

Existe ainda o 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 30m e com uma altura superior a 5m do objeto de estudo, sem que seja necessário pedir autorização.

3.2 INSPEÇÃO PREDIAL

As técnicas de inspeção têm como finalidade a determinação de falhas, anomalias ou manifestações patológicas decorrentes do uso, da exposição às intempéries, enfim, independentemente da causa.

Estas manutenções podem ser classificadas como preventivas ou corretivas que foram mais bem detalhadas na seção 3.2.4 deste trabalho. Independentemente do tipo adotado, o propósito é o mesmo, identificar as anomalias e suas possíveis causas com o intuito de fornecer dados suficientes para posteriores reparos.

3.2.1 Definição de fachada

A fachada corresponde a todas as faces que delimitam uma edificação, ou seja, é a parte externa da edificação, podendo ser lateral, posterior ou frontal. Tem a função de proteger a construção contra os diversos agentes agressivos, além de assegurar aos usuários conforto acústico, térmico e segurança (CONSOLI, 2006).

As fachadas, segundo Costa (2014), são importantes por conta de sua característica de fazer a passagem entre o exterior e interior de uma construção, ademais contribuem com a conduta de uso da edificação, sob a ação de esforços e das circunstâncias do meio ambiente, ao longo de sua vida útil. Por vezes, nem todas as partes das fachadas atendem a performance

esperada, podendo atingir níveis críticos de degradação e ocasionar risco à segurança, à habitabilidade e desconforto aos usuários.

Cabe ressaltar que além de elemento estético que vem agregar valor ao imóvel, tem a função técnica de proteção das estruturas da edificação pelas ações das intempéries tendo que ser constantemente monitorada para que ofereça desempenho contínuo para o qual foi projetada.

3.2.2 Definição de desempenho

A definição de desempenho é expressa pela Norma ABNT NBR 15575: – Desempenho de Edificações Habitacionais, popularmente conhecida como Norma de desempenho. Esta Norma estabelece os requisitos mínimos a serem utilizados, para os diversos sistemas construtivos presentes numa edificação, com o objetivo de estabelecer critérios para as novas edificações, com base nas necessidades de seus usuários. (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2013)

Em outras palavras, desempenho, é a capacidade de atender as necessidades dos usuários da construção em relação a conforto, segurança, economia, e adequação ao uso. Sendo necessário para isso atender a diversas exigências estabelecidas por normas, a fim de se obter um desempenho satisfatório.

Assim, a avaliação do desempenho da fachada é a forma pela qual avalia-se a capacidade que cada elemento que a compõe tem em responder às funções para as quais foi projetado, durante o período de vida útil. Dessa forma gerando uma análise global da fachada.

3.2.3 Definição de vida útil

Na construção, a durabilidade de um elemento representa o período de tempo que o mesmo mantém características físicas que permitem responder às respectivas exigências de desempenho, sem atingir seus estados limite.

A vida útil (VU) das edificações de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (2013) representa,

o período de tempo em que um edifício e/ou seus sistemas se prestam às atividades para as quais foram projetados e construídos, com atendimento dos níveis de desempenho previstos nesta Norma, considerando a periodicidade e a correta execução dos processos de

manutenção especificados no respectivo Manual de Uso, Operação e Manutenção.

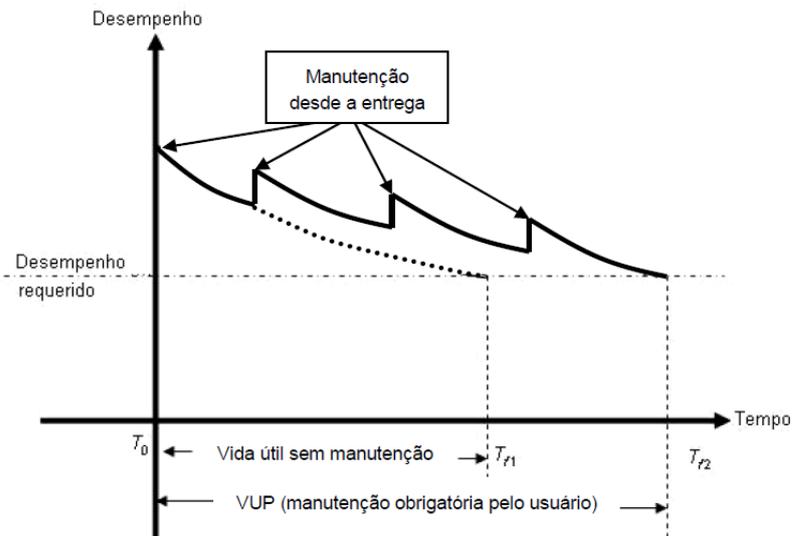
A Associação Brasileira de Normas Técnicas (2013) também define outro tipo de “vida útil”, que seria a vida útil para o qual determinado elemento construtivo foi projetado para ter. Esta é chamada Vida Útil de Projeto (VUP) e é definida como sendo,

o período estimado de tempo para o qual um sistema é projetado a fim de atender aos requisitos de desempenho estabelecidos nesta Norma, considerando o atendimento aos requisitos das normas aplicáveis, o estágio do conhecimento no momento do projeto e supondo o atendimento da periodicidade e correta execução dos processos de manutenção especificados no respectivo Manual de Uso, Operação e Manutenção.

O valor real da vida útil é relativo, e está diretamente relacionada com vida útil de projeto, com as características dos materiais utilizados na execução da obra, com o uso apropriado da edificação e com as condições de desempenho pré-estabelecidas, pois esses parâmetros de desempenho podem ser alterados de acordo com os padrões de conforto da época em que a edificação foi projetada e construída.

Na Figura 14 pode-se ver a importância da realização de manutenções, com o objetivo de aumentar o desempenho das edificações e, assim, prolongar sua vida útil.

Figura 14 – Desempenho ao longo do tempo



Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas (2012)

Como foi evidenciado nas definições de vida útil apresentadas, o uso do Manual de Uso, Operação e Manutenção é essencial para uma manutenção correta, uma vez que este reúne todas as informações necessárias para orientar as atividades de conservação, uso e manutenção da edificação.

3.2.4 Manutenção

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (2012), o termo manutenção pode ser descrito como um “(...) conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e de suas partes constituintes de atender as necessidades e segurança dos seus usuários”.

A manutenção deve ser considerada um processo tão importante quanto a própria construção da edificação para evitar o surgimento de patologias na edificação.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (2012) divide as manutenções em três tipos diferentes, sendo elas:

- a) manutenção rotineira, caracterizada por um fluxo constante de serviços, padronizados e cíclicos, por exemplo, limpeza geral e lavagem de áreas comuns;
- b) manutenção corretiva, caracterizada por serviços que demandam ação ou intervenção imediata a fim de permitir a continuidade do uso dos sistemas, elementos ou componentes das edificações, ou evitar graves riscos a edificação e seus usuários;
- c) manutenção preventiva, caracterizada por serviços cuja realização seja programada com antecedência, priorizando as solicitações dos usuários, visando antecipar-se ao surgimento de defeitos.

3.2.5 Etapas da inspeção predial

As etapas da inspeção predial são descritas conforme Norma de inspeções prediais do Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo - IBAPE/SP (2012):

- a) determinação do nível de inspeção;
- b) verificação e análise da documentação;
- c) obtenção de informações dos usuários, responsáveis, proprietários e gestores das edificações;
- d) vistoria dos tópicos constantes na listagem de verificação;
- e) classificação das anomalias e falhas constatadas nos itens vistoriados, e das não conformidades com a documentação examinada;
- f) classificação e análise das anomalias e falhas quanto ao grau de risco;
- g) definição de prioridade;
- h) recomendações técnicas;
- i) avaliação da manutenção e uso;

- j) recomendações gerais e de sustentabilidade;
- k) tópicos essenciais do laudo;
- l) responsabilidades.

3.2.6 Determinação do nível de inspeção

As inspeções prediais são classificadas em três níveis, de acordo com a complexidade de elaboração do seu laudo técnico, onde são consideradas as características técnicas da edificação, manutenção e operação existentes e necessidade de formação de equipe multidisciplinar para as vistorias.

A classificação da inspeção é realizada pelo inspetor predial, após análises das características da edificação e de acordo com a finalidade dela, em níveis, que são descritos como:

- a) nível 1: realizada em edificações com baixa complexidade técnica, de manutenção e de operação de seus elementos e sistemas construtivos. Normalmente empregada em edificações com planos de manutenção muito simples ou inexistentes. A Inspeção Predial nesse nível é elaborada por profissionais habilitados em uma especialidade;
- b) nível 2: realizada em edificações com média complexidade técnica, de manutenção e de operação de seus elementos e sistemas construtivos. Normalmente empregada em edificações com vários pavimentos, com ou sem plano de manutenção. A Inspeção Predial nesse nível é elaborada por profissionais habilitados em uma ou mais especialidades;
- c) nível 3: realizada em edificações com alta complexidade técnica, de manutenção e operação de seus elementos e sistemas construtivos. Normalmente empregada em edificações com vários pavimentos ou com sistemas construtivos com automação. Este nível de inspeção predial, é obrigatoriamente executado na edificação com base na ABNT NBR 5674.

3.2.7 Verificação e análise da documentação

Uma vez definido o nível da inspeção é necessário analisar a documentação para definir a necessidade de profissionais de diferentes áreas para a inspeção.

A documentação obrigatória para a inspeção segundo o Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (2012) é dividida em três tipologias, as administrativas, as técnicas e as de manutenção e operação.

3.2.7.1 Documentação administrativa

As documentações são:

- a) instituição, especificação, regimento interno e convenção de condomínio;
- b) alvará de construção;
- c) auto de conclusão;
- d) Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU);
- e) programa de prevenção de riscos ambientais (PPRA);
- f) alvará do corpo de bombeiros;
- g) ata de instalação do condomínio;
- h) alvará de funcionamento;
- i) certificado de manutenção do sistema de segurança;
- j) certificado de treinamento de brigada de incêndio;
- k) licença de funcionamento da prefeitura;
- l) licença de funcionamento do órgão ambiental estadual;
- m) cadastro no sistema de limpeza urbana;
- n) comprovante da destinação de resíduos sólidos;
- o) relatório de danos ambientais;
- p) licença da vigilância sanitária;
- q) contas de consumo de energia elétrica, água e gás;
- r) PCMSO – programa de controle médico de saúde ocupacional;
- s) certificado de acessibilidade.

3.2.7.2 Documentação técnica

As documentações técnicas previstas pelo Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (2012) são:

- a) memorial descritivo dos sistemas construtivos;
- b) projeto executivo;
- c) projeto de estruturas;

- d) projeto de instalações prediais;
- e) projeto de impermeabilização;
- f) projeto de revestimentos;
- g) projeto de paisagismo;

3.2.7.3 Documentação de manutenção e operação

As documentações de manutenção e operação necessárias são (INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA, 2012):

- a) manual de uso, operação e manutenção (manual do proprietário);
- b) plano de manutenção e operação e controle (PMOC);
- c) selos dos extintores;
- d) relatório de inspeção anual de elevadores (RIA);
- e) atestado do sistema de proteção a descarga atmosférica – SPDA;
- f) certificado de limpeza e desinfecção dos reservatórios;
- g) relatório das análises físico-químicas de potabilidade da água dos reservatórios e da rede;
- h) certificado de ensaios de pressurização em mangueiras;
- i) laudos de inspeção predial anteriores;
- j) certificado de ensaios de pressurização em cilindro de extintores;
- k) relatório do acompanhamento de rotina da manutenção geral;
- l) relatórios dos acompanhamentos das manutenções dos sistemas específicos;
- m) relatórios de ensaios da água gelada e de condensação;
- n) certificado de teste de estanqueidade do sistema de gás;
- o) relatórios de ensaios preditivos, tais como: termografia, vibrações mecânicas;
- p) cadastro de equipamentos e máquinas.

3.2.8 Informações necessárias para a composição do laudo

Para a composição do laudo de vistoria, é necessário obter informações através de questionários ou entrevistas junto aos usuários responsáveis pela edificação como síndicos, gestores prediais e empresas especializadas em gestão condominial, principalmente no caso de modificações e reformas na edificação original.

3.2.9 Vistoria dos tópicos constantes na listagem de verificação

Conjunto de tópicos a serem vistoriados, considerado o número mínimo de itens abordados em uma inspeção, de forma a se ter amplo conhecimento dos sistemas e subsistemas construtivos que serão avaliados.

3.2.10 Classificação das anomalias e falhas constatadas nos itens vistoriados e das não conformidades com a documentação examinada

As anomalias e falhas compõem não conformidades que impactam na perda de desempenho da edificação. Essas não conformidades podem estar relacionadas a desvios técnicos e de qualidade da construção ou manutenção da edificação.

As anomalias podem ser classificadas em (INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA, 2012):

- a) endógena: proveniente da própria edificação (erros de projeto, qualidade dos materiais e erros de execução);
- b) exógena: proveniente de fatores externos a edificação;
- c) natural: proveniente de fenômenos da natureza;
- d) funcional: proveniente da degradação de sistemas construtivos pelo envelhecimento natural e, conseqüente, término da vida útil.

Já as falhas podem ser classificadas em (INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA, 2012):

- a) falhas de planejamento: decorrentes de erros nos procedimentos do plano de manutenção, falta de confiabilidade no projeto, questões técnicas, entre outros;
- b) falhas de execução: associados a própria execução inadequada de procedimentos, manutenções e materiais da obra.;
- c) falhas operacionais: relativas ao controle inadequado de atividades pertinentes durante a execução da obra;
- d) falhas gerenciais: provenientes da falta de controle de qualidade das manutenções e acompanhamento de custos.

3.2.11 Classificação e análise das anomalias e falhas quanto ao grau de risco

A classificação quanto ao grau de risco é feita com base no risco oferecido aos usuários, ao meio ambiente e ao patrimônio. E divide-se em três tipos (INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA, 2012):

- a) crítico: está gerando risco contra saúde e segurança de seus usuários e do meio ambiente;
- b) médio: está gerando risco de perda parcial de desempenho e funcionalidade, porém sem prejuízo aos usuários ou ao meio ambiente;
- c) mínimo: podem causar apenas pequenos prejuízos à estética ou ao planejamento, com baixa ameaça à saúde e segurança dos usuários ou ao valor do imóvel.

3.2.12 Definição de prioridade

A Norma de Inspeção Predial Nacional do Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (2012) recomenda a utilização de metodologias técnicas apropriadas como, por exemplo, a GUT (ferramenta de “gerenciamento de risco” através da metodologia de Gravidade, Urgência e Tendência), que tem sua matriz simplificada na Tabela 3.

Tabela 3: Matriz GUT

Grau	Gravidade	Peso
Total	Perdas de vidas humanas, do meio ambiente ou do próprio edifício	5
Alta	Ferimentos em pessoas, danos ao meio ambiente ou ao edifício	4
Média	Desconfortos, deterioração do meio ambiente ou do edifício	3
Baixa	Pequenos incômodos ou pequenos prejuízos financeiros	2
Nenhuma	-	1
Grau	Urgência	Peso
Total	Evento em ocorrência	5
Alta	Evento prestes a ocorrer	4
Média	Evento prognosticado para breve	3
Baixa	Evento prognosticado para adiante	2
Nenhuma	Evento imprevisto	1
Grau	Tendência	Peso
Total	Evolução imediata	5
Alta	Evolução em curto prazo	4
Média	Evolução em médio prazo	3
Baixa	Evolução em longo prazo	2
Nenhuma	Não vai evoluir	1

Fonte: Gomide (2008).

3.2.13 Recomendações técnicas

As recomendações técnicas constatadas na inspeção predial devem ser apresentadas de forma simplificada possibilitando ao gestor, síndico ou proprietário a fácil compreensão dos assuntos, é recomendado indicar a leitura de manuais, ilustrações e normas pertinentes.

3.2.14 Avaliação da manutenção e uso

Deve ser feita uma avaliação do estado de manutenção e condição de uso da edificação, sendo necessário fazer uma análise detalhada no plano de manutenção de cada sistema, comparando dados de projeto com aqueles executados em obra.

Para esta avaliação, devem ser observados os aspectos ditados pela norma NBR 5674.

Por fim, deve-se classificar a condição de uso da edificação em Uso Regular ou Uso Irregular, de acordo com os parâmetros estabelecidos.

3.2.15 Recomendações gerais e de sustentabilidade

Considerando o conceito de Sustentabilidade, que abrange aspectos como a preservação do meio ambiente, do conforto e segurança de usuários, o uso racional de recursos naturais, recomenda-se indicar todos os recursos da edificação que possam favorecer a sustentabilidade.

3.2.16 Tópicos essenciais do laudo

De acordo com a Norma de Inspeção Predial Nacional do Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (2012) os tópicos essenciais para o laudo são:

- a) identificação do responsável pela edificação;
- b) data da inspeção;
- c) descrição técnica contendo localização, idade e sistemas componentes;
- d) nível da inspeção predial;
- e) documentação analisada;
- f) critério e método da inspeção predial;
- g) lista de verificação dos equipamentos e sistemas construtivos vistoriados;
- h) classificação e análise das anomalias e falhas quando detectadas;
- i) prioridades para as medidas saneadoras;
- j) avaliação do estado de conservação da edificação;
- k) avaliação da estabilidade e segurança;
- l) recomendações técnicas e de sustentabilidade;
- m) relatório fotográfico;
- n) recomendação dos prazos;
- o) data do laudo;

- p) assinatura dos profissionais responsáveis acompanhado do nº do CREA;
- q) anotação de responsabilidade técnica (ART) e/ou registro de responsabilidade técnica (RRT).

3.2.17 Responsabilidades

O profissional contratado para realizar a inspeção é responsável apenas pelo nível de inspeção para o qual foi contratado. Ele está dispensado de qualquer responsabilidade técnica quando as observações e orientações existentes no Laudo de Inspeção Predial não forem pertinentes a sua área de atuação.

De acordo com a Norma de Inspeção Predial Nacional do Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (2012) “O profissional exime-se de qualquer responsabilidade técnica, sobre a análise de elementos, componentes, subsistemas e locais onde não foi possível executar a Inspeção Predial”.

3.2.18 Manifestações patológicas e suas causas

Oriundo do grego, a palavra patologia é a especialidade que estuda as doenças e alterações que estas provocam. Analogamente na construção civil, a patologia das construções é o estudo de falhas ou de defeitos que comprometem uma ou mais funções do edifício, ou todo o seu conjunto.

As manifestações patológicas são expressões resultantes de um mecanismo de degradação e 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)

Tratando-se dos principais problemas relacionados à construção civil, Verçoza (1991, *apud* Freitas e França, 2008) estima que “40% referem-se ao projeto; 28% referem-se à execução; 18% referem-se aos materiais utilizados; 10% referem-se ao mau uso; 4% referem-se ao mau planejamento.”. A partir de tal afirmação nota-se que cada etapa do processo construtivo é importante, entretanto, a falta de treinamento e qualificação da mão de obra, o mau acondicionamento de materiais e a precariedade dos equipamentos têm contribuído para o surgimento de doenças nas edificações.

3.2.18.1 Origem das patologias

As manifestações patológicas apenas se apresentam após o início da execução do projeto e com relação a elas é possível afirmar que quanto mais cedo forem feitas as correções, mais duráveis e efetivos serão seus resultados bem como, mais fácil e barato será a aplicação da solução. Com relação ao custo, Oliveira (2013) afirma que,

toda medida extra-projeto, tomada durante a execução, incluindo nesse período a obra recém-construída, implica num custo 5 (cinco) vezes superior ao custo que teria sido acarretado se esta medida tivesse sido tomada a nível de projeto, para obter-se o mesmo "grau" de proteção e durabilidade da estrutura.

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 as mais variadas temperaturas, a ação de ventos e das chuvas, por exemplo. Esses processos naturais interferem diretamente no sistema construtivo, em especial nas fachadas destes edifícios dado que estas, por sua vez, estão localizadas em seu exterior.

As fachadas contribuem diretamente para a estética dos edifícios, todavia, a forma como esta é revestida impacta no bom desempenho das vedações, isolamento térmico-acústico, preservação de infiltrações, melhoria na durabilidade e por fim, protegem a edificação. Dada a importância das fachadas é importante que toda e qualquer manifestação patológica seja identificada e sanada o mais breve possível.

3.2.18.2 Classificação

As manifestações patológicas podem ser classificadas segundo sua origem, como apontado por Roscoe (2008), em:

- a) congênitas: decorrentes da concepção do projeto arquitetônico, do projeto estrutural ou ainda provenientes de engano de projeto ou descumprimento das normas por parte dos executores e tecnologias;
- b) construtivas: consequente do uso de materiais impróprios ou com características diferentes das especificadas no projeto, ou adoção de métodos de execução e de equipamentos inadequados;
- c) acidentais: resultante de excesso de carregamentos, acarretando solicitações não previstas ou acidentes estruturais.

- d) adquiridas: derivadas das ações de agentes externos à edificação, ou ainda do uso inadequado da estrutura.

3.2.18.3 Principais manifestações patológicas

As manifestações patológicas nas fachadas apresentam-se nas mais variadas formas. A seguir, serão apresentados os principais sintomas identificados nos revestimentos das edificações (FREITAS E FRANÇA, 2008):

- a) eflorescência é o aparecimento de manchas de umidade ou pó branco acumulado na superfície, como pode ser observado na Figura 15. Tem como prováveis causas a porosidade excessiva, a presença de água em abundância e a cal livre presente no cimento. Ocorre com a combinação da água presente no ambiente com a cal livre do cimento hidratado e sua posterior saída do interior do concreto.

Figura 15: Eflorescência



Fonte: Pointer (2018)

- b) bolor consiste em manchas esverdeadas ou escuras, como pode ser verificado na Figura 16. Além da separação do revestimento, ocorrem por conta da umidade excessiva ou falta de exposição ao sol.

Figura 16: Bolor



Fonte: Freitas e França (2008)

- 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 17. Sua causa é dada pela hidratação tardia do óxido de magnésio de cal.

Figura 17: 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 18, no concreto ou nas alvenarias.

Figura 18: Fissuras, trincas e rachaduras



Fonte: Neves (2019)

- e) deslocamento do cobrimento, identificado na Figura 19, é causado pela fissuração do concreto ou a ação de agentes agressivos, - tais como, gás carbônico, cloro e sulfatos -, o que gera a corrosão da armadura, resultando na expansão do ferro com o oxigênio e água.

Figura 19: Deslocamento do cobrimento



Fonte: Sachs (2015)

- f) esfarelamento, que pode ser observado na Figura 20, é causado pelo excesso de água de amassamento ou falta de cura que geram exsudação.

Figura 20: Esfarelamento



Fonte: Rase Engenharia (2016)

- g) deslocamento de pisos, semelhantemente ao esfarelamento, ocorre por conta do excesso de água de amassamento ou falta de cura que geram exsudação, como pode ser verificado na Figura 21.

Figura 21: Deslocamento de pisos



Fonte: Fórum da Construção (2020)

3.2.19 Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento

Publicada em maio de 2020, pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) a NBR 16747:2020 - Inspeção predial - Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento, é resultado do trabalho desenvolvido pela Comissão de Estudo de Inspeção Predial do Comitê Brasileiro da Construção Civil (ABNT/CB-002), que se iniciou em meados de 2013 (SÍNDICONET, 2020).

A necessidade de se uniformizar a metodologia surgiu após a aprovação de diversos textos legislativos por todo o território nacional determinando a obrigatoriedade da inspeção predial nas edificações (SÍNDICONET, 2020) e é evidenciada pelo trecho inicial da Norma Brasileira 16747 (2020),

a atividade de inspeção predial estabelecida nesta Norma tem por objetivo constatar o estado de conservação e funcionamento da edificação, seus sistemas e subsistemas, de forma a permitir um acompanhamento sistêmico do comportamento em uso ao longo da vida útil, para que sejam mantidas as condições mínimas necessárias à segurança, habitabilidade e durabilidade da edificação. Trata-se, portanto, de trabalho com finalidade de instruir a gestão de uso, operação e manutenção da edificação, sendo certo que não se presta ao objetivo de instruir ações judiciais para asserção de responsabilidades por eventuais irregularidades construtivas.

A Norma Brasileira 16747 (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.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia escolhida baseou-se em estudos de casos reais junto a empresas especializadas em inspeção de fachadas e prospecção de patologias, permitindo assim aferir resultados efetivos de campo, metodologias e norma de execução e emissão de relatórios, dificuldades na operacionalização, apresentação de resultados e elaboração de propostas para correção.

Através de contato telefônico e da troca de e-mails, foi efetuada a primeira abordagem às empresas de inspeção predial, as quais utiliza o método tradicional, RPAs ou ambos na execução de seus trabalhos.

Realizado o primeiro contato e apresentado o objetivo do presente trabalho acadêmico, foi promovido o encaminhamento de questionário junto às empresas que disponibilizaram equipes técnicas para resposta ao mesmo, APÊNDICE A, entrevistas a fim de melhor compreensão da metodologia e o fluxo do processo de inspeção de fachadas.

Concluídas as etapas de entrevista e pesquisa em campo devidamente autorizada pela empresa participante, foi efetuada a comparação direta dos dados coletados em nossa investigação com as teorias apresentadas neste trabalho, objetivando a criação de cenários de forma a demonstrar a aplicação prática dos métodos de inspeção com rapel e drones, além de permitir a análise do desempenho de ambos no processo de inspeção predial com a finalidade de compará-los qualitativamente quanto aos 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.
- e) **vantagens e desvantagens:** a partir do levantamento e diagnóstico obtidos nos itens anteriores, viabilizou-se a possibilidade de identificação das vantagens e desvantagens de ambos os métodos quando utilizados para o processo de vistoria predial.

5 ESTUDO DE CASO: ANÁLISE EXPLORATÓRIA DESCRITIVA

Buscou-se através do presente estudo de caso, por meio da obtenção e tratamento das informações obtidas junto a empresas e profissionais da área de inspeção predial, elaborar um estudo comparativo entre as metodologias utilizadas no mercado : o tradicional alpinismo industrial e as novas tecnologias com utilização de drones, quando utilizados para a inspeção de fachadas com objetivos diversos.

5.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Mesmo com todas as dificuldades geradas pela recente pandemia, buscamos a elaboração de um trabalho acadêmico através de um estudo de caso que objetivou esclarecer as dúvidas sobre as vantagens dos diferentes métodos utilizados para inspeções técnicas em fachadas construtivas.

Através de uma pesquisa baseada nos principais conceitos de engenharia e tecnologia, foi estruturada uma abordagem através de entrevistas e questionários efetuados por meios telefônicos e digitais junto a empresas especializadas no segmento do estudo e profissionais com notório saber. Constituindo um corpo de dados passíveis de inferir comparativos e apresentar respostas aos questionamentos.

Ao buscar como meio de pesquisa a interlocução junto a empresas que operam nas metodologias tradicionais (alpinismo industrial) e metodologias recentes com utilização de drones, buscou-se solidificar a relevância do trabalho em explicar vantagens, riscos, eficiência operacional e valoração de cada trabalho como fonte decisória na escolha do melhor método quando da necessidade de contratação dos mesmos.

5.2 QUESTÕES DE PESQUISA

A partir dos objetivos específicos deste trabalho, transcritos a seguir, foi iniciado o processo de construção do questionário:

- a) identificar a mão de obra envolvida no processo de inspeção de fachadas quando realizada através de drones;
- b) investigar o custo da utilização dos drones no processo de inspeção de fachadas;
- c) analisar o tempo necessário para a realização da inspeção de fachadas utilizando os drones como ferramenta;

- d) averiguar a precisão dos drones na identificação das manifestações patológicas em fachadas, durante o processo de inspeção predial;
- e) identificar as vantagens e desvantagens da realização da inspeção predial utilizando tanto o alpinismo industrial, quanto o drone, traçando assim uma análise comparativa entre ambos os métodos.

Para facilitar a compreensão e apoiar o processo comparativo, foram fixados e considerados parâmetros específicos pelos sujeitos de pesquisa durante a construção das respostas do questionário, como por exemplo a descrição construtiva do edifício, onde definiu-se o número de pavimentos e volumetria (perímetro e altura). O questionário, apresentado no APÊNDICE A, foi composto por 10 questões objetivas e foi compartilhado via e-mail para algumas empresas do ramo de inspeção predial.

5.3 SELEÇÃO DOS PARTICIPANTES

Baseado nos objetivos traçados para este estudo de caso, elencou-se os potenciais participantes através do site das próprias empresas de inspeção de fachadas e indicação de outros profissionais que já tiveram contato ou utilizaram-se dos serviços das mesmas. Além da notória especialização, referências de mercado e estrutura de profissionais com excelência na área de inspeção, o método utilizado para tal, foi a condição que norteou a busca pelos candidatos ideais.

Após diversas consultas, foi decidido elaboração de contatos iniciais e individuais junto às empresas potenciais, através de contato telefônico junto às áreas técnicas e comerciais. Não logrou-se êxito junto a totalidade das empresas inferidas, seja por conta de políticas internas das mesmas em não fornecer informações de qualquer natureza à terceiros e não clientes, proibição normativa ou falta de uma área de relacionamento com instituições de ensino. A análise de dados, prossegui através das informações obtidas junto a 4 das 12 empresas contatadas, sendo elas:

- a) Detecta Engenharia Ltda (Inspeção com Drone a Alpinismo Industrial);
- b) Genitus Engenharia, Perícias e Consultoria Ltda (Inspeção com Drones e Alpinismo Industrial);
- c) Hangar Engenharia e Perícias - Inspeção Predial e Laudo de Engenharia Civil (Alpinismo Industrial);
- d) Terka Engenharia Ltda (Inspeção com Drones).

As empresas que não responderam integralmente os questionários, forneceram informações completas e valiosas para o desenvolvimento do trabalho acadêmico.

5.4 PROCEDIMENTO DE COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Com caráter exploratório descritivo, ou seja, além de buscar compreender o objeto de estudo – drones e alpinismo industrial quando utilizados como método para a inspeção de fachadas -, buscou-se também, descrever, analisar e verificar a relação dos métodos com o sucesso da detecção de patologias em fachadas.

De forma inicial, manteve-se contato através dos telefones disponibilizados pelos sites das empresas elencadas como potenciais participantes, objetivando assim a realização de uma entrevista prévia para identificar a disponibilidade das mesmas no atendimento de estudantes de Engenharia para fornecimento de informações técnicas e comerciais.

Além da compreensão dos métodos utilizados na prestação dos seus serviços, buscou-se extrair a visão técnica e empresarial quanto a metodologia utilizada nas suas atividades, focada numa abordagem relacionada às vantagens e limitações percebidas pelos profissionais contatados.

Em sequência, formulou-se o questionário de pesquisa com o intuito de coletar de forma qualitativa informações mais objetivas e focadas sobre o tema, permitindo um volume de dados suficientes para uma análise comparativa.

Após efetivação dos contatos, foram encaminhados e-mails contendo uma apresentação prévia do objetivo do estudo acadêmico e conjuntamente o questionário a ser respondido com a informação prévia do tempo estimado na resposta.

Concluída a etapa anteriormente descrita, efetuou-se novo contato telefônico para sensibilizar as empresas quanto a necessidade da devolutiva.

Como resposta, foi recebido o retorno do questionário das empresas Detecta Engenharia Ltda e Terka Engenharia Ltda, apresentados nos APÊNDICES B e C, respectivamente.

Os dados coletados através da entrevista juntamente com o questionário, foram objeto de análise de forma descritiva, uma vez tratar-se de técnica expansiva comparativamente à outras, além do exposto, este tipo de análise contribuiu de forma neutra na formação de uma visão ampla sobre o objeto de estudo e foi de valor significativa na construção de um comparativo entre os métodos de inspeção com drone e alpinismo industrial.

5.5 PROCEDIMENTO DE VALIDAÇÃO

Um instrumento de pesquisa deve ser avaliado quanto à sua precisão e à sua aplicabilidade, o que envolve a determinação da confiabilidade, validade e possibilidade de generalização da escala. A avaliação da confiabilidade compreende a confiabilidade no teste-reteste, a confiabilidade em formas alternativas e a confiabilidade na consistência interna. Já a validade pode ser avaliada mediante a validade do conteúdo, a validade do critério e a validade de construto (MALHOTRA et al., 2005, p.262).

Na elaboração do estudo, desde a construção do contexto na abordagem dos profissionais que foram entrevistados quanto na construção do conteúdo da pesquisa, buscou-se a máxima assertividade no que tange ao conteúdo objeto de estudo e também na forma de interlocução de modo a mitigar o risco de subjetividade das partes no processo.

Trabalhou-se de forma aprofundada quanto as informações obtidas, onde a utilização da análise comparativa direta dos dados, indicando um índice baixo quanto a existência de influência interna e externa em relação ao tratamento por inferência estatística.

Dessa forma entendeu-se que o estudo foi validado quanto aos procedimentos adotados.

5.6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os contatos foram iniciados junto as empresas Hangar Engenharia e Perícias e Genitus Engenharia, Perícias e Consultoria Ltda., as quais disponibilizaram as informações necessárias ao estudo, sendo que as demais apresentaram informações mais restritas em função das políticas internas das empresas.

Nessa etapa, 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. No que tange ao processo de entrevista junto as empresas Detecta Engenharia Ltda e Terka Engenharia Ltda, diferentemente das empresas anteriores descritas, a receptividade mostrou-se menos efetiva, fazendo com que o processo de obtenção de informações ocorresse de forma mais rápida, porém objetivo e direcionado na obtenção dos quesitos necessários. Para extração de mais informações, reforçou-se naquele momento a necessidade de colaboração dos mesmos na resposta aos questionários que foram encaminhados via e-mail. Reforçou-se a certeza de que o roteiro adotado e formulação das perguntas efetuadas no processo de entrevista e construção de questionário, foram assertivos e

relevantes aos entrevistados, incorrendo dessa forma num grande volume de informações necessárias ao estudo.

Concluídas as entrevistas através dos contatos telefônicos, prosseguiu-se o envio via e-mail, dos questionários cujo encaminhamento já fora previamente negociado junto as empresas, onde foi reforçado no título dos mesmos a importância do preenchimento e devolução para esse estudo acadêmico.

Responderam ao questionário duas empresas, Detecta Engenharia e Terka Engenharia, entretanto, todas as empresas que disponibilizaram seus profissionais para o processo de entrevista, forneceram informações extremamente relevantes para a condução deste estudo de caso.

Anteriormente ao tratamento e análise dos dados, formularam-se as seguintes hipóteses:

- a) o tipo de revestimento da fachada contribui para a qualidade da inspeção da fachada independentemente do método utilizado;
- b) os drones são de fato um método mais ágil para a detecção de patologia de fachadas;
- c) o trabalho do alpinista não pode ser totalmente substituído pelo dos drones;
- d) os drones oferecem uma inspeção mais barata em relação ao mesmo tipo de trabalho quando realizado por alpinistas industriais.

5.6.1 Revestimento das fachadas x Método utilizado

Através das respostas dos questionários, as empresas, Detecta Engenharia e Terka Engenharia, concordam que os drones são eficazes para a detecção de patologias em fachadas revestidas por elementos de madeira, concreto e concreto com aplicação de pintura.

Diferentemente da Terka Engenharia que afirma que a utilização do método com uso de drones são efetivos para a detecção de patologias em fachadas com revestimentos cerâmicos, as empresas Detecta Engenharia, Hangar Engenharia e Genitus Engenharia, afirmam que para fachadas com essa tipologia de revestimento a utilização de drones não é a mais assertiva.

Com relação ao trabalho efetuado com o método de alpinistas, a Detecta Engenharia afirma que para fachadas de concreto e concreto com tinta, não existe a necessidade do trabalho dos mesmos e para a identificação de patologias em revestimentos de pedra, o método de alpinistas não é o mais eficaz. A empresa entende ainda que o método de alpinistas, mostra-se mais efetivo para inspeção em fachadas revestidas de tijolos expostos, madeira, porcelanato e elementos cerâmicos. Especificamente em relação as fachadas cerâmicas, a Genitus Engenharia concorda que o alpinismo industrial é o método mais eficiente para a localização de patologias

neste tipo de revestimento, já identificando e efetuando a marcação no ato da inspeção das áreas afetadas para correção posterior.

A Genitus Engenharia, concluiu sua entrevista afirmando que os diversos tipos de revestimentos e seus comportamentos junto às intempéries, contribuem para o fracasso ou sucesso da inspeção.

5.6.2 Agilidade dos métodos

Outro aspecto bastante explorado nas entrevistas, exigindo a inclusão de uma pergunta bastante específica abordada em nossos contatos e que ganhou uma pergunta específica em nosso questionário no que se refere a agilidade dos métodos.

No sentido de auxiliar a compreensão e construção de análise, a empresa Hangar Engenharia exemplificou um caso de uma edificação com as seguintes características: um prédio de 26 andares, com 80 metros de perímetro, que de fato foi vistoriado pela empresa, onde cada uma das 3 pessoas alocadas para este trabalho demorou em média 2 horas para realizar a descida utilizando o rapel, cobrindo uma faixa de 2 metros na horizontal ao longo de toda a descida. Com base nessas informações é possível aferir que demorou-se em média 27 horas para a conclusão da inspeção. Se for levado em consideração a carga horária de trabalho padrão de 8 horas diárias para um profissional que trabalha com rapel, pode-se concluir que foram necessários 4 dias de trabalho.

Já a Detecta Engenharia que tem afinidade e ampla experiência com ambos os métodos, informou que para o método tradicional do alpinismo industrial, considerando um edifício de 10 andares e 50 metros de perímetro, utilizando-se também de 3 alpinistas para o serviço, a vistoria seria finalizada em 3 dias. Para o mesmo imóvel utilizando-se o método com uso de um drone e mão de obra de apenas um técnico operador, seriam necessárias apenas 3 horas para a conclusão do trabalho de inspeção.

Por fim, a empresa Terka Engenharia, na mesma condição para uma edificação com as mesmas características inferidas junto a empresa Detecta Engenharia, ou seja, um prédio com 10 andares e 50 metros de perímetro, utilizando-se de apenas 1 técnico, ratificou o prazo de conclusão da vistoria em apenas 3 horas.

Os prazos informados na realização de inspeções com uso do método de alpinismo e drones, referem-se exclusivamente ao tempo decorrido na etapa levantamento da inspeção de fachadas, sendo a análise, tratamento dos dados e elaboração de laudos, relatórios ou minutas, diferem em função da complexidade da patologia ou tipo de apresentação de cada empresa.

5.6.3 Custo-benefício

No que tange aos valores dos serviços, todas as empresas destacaram que a formulação de um orçamento depende de uma vistoria prévia ao local, onde além do tipo de edificação, deve-se considerar as condições de acesso e horário de trabalho. Porém, ainda considerando uma estrutura de 10 andares e 50 metros de perímetro, a Detecta engenharia não pôde fornecer valores reais, mas, apresentou uma relação, em que o custo do trabalho dos alpinistas é de fato três vezes maior em relação ao efetuado por drones. Considerando a informação fornecida pela Terka Engenharia, onde a inspeção realizada por drones custa um valor médio de R\$ 8.000,00, para esta mesma estrutura, é possível estimar que o trabalho dos alpinistas custaria por volta de R\$ 24.000,00.

5.6.4 Manifestações patológicas x Método utilizado

De acordo com a empresa Genitus Engenharia, os drones são incapazes de identificar o deslocamento de revestimentos cerâmicos ou porcelanatos em fachadas, pela impossibilidade de avaliação das condições dos substratos.

A Detecta Engenharia por sua vez afirma que o deslocamento de pisos não faz parte da análise, mas, que tanto os drones quanto o rapel são métodos suficientes para a identificação de outras manifestações patológicas tais como:

- a) eflorescência;
- b) bolor;
- c) vesículas;
- d) fissuras;
- e) trincas;
- f) rachaduras;
- g) deslocamento do cobrimento;
- h) esfarelamento;

A empresa Detecta Engenharia, acrescenta que para a identificação de fissuras, trincas, rachaduras e deslocamento de cobrimento os drones apresentam qualidade superior.

A Terka, não ofereceu resposta a esse item do questionário.

5.6.5 Demais informações

Nas entrevistas através dos contatos telefônicos, extraiu-se ainda a informação de que a Hangar Engenharia, após realizar a inspeção predial utilizando alpinistas, complementa seu trabalho utilizando câmeras termográficas de longo alcance acopladas a Drones, e acrescentou a informação sobre sua percepção que em pontos como telhados, os drones não são o método mais interessante, já que estes locais tendem a possuir obstruções.

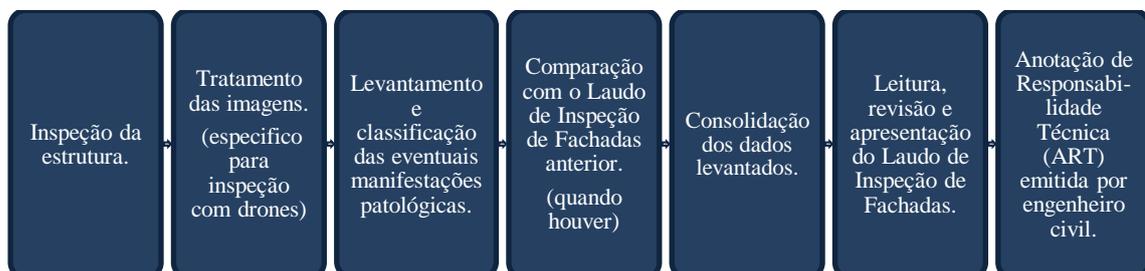
No que se refere a finalidade da edificação, Terka Engenharia e Detecta Engenharia, concordam que independente do uso do edifício ser classificado como residencial ou comercial, não existe nenhum tipo de impacto na realização da inspeção de fachadas, uma vez que as normas construtivas não levam exclusivamente em consideração o uso das edificações.

Com relação a pontos limitantes a empresa Detecta elencou a dificuldade de aprovações de acesso, a necessidade de chumbar chapeletas de aproximação, empenas cegas (face externa sem abertura à iluminação, à ventilação e à insolação de uma edificação), e ausência de ancoragem em prédios antigos (prejuízo específico ao método dos alpinistas), como sendo elementos que geram impactos às condições de trabalho de inspeção.

Com relação ao uso de drones, a empresa Detecta informou que a proximidade com edifícios circunvizinhos, árvores e outros obstáculos, bem como estar inserido em zonas de autorização restritas de voo (interferências de voo de aeronaves), podem dificultar ou até mesmo impedir o trabalho de vistoria quando realizado através deste método. Já a empresa Terka Engenharia informou que quando os condomínios são constituídos por 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.

Com base nas informações prestadas e analisadas, pode-se também compreender o fluxo do processo de inspeção de forma macro, que pode ser observado na Figura 22.

Figura 22 – Macro fluxo do processo de inspeção de fachadas



Fonte: Próprio autor (2020)

5.6.6 Discussão dos resultados

Com base nos resultados apresentados nos itens anteriores e as hipóteses iniciais levantadas, pode-se concluir que de forma efetiva a tipologia do revestimento das fachadas pode impactar na qualidade da inspeção, dependendo do método utilizado e neste sentido nenhum dos métodos se mostra superior.

Com relação a detecção de manifestações patológicas, não existem diferenças relevantes entre os métodos, excetuando-se o deslocamento de revestimentos cerâmicos que obrigatoriamente exige o contato mecânico no processo de inspeção.

Dada a condição de que a maioria das empresas contatadas apontam como limitante o revestimento cerâmico para os drones, em alguns casos, também torna-se difícil a inspeção por rapel, quando existirem condições limitadas e/ou inviáveis de acesso para ambos os métodos, mas sem dúvidas o método ideal para inspeção em revestimentos cerâmicos é o alpinismo industrial.

Mostrou-se definitiva a superioridade do drone em relação ao rapel quando avalia-se o custo-benefício já que este, é mais ágil e requer um número menor de mão de obra ainda que especializada 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 onerosa em relação a uma mesma inspeção realizada através de alpinismo industrial.

Pontos como obstáculos e permissões de voo podem de fato inviabilizar o exercício dos drones, já para o alpinismo industrial salva raras exceções, embora existam dificuldades, não existem grandes obstáculos que possam impedir o trabalho dos técnicos alpinistas. Sob essa ótica, pode-se avaliar que o alpinismo apresenta superioridade operacional em relação ao drone, mas, se sob os aspectos de segurança do trabalho e riscos à pessoas, significa que independente do grau de dificuldade, da altura da estrutura, ou dos riscos, a ocorrência de acidentes com o drone são menores e menos impactantes em relação ao alpinismo. A queda de um drone num trabalho bem planejado em relação a isolamento de áreas e projeção de ângulo de quedas, significa apenas a substituição de um equipamento.

É importante salientar que todas as empresas contatadas deixam claro que são respeitadas todas as normas na execução dos serviços e que são fornecidos todos os equipamentos de segurança necessários, descritos de forma extensiva no item 2.1.2.1.3 deste trabalho.

Com base nos resultados obtidos em relação aos objetivos iniciais deste estudo de caso, traçou-se o comparativo, para um edifício com 10 andares, 50 metros de perímetro e 30 metros de altura, que pode ser observado na Tabela 4.

Tabela 4 – Análise comparativa: Vantagens e Desvantagens

	Drones	Alpinismo industrial
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 que contribuem para a precisão do método. Não foi possível a identificação de um limitante que questione a precisão deste método.
Amplitude de Atuação	Em espaços onde ocorra a circulação de pessoas ou que possa ser considerado espaço aéreo, existem, os drones só podem circular se possuírem autorização prévia ou se utilizando do princípio da sombra, introduzido no item 3.1.11 deste trabalho, 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.

<p>Segurança / Risco humano</p>	<p>Os drones podem ser vistos em <i>cases</i> de sucesso, como é o caso do case: inspeção por drones em um reator industrial, apresentado no ANEXO A, deste estudo, justamente por contribuírem pela 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.</p>	<p>Já que não existe limitação para a atuação dos alpinistas, significa dizer que, independente do espaço, os alpinistas podem atuar:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) em espaços que estão sujeitos a temperaturas elevadas, como chaminés e altos-fornos, por exemplo; b) espaços com risco de explosão; c) áreas onde existe a presença de gás tóxico e compostos químicos prejudiciais à saúde dos técnicos envolvidos; d) Estruturas altas; e) Espaços confinados. <p>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.</p>
<p>Relatório</p>	<p>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.</p>	<p>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.</p>

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa aqui fundamentada buscou apresentar as vantagens e desvantagens da realização da inspeção de manifestações patológicas em fachadas utilizando aeronaves remotamente pilotadas. Neste contexto, alguns paradigmas se apresentavam sobre a mão de obra envolvida, o custo-benefício, a agilidade e a precisão que o método apresenta, dentre diversos outros questionamentos. Assim, a pesquisa se dividiu em três etapas de caráter exploratório descritivo com a finalidade de apresentar novas informações e subsídios para a compreensão técnico científica da ferramenta aplicada no escopo deste estudo. Estas etapas compreenderam: revisão da literatura, fundamentação teórica e o estudo de caso.

Na etapa de revisão de literatura buscou-se em estudos realizados por diversos autores dentro do eixo temático, que contribuiriam para a plena compreensão dos métodos e suas aplicações ao longo da história e evolução com a chegada de novas tecnologias.

Para fundamentação teórica, buscou-se abordar os principais conceitos teóricos utilizados no presente estudo, de forma a construir um compêndio de todas as normas técnicas que fazem referência aos drones, alpinismo industrial e ao processo de inspeção de fachadas, além da discussão mais ampla referente a aplicação dos drones, apresentando uma compilação a respeito das principais manifestações patológicas que costumam ocorrer nas fachadas.

As informações obtidas nas etapas de revisão de literatura e de fundamentação teórica, trouxeram relevantes subsídios para o desenvolvimento da etapa subsequente, o estudo de caso.

Por fim, na última etapa, formulou-se um estudo de caso baseado em entrevistas através de ligações telefônicas, complementadas por questionário enviado por e-mail junto a empresas especializadas no segmento de inspeção predial. Ainda com relação a esta etapa, os resultados obtidos demonstraram que a metodologia proposta para a comparação entre os métodos, drones e alpinismo industrial, foi assertiva na forma de acesso à edificação e tempo de execução, porém a impossibilidade de prospecção mecânica em alguns revestimentos por parte de um dos métodos, infere a necessidade de algumas ponderações.

A partir dos resultados gerados de forma conjunta as informações obtidas nas etapas anteriores, tornou-se possível traçar uma matriz comparativa entre os métodos. Foi evidenciado ainda que, a mão de obra envolvida no processo de inspeção de fachadas quando realizada através de drones, é menor, quando comparada à necessária para a realização do mesmo processo através do rapel. Além disso, foi possível detectar 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.

Identificou-se como principal limitação, as aeronaves remotamente pilotadas, o fato destas não dispensarem a realização de testes de percussão, para a detecção preventiva de deslocamentos em fachadas 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.

Finalmente, os resultados obtidos através do presente trabalho podem impactar em especial as oportunidades de trabalho dos alpinistas industriais, como método para a realização de inspeção de fachadas, visto que é um método mais oneroso, com maior prazo de execução e representa um grau de risco bastante elevado no que tange a segurança 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 nas atividades prediais relacionadas aos processos de pintura, limpeza, substituição/recomposição dos locais afetados pelas diversas patologias, que a princípio “ainda” os drones não são capazes de realizar.

6.1 SUGESTÃO DE TRABALHOS FUTUROS

Mesmo considerando as dificuldades e limitações impostas pelas ações da pandemia, outras oportunidades se apresentaram em âmbito de pesquisa e relacionamento com empresas de Engenharia para as quais foi possível estabelecer uma relação profissional futura. Então, como sugestões para trabalhos futuros, recomenda-se um aprofundamento nos trabalhos de campo, familiarização com o uso e operação de equipamentos e legislações relacionadas aos trabalhos e novas tecnologias em serviços de inspeção predial voltadas a processos preditivos e Inteligência Artificial de identificação de manifestações patológicas em fachadas.

Os resultados mostram-se relevantes e otimistas ao seguir estas novas métricas. Todavia, os drones como método de inspeção de fachadas, requerem o aperfeiçoamento exigido a toda e qualquer nova tecnologia e que já é possível perceber, de forma a algum dia o mesmo poder substituir integralmente a ação do homem, melhorando resultados, sendo mais precisos, erradicando riscos de acidentes e gerando novas oportunidades profissionais.

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/. Acesso em: 20 abr. 2020.
- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL, ANAC. **ORIENTAÇÕES PARA USUÁRIOS DE DRONES**. Disponível em: https://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/drones/orientacoes_para_usuarios.pdf. Acesso em: 22 maio 2020.
- ASPLAN Soluções. **Qual a importância da tecnologia para o crescimento da organização?**. 2019. Disponível em: <https://www.asplan.com.br/qual-importancia-da-tecnologia-para-o-crescimento-da-organizacao/>. Acesso em: 19 jun. 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674**: Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Rio de Janeiro, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1**: Edifícios habitacionais - Desempenho - Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.
- 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.
- AZEVEDO, Hamilton Pires de; SILVA, José William Gomes da. Manual Operacional de Drones. **Controladoria-geral da União**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 10-11, fev. 2019. Disponível em: https://repositorio.cgu.gov.br/bitstream/1/44980/1/Manual_Operacional_de_Drones_CGU.pdf. Acesso em: 22 abr. 2020.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA PREVIDÊNCIA SOCIAL. Anuário Estatístico da Previdência Social, 2013. Disponível em < <http://portal.mte.gov.br/seguranca-esaude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras/norma-regulamentadora-n-35-trabalho-em-altura>>. Acesso em: 22 maio 2020.
- BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **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. Acesso em: 20 abr. 2020.
- BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **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. Acesso em: 20 abr. 2020.

CAMPOS, Elmer. **Tudo sobre alpinismo industrial**. 2019. Disponível em: <https://c-tank.com.br/tudo-sobre-alpinismo-industrial/>>. Acesso em: 15 maio 2020.

CARDOSO, Letycia. **Número de mortes por acidente de trabalho volta a crescer no Brasil após cinco anos**. 2019. Disponível em: <https://extra.globo.com/emprego/numero-de-mortes-por-acidente-de-trabalho-volta-crescer-no-brasil-apos-cinco-anos-23699285.html>. Acesso em: 22 maio 2020.

CHAVES, Ana Margarida Vaz Alves. **Patologia e Reabilitação de Revestimentos de Fachadas**. 2009. 160 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Braga, 2009. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/10764/1/Tese%20Final%20ana%20chaves.pdf>. Acesso em: 22 maio 2020.

CONSTRULIGA. **Conheça as patologias mais comuns em revestimentos**. 2017. Disponível em: <https://blogdaliga.com.br/conheca-as-patologias-mais-comuns-em-revestimentos/>. Acesso em: 14 abr. 2020.

COSTA, Márcia Silvano. **Identificação de Danos em Fachadas de Edificações por Meio de Imagens Panorâmicas Geradas por Plataforma Robótica Fotográfica**. 2014. 184 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Estruturas e Construção Civil, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2014. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/17325>. Acesso em: 15 maio 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.

DOLACIO, Antonio Carlos. A OBRIGATORIEDADE DA INSPEÇÃO PREDIAL. **Brasileiro Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias: Uso e Ocupação do Solo**, Florianópolis, v. 17, n. 1, p. 1-18, out. 2013. Mensal. Disponível em: <http://ibape-nacional.com.br/site/wp-content/themes/Nicol/documentos-xvii-cobreap/A%20OBRIGATORIEDADE%20DA%20INSPE%C7%C3O%20PREDIAL%20Antonio%20Carlos%20Dalocio.pdf>. Acesso em: 30 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.

FAUST, Larah Candemil. **ANÁLISE DE FACHADA COM AEROLEVANTAMENTO VANT**. 2019. 119 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2019. Disponível em: <https://www.riuni.unisul.br/handle/12345/8520>. Acesso em: 15 maio 2020.

FÓRUM DA CONSTRUÇÃO. **Cerâmica soltando: diagnóstico, causas e recuperação.**

2020. Disponível em:

<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=17&Cod=2034>. Acesso em: 18 jun. 2020.

FREITAS, Antônio Henrique Correa de; FRANÇA, Poliana Miranda; FRANÇA, Tamiris Miranda. **PATOLOGIA DE FACHADAS.** Disponível em:

http://revistapensar.com.br/engenharia/pasta_upload/artigos/a106.pdf. Acesso em: 22 maio 2020.

GARRETT, Filipe. **O que é drone e para que serve? Tecnologia invade o espaço aéreo.**

2013. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2013/10/o-que-sao-e-para-que-servem-os-drones-tecnologia-invade-o-espaco-aereo.html>. Acesso em: 14 abr. 2020.

GIOVANINI, Adenilson. **Método RTK: Os 6 tipos existentes e quando utilizar cada um deles!** 2018. Disponível em: <http://adenilsongiovanini.com.br/blog/metodo-rtk-os-6-tipos-existentes/>. Acesso em: 23 maio 2020.

GRUPO ÁLAVA. **¿Qué diferencia una imagen multiespectral de una hiperespectral?** 2020. Disponível em:

<http://www.grupoalava.com/ingenieros/actualidad/que-diferencia-una-imagen-multiespectral-de-una-hiperespectral/>. Acesso em: 30 maio 2020.

HACKER, Natalia Laubmeyer Alves. **Saúde e trabalho de risco: sentidos da atividade no alpinismo industrial.** 2018. 129 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro,

2018. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/27005>. Acesso em: 14 abr. 2020.

INSPEÇÃO DE FACHADAS. A IMPORTÂNCIA DE REALIZÁ-LA

PERIODICAMENTE. 2019. Disponível em: <https://selfengenharia.com.br/blog/19/inspecao-de-fachadas-a-importancia-de-realiza-la-periodicamente>. Acesso em: 14 abr. 2020.

INSPEÇÃO PREDIAL É EXIGIDA POR LEI E DEVE SER FEITA POR PROFISSIONAL

HABILITADO. 2017. Disponível em: <https://www.mapadaobra.com.br/gestao/inspecao-predial-e-exigida-por-lei-e-deve-ser-feita-por-profissional-habilitado/>. Acesso em: 14 abr. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA DE SÃO PAULO. **NORMA DE INSPEÇÃO PREDIAL NACIONAL.** São Paulo, 2012.

Disponível em: <https://www.ibape-sp.org.br/adm/upload/uploads/1544211028-NORMA-DE-INSPECAO-PREDIAL-NACIONAL%20-aprovada-em-assembleia-de-25-10-2012.pdf>. Acesso em 16 maio 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **SENSIORMENTO**

REMOTO. São Paulo, 2020. Disponível em: <https://atlasescolar.ibge.gov.br/conceitos-gerais/o-que-e-cartografia/sensoriamento-remoto.html#:~:text=O%20sensoriamento%20remoto%20%C3%A9%20a,contato%20f%C3>

%ADsico%20com%20o%20mesmo.&text=Os%20sat%C3%A9lites%2C%20girando%20numa%20%C3%B3rbita,energia%20eletromagn%C3%A9tica%20refletida%20da%20Terra.Acesso em 22abril 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Serviço online para pós-processamento de dados GNSS - IBGE-PPP**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-sobre-posicionamento-geodesico/servicos-para-posicionamento-geodesico/16334-servico-online-para-pos-processamento-de-dados-gnss-ibge-ppp.html?=&t=processar-os-dados>. Acesso em: 22 abr. 2020.

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO. **ISEP e Altice trabalham em projeto na Torre do Monte da Virgem**. 2018. Disponível em: <http://www.isep.ipp.pt/new/viewnew/5780>. Acesso em: 19 jun. 2020.

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

JOÃO BRANCO PEDRO (Portugal). Departamento de Engenharia Civil da Universidade do Minho. **Método de Avaliação do estado de Conservação de Imóveis Desenvolvimento e aplicação**. *Revista de Engenharia Civil*, Braga, n. 35, p. 57-74, 2009. Disponível em: <http://www.civil.uminho.pt/revista/artigos/n35/Pag.57-74.pdf>. Acesso em: 22 maio 2020.

KLOPPER, Priscila. **Meses depois de chegar ao Android, integração entre Waze e Spotify é lançada no iOS**. 2017. Disponível em: <https://macmagazine.uol.com.br/post/2017/09/18/meses-depois-de-chegar-ao-android-integracao-entre-waze-e-spotify-e-lancada-no-ios/>. Acesso em: 23 abr. 2020.

LEONE, Camila. **ESTUDO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DE CÂMERA TERMOGRÁFICA EM EDIFÍCIOS NA CIDADE DE SÃO PAULO**. 2019. 93 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2019. Cap. 1.

LONGHITANO, George Alfredo. **VANTS PARA SENSORIAMENTO REMOTO: aplicabilidade na avaliação e monitoria de impactos ambientais causados por acidentes com cargas perigosas**. 2010. 148 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Transportes, Departamento de Engenharia de Transportes, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-10012011-105505/pt-br.php>. Acesso em: 22 maio 2020.

MACHADO, Jorge André Gomes. **PERÍCIA EM FACHADA DE EDIFÍCIO MULTIFAMILIAR PARA VERIFICAÇÃO E ANÁLISE DO DESPLACAMENTO DO REVESTIMENTO CERÂMICO COM AUXÍLIO DE DRONE**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS, 19., 2017, Foz do Iguaçu. **Anais [...]**. Paraná: Ibape, 2017. p. 1-22. Disponível em: <https://ibape-nacional.com.br/biblioteca/wp-content/uploads/2017/08/054.pdf>. Acesso em: 22 maio 2020.

MAGALHÃES, R. M. Sistema de Descida Controlada: em busca da padronização dos procedimentos de segurança para serviços em fachadas prediais com exposição à altura através de sistemas de acesso e posicionamento auxiliado por cordas. **Ação Ergonômica**, v.3, n.1, p. 1-18, 2007.

MAPA DA OBRA. Veja como funcionam ensaios não destrutivos como o ensaio de esclerometria. Mapa da Obra, 2016. Disponível em: <https://www.mapadaobra.com.br/inovacao/veja-como-funciona-ensaio-de-esclerometria/>. Acesso em: 19junho 2020.

MAPA DA OBRA. Colaboração técnica Adriana Araújo. Ensaios destrutivos: O que são e para que servem? Mapa da Obra, 2018 Disponível em: <https://www.mapadaobra.com.br/inovacao/ensaios-destrutivos/>. Acesso em: 19junho 2020.

MAPPA. **Câmeras RGB e Multiespectral: diferenças e mapas gerados**. 2019. Disponível em: https://mappa.ag/cameras-rgb-multiespectral-diferencas-mapas-gerados/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=pareto.in.gsn.dsads&utm_term=analise_agronomica&gclid=CjwKCAjw2a32BRBXEiwAUcugiJqKP4LrF2ND_YM6nsgBkuU9S1yOYP1bTgevnppDLkDiVsWd6l3HKRoC60AQA_vD_BwE. Acesso em: 14 abr. 2020.

MAZER, W; SILVA, L. M.; LUCAS, E.; SANTOS, F. C. M. Avaliação de manifestações patológicas em edifícios em função da orientação geográfica. **Alconpat**: Revista de la Asociación Latino americana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción, Não Informado, v. 6, n. 2, p.145-156, ago. 2016. Disponível em: <http://revistaalconpat.org/index.php/RA/article/viewFile/135/168>. Acesso em: 19junho 2020.

MEIRA, Rafael Sousa. **INSPEÇÃO PREDIAL: ESTUDO DE CASO DO BLOCO 709 DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**. 2018. 82 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/40894>. Acesso em: 16 maio 2020.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Sobre a doença**. 2020. Disponível em: <https://coronavirus.saude.gov.br/sobre-a-doenca>. Acesso em: 11 nov. 2020.

MUNDOGEO, Droneshow e. **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.

MUNIZ, Carla. Dostoiévski: biografia e resumo das principais obras. **Toda Matéria**, 2019. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/dostoevski/>. Acesso em: 22abr. 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.

NEVES, Daniel Rodrigues Rezende; BRANCO, Luiz Antônio M. N. **ESTRATÉGIA DE INSPEÇÃO PREDIAL**. **Construindo**, Belo Horizonte, v. 1, n. 2, p. 12-19, dez. 2009. Disponível em: <http://www.fumec.br/revistas/index.php/construindo/article/viewFile/1733/1103>. 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.

OLIVEIRA, Daniel Ferreira. **LEVANTAMENTO DE CAUSAS DE PATOLOGIAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**. 2013. 107 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013. Cap. 3. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10007893.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2020.

OLIVEIRA, Pedro Felipe Gomes de. **AUTOVISTORIA PREDIAL: ASPECTOS LEGAIS E PRÁTICOS**. 2016. 150 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10017406.pdf>. Acesso em: 15 maio 2020.

PEIXOTO, Floriano. **Drone de asa fixa eficiente e de baixo custo é possível!** 2018. Disponível em: <https://droneshowla.com/drone-de-asa-fixa-eficiente-e-de-baixo-custo-e-possivel/>. Acesso em: 22 abr. 2020.

PIX4DMAPPER. **The leading photogrammetry software for professional drone mapping**. 2020. Disponível em: <https://www.pix4d.com/product/pix4dmapper-photogrammetry-software>. Acesso em: 22 abr. 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.

RASE ENGENHARIA. **ROBLEMAS COM FACHADAS DE EDIFÍCIOS “NOVOS”?** 2016. Disponível em: <http://www.raseengenharia.com.br/problemas-em-fachadas/>. Acesso em: 23 abr. 2020.

ROSCOE, M. T. **Patologias em Revestimento Cerâmico de Fachada**. 2008. 81f. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2008. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-9AEHYQ/1/mongrafia_para_gravar_cd_certificado.pdf. Acesso em: 23 abr. 2020.

RTHDRONE. **Pedido de Autorização de Voo de Drone no SARPAS**. 2018. Disponível em: <https://www.rthdrone.com/pedido-de-autorizacao-de-voo-de-drone-no-sarpas.html>. Acesso em: 23 abr. 2020.

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/. Acesso em: 23 abr. 2020.

SAMPAIO-FILHO, R. O. S. **Principais pontos e aplicação das normas brasileiras de acesso por corda**. 10.a COTEQ – Conferência sobre Tecnologia de Equipamentos, Salvador da Bahia, 12-15 maio, 2009.

SANTIAGO E CINTRA. **Matrice 200 Séries**. 2018. Disponível em: <https://www.santiagoecintra.com.br/produtos/vants/dji-enterprise/matrice-200-series>. Acesso em: 22 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.

SANTOS, Mayara Jordana Barros Oliveira. **CATALOGAÇÃO DE PATOLOGIAS EM FACHADAS DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS DE BRASÍLIA**. 2017. 212 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Estruturas e Construção Civil, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2017. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/24061>. Acesso em: 22 maio 2020.

SÃO PAULO (Estado). Controladoria Geral da União. **Manual Operacional de Drones**. Paraná, 2019. (Série Manuais). Disponível em: <https://repositorio.cgu.gov.br/handle/1/44980>. Acesso em: 22 maio 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. 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.

TELES, Carlos Dion de Melo. **Inspeção de fachadas históricas**: levantamento de materiais e danos de argamassas de revestimento. 2010. 321 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura, Escola de Engenharia de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18141/tde-16062011-093105/publico/Tese_TELES_CDM.pdf. Acesso em: 22 maio 2020.

TONDELO, Patricia Geittones; 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.

MALHOTRA, N.K. et al. **Introdução à Pesquisa de Marketing**. São Paulo: Prentice Hall, 2005.

APÊDICE A – QUESTIONÁRIO BASE PARA AS ENTREVISTAS

Olá,

Nós somos formandos de Engenharia Civil da Universidade Presbiteriana Mackenzie e estamos construindo nosso TCC que tem como tema: Inspeção De Manifestações Patológicas Em Fachadas Utilizando Aeronaves Remotamente Pilotadas.

Através de nossas pesquisas encontramos o seu contato e gostaríamos que você nos ajudasse respondendo as perguntas abaixo. Você levará em média 20 minutos para responder e nós seremos eternamente gratos.

1. Você autoriza que publiquemos os detalhes que por ventura você venha a nos fornecer, inclusive compartilhando o nome da empresa pra qual você trabalha? () SIM () NÃO

2. Qual o nome da empresa?

3. Qual método vocês utilizam nas inspeções de fachada? () DRONES () ALPINISMO

() AMBOS

4. Dada as seguintes informações:

Um prédio, com 10 andares, 50 metros de perímetro, 30 metros de altura.

- Quantas pessoas são necessárias para realizar a inspeção?

Método 1 - Drones: _____

Método 2 - Alpinismo: _____

- Quanto tempo em média seria necessário para a realização da inspeção completa?

Método 1 - Drones: _____

Método 2 - Alpinismo: _____

- Quanto custa em média a inspeção de fachada para o edifício descrito?

Método 1 - Drones: _____

Método 2 - Alpinismo: _____

- A finalidade da edificação compromete a inspeção de alguma forma, ou seja, caso o edifício seja residencial, industrial, ou qualquer outro, o método em questão é impactado?

- Descreva O(s) método(s) utilizado(s) (equipamentos, documentação, fluxo de realização de trabalho)

- Quais as limitações que você já percebeu no(s) método(s) utilizado(s)?

- Não descrevemos o material utilizado no revestimento da fachada pois identificamos ao longo de nossas pesquisas que alguns materiais impactam diretamente no método utilizado na inspeção de fachada. O método que vocês utilizam é eficaz para todos os revestimentos descritos abaixo? Em caso negativo, sempre que possível, explique com maiores detalhes.

Método 1: _____

Pedra (Miracema, São Tomé, Caxambu E Pedra-Madeira) () SIM () NÃO _____

Tijolo Exposto () SIM () NÃO _____

Madeira () SIM () NÃO _____

Porcelanato () SIM () NÃO _____

Cerâmica () SIM () NÃO _____

Concreto () SIM () NÃO _____

Concreto+Tinta () SIM () NÃO _____

Método 2: _____

Pedra (Miracema, São Tomé, Caxambu E Pedra-Madeira) () SIM () NÃO _____

Tijolo Exposto () SIM () NÃO _____

Madeira () SIM () NÃO _____

Porcelanato () SIM () NÃO _____

Cerâmica () SIM () NÃO _____

Concreto () SIM () NÃO _____

Concreto+Tinta () SIM () NÃO _____

- Este(s) método(s) é(são) o suficiente para a identificação de todas as patologias citas abaixo? Em caso negativo, sempre que possível, explique com maiores detalhes.

Método 1: _____

Eflorescência () SIM () NÃO _____

Bolor () SIM () NÃO _____

Vesículas () SIM () NÃO _____

Fissuras () SIM () NÃO _____

Trincas () SIM () NÃO _____

Rachaduras () SIM () NÃO _____

Desplacamento do cobrimento () SIM () NÃO _____

Esfarelamento () SIM () NÃO _____

Desplacamentode pisos () SIM () NÃO _____

Método 2: _____

Eflorescência () SIM () NÃO _____

Bolor () SIM () NÃO _____

Vesículas () SIM () NÃO _____

Fissuras () SIM () NÃO _____

Trincas () SIM () NÃO _____

Rachaduras () SIM () NÃO _____

Desplacamento do cobrimento () SIM () NÃO _____

Esfarelamento () SIM () NÃO _____

Desplacamentode pisos () SIM () NÃO _____

Assine aqui: _____

(Escreva seu nome por extenso aqui)

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO: DETECTA ENGENHARIA

Olá,

Nós somos formandos de Engenharia Civil da Universidade Presbiteriana Mackenzie e estamos construindo nosso TCC que tem como tema: Inspeção De Manifestações Patológicas Em Fachadas Utilizando Aeronaves Remotamente Pilotadas.

Através de nossas pesquisas encontramos o seu contato e gostaríamos que você nos ajudasse respondendo as perguntas abaixo. Você levará em média 20 minutos para responder e nós seremos eternamente gratos.

5. Você autoriza que publiquemos os detalhes que por ventura você venha a nos fornecer, inclusive compartilhando o nome da empresa pra qual você trabalha? **(X) SIM** () NÃO

6. Qual o nome da empresa? **Detecta Engenharia**

7. Qual método vocês utilizam nas inspeções de fachada?

() DRONES () ALPINISMO **(X) AMBOS**

8. Dada as seguintes informações:

Um prédio, com 10 andares, 50 metros de perímetro, 30 metros de altura.

○ Quantas pessoas são necessárias para realizar a inspeção?

Método 1 - **Drones: 1**

Método 2 - **Alpinismo: 1 a 3 – depende da velocidade**

○ Quanto tempo em média seria necessário para a realização da inspeção completa?

Método 1 - **Drones: 3h**

Método 2 - **Alpinismo: 8d**

○ Quanto custa em média a inspeção de fachada para o edifício descrito?

Método 1 - **Drones: x**

Método 2 - **Alpinismo: 3x**

- A finalidade da edificação compromete a inspeção de alguma forma, ou seja, caso o edifício seja residencial, industrial, ou qualquer outro, o método em questão é impactado?

Não altera, apenas a dificuldade e aprovações de acesso, empenas cegas, e ausência de ancoragem (prédios antigos). Para drones, a proximidade com outros edifícios, arvores e outros obstáculos, bem como estar inserido em zonas de autorização de voo (interferências de voo).

- Descreva O(s) método(s) utilizado(s) (equipamentos, documentação, fluxo de realização de trabalho)

Depende muito do método utilizado.

- Quais as limitações que você já percebeu no(s) método(s) utilizado(s)?

Autorizações de voo / obstáculos / dificuldades de acesso / necessidade de inclusão de pontos de ancoragem e chapeletas de aproximação / necessidade de bandejamento (edifícios com grande fluxo).

- Não descrevemos o material utilizado no revestimento da fachada pois identificamos ao longo de nossas pesquisas que alguns materiais impactam diretamente no método utilizado na inspeção de fachada. O método que vocês utilizam é eficaz para todos os revestimentos descritos abaixo? Em caso negativo, sempre que possível, explique com maiores detalhes.

Método 1: drone

Pedra (Miracema, São Tomé, Caxambu E Pedra-Madeira) () SIM (X) NÃO

Tijolo Exposto () SIM (X) NÃO

Madeira (X) SIM () NÃO

Porcelanato () SIM (X) NÃO

Cerâmica () SIM (X) NÃO

Concreto (X) SIM () NÃO

Concreto+Tinta (X) SIM () NÃO

Método 2: percussão

Pedra (Miracema, São Tomé, Caxambu E Pedra-Madeira) () SIM (X) NÃO - **outro apenas teste de arranque**

Tijolo Exposto (X) SIM () NÃO

Madeira (X) SIM () NÃO

Porcelanato (X) SIM () NÃO

Cerâmica (X) SIM () NÃO

Concreto () SIM (X) NÃO - não necessário

Concreto+Tinta () SIM (X) NÃO - não necessário

○ Este(s) método(s) é(são) o suficiente para a identificação de todas as patologias citas abaixo? Em caso negativo, sempre que possível, explique com maiores detalhes.

Método 1: drone

Eflorescência (X) SIM () NÃO

Bolor (X) SIM () NÃO

Vesículas (X) SIM () NÃO

Fissuras (X) SIM () NÃO - **até melhor**

Trincas (X) SIM () NÃO - **até melhor**

Rachaduras (X) SIM () NÃO - **até melhor**

Desplacamento do cobrimento (X) SIM () NÃO - **até melhor**

Esfarelamento (X) SIM () NÃO

Desplacamentode pisos () SIM () NÃO - **não faz parte da análise**

Método 2: percussão (igual acima)

Eflorescência () SIM () NÃO

Bolor () SIM () NÃO

Vesículas () SIM () NÃO

Fissuras () SIM () NÃO

Trincas () SIM () NÃO

Rachaduras () SIM () NÃO

Desplacamento do cobrimento () SIM () NÃO

Esfarelamento () SIM () NÃO

Desplacamentode pisos () SIM () NÃO

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO: TERKA ENGENHARIA

Olá,

Nós somos formandos de Engenharia Civil da Universidade Presbiteriana Mackenzie e estamos construindo nosso TCC que tem como tema: Inspeção De Manifestações Patológicas Em Fachadas Utilizando Aeronaves Remotamente Pilotadas.

Através de nossas pesquisas encontramos o seu contato e gostaríamos que você nos ajudasse respondendo as perguntas abaixo. Você levará em média 20 minutos para responder e nós seremos eternamente gratos.

9. Você autoriza que publiquemos os detalhes que por ventura você venha a nos fornecer, inclusive compartilhando o nome da empresa pra qual você trabalha? SIM () NÃO

10. Qual o nome da empresa? **Terka Engenharia Ltda.**

11. Qual método vocês utilizam nas inspeções de fachada?

DRONES () ALPINISMO () AMBOS

12. Dada as seguintes informações:

Um prédio, com 10 andares, 50 metros de perímetro, 30 metros de altura.

○ Quantas pessoas são necessárias para realizar a inspeção?

Método 1 - **Drones: 1 pessoa**

Método 2 - **Alpinismo:**

○ Quanto tempo em média seria necessário para a realização da inspeção completa?

Método 1 - **Drones: 3 horas**

Método 2 - **Alpinismo:**

○ Quanto custa em média a inspeção de fachada para o edifício descrito?

Método 1 - **Drones: R\$ 8.000,00**

Método 2 - **Alpinismo:**

○ A finalidade da edificação compromete a inspeção de alguma forma, ou seja, caso o edifício seja residencial, industrial, ou qualquer outro, o método em questão é impactado?

Não, o edifício pode ter seu uso definido como sendo residencial ou comercial, este ponto não impacta na realização da inspeção de fachadas, utilizando os drones.

○ Descreva O(s) método(s) utilizado(s) (equipamentos, documentação, fluxo de realização de trabalho)

Depende muito do método utilizado.

○ Quais as limitações que você já percebeu no(s) método(s) utilizado(s)?

Condomínios podem dispor de múltiplas torres, neste sentido, a depender do distanciamento entre as torres, pode prejudicar ou inviabilizar a inspeção utilizando-se de drones, por uma questão de espaço mínimo necessário para se utilizar o equipamento em vôo.

○ Não descrevemos o material utilizado no revestimento da fachada pois identificamos ao longo de nossas pesquisas que alguns materiais impactam diretamente no método utilizado na inspeção de fachada. O método que vocês utilizam é eficaz para todos os revestimentos descritos abaixo? Em caso negativo, sempre que possível, explique com maiores detalhes.

Método 1: drone

Pedra (Miracema, São Tomé, Caxambu E Pedra-Madeira) (X) SIM () NÃO

Tijolo Exposto (X) SIM () NÃO

Madeira (X) SIM () NÃO

Porcelanato (X) SIM () NÃO

Cerâmica (X) SIM () NÃO

Concreto (X) SIM () NÃO

Concreto+Tinta (X) SIM () NÃO

Método 2: percussão

Pedra (Miracema, São Tomé, Caxambu E Pedra-Madeira) () SIM () NÃO

Tijolo Exposto () SIM () NÃO

Madeira () SIM () NÃO

Porcelanato () SIM () NÃO

Cerâmica () SIM () NÃO

Concreto () SIM () NÃO

Concreto+Tinta () SIM () NÃO

○ Este(s) método(s) é(são) o suficiente para a identificação de todas as patologias citadas abaixo? Em caso negativo, sempre que possível, explique com maiores detalhes.

Método 1: drone

Eflorescência () SIM () NÃO

Bolor () SIM () NÃO

Vesículas () SIM () NÃO

Fissuras () SIM () NÃO

Trincas () SIM () NÃO

Rachaduras () SIM () NÃO

Deslocamento do revestimento () SIM () NÃO

Esfarrelamento () SIM () NÃO

Deslocamentode pisos () SIM () NÃO

Método 2: alpinismo industrial

Eflorescência () SIM () NÃO

Bolor () SIM () NÃO

Vesículas () SIM () NÃO

Fissuras () SIM () NÃO

Trincas () SIM () NÃO

Rachaduras () SIM () NÃO

Deslocamento do revestimento () SIM () NÃO

Esfarrelamento () SIM () NÃO

Deslocamentode pisos () SIM () NÃO

ANEXO A - CASE: INSPEÇÃO POR DRONES EM UM REATOR INDUSTRIAL

A realização da inspeção remota por Drone possibilitou que todos os profissionais presentes tomassem conhecimento das condições internas do equipamento em total segurança, fora do equipamento, tendo a possibilidade de adentrar já com o conhecimento do escopo do problema e sua localização em tempo real da inspeção.



Equipe Técnica Monsanto e Piloto STI – II

A empresa DRONESAPPS foi convidada pela MONSANTO-BAYER para realizar uma visita técnica, com objetivo de proceder com uma inspeção no equipamento Reator Industrial, demonstrando e provando a usabilidade da integração da tecnologia dos Drones nos procedimentos operacionais de inspeção de ambientes internos, espaços confinados e de difíceis acessos.

A inspeção contou com a participação de uma equipe de 7 engenheiros e técnicos, das áreas de manutenção e segurança da empresa, onde foi possível a participação de todos no acompanhamento visual pelo segundo Controle Remoto, promovendo o entendimento da possibilidade de monitoramento da inspeção de forma compartilhada em tempo real. A realização da inspeção remota por Drone possibilitou que todos os profissionais presentes tomassem conhecimento das condições internas do equipamento em total segurança, fora do equipamento, tendo a possibilidade de adentrar já com o conhecimento do escopo do problema e sua localização em tempo real da inspeção, além da possibilidade de em tempo de análise de bancada pelos especialistas, identificar incidentes no estado físico do equipamento, possibilitando o planejamento da manutenção com rapidez, segurança e baixo custo.



Visão externa do drone ELIOS durante Inspeção

Os números do Business Case da usabilidade dos Drones sobre as tecnologias de Andaime e/ou Rapel foram disruptivos, incluindo para esse case o indicador Proteção e Risco do Equipamento, que em produção é internamente revestido por vidro, onde o índice alcançou o valor de 100% de segurança para o ambiente interno.

Os impactos imediatos foram inovadores e os benefícios se afirmam na: Eliminação dos riscos à segurança humana; Redução do tempo de inatividade dos equipamentos e/ou ambientes; Redução dos custos da inspeção e da manutenção; Diminuição no impacto da parada dos equipamentos e/ou ambientes no custo da produção; Gestão sistêmica das informações produzidas; Qualificação do serviço com elevação da Produtividade e redução dos Custos Operacionais e Gerenciais; e Aumento da lucratividade.