



INSTITUTO
UNIVERSITÁRIO
DE LISBOA

**Aeronaves remotamente pilotadas no combate aos incêndios:
Sistemas de informação para emergência**

Verónica Micaela Fernandes

Mestrado em Gestão de Sistemas de Informação

Orientadores:

Doutora Marina Alexandra Andrade, Professora Auxiliar,
ISCTE-IUL

Doutora Cristina Isabel Diogo, Professora Auxiliar,
ISCTE-IUL

Novembro, 2020



TECNOLOGIAS
E ARQUITETURA

Departamento de Ciências e Tecnologias da Informação

**Aeronaves remotamente pilotadas no combate aos incêndios:
Sistemas de informação para emergência**

Verónica Micaela Fernandes

Mestrado em Gestão de Sistemas de Informação

Orientadores:

Doutora Marina Alexandra Andrade, Professora Auxiliar,
ISCTE-IUL

Doutora Cristina Isabel Diogo, Professora Auxiliar,
ISCTE-IUL

Novembro, 2020

Direitos de cópia ou Copyright

©Copyright: Verónica Micaela Botelho Vasconelos Fernandes.

O Instituto Universitário de Lisboa (ISCTE-IUL) tem o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicitar este trabalho através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, de o divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

A entrega deste trabalho é um momento bastante importante para mim, porque simboliza o encerramento de uma fase. Este momento torna-se ainda mais importante, porque consegui concretizá-lo dentro dos prazos e objetivos estabelecidos por mim. Ao longo destes anos foram surgindo vários desafios e dificuldades, porém com foco e determinação consegui ultrapassá-los.

Quero começar por agradecer à minha família, com principal menção à minha mãe, por todo o apoio e força que me foram dando durante dezassete anos de estudos. Sem o apoio deles o caminho teria sido mais difícil e certamente mais demorado. Quero também agradecer aos meus amigos por todos os momentos partilhados, desde trabalhos de grupo a sessões de estudo coletivo. Foram bastante importantes para aliviar o stress académico, mas também para partilhar momentos divertidos. Por fim, quero agradecer ao diretor do curso por ter aceite a minha candidatura e às minhas duas orientadoras por todo o acompanhamento. É com muita felicidade que concluo esta fase da minha vida académica.

A todos os que enumerei o meu sincero obrigada.

Resumo

Os incêndios são fenómenos sazonais de escala global. Globais não apenas por acontecerem em todos os países, mas também por produzirem consequências que afetam o planeta por inteiro. Grande parte dos incêndios têm como responsáveis os Seres Humanos e por não evoluírem de igual forma, cada país define os métodos, as medidas e as equipas de combate a serem utilizados, ou seja, cada país define um plano de resposta. De forma a contribuir para a diminuição do número de incêndios, optou-se por estudar o contributo das aeronaves remotamente pilotadas (RPAS), na vertente de prevenção como na vertente de combate. Para tal realizaram-se e foram distribuídos questionários pelas entidades portuguesas responsáveis pelo combate aos incêndios.

Com este estudo conclui-se que os RPAS contribuem na prevenção e no combate aos incêndios devido às capacidades funcionais que possuem. O lado preventivo é sustentado pelo facto destes equipamentos permitirem monitorizar vastas áreas, identificar pontos quentes e alertar para situações suspeitas. Por outro lado, é um instrumento de combate porque permite a deteção de incêndios ativos e transmissão de informação em tempo real. De realçar que os RPAS permitem obter, no início do combate, informações essenciais, tais como as características do incêndio, o reconhecimento da área afetada e a identificação de apoios locais ao combate. Este tipo de informação para além de ser importante para o combate, é essencial para suportar a tomada de decisão, para melhor se definir estratégias e adequar os meios e plano de atuação de acordo com a evolução do incêndio.

Palavras-Chave: Aeronaves remotamente pilotadas, drones, sistemas de informação para emergência, incêndios.

Abstract

Wildfires are a seasonal phenomenon on a global scale. Global not only because they happen in all countries, but also because they produce consequences that affect the entire planet. Most fires are caused by human activity, and because fires do not evolve in the same way, different countries come up with their unique contingency plan. To decrease the number of wildfires, it was decided to study the contribution of remotely piloted aircraft systems (RPAS), both in terms of prevention and combat. To this end, questionnaires were distributed by Portuguese authorities responsible for fighting fires.

In conclusion remotely piloted aircraft systems contribute to both preventing and fighting fires effectively. Its prevention side is supported by the fact that this equipment allows for monitoring large areas, identifying hot spots, and alerting to unfavorable conditions. On the other hand, it is a combat method, because it allows for the detection of active fires and the transmission of information in real-time. RPAS obtains essential information early, such as the characteristics of the wildfire, the recognition of the affected area, and the identification of local support for the combat. This type of information, in addition to being important for combat, is essential to support decision making, to better define strategies to be followed, and makes it possible to adapt the means according to the evolution of the fire.

Keyword: Remotely Piloted Aircraft Systems, drones, emergency information systems, fires.

Índice Geral

Agradecimentos	i
Resumo	ii
Abstract	iii
Índice de Tabelas	vi
Índice de Figuras	viii
Glossário de Abreviaturas e Siglas	x
Capítulo 1 – Introdução	1
1.1. Enquadramento do tema	1
1.2. Motivação e relevância do tema	2
1.3. Questões e objetivos de investigação	2
1.3.1. Questão de investigação	2
1.3.2. Objetivos de investigação	2
1.4. Abordagem metodológica	3
1.5. Estrutura e organização da dissertação	4
Capítulo 2 – Revisão da Literatura	5
2.1. Aeronaves remotamente pilotadas	5
2.1.1. Capacidades das aeronaves remotamente pilotadas	6
2.1.2. Limitações das aeronaves remotamente pilotadas	8
2.2. Sistemas de Informação para Emergências	9
2.2.1. Incêndios	11
2.2.2. Identificação e prevenção do incêndio	14
2.2.3. Benefícios e limitações	16
Capítulo 3 – Metodologia	19
3.1. Enquadramento do tema – Incêndios	19
3.1.1. Incêndios em Portugal	20
3.1.2. Incêndios no sul da Europa	22
3.2. Enquadramento do tema – Entidades responsáveis	26
3.2.1. Autarquias locais	27

3.2.2. Força Aérea.....	28
3.2.3. Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil	30
3.2.4. Corporações de bombeiros	31
3.3. Elaboração e distribuição do questionário.....	32
3.4. Questões de interesse para a elaboração do questionário	34
Capítulo 4 – Análise e discussão dos resultados	37
4.1. Caracterização demográfica dos participantes	37
4.2. RPAS no apoio / combate aos incêndios.....	40
Capítulo 5 – Conclusões e recomendações	55
5.1. Principais conclusões	55
5.2. Limitações do estudo	56
5.3. Propostas de investigação futura	56
Bibliografia.....	57
Anexos e Apêndices	61
Anexo A.....	62
Anexo B.....	63
Apêndice A	64
Apêndice B	66

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Classificação de ocorrências. Fonte: Classificação de incêndios Florestais, Manual do Utilizador (2001)	62
Tabela 2 – Número de incêndios rurais e correspondente área ardida em Portugal, entre 1 de janeiro a 15 de outubro de 2019. Fonte: Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas.....	21
Tabela 3 – Número de incêndios e extensão de área ardida por distrito, entre 1 de janeiro a 15 de outubro de 2019. Fonte: Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas.....	63
Tabela 4 –Número de incêndios rurais por classe de área ardida e área ardida média por incêndio, entre 1 de janeiro a 15 de outubro de 2019. Fonte: Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas	63
Tabela 5 – Distribuição percentual dos incêndios rurais por tipos de causa mais frequentes, entre 1 de janeiro a 15 de outubro de 2019. Fonte: Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas.....	22
Tabela 6 – Tabela de frequências referente à variável “Sexo”. Fonte: Autoria própria.....	66
Tabela 7 – Tabela de frequências referente à variável “Idade”. Fonte: Autoria própria.....	66
Tabela 8 – Tabela de frequências referente à variável “Habilitações literárias”. Fonte: Autoria própria.....	66
Tabela 9 – Tabela de frequências referente à variável “Para que entidade trabalha”. Fonte: Autoria própria	67
Tabela 10 – Tabela de frequências referente à variável “Há quantos anos trabalha nesta entidade”. Fonte: Autoria própria.....	67
Tabela 11 – Tabela de frequências referente à variável “Quantos drones existem na entidade onde trabalha”. Fonte: Autoria própria.....	67
Tabela 12 – Tabela de frequências referente à variável "Se respondeu não, porquê". Fonte: Autoria própria.....	68

Tabela 13 – Teste do Qui-quadrado de independência entre as variáveis “Quantos drones existem na entidade onde trabalha” e “O seu departamento considera comprar drones”.

Fonte: Autoria própria.....43

Tabela 14 – Medida de tendência central referente à variável “Considera que contribuem positivamente para a prevenção a incêndios”. Fonte: Autoria própria.....68

Tabela 15 – Medida de tendência central referente à variável “Considera que contribuem positivamente para a combate a incêndios”. Fonte: Autoria própria.....68

Tabela 16 – Teste Qui-quadrado referente às variáveis “Considera que contribuem positivamente para o combate a incêndios” e “Já alguma vez trabalhou com drones”.

Fonte: Autoria própria.....50

Tabela 17 – Medida de tendência central referente à variável "Em que situações os drones são mais úteis". Fonte: Autoria própria.....69

Índice de Figuras

Figura 1 – Atividade do drone (UAV/UAS/RPAS) na escala temporal da erupção do desastre. Fonte: Agoston Restas.....	7
Figura 2 – Eficiência da aplicação dos RPAS dependendo da dimensão do incêndio. Fonte: Agoston Restas.....	13
Figura 3 – Componentes que influenciam o comportamento do fogo. Fonte: Clive M. Countryman.....	20
Figura 4 – Número de incêndios rurais no Contiente, entre 2001 a 2018. Fonte: ICNF/MA-MAFDR, PORDATA.....	20
Figura 5 – Número de incêndios nos países do sul da Europa. Fonte: Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2018.....	23
Figura 6 – Número de incêndios na Europa referentes aos anos de 1980 e 2018. Fonte: PORDATA.....	23
Figura 7 – Número de incêndios nos países do sul da Europa. Fonte: Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2018.....	24
Figura 8 – Percentagem de incêndios nos países do sul da Europa em 2018. Fonte: Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2018.....	24
Figura 9 – Centros operacionais de emergência de proteção civil. Fonte: Serviço Nacional de Bombeiros e Protecção Civil.....	28
Figura 10 – Fases de prontidão do sistema municipal. Fonte: Serviço Nacional de Bombeiros e Protecção Civil.....	30
Figura 11 – Fases de prontidão sistema nacional. Fonte: Serviço Nacional de Bombeiros e Protecção Civil.....	31
Figura 12 – Inquérito sobre o contributo das aeronaves remotamente pilotadas (drones) em situações de emergência – incêndios. Fonte: Autoria própria.....	64
Figura 13 – Distribuição dos indivíduos por sexo. Fonte: Autoria própria.....	37
Figura 14 – Distribuição de idades por escalões etários. Fonte: Autoria própria.....	38
Figura 15 – Distribuição dos indivíduos por habilitações literárias. Fonte: Autoria própria.....	38

Figura 16 – Distribuição dos indivíduos por entidade empregadora. Fonte: Autoria própria.....	39
Figura 17 – Distribuição de anos de trabalho por intervalos de tempo. Fonte: Autoria própria	40
Figura 18 – Distribuição do número de RPAS, por entidade empregadora. Fonte: Autoria própria.....	41
Figura 19 – Distribuição da decisão de aquisição de RPAS, por entidade empregadora. Fonte: Autoria própria.....	41
Figura 20 – Distribuição dos motivos para a não aquisição de RPAS. Fonte: Autoria própria.....	42
Figura 21 – Distribuição da experiência com RPAS, por entidade empregadora. Fonte: Autoria própria.....	44
Figura 22 – Distribuição dos motivos da falta de experiência com RPAS, por entidade empregadora. Fonte: Autoria própria.....	44
Figura 23 – Distribuição do tipo de experiência com RPAS, por entidade empregadora. Fonte: Autoria própria.....	45
Figura 24 – Distribuição do conhecimento de entidades que possuem RPAS, por entidade empregadora. Fonte: Autoria própria.....	46
Figura 25 – Distribuição das opiniões transmitidas do uso de RPAS, por entidade empregadora. Fonte: Autoria própria.....	47
Figura 26 – Distribuição do contributo positivo dos RPAS na prevenção a incêndios, por entidade empregadora. Fonte: Autoria própria.....	48
Figura 27 – Distribuição do contributo positivo dos RPAS no combate a incêndios, por entidade empregadora. Fonte: Autoria própria.....	49
Figura 28 – Distribuição das opiniões sobre a utilidade dos RPAS, por entidade empregadora. Fonte: Autoria própria.....	50
Figura 29 – Informações em falta no início do combate a incêndios. Fonte: Autoria própria.....	51
Figura 30 – Distribuição das informações a obter com o uso de RPAS, por entidade empregadora. Fonte: Autoria própria.....	52

Glossário de Abreviaturas e Siglas

ANEPC – Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil
APA – American Psychological Association
CCTV – Closed-Circuit Television
EFFIS – European Forest Fire Information System
FDI – Forest Fires Detection Index
FEB – Força Especial de Bombeiros
FFDI – Forest Fires Detection Index
GIPS – Grupo de Intervenção de Proteção e Socorro
GNR – Guarda Nacional Republicana
GSM – Global System for Mobile Communications
ICNF – Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas
IPMA, I. P. – Instituto Português do Mar e da Atmosfera, I. P.
Me - Mediana
Mo – Moda
MODIS – Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer Sensor
NASA – National Aeronautics and Space Administration
NOPS – Normas Operacionais Permanentes
PMR – Professional Mobile Radio
PNEPC – Plano Nacional de Emergência de Proteção Civil
RPAS – Remotely Piloted Aircraft Systems
RGB – Red, Green, Blue
SEPNA – Serviço de Proteção da Natureza e do Ambiente
SGO – Sistemas de Gestão de Operações
SIOPS – Sistema Integrado de Operações de Proteção e Socorro
SPSS – Statistical Package for the Social Sciences
UAS – Unmanned Aerial Systems
UAV – Unmanned Aerial Vehicle

Capítulo 1 – Introdução

1.1. Enquadramento do tema

A tecnologia tem vindo a contribuir para a construção de novos e melhores equipamentos de apoio ao combate aos incêndios, contudo os equipamentos por melhores que sejam, não serão suficientes se por de trás não existir um planeamento. Ou seja, para que os recursos físicos e humanos sejam eficazes é essencial que haja troca de informação, gestão de recursos e um plano de ação. Os sistemas de informação para emergências são um componente desse plano geral.

Os incêndios são um tema atual, mas principalmente global, uma vez que acontecem em grande parte dos países e pelo facto das suas consequências terem impacto global. São fenómenos que têm vindo a acontecer de forma regular ao longo dos anos, em vários países. A sua gravidade e dimensão coloca em risco a vida dos seres vivos (humanos, animais, plantas e microrganismos), a economia mundial e a sustentabilidade do planeta Terra. Este tipo de catástrofes, são claramente sazonais e a sua maioria é da responsabilidade humana. Os métodos, medidas e equipas de combate, são caraterísticos de cada país. Em Portugal o plano nacional de emergência de proteção civil (PNEPC), proporciona uma resposta organizada “a situações de acidente grave ou catástrofe, definindo as estruturas de Coordenação, Direção, Comando e Controlo e regulando a forma como é assegurada a coordenação institucional e a articulação e intervenção das organizações integrantes do Sistema Integrado de Operações de Proteção e Socorro e de outras entidades públicas ou privadas a envolver nas operações” (ANPC, 2012 p. 11). O presente estudo abordará apenas os incêndios rurais.

De forma a controlar e a diminuir o número de incêndios, a ciência tem vindo a desenvolver novos equipamentos de combate, como por exemplo as aeronaves remotamente pilotadas (Remotely Piloted Aircraft Systems – RPAS). Os RPAS, enquanto equipamento físico, sofreram uma enorme evolução, contudo algumas das suas principais funções mantiveram-se. Isto é, em 1860 já eram retiradas fotografias aéreas a partir de balões. Anos mais tarde, durante a primeira e segunda guerra mundial (1914 – 1918 e 1939 – 1945 respetivamente), os aviões não serviam apenas como meio de transporte, mas também como ferramenta de recolha de imagens aéreas. Considera-se que desenvolvimento e lançamento de satélites influenciou bastante os aparecimento e desenvolvimento dos RPAS (Rao, Rao, & Duvvuru, 2016).

1.2. Motivação e relevância do tema

A tomada de decisão em relação ao tema escolhido teve por base dois fatores, a importância do tema e as minhas áreas de formação. Isto é, o tema escolhido teria de ter importância na sociedade portuguesa e teria de estar interligado à área de Geografia e Planeamento Regional e à área de Gestão de Sistemas de Informação.

São várias as áreas da Geografia afetadas com o fenómeno dos incêndios, tais como a topografia, a meteorologia, a biodiversidade entre outros. Tendo como certo o avanço tecnológico, seria pouco inteligente não o considerar. Ou seja, o grau de evolução das tecnologias e o vasto campo de aplicação das mesmas, permite seguramente minimizar o impacto dos incêndios em qualquer uma das vertentes da área de formação referida.

O facto de todos os anos se registarem incêndios nas mesmas áreas, nos mesmos concelhos e com eles os estragos provocados, estragos esses com impacto em vários setores da sociedade e economia portuguesa, demonstra uma falta ou falha de cooperação e comunicação entre as entidades responsáveis. Existem trabalhos / estudos sobre os incêndios, mas por ser um problema atual e pertinente, este trabalho pretende demonstrar o contributo positivo das ferramentas de sistemas de informação no combate aos incêndios, mais especificamente as aeronaves remotamente pilotadas.

1.3. Questões e objetivos de investigação

1.3.1. Questão de investigação

De acordo com a problemática da dissertação foi estabelecida a seguinte questão de investigação: Como podem as aeronaves remotamente pilotadas contribuir para melhorar o sistema de informação para emergências de incêndios?

1.3.2. Objetivos de investigação

De modo a responder à questão de investigação, foi estabelecido o seguinte objetivo geral:

1. Identificar de que modo o uso de aeronaves remotamente pilotadas contribui para melhorar os sistemas de informação para emergências, em específico em situações de incêndios.

Pretende-se compreender até que ponto estas aeronaves contribuem para melhorar o desempenho dos sistemas de informação em situações de emergências de incêndios. Ou seja, compreender até que ponto se verificam melhorias da utilização destas aeronaves na resposta a incêndios. Para alcançar o objetivo geral, foram estabelecidos dois sub-objetivos:

1.1. Verificar em que circunstâncias são utilizadas as aeronaves remotamente pilotadas.

1.2. Identificar o contributo das aeronaves remotamente pilotadas na prevenção e proteção contra a incêndios.

Pretende-se com estes dois sub-objetivos perceber em que situações e com que finalidades as aeronaves são utilizadas junto das entidades responsáveis; e identificar os benefícios destas aeronaves ao longo de todo o incêndio. Isto é, perceber como é que estes aparelhos auxiliam desde o pré-incêndio até ao pós-incêndio.

1.4. Abordagem metodológica

Tendo em conta o tema e os objetivos desta dissertação, optou-se por delinear como abordagem metodológica a construção e distribuição de questionários. Uma vez que, se pretende verificar o contributo das aeronaves remotamente pilotadas em situações de incêndio, concluiu-se que o público alvo deva ser as entidades responsáveis pelo combate efetivo aos incêndios. Assim sendo, o questionário será realizado às corporações de bombeiros portugueses e à Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil. Pretende-se com os dados recolhidos identificar o grau de impacto que esta tecnologia possui aos olhos de quem a utiliza. Neste trabalho, as referências bibliográficas apresentadas estarão de acordo com as normas estabelecidas pela American Psychological Association (APA).

1.5. Estrutura e organização da dissertação

A dissertação apresentada é composta por cinco capítulos, e em cada um deles é explicada as diferentes fases do estudo. No primeiro capítulo começa-se por introduzir o tema em estudo. Neste capítulo é ainda apresentada a questão e a função de investigação, é detalhado o objetivo do estudo, é, resumidamente, definida a abordagem metodológica e no final é apresentada uma breve descrição da estrutura da dissertação.

O capítulo seguinte, debruça-se sobre o enquadramento teórico, também designado como revisão da literatura. Este capítulo, proporciona a oportunidade de reunir informação / conhecimento desenvolvido, ao longo dos anos. O facto deste conhecimento ser convergente ou divergente ao que se pretende averiguar, permite olhar para o tema de várias perspetivas.

A metodologia aplicada é abordada no terceiro capítulo. Neste capítulo é explicado o porquê da escolha de questionários, é explicado o processo de obtenção das questões que compõe o questionário, os meios de comunicação e distribuição utilizados, os prazos de resposta e, principalmente, como foi feita a identificação do público alvo. É ainda, explicado as ferramentas utilizadas tanto na elaboração do questionário como no tratamento dos dados.

De seguida, o quarto capítulo é composto pela recolha e interpretação dos dados obtidos. A ferramenta de tratamento escolhida, permite que os dados sejam recolhidos, trabalhados e posteriormente analisados. Através destas três ações é possível obter dados corretos, possíveis de serem tratados e possíveis de serem relacionados, para que no final se consiga extrair conhecimento relevante para o estudo.

Por último, o quinto capítulo divide o que foi alcançado e o que poderá ser feito. Ou seja, nele são apresentadas as conclusões alcançadas, passo importante para verificar se os objetivos propostos foram concretizados. Por outro lado, apresentam-se as limitações / problemas sentidos no decorrer da dissertação e recomendações / ideias de trabalhos similares futuros.

Capítulo 2 – Revisão da Literatura

2.1. Aeronaves remotamente pilotadas

Este tipo de objetos voadores, apesar de ser mais conhecido por “drones”, podem chamar-se tecnicamente de três maneiras, dependendo do país em questão. Sistemas aéreos não tripulados (unmanned aerial systems - UAS), veículos aéreos não tripulados (unmanned aerial vehicle – UAV) ou ainda, mais comumente na Europa, sistemas de aeronaves remotamente pilotadas (Remotely Piloted Aircraft Systems - RPAS) (Restas, 2015) e será este o termo utilizado nesta dissertação. Os RPAS podem pertencer a três categorias diferentes: Segurança / controle, pesquisa científica e aplicações comerciais. A arquitetura destas aeronaves, por norma, é constituída por cinco principais sistemas, que são o sistema de controle, o sistema de monitoramento, o sistema de processamento, o sistema de aterragem e o sistema interno com funções tais como navegação e transmissão de dados (Mohammed, Idries, Mohamed, Al-Jaroodi, & Jawhar, 2014).

Os RPAS surgem no sentido de suprimir as lacunas deixadas pelos veículos terrestres não tripulados (unmanned ground vehicle). Uma vez que estes, possuem muita dificuldade em alcançar certos locais e executar determinadas ações, sem mencionar os diferentes obstáculos terrestres a que estavam sujeitos. Assim sendo, os RPAS são vistos como alternativa para obtenção de informações e implementação de medidas. Os RPAS, têm sofrido várias mudanças ao longo dos anos, desde o aumento da autonomia de processamento de informação e energética, a avanços significativos na obtenção de posicionamento e rastreamento autónomo (Maza & Ollero, 2007). De acordo com o mesmo autor, a evolução dos RPAS é consequência do uso de tecnologias modernas de posicionamento por satélite, de novos sistemas de navegação, de melhores tecnologias de comunicação e de maior controlo e processamento de imagens.

Os RPAS podem ser controlados ou comandados de três formas, por sensores de bordo, por um elemento da equipa de controlo terrestre ou por sistemas eletrónicos e eletro-óticos autónomos implementados nos mesmos (A. R., 2016). Segundo o mesmo autor, os RPAS mais simples são equipados com sensores elétricos e físicos, tais como barómetros, recetores de sistema de posicionamento global, dispositivos de altímetro, entre outros. Por outro lado, os RPAS mais sofisticados são equipados com aparelhos fotográficos, televisores, infravermelhos, radares, lasers de detenção e alcance de luz, entre outros. Estas aeronaves podem ser classificadas como aeronaves de asa fixa ou multirotor. Em que as primeiras caracterizam-se por um maior alcance, maior capacidade

de voo em altitude e menor consumo de energia, e as segundas pela sua capacidade de pairar e de efetuar habilidades (Kyrkou, Timotheou, Kolios, Theocharides, & Panayiotou, 2019).

2.1.1. Capacidades das aeronaves remotamente pilotadas

Pelas suas capacidades os RPAS são considerados sistemas robóticos inteligentes que integram percepção, que aprendem, possibilitam controlar em tempo real, tem a capacidade de avaliar e raciocinar, fornecem suporte na tomada de decisão e são fontes de recursos em ambiente complexos (Maza & Ollero, 2007). Estes aparelhos são usados em várias aplicações, desde agricultura, resposta de emergência, no controlo de fronteiras, inspeção de ativos, transporte inteligente entre outras áreas (Kyrkou et al., 2019).

Segundo Henry Cruz et al (2016), o método de vigilância tradicional, as câmaras de vigilância por exemplo, implicam várias desvantagens. Estes equipamentos tradicionais são bastante limitadores por serem equipamentos caros, possuírem limitações tecnológicas e operacionais. Desde serem equipamentos caros, passando pelas limitações tecnológicas e operacionais, sem esquecer dos fatores externos como as condições climáticas. A alternativa a este método mais tradicional é o uso de RPAS, por serem mais baratos, possuem imagem de alta resolução de cento e oitenta graus, tecnológica e operacionalmente mais avançados, mais resistente aos riscos externos e ainda a possuem estabilidade suficiente para permanecerem fixos num determinado lugar por tempo determinado.

Estes aparelhos pelas suas capacidades, ajudam a preencher as lacunas deixadas por outros aparelhos / instrumentos. O facto de conseguirem voar a poucos metros do solo, de conseguirem voar em condições climáticas difíceis e pela alta resolução de imagem, faz deles ótimos substitutos aos aviões pilotados por humanos que são mais caros, às imagens satélite, às imagens a partir de carros que apenas transmitem a perspetiva ao nível humano. (Floreano & Wood, 2015).

Os RPAS, devido às suas capacidades podem ser utilizados nas três fases de um acidente, pré – acidente, fase ativa do acidente e pós – acidente. Segundo Ágoston Restás (2015), na fase de pré – acidente, os RPAS são vistos como agentes de prevenção, porque podem fornecer medidas de prevenção precoces, perante a situação vivida. Ao identificarem pontos quentes, por exemplo, e esta informação ser recolhida e transmitida

em tempo real, permite que se possa atuar e prevenir possíveis cenários. Na fase ativa do acidente, podem atuar como agentes de prevenção, também, porque possibilitam a monitorização e o acompanhamento de toda a situação, para que melhor se possa gerir e antever as consequências. Durante esta fase, é uma peça importante, visto que a tomada de decisão será, também, baseada nas informações relevantes recolhidas pelos RPAS. Por fim, na fase pós – acidente, os RPAS são importantes porque ajudam no levantamento e avaliação dos danos e ainda ajuda a determinar as medidas de recuperação mais indicadas (figura 1).

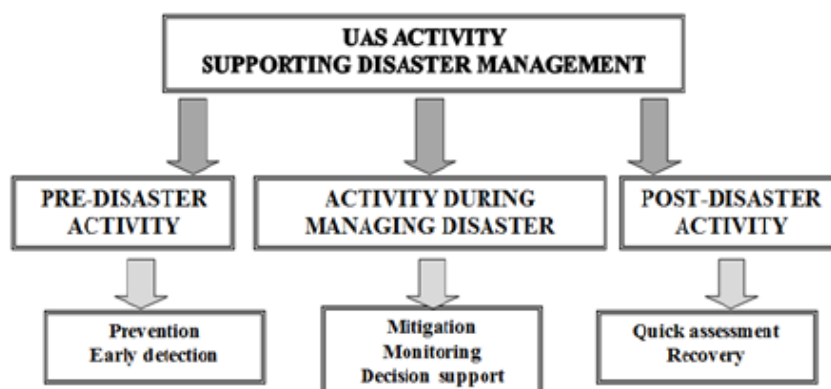


Figura 1 – Atividade do drone (UAV/UAS/RPAS) na escala temporal da erupção do desastre.
Fonte: Agoston Restas.

Uma das fortes vertentes dos RPAS é a vertente de resgate. O fato destes equipamentos serem cada vez mais pequenos, permite que sejam bastante úteis em situações de procura e de reconhecimento de áreas de difícil acesso e de espaços escondidos. Muitos destes espaços são perigosos para os seres humanos ou inacessíveis para veículos, por isso, também é um enorme contributo para a diminuição do risco da vida humana (Cruz et al., 2016). De acordo com o A. R. Jha & Ph. D. (2016), o desenvolvimento de equipamento de navegação, o uso de *softwares* exóticos, a manutenção do algoritmo de calibração de equipamentos, processos rápidos e precisos de navegação permitirão que os operadores dos RPAS executem tarefas com grande precisão e velocidade.

Em 2017 desenvolveu-se um modelo matemático integrado de redes logísticas, para regiões afetadas por desastres, que incorpora os RPAS e os camiões como potenciais meios de transporte. Pretende-se que este modelo matemático possa depois ser utilizado

por quem de direito, no que toca a tomar decisões em resposta a catástrofes. O estudo demonstra a possibilidade de redução do custo total através da identificação das localizações adequadas de armazenamento dos RPAS e matérias / suplementos de emergência, do cálculo dos custos de deslocamento dos RPAS (rotas específicas, subidas, pairar, descer, manobrar, aceleração, desaceleração, velocidade constante) (Chowdhury, Emelogu, Marufuzzaman, Nurre, & Bian, 2017).

O projeto Loon, que é composto por um conjunto de balões que viajam nos limites do espaço, com o objetivo de oferecer conectividade a comunidades que não possuem. A Loon só consegue levar os seus serviços Long Term Evolution (LTE) aos lugares menos acessíveis do planeta, graças às parcerias realizadas com várias operadoras de rede móvel em todo o mundo. Assim sendo, a Loon permite expandir a cobertura de rede a lugares que não a tenham, complementar as redes já existentes e fornecer cobertura de rede em situações pós catástrofes¹. Entende-se por Long Term Evolution um dos últimos passos para alcançar um sistema avançado de telecomunicações móveis. Desde o seu início foi projetado com o intuito de desenvolver a tecnologia de acesso por rádio. Pode ser visto um complemento à expansão de serviços, não apenas chamadas de voz, mas também interfaces aéreas multisserviço (Sesia, Toufik, & Baker, 2011).

2.1.2. Limitações das aeronaves remotamente pilotadas

A grande limitação do uso destes equipamentos é segurança. Há autores que defendem que estes aparelhos não são de confiança, uma vez que apresentam um nível de segurança muito baixo em vários aspetos. A privacidade é um tema importante, visto que estes tipos de aparelhos contêm câmaras com alta definição e precisão e podem ser controladas remotamente (Khan, Safi, Khan, & Alvi, 2018).

Com a sofisticação e aumento do uso de RPAS, tem aumentado o número de crimes de hacking² a eles associados. A maior parte dos RPAS utilizam redes de comunicação (GPS, WI-FI, Bluetooth, Infrared entre outras) para transmitirem informação e estas redes são bastante suscetíveis a ataques. Ataques como roubo de palavras – passes, roubo de informações pessoais, fornecimento de informações

¹ The Google Loon project, <https://www.loon.com/> Acedido: 02.02.2020

² “Atividade realizada a partir de um computador para aceder a informações armazenadas um sistema sem permissão ou para espalhar vírus” Cambridge dictionary.

enganosas e entrada de vírus têm vindo a aumentar. Os métodos de combate existentes atualmente, como a encriptação, a defesa contra DDoS³ e sistemas de deteção de intrusos, não são suficientes nem eficazes, uma vez que não consideram as capacidades sensoriais, os processos físicos nem os mecanismos de controle dos RPAS. A solução passa por criar regulamentação que assegure a segurança e a confiança no uso destes equipamentos (Rani, Modares, Sriram, Mikulski, & Lewis, 2016).

A privacidade é um dos grandes desafios enfrentados pelos RPAS. O facto de alguns cidadãos, que por vários motivos, não querem aparecer ou ser identificadas nas imagens (fotografias ou vídeos) feitas pelos RPAS é uma dificuldade imposta ao uso destes aparelhos. Estudos realizados sobre os sistemas de vigilância pública como a televisão de circuito fechado (closed-circuit television CCTV), apontam para a invasão de privacidade do público (Dixon, Levine, & McAuley, 2003). Pelas capacidades de vigilância semelhantes, é pertinente explorar também as questões de privacidade e segurança associadas aos RPAS (Nafiz Hasan Khan & Neustaedter, 2019). De acordo o mesmo autor, a investigação e estudos existentes sobre este tema não são suficientes, uma vez que o conflito entre os benefícios e os desafios associados ao uso de RPAS para emergência mantém-se. A inexistência efetiva de estruturas reguladoras potencia o mau uso dos RPAS (Kerasidou, Büscher, & Liegl, 2015).

2.2. Sistemas de Informação para Emergências

Os desastres são caracterizados pela urgência de soluções para os mesmos. O nível de urgência combinado com as possíveis consequências, faz aumentar a pressão de quem toma as decisões, levando a possíveis erros. É por isso importante a criação de um template-driven, onde estão mencionados os três princípios de sistemas de informação para a gestão de desastres. O primeiro princípio está relacionado com o prognóstico da situação, ou seja, o tratamento da informação deve ser feito com o intuito de obter um prognóstico. Todas as informações relevantes devem estar reunidas e organizadas, antes do real desastre, de maneira que qualquer informação adicional necessária é minimizada sem comprometer a validade das informações. Informações atrasadas, consequência das falhas das infraestruturas de comunicação ou da procura de informações relevantes,

³ É um ataque que tornar os recursos de um sistema indisponíveis.

conduzem ao atraso na tomada de decisão, na tomada de medidas e a maiores custos. O segundo princípio, diz que o tratamento das informações deve ser baseado em casos reais, bem ou mal sucedidos. Todos os detalhes positivos e negativos contribuem para uma melhor preparação para situações de desastres. O terceiro princípio está relacionado com a automação de processos. Isto é, a urgência e o stress vividos no momento aumentam as probabilidades de acontecerem erros, e assim sendo os processos relacionados com implementação e fluxo de trabalho podem ser automatizados ou semi automatizados. No que toca aos processos críticos, julgamento intensivo seriam realizados por humanos (Lee & Bui, 2005).

Os sistemas de resposta a emergência são usados pelas organizações locais, nacionais e internacionais para ajudar na resposta a emergências. Estes sistemas suportam todas as atividades que permitam alcançar uma solução esse tipo de situações, desde garantir a comunicação, recolher e analisar de dados, gerir os recursos humanos e físicos e apoiar a tomada de decisões. Existem diferentes escalas de sistemas de respostas contudo, o modelo padrão consiste em componentes base, como a obtenção de uma base de dados, a capacidade analítica e obtenção de modelos normativos e de interfaces. O uso deste modelo permite melhorar a eficiência, uma tomada de decisão assertiva e gerir os dados, evitando sobrecarga de informação. Em casos de desastres o responsável pela operação tem a responsabilidade de desenvolver e garantir um modelo de resposta adequado baseado nas várias equipas de combate (bombeiros, a agentes policias e médicos) (Yang, Prasanna, & King, 2009).

Já em 2002 um grupo de autores acreditava que seria necessário agrupar os requisitos e as tecnologias inovadoras para uma melhor gestão de comunicação integrada de desastres e sistemas de informação. Para tal, é preciso abordar as redes de comunicação, os problemas de configuração e a gestão dos dados durante as fases de resposta e recuperação. Grande parte da comunicação é feita de forma tradicional, por rádio. Este não é o melhor método para passar dados e / ou informações. As redes telefónicas comerciais sem fio, poderiam ser uma solução se fossem controlas pelas entidades de combate e possuíssem capacidade de suporte à afluência de utilizadores. Os rádios digitais por voz com tronco terrestre e redes de dados, de acordo com as normas

TETRAPOL⁴ ou ETSI TETRA⁵ a 380-400 megahertz, parecem ser a melhor alternativa. Os mesmos autores acreditam na importância de tecnologias com conexões sem fio e no desenvolvimento de infraestruturas de rede contínua. Acreditam, ainda, que a propor-se um novo sistema, este precisa de ser capaz de gerir grandes quantidades de dados, ter capacidade de trocar dados em tempo real entre as entidades responsáveis, o fluxo de informação deve ser controlado, o sistema deve ser robusto e com facilidade de reconfiguração (Meissner, Luckenbach, Risse, Kirste, & Kirchner, 2002).

2.2.1. Incêndios

Aos sistemas de informação para emergências utilizados pelos bombeiros é chamado de sistemas de informação de bombeiros (firefighter information systems). Estes têm como objetivo facilitar o processo de resposta a emergências por parte dos bombeiros. No caso da Alemanha, o processo de resposta a emergências de incêndio consiste em quatro estágios: alerta, investigação, coordenação e aplicação. O estágio de alerta, consiste em enviar para o local da emergência as equipas de combate mais próximas. A fase de investigação concentra-se em reunir informações sobre a emergência em si, o local, as equipas de combate, as condições meteorológicas e os recursos disponíveis. Na fase seguinte, coordenação, concretiza-se o planeamento de respostas alternativas e a tomada de decisão. Nesta fase pretende-se encontrar a melhor resposta usando o mínimo de recursos possíveis. Segue-se a fase de aplicação, que consiste na implementação da decisão tomada. Esta deveria ser a ordem de ações a serem tomadas em emergência, contudo, muitas vezes as primeiras decisões são tomadas sem a fase de investigação ter acabado, ou vão sendo alteradas consoante a chegada de informação. Sendo todos os tipos de informação importantes, realçam-se quatro que deverão de fato fazer parte de um sistema de informação de bombeiros, de modo a garantir o sucesso da resposta e a segurança das equipas de combate, que são: as condições ambientais; a

⁴ “Tecnologia PMR (Professional Mobile Radio) digital criada especificamente para utilizadores de segurança pública de missão crítica. Fornece comunicação de voz clara, complementada por serviços de dados” disponível em https://www.tetrapol.com/technology/why_tetrapol/.

⁵ “Terrestrial Trunked Radio é um padrão de rádio digital móvel troncalizado desenvolvido para atender às necessidades das organizações e utilizadores tradicionais do Professional Mobile Radio (PMR)” disponível em <https://www.etsi.org/technologies/tetra>

qualidade e quantidade de bombeiros; a disponibilidade de recursos e as vítimas (Schlauderer, Overhage, & Weidinger, 2016).

Duas das grandes dificuldades no início do processo de combate, são a falta de objetividade em relação às áreas afetadas e à intensidade do fogo (Restas, 2011). A gestão de incêndios auxiliada por aeronaves remotamente pilotadas, passa no fundo por convergir as capacidades de diagnóstico destes aparelhos à capacidade de gestão humana. Através desta união é-se capaz de recolher informações valiosas referentes ao incêndio. A identificação de incêndios continua a consistir bastante da observação humana, através de torres de sinalização. Contudo os RPAS são capazes de identificar incêndios através de vários elementos, tais como o calor e fumo. O calor, por ser superior ao calor normal da temperatura da superfície da Terra, emite um forte sinal de radiação que é facilmente detetável. O fumo por ser um dos elementos mais utilizados na deteção de incêndios diurnos. Segundo os mesmos autores, a evolução tecnológica dos RPAS permitirá aumentar às áreas de aplicação e a criação de novos modelos de operações de deteção. Os autores consideram que para se reduzir o número de incêndios deve-se apostar em sistemas de sensores hierárquicos, no monitoramento contínuo das florestas e na introdução de pequenas plataformas de deteção. Para tal é necessário o desenvolvimento de algoritmos robustos de deteção, a integração de sistemas de várias vertentes, melhorar as práticas para o uso de RPAS e assegurar a sua utilização de forma segura (Allison, Johnston, Craig, & Jennings, 2016).

De acordo com Aníbal Ollero & Iván Maza (2007), é recomendado o uso de múltiplos RPAS de modo a garantir o máximo de informação possível dos diversos dispositivos e assim poder criar modelos que contribuam para uma tomada de decisão acertada. Cada RPAS deve ficar responsável por determinada ação, desde identificar alvos, detetar e monitorizar atividades, medição da gravidade da situação, entre outras.

A determinação das ferramentas de combate a ser utilizadas, varia também de acordo com a dimensão do incêndio. Se por um lado faz sentido utilizar aviões tripulados de transporte de água no combate a grandes incêndios, por outro na presença de incêndios de pequena dimensão as equipas terrestres tradicionais bastam. Porém, existem situações em que as equipas terrestres tradicionais, apenas, não chegam, mas também não são incêndios grandes o suficiente, que obriguem a utilização de aviões tripulados. Nestas situações, a solução é o uso dos RPAS, que por serem mais baratos que os aviões

tripulados e por contribuírem de forma eficaz no combate de incêndios de grandes dimensões, é a ferramenta mais indicada (**figura 2**) (Restas, 2015).

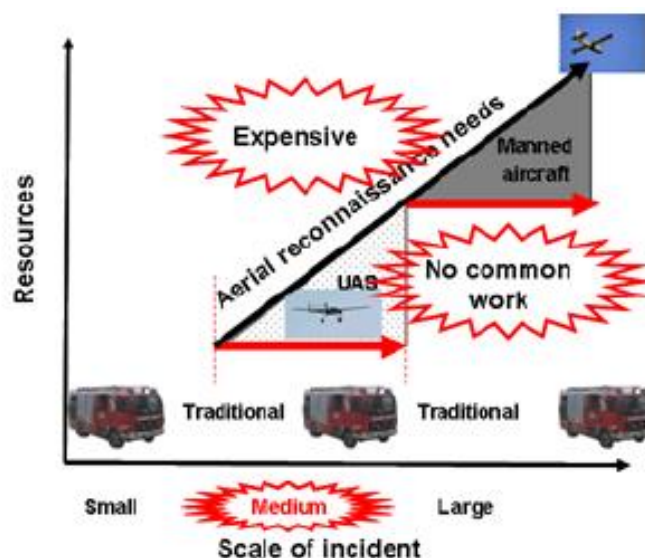


Figura 2 – Eficiência da aplicação dos RPAS dependendo da dimensão do incêndio.
Fonte: Agoston Restas.

E. Pastor et al (2007) sugerem a existência de uma arquitetura de comunicação do sistema de monitorização orientado à gestão de missões e fluxo de informação. Os dados recolhidos pelos RPAS devem ser distribuídos com segurança para todas as entidades responsáveis pela gestão do incêndio, desde a corporação de bombeiros no terreno até ao centro de decisão. O sistema é composto por três componentes: RPAS, com a finalidade de recolher informação e ter autonomia operacional; estação móvel de controlo, responsável pelo controlo tático dos RPAS e por reunir todos os dados e informações em relação ao incêndio; por fim o centro de processamento de dados possui um elevado nível de coordenação e é o centro de tomada de decisão, de onde é possível controlar estrategicamente múltiplas operações e armazenar dados para posteriores análise.

Na mesma linha de pensamento, Ágoston Restás (2015), afirma que a rede de comunicação é composta por três setores, o RPAS, a estação de controlo e os agentes de combate. Estes três setores interligam-se da seguinte forma, os RPAS ao percorrem uma determinada trajetória pré-definida, vão enviando imagens (vídeos ou fotografias) em tempo real, para a estação de controlo. Por sua vez, monitoriza e analisa as imagens de modo a identificar e prevenir possíveis pontos quentes ou incêndios. Dependendo da

gravidade da situação verificada, a estação de controlo comunica aos bombeiros que possam atuar em conformidade.

O mesmo autor em 2006, incrementa a rede de comunicação ao adicionar um computador. As imagens devem ser recolhidas de forma continua, transmitidas para um computador portátil, para que seja construído um mapa digital da área. Deste modo, o responsável pela operação obtém informação em tempo real e é possível definir a trajetória de voo do RPAS. Uma boa gestão garante uma maior eficiente e menos área ardida. A tomada de decisão deve ter por base uma gestão complexa que tem em causa as características do ambiente envolvente.

Sem a intervenção direta humana, Henry Cruz et al (2016), propõe a seguinte rede de comunicação. Tendo como ponto de partida os RPAS, estes recolhem imagens em tempo real, que através da internet enviam para uma plataforma móvel (tablet), que tem como função a execução do software de deteção e controlo o próprio RPAS.

2.2.2. Identificação e prevenção do incêndio

No combate aos incêndios é comumente utilizado índices de cores, pois possibilitam a identificação de áreas em risco, em fase de incêndio ou já ardidas. Alguns dos índices utilizados são o índice de vegetação (Vegetation Index) que identifica o excesso de tons verdes, o índice de deteção de incêndio (Fire Detection Index – FDI) e o índice de deteção de incêndios florestais (Forest Fires Detection Index – FFDI). A grande diferença entre os dois últimos, é que o último é utilizado em ambientes de cores verdes. Os índices são operações aritméticas, com três componentes de cores RGB (red – vermelho, green – verde e blue – azul) que ajudam a atenuar ou sobressair determinados tons, das quais resultam imagens em tons cinza.

Em 2016, a universidade politécnica de Madrid, desenvolveu um estudo que propunha o uso de uma câmara de baixo custo e algoritmos de deteção rápida através de um índice de cores. O objetivo era fornecer um método eficiente e confiável de deteção de incêndios florestais que pudesse ser implementado nos RPAS e ser usado em tempo real. Foi por isso, desenvolvido um novo índice, que se diferencia por realçar as cores contidas nas chamas e no fumo e atenuar as cores verdes da vegetação. O sucesso da união dos RPAS a este índice é comprovado pela taxa de deteção em torno dos 97% para taxas de quadros de até trinta imagens por segundo. Assim sendo, a informação pode ser

transmitida imediatamente e os alarmes podem ser enviados de qualquer lugar. O estudo referido, permitiu ainda comprovar que para além da eficiência verificada, a utilização desta ferramenta garante a redução de custos de equipamentos, custos associados aos pilotos e diminui o risco da vida humana (Cruz et al., 2016).

Com dimensões diferentes, porém, com o mesmo intuito, o Moderate – resolution Imaging Spectroradiometer Sensor (MODIS), através das imagens recolhidas por satélites de sistemas de observação da Terra, permitem à Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço (National Aeronautics and Space Administration – NASA) ter conhecimento dos incêndios no planeta Terra. O MODIS, através de algoritmos, consegue identificar incêndios porque tem na sua base a análise da emissão de infravermelhos, tanto de dia como de noite. O algoritmo examina cada pixel de um quilometro e atribui uma das seguintes classes, fogo, não – fogo, dados inválidos, nuvens, água ou desconhecido. Contudo, não tem a capacidade de determinar a dimensão exata do incêndio representado nos pixéis. Segundo o mesmo autor, forma de melhorar a gestão de incêndios passa por aumentar a consciencialização dos utilizadores no que toca aos benefícios. Porém existem obstáculos que impedem a adoção deste tipo de fontes, tais como o custo, a pontualidade de entrega, a utilidade potencial das informações disponíveis. Os desafios do futuro passam pelo desenvolvimento de sistemas e serviços que facilitam o acesso e gestão dos dados recolhidos através dos satélites e pela expansão do serviço de mensagens de texto de telemóvel para outros países além da África do Sul (Davies, Ilavajhala, Wong, & Justice, 2009).

Pela gravidade dos incêndios e pelo número de ocorrências, várias são as técnicas utilizadas na construção de RPAS, de modo a inverter esta realidade. Tais como, uso de sensores ativos e passivos que geram o alerta aquando do incêndio (sensores baseados na presença de fumo, na produção de chamas, radio-acústicos, entre outros). No que toca à construção efetiva de um RPAS, os engenheiros da Lockheed Martin, construíram um pequeno drone com o objetivo de identificar pontos quentes, usando um termo visor de infravermelhos, que por sua vez, servem de guias aos helicópteros não tripulados K-Max que transportam água para as áreas de fogo (Gao et al., 2015).

Tanto ou mais importante que combater os incêndios é conseguir prever o comportamento, a evolução e as possíveis áreas afetadas. Para tal, tem-se vindo a desenvolver vários modelos preditivos. Em 2012, the Wildland Fire Management Research, Development & Application Organization, propôs o desenvolvimento de uma

ferramenta de apoio à decisão em situação de incêndio, em terras selvagens, chamada probabilidade de propagação do fogo (Fire Spread Probability). A ferramenta em questão, baseia-se num método probabilístico, que permite prever e mapear a expansão do incêndio. Através da união da informação recolhida relativa ao incêndio às previsões meteorológicas presentes e ao histórico meteorológico, pretende-se que a tomada de decisão seja mais rápida e realista (Rao et al., 2016).

Nos Estados Unidos da América, na Universidade de Washington Tacoma, o grupo de investigação SENSE para além de ter desenvolvido um modelo matemático que permite prever o comportamento do incêndio, disponibilizou os resultados online no site wildfireanalyst.com. Este modelo juntamente com imagens recolhidas, em intervalos de dez ou de quinze minutos, pelos RPAS possibilita à United States Forest Service um melhor planeamento estratégico, no sentido de se conseguir identificar quais as áreas de maior risco e por isso as que merecem a implementação de unidades de intervenção (Gao et al., 2015).

2.2.3. Benefícios e limitações

No combate aos incêndios os RPAS possuem um papel importante, no sentido que possuem a capacidade de substituir e / ou colaborar com os recursos humanos, reduzir o tempo de resposta e o diminuir o custo investido (Yuan, Liu, & Zhang, 2017). Os mesmos autores, propõem um sistema composto pela extração de imagens em tempo real (vídeos), que serão posteriormente submetidos a várias técnicas de deteção (deteção de área, de cores, de movimento e de fumo). Baseado em vários parâmetros e condições, o sistema proporciona um melhor desempenho em relação a alarmes falsos / verdadeiros o que garante uma elevada qualidade dos resultados. Deixam ainda a hipótese do uso de redes neurais no apoio à tomada de decisão e a integração do módulo GSM (Sistema Global para Comunicações Móveis) que permite enviar mensagens aos postos de bombeiros mais próximos.

A utilização de RPAS em emergências de incêndio é uma enorme vantagem tanto para quem dá o alerta como para os bombeiros, no sentido que fornecem o contexto aéreo, novas perspetivas e informações adicionais às equipas de combate, tais como a dimensão do incêndio e a presença de materiais perigosos. Em 2019, realizou-se um estudo no Canadá, sobre o uso de RPAS por parte dos bombeiros em incêndios florestais de grande

escala. Através deste estudo é possível perceber os benefícios, considerados pelos participantes, advindo do uso de RPAS, tais como: a poupança de tempo, uma vez que é mais rápido encontrar um drone do que um piloto disponível; proporcionam aos bombeiros e aos operadores de chamadas de emergência uma perspectiva geral da situação vista de cima, não sendo necessário os bombeiros subirem até aos tetos nem colocarem as suas vidas em risco; ajudam a localizar o incêndio, as bocas de incêndio mais próximas, os recursos necessários; e permitem planejar e delinear uma estratégia visto que, são recolhidas imagens em tempo real. O uso de RPAS é só visto vantajoso em caso de incêndios de grande escala, sendo desnecessário em incêndios de pequena escala. (Nafiz Hasan Khan & Neustaedter, 2019).

O reconhecimento aéreo é bastante importante, não só por identificar pontos quente, ativos ou extintos, mas também porque permite eliminar a subjetividade individual. Ou seja, o grau de prioridade atribuído poderá ser diferente de acordo com a pessoa que o está a avaliar. Se pensarmos que em situações de catástrofes e / ou de grandes incêndios, em que são várias as equipas envolvidas é importante que exista apenas um ponto de vista e que seja estabelecido um grau de prioridade. Contudo, as equipas terrestres, em incêndios com grande extensão, não conseguem ter uma visão global da situação por estarem muito próximos. Mesmo com os relatórios e informações de outros membros, o responsável pela operação não conseguirá ter uma visão global e / ou demorará mais tempo a tomar uma decisão, por não possuir toda a informação necessária. Nestes casos, os RPAS, têm a capacidade de captar imagens de centenas de hectares e assim sendo delimitam o incêndio e permitem uma melhor coordenação entre as equipas de intervenção (Restas, 2015).

Antes mesmo das limitações inerentes ao equipamento em si, destacam-se três condições essenciais que condicionam o sucesso destes dispositivos, a definição da área geográfica de atuação, a fraca integração com sistemas próprios de bombeiros e a relação entre o custo de aquisição e a operação (Pastor et al., 2007). Ou seja, no que toca a áreas geográficas de atuação menores, estas estão sujeitas a uma governação local com pouca capacidade financeira e com poucos recursos, obrigando-os a recorrer a recursos externos (recursos físicos e humanos). Se por um lado, o corpo de bombeiros deseja mais introdução de tecnologia, por outro os operadores aéreos resistem a esta ideia, porque não querem ver o seu espaço aéreo comprometido com a introdução de RPAS. A falta de apoio legal contribui para que não haja nada estabelecido. De modo a diminuir os custos,

mas atingindo os objetivos, opta-se por limitar o número de RPAS táticos, aviões e helicópteros. O objetivo é alcançar alta disponibilidade dentro da área regional, com uma pequena frota de RPAS que sejam capazes de executar no máximo duas operações. Deixando assim, os RPAS de maior dimensão direcionados a situações estratégicas nacionais (Pastor et al., 2007).

Ao longo da evolução dos RPAS, tem-se percebido que, em situação de incêndio, mais importante que a qualidade da informação (a resolução do vídeo ou das fotografias), é a rapidez que a informação chega ao responsável pela tomada de decisão, de acordo com Ágoston Restás (2015). Para que a tomada de decisão seja eficaz é essencial que os responsáveis saibam de forma imediata algumas informações básicas sobre o incêndio, informações essas que as aeronaves remotamente pilotadas altamente qualificados não fornecem. Devido à imprevisibilidade de algumas dessas características, tais como as características e a intensidade do fogo, a velocidade de propagação, a emissão de fumo, a direção do vento, é recomendado a utilização de aparelhos manuais com motor elétrico e com a melhor resolução possível. No fundo, no início do processo de combate, é mais importante a presença de um aparelho manual com menos capacidades e qualidade, mas que consiga transmitir de forma rápida as informações cruciais, e depois sim os RPAS altamente qualificados ao longo do combate.

Por mais evoluídos que os RPAS estejam, permanecem muitas características difíceis de identificar, interpretar e avaliar, associadas à frente do fogo. O grupo de investigação SENSE, como anteriormente falado, tem vindo a debruçar-se sobre esta temática. Apesar dos bons resultados alcançados, com modelo desenvolvido, fica em falta encontrar maneira de obter informação sobre o vento, o microclima e as mudanças de pressão verificadas na frente do incêndio, em tempo real. É sabido que durante os incêndios a temperatura é bastante elevada e a velocidade do vento também, por isso grande parte dos RPAS utilizados estão adaptados a estas condições. Porém, nem todas as partes físicas podem ou estão fortemente protegidas, devido às funções que desempenham ou pela limitação do peso. É por isso, necessário encontrar o equilíbrio entre a leveza dos materiais, a resistência contra o calor e o vento, sem colocar em causa a qualidade da informação (Gao et al., 2015).

Capítulo 3 – Metodologia

3.1. Enquadramento do tema – Incêndios

Para dar início a este trabalho é importante compreender o conceito de incêndio florestal. De acordo com Carvalho & Lopes (2001), existem três conceitos importantes, o conceito de incêndio, de incêndio florestal e de área florestal. Entende-se por incêndio a “combustão não limitada no tempo nem no espaço”. O incêndio florestal é aquele que “atinge uma área florestal”. E entende-se por área florestal aquela “que se apresenta arborizada ou inculta” (Carvalho & Lopes, 2001, p. 7). De acordo com o mesmo autor, os incêndios são considerados uma família, que é composta por uma espécie (rural), que por sua vez, é caracterizada por três tipos (floresta, agrícola e inculto) (**tabela 1 em anexo A**). A vegetação representa um papel primordial em casos de incêndio, visto que ela própria é fonte de combustível (Baranovski, 1978).

O autor Clive M. Countryman apresenta três conceitos, o conceito de “ambiente” (environment), de “ambiente do fogo” (fire environment) e de “comportamento do fogo” (fire behavior). O autor considera que o “ambiente” é o meio envolvente e as forças que nele existem, capazes de influenciar ou modificar algo. O “ambiente do fogo” são as condições e as forças que controlam o “comportamento do fogo”. O “comportamento do fogo” é um fenómeno que depende do “ambiente do fogo”, ou seja, é o produto das componentes do mesmo. Na perspetiva do autor, não existem comportamentos atípicos ou inesperados, existem sim más avaliações do “ambiente” e do “ambiente do fogo”. São várias as componentes que influenciam o “comportamento do fogo”, contudo destacam-se três: a topografia, o combustível e a massa de ar. A topografia no sentido que as diferentes disposições de terreno potenciam a progressão do fogo. O combustível, no sentido que, o tipo e quantidade de combustível maximiza o fogo. Por fim, a massa de ar, que pela sua natureza instável, proporciona mudanças rápidas da direção do fogo. Estas três componentes para além de serem importantes no “comportamento do fogo”, relacionam-se (**figura 3**) (Countryman, 1972). A falta de operacionais suficientes maximiza o incêndio, isto é, a concentração de operacionais em determinados locais, proporciona que o fogo propague para áreas sem operacionais. Restando apenas a esperança de fogo encontrar barreiras naturais como rios, estradas largas, clareiras, entre outros, que o impeçam de prosseguir (Restás, 2006).

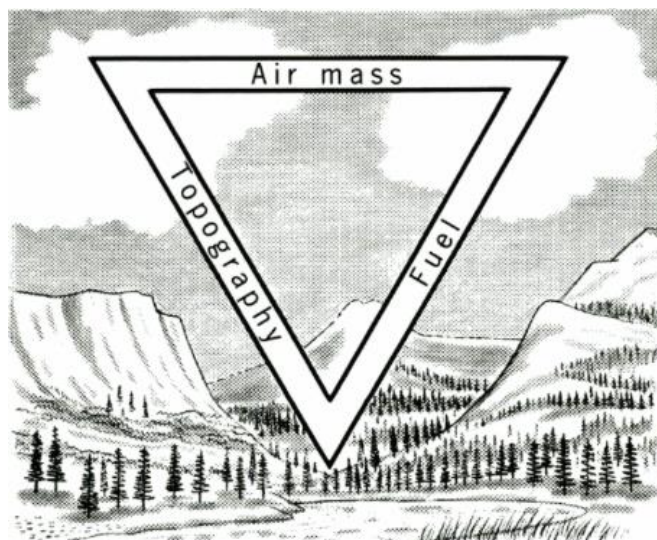


Figura 3 – Componentes que influenciam o comportamento do fogo.

Fonte: Clive M. Countryman.

3.1.1. Incêndios em Portugal

O fenómeno incêndios é uma realidade em Portugal, isto porque todos os anos acontecem, restando-nos apenas lidar da melhor maneira com as consequências. De acordo com os dados apresentados pelo Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF) e pelo PORDATA, podemos constatar que, apesar da evolução inconstante, o número de incêndios em Portugal está a diminuir (**figura 4**). De acordo com os dados apresentados, o maior valor foi registado em 2005 (41689), enquanto que o menor foi registado em 2014 (9095).

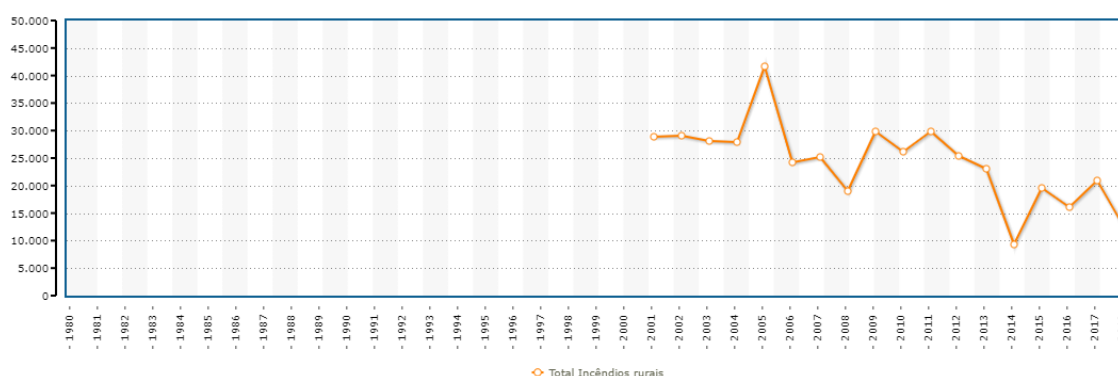


Figura 4 – Número de incêndios rurais no Contiente, entre 2001 a 2018.

Fonte: ICNF/MA-MAFDR, PORDATA.

Apesar de em 2019 ter-se registado 10841 incêndios, refletidos em 41622 hectares de área ardida, considera-se um progresso positivo visto que, em comparação com os últimos dez anos, foi o ano com o segundo menor valor de número de incêndios. Para além de ter sido o ano com segundo menor valor, foi o ano com o segundo menor valor total de área ardida e o primeiro a registar uma redução em dois anos consecutivos (**tabela 2**). O ano de 2019, destaca-se ainda, pelo fato de ter obtido uma redução de 46% de incêndios rurais e menos 70% de área ardida em comparação à média anual (Florestas, 2019).

Tabela 2 - Número de incêndios rurais e correspondente área ardida em Portugal, entre 1 de janeiro a 15 de outubro de 2019.

Fonte: Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas.

Anos	Incêndios rurais (nº)	Área ardida (ha)			
		Povoamentos	Matos	Agrícola	Total
2009	28440	23625	60705	5247	89577
2010	24630	45777	84391	8223	138391
2011	26127	18631	47704	3825	70160
2012	25107	48002	61239	8629	117870
2013	21917	54905	94564	7858	157327
2014	9095	8701	10889	2954	22544
2015	18945	23461	39538	3796	66795
2016	14980	77390	82505	6290	166185
2017	19105	328863	168611	39669	537143
2018	11450	21873	19114	3091	44078
2019	10841	21163	15782	4677	41622
Média 2009-2018	19980	65123	66926	8958	141007

Os distritos que registaram maior área ardida foram Santarém com um total de 6737 hectares, seguido por Castelo Branco com 6425 hectares e por fim, o distrito de Vila Real com 3174 hectares, no período de 1 de janeiro a 15 de outubro de 2019 (**tabela 3 em anexo B**) o distrito de Lisboa registou um total de 843 hectares ardidos, dados do ICNF. Tal como acontece com os distritos, existem meses com maiores registos do que outros. Em relação ao número de incêndios rurais, o mês de setembro destaca-se com 2344 incêndios que correspondem a 22% do total de área ardida. No entanto o mês de julho obteve o maior número de área ardida, com 14034 hectares que correspondem a 34% do total da área ardida.

A classificação dos incêndios pode ser feita tendo em conta a dimensão da área ardida, de acordo com o ICNF. Existem sete possíveis classes, sendo a primeira entre zero a um hectare, depois de um a dez, de dez a vinte, de vinte a cinquenta, de cinquenta a

cem, de cem a mil e por fim mil ou mais. Em Portugal, dados de 2019, 85% dos incêndios correspondem a uma área ardida inferior a um hectare e apenas dois foram classificados como de maior dimensão, por se ter verificado um total de área ardida igual ou superior a 1000 hectares (**tabela 4 em anexo B**).

Com antes referido em 2019 registaram-se 10841 incêndios, 80% do total dos incêndios foram sujeitos a investigação policial, que permitiu identificar as causas de 5627 incêndios (correspondem a 52% total da área ardida) (**tabela 5**). Entre as várias causas, destacam-se quatro: o incendiário de indivíduos imputáveis (29%), as queimadas extensivas de sobantes florestais ou agrícolas (16%), outras causas apuradas (12%) e por fim o reacendimento de incêndios (10%). De referir que a soma dos diferentes tipos de queimadas atinge 33% das causas, dados do ICNF.

Tabela 5 - Distribuição percentual dos incêndios rurais por tipos de causa mais frequentes, entre 1 de janeiro a 15 de outubro de 2019

Fonte: Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas

Ano	Naturais	Acidentais		Uso do fogo					Incendiário	Reacendimentos	Outras causas apuradas (%)	Incêndios investigados (nº)	Investigações conclusivas (nº)
	Queda de raios (%)	Transportes e comunicações (%)	Uso de maquinaria (%)	Queimadas extensivas para gestão de pasto (%)	Queimadas extensivas de sobantes florestais ou agrícolas (%)	Queimadas de amontoados de sobantes florestais ou agrícolas (%)	Queimadas de lixo (%)	Realização de fogueiras (%)	Indivíduos imputáveis (%)	Reacendimentos de incêndios (%)			
2009	1	1	2	22	15	3	1	1	28	13	13	14185	9732
2010	1	2	2	12	12	4	2	0	26	29	10	15817	9277
2011	1	2	2	14	16	3	1	7	22	26	6	18439	12783
2012	0	2	1	13	21	6	1	7	26	17	6	18926	13158
2013	1	2	3	7	12	4	1	13	30	20	7	17048	11905
2014	1	5	5	9	19	8	2	6	29	6	10	7923	5096
2015	1	3	3	10	16	7	2	6	28	14	10	15820	10571
2016	1	4	2	10	11	3	2	10	30	18	9	12026	7544
2017	1	4	4	10	16	6	2	1	30	17	9	15892	9728
2018	2	4	3	7	29	13	2	1	21	12	6	9648	6050
2019	3	6	6	8	16	7	2	1	29	10	12	8640	5627
Média 2009-2018	1	3	2	12	16	5	2	6	27	18	8	14572	9584

3.1.2. Incêndios no sul da Europa

Os incêndios são um fenómeno comum em toda a Europa, que ao longo dos anos têm vindo a diminuir, devido às práticas aplicadas de gestão e controlo de incêndios. A **figura 5**, ilustra a tendência decrescente do número de incêndios desde 1980 a 2018 nos países do sul da Europa (Espanha, França, Itália, Grécia e Portugal). Estes dados corroboram com os dados obtidos de Portugal, uma vez que o ano com o menor número foi o ano de 2014, e em 2018 o total de incêndios foi de aproximadamente 26 mil. Apesar de ser um valor que está longe do desejado é bastante positivo, visto que é abaixo da média e é um dos melhores anos registados (Union, 2018). Estes valores refletem-se

depois numa menor quantidade de área ardida, como demonstrado na **figura 6**, de acordo com o PORDATA.

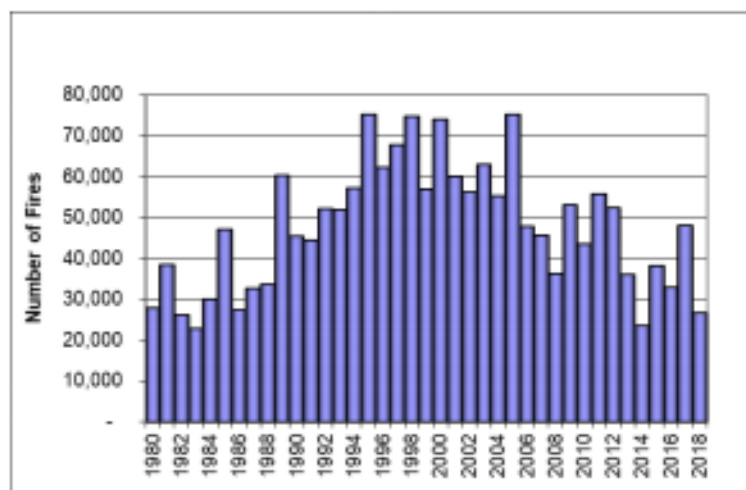


Figura 5 – Número de incêndios nos países do sul da Europa.

Fonte: Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2018.

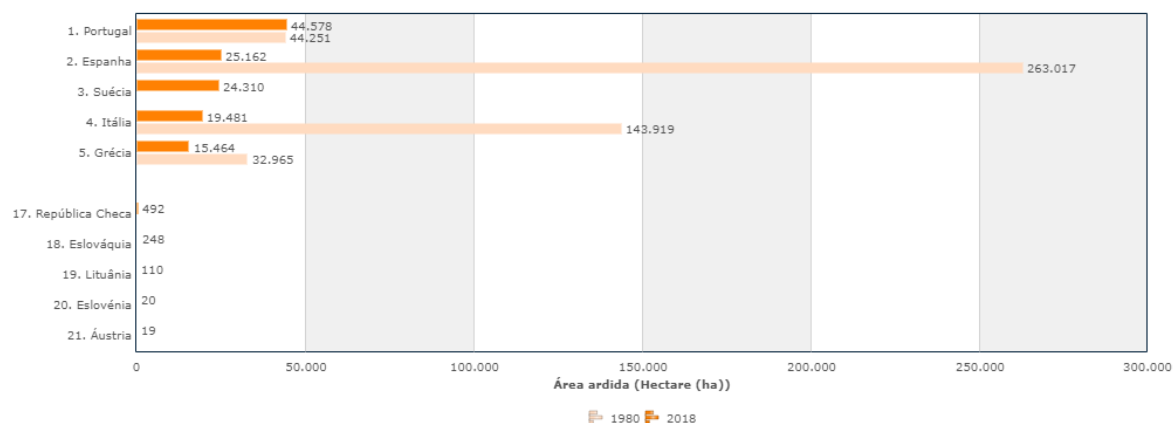


Figura 6 – Número de incêndios na Europa referentes aos anos de 1980 e 2018.

Fonte: PORDATA.

Analisando os cinco países, Portugal foi o mais afetado pelos incêndios, e é responsável pela metade do total dos incêndios de 2018 (46%). Este comportamento apenas não se verifica entre os anos de 1980 e 1989 (**figura 7**). Em oposição, a Grécia tem vindo a registar valores baixos, sendo responsável por 3 % do total de incêndios em 2018 (**figura 8**) (Union, 2018).

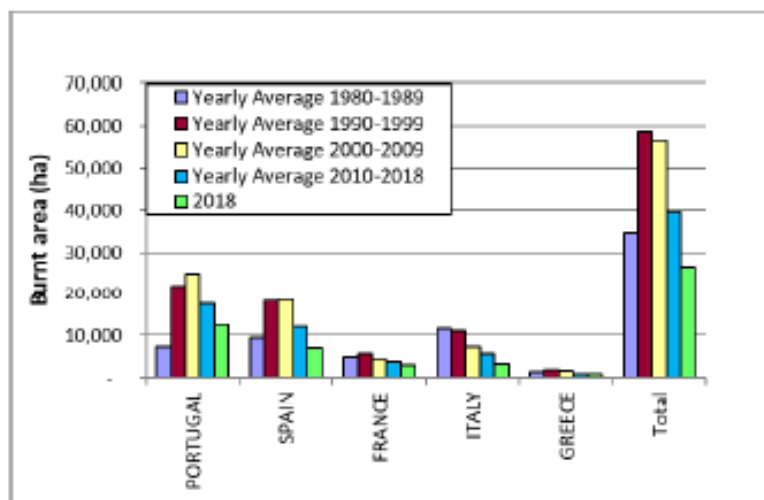


Figura 7 – Número de incêndios nos países do sul da Europa.
Fonte: Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2018.

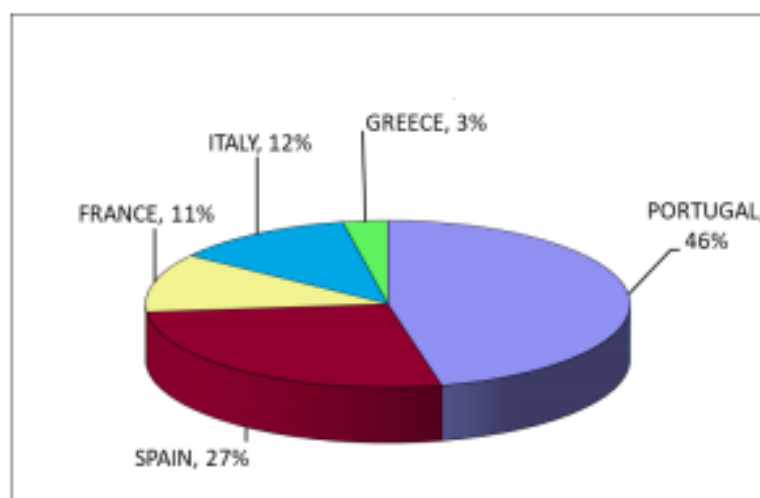


Figura 8 – Percentagem de incêndios nos países do sul da Europa em 2018.
Fonte: Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2018.

Contudo, será que podemos extrapolar as causas predominantes em Portugal para a Europa? De acordo com o relatório europeu *Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2018*, sim uma vez que, a maior parte dos incêndios registados foram consequência direta ou indireta dos seres humanos. Da análise de 128 incêndios, obtiveram-se como causas mais frequentes, começando pela mais comum, os cigarros (34%), seguidos das cinzas quentes ou faíscas resultantes do trabalho, incêndios fora do controlo, incêndios criminosos, faíscas resultantes da passagem dos comboios, e por fim

linhas energéticas quebradas. De realçar que existe uma grande parte de causas desconhecidas.

Os incêndios enquanto estão ativos proporcionam a produção de dióxido de carbono, resultado da combustão de matéria orgânica. Sem esquecer da produção de outros gases tóxicos resultantes da combustão de outros materiais, minerais ou químicos presentes no solo. Todos estes gases são prejudiciais para a saúde humana, tanto de forma instantânea (dores de cabeça, transtorno mental, vômito, confusão, inconsciência, morte suave entre outros) e como desencadeando doenças futuras. As várias ocorrências de incêndios contribuem para enfraquecimento do solo e para uma possível mudança do uso do mesmo. Ou seja, a perda de propriedades impossibilita que determinado setor possa ser desenvolvido naquele solo (Mcwethy et al., 2013). É importante referir que mesmo depois do fogo extinto continua a haver libertação de gases (Rao et al., 2016). Numa escala global as consequências são sentidas através do aumento da temperatura mundial, das mudanças climáticas, perda de biodiversidade e um impacto negativo na economia (Cruz, Eckert, Meneses, & Martínez, 2016).

Segundo o relatório europeu *Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2018*, de modo a partilhar boas práticas de prevenção, métodos de combate, procedimentos de reabilitação, gestão de incêndios e ainda o registo histórico dos incêndios, foi construída a European Forest Fire Information System (EFFIS), que agrega toda esta informação referente a todos os países que dela fazem parte. Atualmente, é composta por quarenta e dois países (vinte e cinco membros da união europeia, doze países europeus não pertencentes à união europeia e cinco países da região Médio Oriente e Norte de África). A EFFIS consiste ainda no apoio operacional, na implementação de regulamentos e na implementação de fundos de solidariedade.

Em Portugal, a Lei de Bases, capítulo V, disposições finais e transitórias, artigo 21.º ações de carácter prioritário, garante que o Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas desenvolve ações de emergência tais como:

- Reforço e estruturação dos processos de prevenção, vigilância e de apoio ao combate aos fogos florestais;
- Definição e implementação de normas técnicas relativas à estrutura e composição dos povoamentos e à rede de infraestruturas nos espaços florestais, com vista à minimização dos riscos de incêndio;
- Reforço e expansão do corpo especializado de sapadores florestais;

- Adoção de todas as medidas tendentes à realização do cadastro da propriedade florestal;
- Definição e introdução de normas de ordenamento de práticas culturais que favoreçam a recuperação dos sistemas agroflorestais e assegurem a sua vitalidade;
- Aplicação de medidas de proteção e recuperação, com vista a garantir a especificidade da função ecológica dos ecossistemas, manutenção ou melhoramento do seu património genético, aumento da produtividade e rentabilidade dos sistemas produtivos e melhoria da qualidade dos produtos, designadamente da cortiça;
- Identificação das áreas mais carenciadas de estudo, investigação aplicada, experimentação e divulgação e promoção da coordenação entre as várias entidades com atribuições ou interesses neste domínio, designadamente do organismo público competente em matéria florestal, do Instituto Nacional do Ambiente e das entidades com competência em matéria de ordenamento do território, institutos de investigação, universidades, empresas e organizações de produtores;
- Promoção, a todos os níveis, de ações de sensibilização dos cidadãos, em particular dos jovens, para a importância da salvaguarda e valorização dos recursos florestais.

3.2. Enquadramento do tema – Entidades responsáveis

De modo a melhorar a eficiência da Proteção Civil e das condições de prevenção e socorro, foram previstas, no Programa do XXI Governo Constitucional, medidas de prevenção como: o uso de sistemas de aviso e de alerta precoce; a criação de comunidades resistentes aos riscos associados à ocorrência de acidentes graves e catástrofes e a melhoria da resposta operacional. Estas medidas têm por base, um aumento dos meios do Grupo de Intervenção de Proteção e Socorro (GIPS) da Guarda Nacional Republicana (GNR), da Força Especial de Bombeiros (FEB), da Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC) e do Instituto Português do Mar e da Atmosfera, I. P. (IPMA, I. P.).

Para que seja possível coordenar todos os intervenientes, é necessário a adoção de uma nova estratégia que englobe Sistemas Integrados de Operações de Proteção e Socorro (SIOPS), Sistemas de Gestão de Operações (SGO) e Normas Operacionais Permanentes (NOPS). Estratégia essa composta essencialmente por três pilares, “a aproximação entre

prevenção e combate; a profissionalização e capacitação do sistema e a especialização”. O primeiro pilar, aproximação entre prevenção e combate, é constituído por “um reforço e progressiva reorientação de recursos para os pilares da prevenção e vigilância (...), o desenvolvimento da rede de guardas e sapadores florestais e do Serviço de Proteção da Natureza e do Ambiente (SEPNA) da GNR; a atuação dos municípios e das freguesias,” no que diz respeito à “proximidade às populações, do conhecimento do território e das suas vulnerabilidades e a inclusão dos produtores florestais. O segundo pilar, profissionalização e capacitação do sistema, é composto pela aposta em investimento em I&D e no ensino superior, de modo a garantir a qualificação técnica de todos os intervenientes. Por fim, o último pilar, especialização, tem como objetivo a progressiva “segmentação de meios vocacionados para a proteção de pessoas e bens e para a gestão dos fogos rurais”.

A existência de uma diretiva única de prevenção e de combate, permite “uma maior coordenação de todo o dispositivo operacional (...) garantindo uma maior flexibilidade do dispositivo operacional em função do índice de risco de incêndio”. O envolvimento de entidades como, autoridades nacionais, os municípios, as freguesias, as forças de proteção civil, as Forças Armadas, as organizações de produtores florestais ou de agricultores, as organizações não-governamentais, outros gestores do território e a sociedade civil, proporciona o sucesso no que se refere ao cumprimento das “metas nacionais de prevenção e combate” (Presidência do Conselho de Ministros, 2017).

3.2.1. Autarquias locais

Fica a cargo das autarquias e estruturas locais a responsabilidade de implementar “mecanismos de sensibilização, de pedagogia e de alerta”. É esperado ainda que, aumentem “a resiliência do território, promovendo uma nova lógica de intervenção na floresta, com maior enfoque no ordenamento, na gestão e na redução de riscos”, de modo a garantir a proteção dos aglomerados populacionais (Presidência do Conselho de Ministros, 2017).

De acordo com a Lei nº 169/99, de 18 de Setembro, quadro de competências e regime jurídico de funcionamento dos órgãos dos municípios e das freguesias, capítulo IV, artigo 68.º Competências da câmara, a mesma deve “Dirigir, em estreita articulação com o Serviço Nacional de Proteção Civil, o Serviço Municipal de Proteção Civil, tendo

em vista o cumprimento dos planos e programas estabelecidos e a coordenação das atividades a desenvolver no domínio da proteção civil, designadamente em operações de socorro e assistência, com especial relevo em situações de catástrofe e calamidade públicas”. A cooperação entre o gabinete de operações, de administração e logística, de informação e planeamento e ainda a junta de freguesia, proporciona uma melhor e adequada reposta, uma vez que, cada um destes departamentos irá recolher e partilhar a informação crucial para a resolução de determinada situação. A **figura 9**, demonstra a articulação entre os vários centros operacionais de emergência de proteção civil, de acordo com o Serviço Nacional de Bombeiros e Proteção Civil.

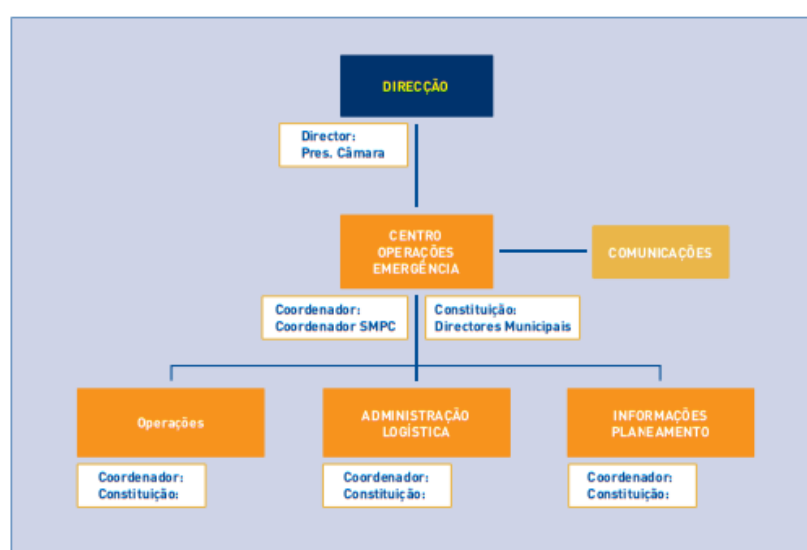


Figura 9 – Centros operacionais de emergência de proteção civil.
Fonte: Serviço Nacional de Bombeiros e Protecção Civil.

3.2.2. Força Aérea

O aparecimento do SARS-COV-2, veio expor / sublinhar ainda mais as já existentes fragilidades dos recursos de proteção e combate a incêndios. Ou seja, com a diminuição e falta de disponibilidade de recursos humanos, ficou evidente a “necessidade acrescida de meios complementares que confirmam eficácia para as ações inseridas nas fases de prevenção, supressão e socorro, estabelecidas no quadro de gestão integrada de fogos rurais”. O “processo de comando e gestão centralizada dos meios aéreos próprios do Estado” inicialmente estava a cargo da Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil, porém foi transferido para a Força Aérea. A Força Aérea passa agora a possuir

“financiamento específico e autônomo para suportar todos os encargos relacionados com a edificação, sustentação e operação do novo modelo de comando e gestão centralizados de meios aéreos em missões de proteção civil, incluindo a reposição da condição de voo de aeronaves, bem como, a construção de infraestruturas e o recrutamento e formação de pessoal” (Vi, 2019).

Na Resolução do Conselho de Ministros n.º 38-A/2020, volta a ser reforçado o papel da Força Aérea no que se refere à “aquisição de sistemas aéreos não tripulados para vigilância aérea no âmbito do Dispositivo Especial de Combate a Incêndios Rurais” e no que se refere ao “comando e a gestão centralizados dos meios aéreos de combate a incêndios florestais, por meios próprios do Estado ou outros que sejam sazonalmente necessários”. Força Aérea possui ainda, a tarefa de realizar voos, através do uso de RPAS, “para desenvolvimento de ações de vigilância ambiental, fiscalização, cadastro e outras que se venham a considerar necessárias nos termos a definir por acordo entre as partes”.

Tendo em conta a falta de recursos humanos, o uso dos RPAS para diferentes ações, foi determinado “a aquisição imediata de 12 sistemas de aeronaves não tripuladas (UAS) Classe 1 para corresponder à necessidade urgente de vigilância aérea adicional, durante o período do Dispositivo Especial de Combate a Incêndios Rurais 2020 (DECIR 2020), justificada pelas medidas de mitigação da pandemia da doença COVID-19.” É assegurada ainda, pelo Estado, “a interoperabilidade de todos os meios aéreos, tornando a edificação da capacidade de UAS mais célere, integrada e eficiente, reforçando ainda a capacidade para coordenar e responder a mais e diferentes situações de apoio aos cidadãos, e, assim, contribuir para o garante da segurança das populações”.

Como já referido, a Força Aérea possui o comando e a gestão das aeronaves remotamente pilotadas, contudo dependendo do tipo de operação a ser realizada, a Força Aérea coordena esforços com outras entidades. No que se refere a operações de vigilância, para além da Força Aérea é chamada a Guarda Nacional Republicana. Já em situações de “combate a incêndios rurais, de rescaldo e de vigilância ativa pós-rescaldo”, para além da Força Aérea é chamada a Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil (Conselho de Ministros, 2001).

3.2.3. Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil

A missão da Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil passa por “planejar, coordenar e executar as políticas de emergência e de proteção civil, designadamente na prevenção e na resposta a acidentes graves e catástrofes, de proteção e socorro de populações, coordenação dos agentes de proteção civil (...) e assegurar o planeamento e coordenação das necessidades nacionais na área do planeamento civil de emergência, com vista a fazer face a situações de crise ou de guerra”⁶. Como já visto, a ANEPC articula e coordena esforços com outras “entidades que desenvolvem (...) competências em matéria de emergência e de proteção civil e de proteção e socorro”⁷, tal como a Força Aérea, para melhor desempenhar a sua missão. A própria ANEPC avalia, planeia e coordena os recursos humanos e físicos a serem utilizados em emergência (figura 10 e 11), de acordo com a ANEPC.

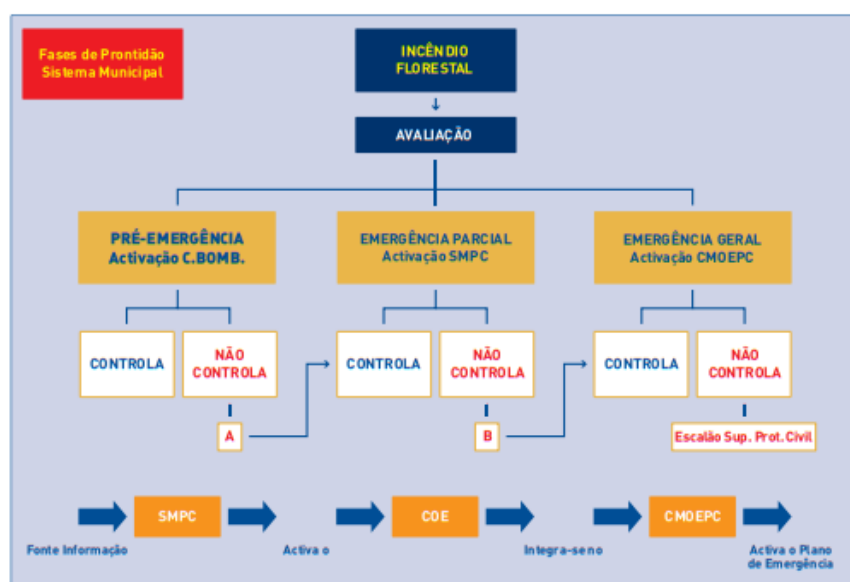


Figura 10 – Fases de prontidão do sistema municipal.
Fonte: Serviço Nacional de Bombeiros e Protecção Civil.

⁶ Retirado do site ANEPC disponível em <http://www.prociv.pt/pt-pt/PROTECAOCIVIL/ANPC/QUEMSOMOS/Paginas/default.aspx>

⁷ Retirado do site ANEPC disponível em <http://www.prociv.pt/pt-pt/PROTECAOCIVIL/ANPC/QUEMSOMOS/Paginas/default.aspx>

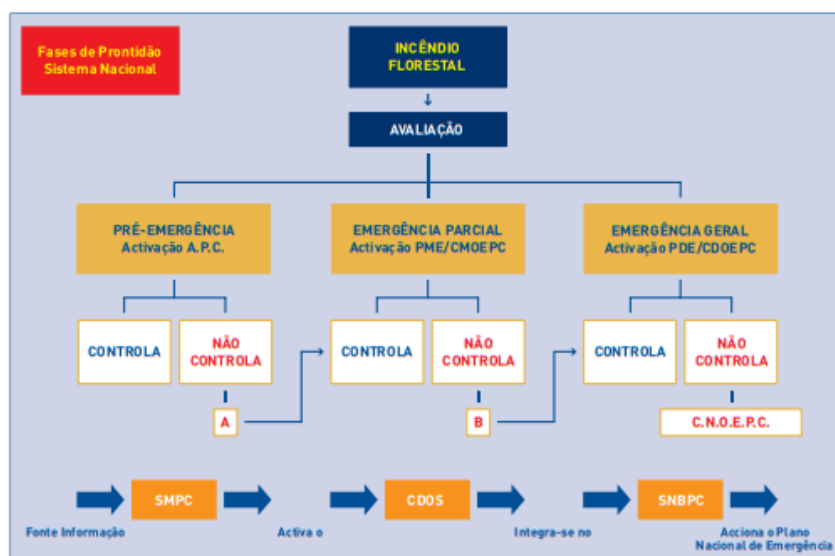


Figura 11 – Fases de prontidão sistema nacional.
Fonte: Serviço Nacional de Bombeiros e Protecção Civil.

A Força Especial de Protecção Civil, é uma entidade de protecção de referência, uma vez que prima pela eficácia e pelo elevado grau de prontidão a uma emergência, de protecção ou de socorro. Existe ainda o Sistema Integrado de Operações de Protecção e Socorro (SIOPS) que é composto por estruturas, normas e procedimentos para garantir que “os agentes de protecção civil atuam, no plano operacional, articuladamente sob um comando único, sem prejuízo da respetiva dependência hierárquica e funcional”⁸, segundo a ANEPC. Este sistema permite, assim, dar resposta às situações iminentes, acidentes graves ou catástrofes.

3.2.4. Corporações de bombeiros

De acordo com a Autoridade Nacional de Emergência e Protecção Civil “um corpo de bombeiros é a unidade operacional e tecnicamente organizada, preparada e equipada para o cabal exercício das missões a si atribuídas, e que se insere dentro de uma entidade detentora, que poderá ser pública ou privada, designadamente o município ou a

⁸ Retirado do site ANEPC disponível em <http://www.prociv.pt/pt-pt/PROTECAOCIVIL/SISTEMAPROTECAOCIVIL/SIOPS/Paginas/default.aspx>

associação humanitária de bombeiros”⁹. Assim sendo, entre tantas, as corporações de bombeiros portugueses tem como missões a prevenção e o combate a incêndios; o socorro às populações, em caso de incêndios, inundações, desabamentos e acidentes; a emissão de pareceres técnicos em matéria de prevenção e segurança contra riscos de incêndio e outros sinistros; exercícios de atividades de formação e sensibilização, com especial incidência para a prevenção do risco de incêndio e acidentes junto das populações.

Existem quatro diferentes tipos de corpos de bombeiros portugueses, os profissionais, os mistos, os voluntários e os corpos privativos de bombeiros. Os corpos de bombeiros profissionais (comummente chamados de sapadores) estão sob a alçada profissional da câmara municipal. No que toca aos corpos de bombeiros mistos, estes são dirigidos pela câmara municipal ou por uma associação humanitária de bombeiros, e são constituídos por bombeiros profissionais e por voluntários. Os corpos de bombeiros voluntários, como o nome permite perceber, são compostos por bombeiros voluntários e pertencem a uma associação humanitária de bombeiros. Por fim, os corpos privativos de bombeiros obedecem a uma pessoa coletiva privada, que por algum motivo necessita deste tipo de competência, segundo a ANEPC.

3.3. Elaboração e distribuição do questionário

De modo a verificar o contributo das aeronaves remotamente pilotadas (drones) nos sistemas de informação para emergências em Portugal, em específico em caso de incêndios, optou-se pela realização de um questionário. Uma vez que o que se pretende é perceber o contributo destes aparelhos, considerou-se essencial obter as opiniões dos intervenientes ativos neste tipo de situações. Para elaborar o questionário tive em consideração o estudo *An exploratory study of the use of drones for assisting firefighters during emergency situations*, realizado em 2019 pelos autores Md. Nafiz Hasan Khan and Carman Neustaedter, que trata dos benefícios e desafios do uso de drones na resposta a emergências. No caso de estudo, usado como referência, foram realizados dois questionários, um dirigido aos cidadãos que recorrem ao número de emergência e outro dirigido aos bombeiros. Tendo em conta este estudo e a situação dos incêndios em

⁹ Retirado do site ANEPC disponível em <http://www.procv.pt/pt-pt/BOMBEIROS/FAQS/Paginas/default.aspx#/collapse-0>

Portugal, dirigi o questionário aos bombeiros e estendi a outros públicos alvo que também estão muito presentes em situações de incêndio, como a Proteção Civil.

O questionário foi desenvolvido na plataforma Google Formulários (*Google form*), a sua distribuição foi realizada por e-mail e pela rede social “*Facebook*” e, posteriormente, os dados foram tratados através da aplicação Statistical package for the social sciences (SPSS) software IBM. De realçar que a decisão, de apenas distribuir os questionários por meio digital, tem por base a situação em que o país se encontrava à data. Considerou-se por bem utilizar os meios digitais como meios de comunicação e distribuição. Primeiramente, houve um contato telefónico com as entidades: Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil, Corporações de Bombeiros e Força Área, para perceber se havia disponibilidade e qual a melhor forma para distribuir / aplicar os questionários. Como foi dito que poderia enviar o questionário por email, decidiu-se enviá-lo a todas as corporações de bombeiros de Portugal continental e a todas as corporações de bombeiros dos arquipélagos da Madeira e dos Açores. No seguimento, foram enviados por e-mail a todos os postos de comando da Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil de Portugal. Desta forma tentou-se garantir que o questionário alcançava, de facto, o público alvo, que alcançava todas as corporações e postos de comando de todo o país. De seguida, por decisão própria, tirando proveito do alcance e da comodidade das redes sociais e tendo como objetivo obter o máximo de respostas possíveis, o questionário foi publicado nas páginas de “*Facebook*” relacionadas com as corporações de bombeiros e na página da autoridade nacional de emergência e proteção civil.

Todo este processo, foi composto por três fases, a fase de desenvolvimento do questionário, a fase de distribuição dos questionários por e-mail e a fase de encerramento do questionário e recolha dos dados. Na primeira fase, desenvolvimento, foi necessário analisar e adaptar as questões feitas no estudo de referência, de modo a garantir que faziam sentido serem feitas ao público – alvo e à realidade portuguesa. De seguida, a fase de distribuição, o questionário esteve disponível, por um período, aproximadamente, de dois meses e meio. Passou-se por fim, à última fase, encerramento e recolha de dados. Assim sendo o questionário deixou de estar disponível e contabilizando-se um total de cento e trinta e uma repostas, incluindo as respostas obtidas por questionários distribuídos por e-mail e as respostas obtidas por questionários distribuídos pela rede social Facebook.

3.4. Questões de interesse para a elaboração do questionário

O questionário, como referido anteriormente, foi inspirado no estudo *An exploratory study of the use of drones for assisting firefighters during emergency situations*, realizado em 2019 pelos autores Md. Nafiz Hasan Khan and Carman Neustaedter, contudo tendo em atenção o objetivo deste trabalho e a realidade portuguesa. O questionário é composto por um total de vinte perguntas e demora menos de dez minutos a ser completado. Está estruturado em dois grupos. O primeiro grupo de questões, chamado de “Caracterização do participante”, como o nome indica, é composto por cinco questões socio - demográficas, de resposta “fechada”, que visam caracterizar o indivíduo. O segundo grupo de questões, chamado de “Os drones no apoio / combate aos incêndios”, é composto por quinze questões, umas de resposta “aberta” e outras de resposta “fechada”, que pretendem entender a relação que o indivíduo teve, tem ou pretende ter com as aeronaves remotamente pilotadas (drones). A estrutura do questionário é a seguintes (**figura 12 em apêndice**):

Grupo I: Caracterização do participante

- Sexo;
- Idade;
- Habilitações literárias;
- Para que entidade trabalha?
- Há quantos anos trabalha nesta entidade?

Grupo II: Os drones no apoio / combate aos incêndios

- Quantos drones existem na entidade onde trabalha?
- O seu departamento considera comprar drones?
 - Se respondeu que “Não”, porquê?
- Já alguma vez trabalhou com drones?
 - Se sim, como?
 - Se respondeu que “Não”, porquê?
- Conhece alguma entidade que trabalhe com drones?
 - Se respondeu que “Sim”, qual a opinião que lhe transmitem do uso de drones?
- Considera que contribuem positivamente para a prevenção aos incêndios?

- Considera que contribuem positivamente para o combate aos incêndios?
- Em que situações os drones são mais úteis?
- Que informação não tem e gostaria de ter antes do início do combate ao incêndio?
- Que informação gostaria de obter com o uso de drones?
- Como é que essa informação poderia ajudar em situação de incêndios?
- Sugestões para melhorar a utilização dos drones no combate aos incêndios?

O tratamento dos dados será realizado através da aplicação Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) software IBM, como já referido anteriormente. Os dados serão tratados de acordo com a sua natureza (qualitativos ou quantitativos), apresentando sempre que necessário tabelas de frequências, de medidas de associação, de medidas de tendência central e gráficos. Grande parte dos dados são qualitativos, e por isso as medidas de tendência central mais utilizadas serão a moda e a mediana e os gráficos serão circulares, de barras e de barras empilhadas.

Em relação à questão, “Idades”, optou-se por agrupar as idades dos indivíduos em intervalos de 10 anos. Oficialmente a idade de ingresso no Corpo de Bombeiros é aos 18 anos, contudo é possível aos 17 anos iniciar o estágio de duração de 1 ano. Assim sendo, para abranger estes jovens, optou-se por iniciar com o grupo “Menos de 20”. Por outro lado, optou-se por terminar com o grupo “60 ou mais”, porque os bombeiros podem aceder à aposentação ou reforma aos 60 anos, de acordo com o Decreto – Lei nº 87/2019 (Augusto, Santos, António, Veiga, & Mendes, 2019).

Relativamente à questão “Há quantos anos trabalha nesta entidade”, foram criados seis grupos, “Menos de 1 ano”, “1 – 2 anos”, “2 – 5 anos”, “5 – 10 anos”, “10 – 20 anos” e “Mais de 20 anos” porque, pretendia-se dividir a experiência de trabalho em dois polos: pouca experiência (“menos de 1”, “1 – 2” anos e “2 – 5 anos”) e muita experiência (“5 – 10 anos”, “10 – 20 anos” e “Mais de 20 anos”). Não se considerou experiências inferiores a um ano, porque seria pouco tempo de experiência para responder a estas questões. Optou-se por terminar com o intervalo “Mais de 20 anos”, para não se tornar extenso.

Nas questões, “Considera que contribuem positivamente para a prevenção aos incêndios” e “Considera que contribuem positivamente para o combate aos incêndios”, foi utilizada a escala de Likert como método de resposta: “Discordo totalmente”, “Discordo parcialmente”, “Não concordo nem discordo”, “Concordo parcialmente” e “Concordo totalmente”. Para além de ser um método bastante utilizado neste tipo de

questões, é de fácil compreensão e permite agrupar as opiniões dos inquiridos. Optou-se por cinco opções em vez de quatro, para dar a liberdade ao indivíduo de responder mesmo não concordando positiva nem negativamente. Desta forma, o indivíduo não é forçado a escolher uma resposta com a qual ele não concorde, seja ela positiva ou negativa.

Achou-se pertinente realizar dois testes de hipótese. O primeiro com o objetivo de verificar a independência entre as variáveis “Considera que contribuem positivamente para o combate a incêndios” e “Já alguma vez trabalhou com drones”. De modo a verificar se a experiência com RPAS influencia a opinião sobre os mesmos no combate a incêndios. O Segundo com o objetivo de verificar a independência entre as variáveis “O seu departamento considera comprar drones” e “Quantos drones existem na entidade onde trabalha”, para entender se a possibilidade de aquisição é independente da existência de drones. Uma vez que se tratam todas de variáveis qualitativas, optou-se por realizar o Teste Qui-quadrado de independência. Este teste permite “testar se dois ou mais grupos diferem relativamente a uma determinada característica” (Marôco, 2010). Deve ser utilizado aquando o teste entre duas características nominais, de modo a perceber se são independentes.

Capítulo 4 – Análise e discussão dos resultados

4.1. Caracterização demográfica dos participantes

De um total de cento e trinta e uma respostas, o género mais frequente é o género masculino com 88% (**figura 13**). Apenas dezasseis indivíduos são do género feminino (12%) (**tabela 6 em apêndice**).

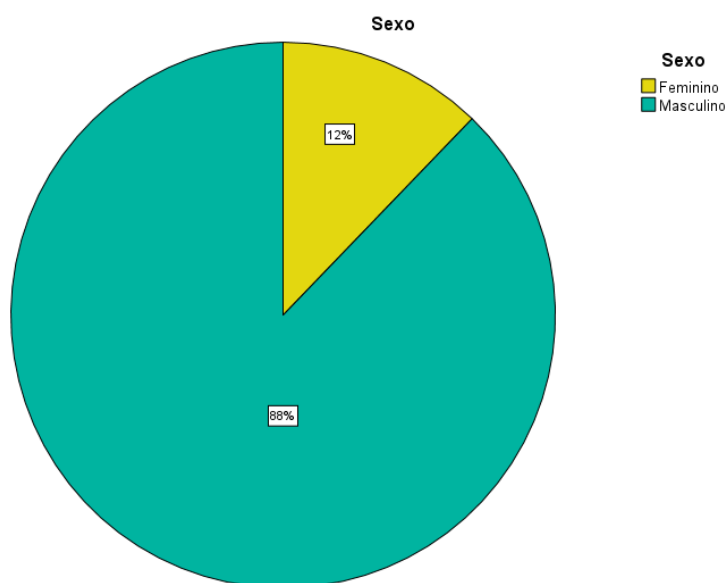


Figura 13: Distribuição dos indivíduos por sexo.

Fonte: Autoria própria.

Relativamente à idade, o gráfico apresenta um comportamento assimétrico, destacando-se o grupo etário “40-49 anos” dos restantes grupos. Um pouco mais da metade dos indivíduos (53%) têm idades entre os quarenta e os quarenta e nove anos (**figura 14**). De mencionar a não obtenção de respostas referentes aos grupos etários “menos de 20 anos” e “60 ou mais anos” (**tabela 7 em apêndice**).

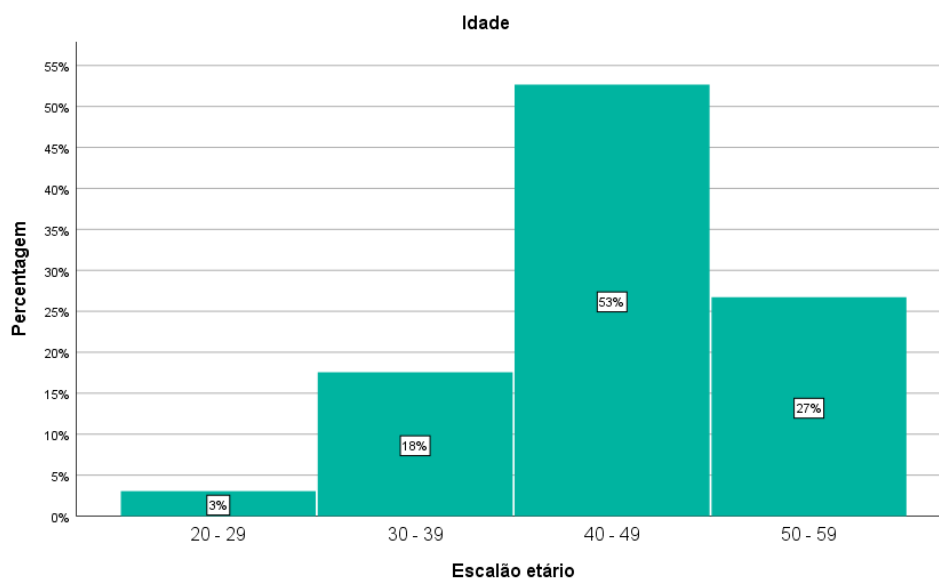


Figura 14: Distribuição de idades por escalões etários.

Fonte: Autoria própria.

Como se pode constatar pela **figura 15**, 44% dos inquiridos têm o ensino secundário e 47 % têm o ensino superior (**tabela 8 em apêndice**). A soma das respostas referentes ao ensino secundário e ao ensino superior correspondem a 91% do total das respostas.

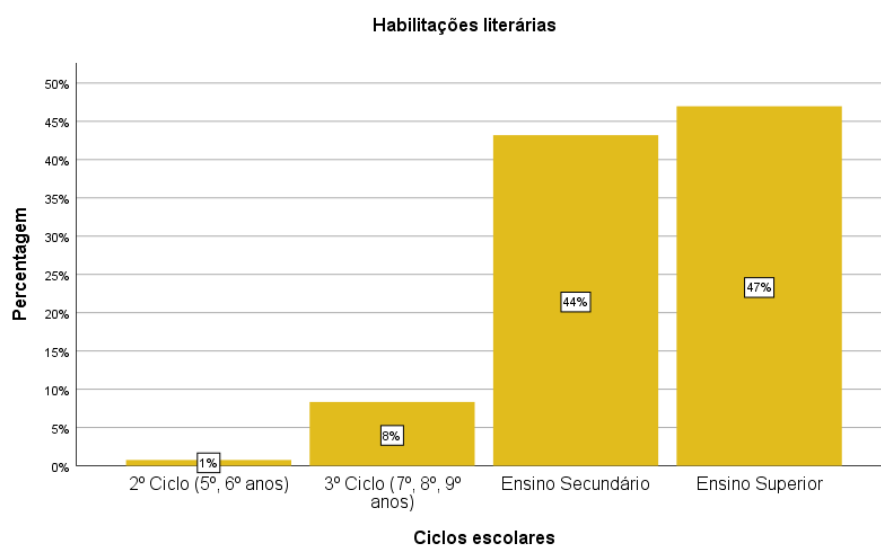


Figura 15: Distribuição dos indivíduos por habilitações literárias.

Fonte: Autoria própria.

De acordo com os dados recolhidos 47% dos indivíduos pertence a uma Associação Humanitária de Bombeiros e 34% pertence à Proteção Civil (**figura 16**). Os restantes 19% dos indivíduos escolheu a opção “Outra”, que representa outras entidades que não as mencionadas. Admitiu-se a opção de resposta “Outra” visto que existem corpos privativos de bombeiros que obedecem a uma pessoa coletiva privada. Assim sendo, podemos constatar que a maior parte das respostas foram dadas por profissionais das corporações de bombeiros (**tabela 9 em apêndice**).

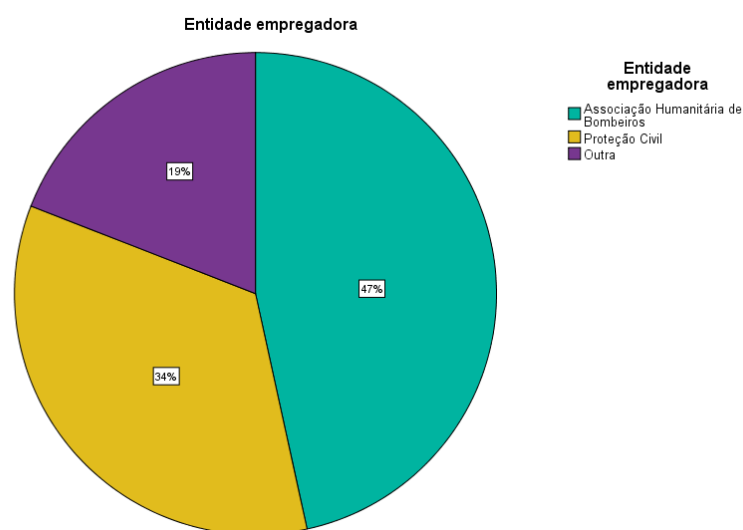


Figura 16: Distribuição dos indivíduos por entidade empregadora.

Fonte: Autoria própria.

Tendo em conta os dados recolhidos, 31% dos inquiridos trabalha nesta profissão entre dez a vinte anos (**tabela 10 em apêndice**), contudo a resposta mais frequente é “Mais de 20 anos” (50%) (**figura 17**).

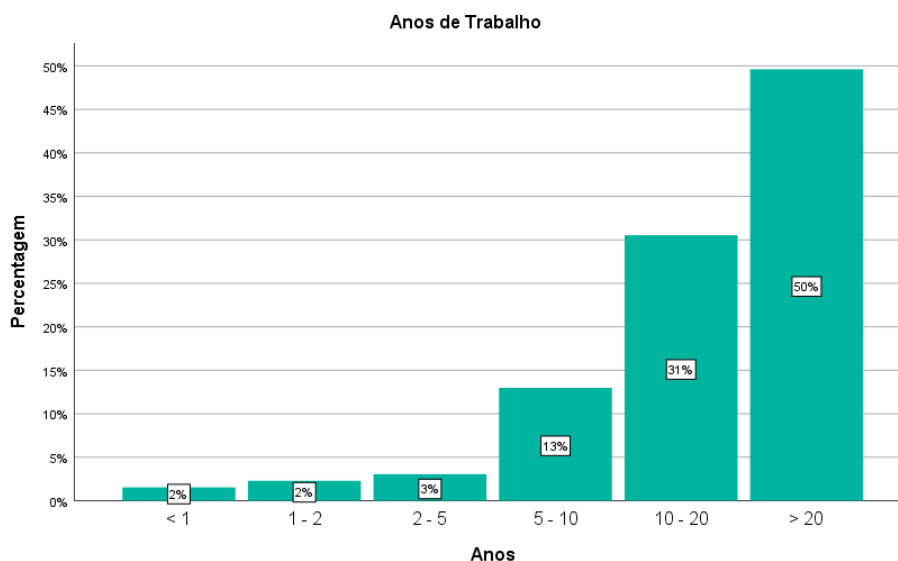


Figura 17: Distribuição de anos de trabalho por intervalos de tempo.

Fonte: Autoria própria.

4.2. RPAS no apoio / combate aos incêndios

Em relação à variável “Quantos drones existem na entidade onde trabalha” de modo geral, mais de metade (56%) afirma não existirem drones (**tabela 11 em apêndice**). Analisando por entidade, 89% das respostas dos inquiridos das Associações Humanitárias de Bombeiros afirmam não possuir RPAS (**figura 18**), enquanto que 69% das respostas dos inquiridos da Proteção Civil afirmam ter um RPAS (69%). Foi admitida como opção de resposta “Mais de 5”, no entanto não se registou nenhuma resposta.

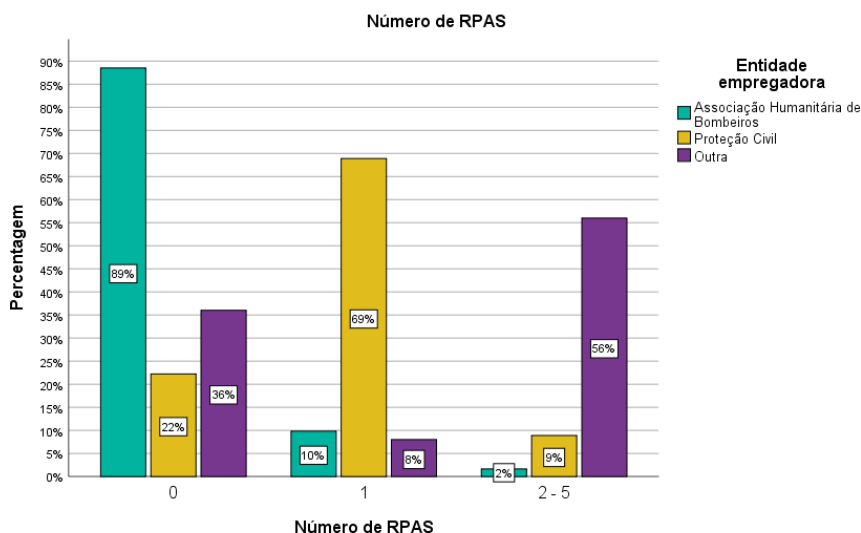


Figura 18: Distribuição do número de RPAS, por entidade empregadora.
Fonte: Autoria própria.

Relativamente à variável “O seu departamento considera comprar drones”, a resposta mais frequente é “Talvez”, Associação Humanitária de Bombeiros (54%) e Proteção Civil (53%) (**figura 19**). A opção “Sim” é a menos seleccionada nas duas entidades, Associação Humanitária de Bombeiros (15%) e Proteção Civil (7%).

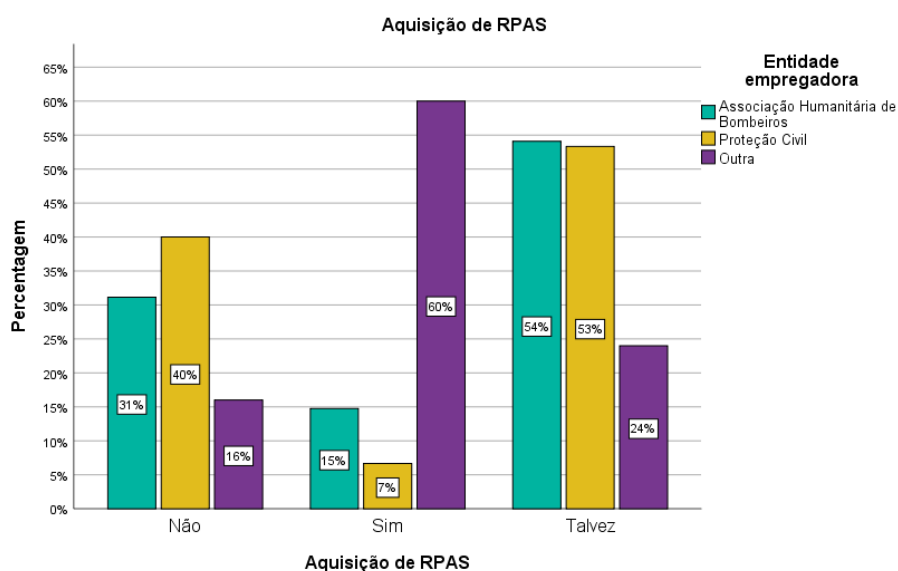


Figura 19: Distribuição da decisão de aquisição de RPAS, por entidade empregadora.
Fonte: Autoria própria.

No geral, a decisão de não adquirir RPAS resulta do motivo “custo” com 46,3% das respostas (**tabela 12 em apêndice**). Em relação à Proteção Civil destaca-se o motivo “custo” (36%), seguido da opção de resposta aberta “Outro” (4%). Relativamente aos inquiridos das Associações Humanitárias de Bombeiros, a opção de resposta aberta “Outro” destaca-se com 25% (**figura 20**). A opção “Outro” é composta pelos seguintes motivos: incompatibilidade com os meios aéreos, responsabilidade da Força Área, fora do alcance dos bombeiros.

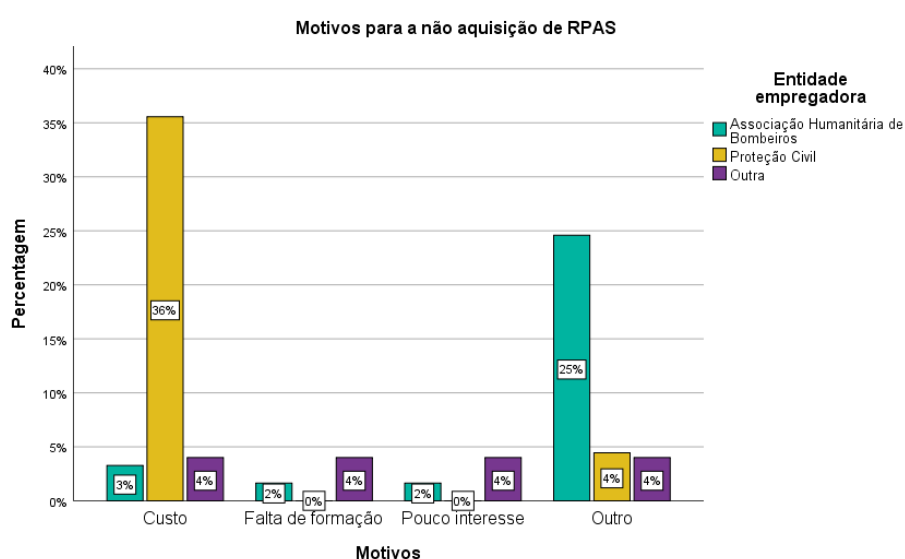


Figura 20: Distribuição dos motivos para a não aquisição de RPAS, por entidade empregadora.

Fonte: Autoria própria.

- **Teste do Qui-quadrado de independência**

Para avaliar se a possibilidade de aquisição de drones depende do número de drones, recorreu-se ao Teste do Qui-quadrado de independência. Foram estabelecidas as seguintes hipóteses:

Hipótese nula: O número de drones e a possibilidade de aquisição de drones são independentes.

Hipótese alternativa: O número de drones e a possibilidade de aquisição de drones não são independentes.

De acordo com o valor de $p - \text{value} = 0,000 < 0,05$, a hipótese nula é rejeitada. O número de drones e a possibilidade de aquisição de drones não são independentes (**tabela 13**) ($X^2(4) = 39,178$; $N = 131$).

Tabela 13: Teste do Qui-quadrado de independência entre as variáveis “Quantos drones existem na entidade onde trabalha” e “O seu departamento considera comprar drones”.

Fonte: Autoria própria.

Testes qui-quadrado			
	Valor	gl	Significância Assintótica (Bilateral)
Qui-quadrado de Pearson	39,178 ^a	4	,000
Razão de verossimilhança	37,377	4	,000
Associação Linear por Linear	18,453	1	,000
N de Casos Válidos	131		

a. 1 células (11,1%) esperavam uma contagem menor que 5.
A contagem mínima esperada é 3,92.

Verifica-se uma oposição das respostas dos inquiridos das Associações Humanitárias de Bombeiros e dos inquiridos da Proteção Civil em relação à experiência com RPAS (**figura 21**). Mais de metade, 70%, dos inquiridos das Associações Humanitárias de Bombeiros afirmam não ter experiência com este tipo de aparelhos aéreos, porém mais de metade, 56%, dos inquiridos da Proteção Civil admite já ter tido contato com este tipo de aparelhos.

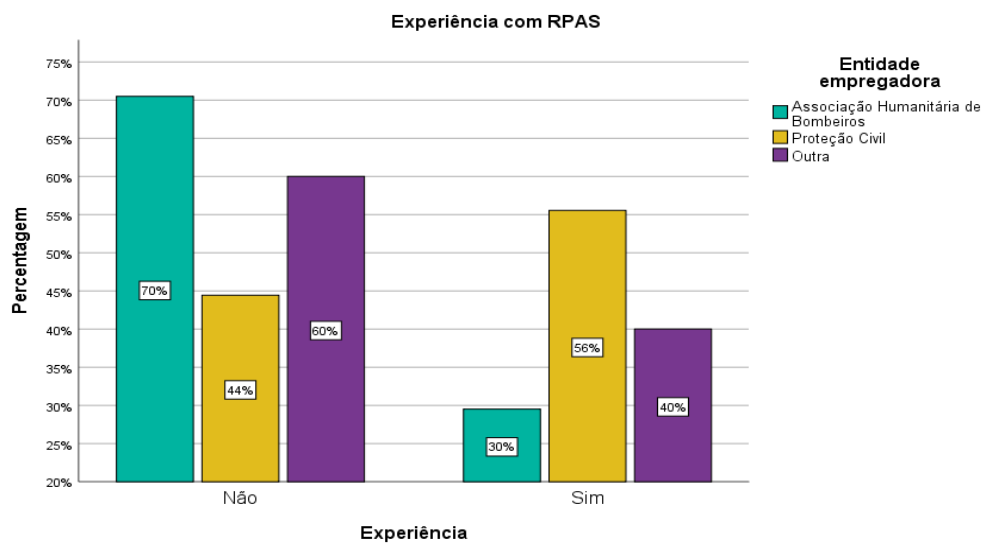


Figura 21: Distribuição da experiência com RPAS, por entidade empregadora.
Fonte: Autoria própria.

A falta de experiência por parte dos inquiridos das Associações Humanitárias de Bombeiros advém maioritariamente do custo (44%) (**figura 22**). Por outro lado, os inquiridos da Proteção Civil justificam esta falta de experiência com a falta de formação (24%).

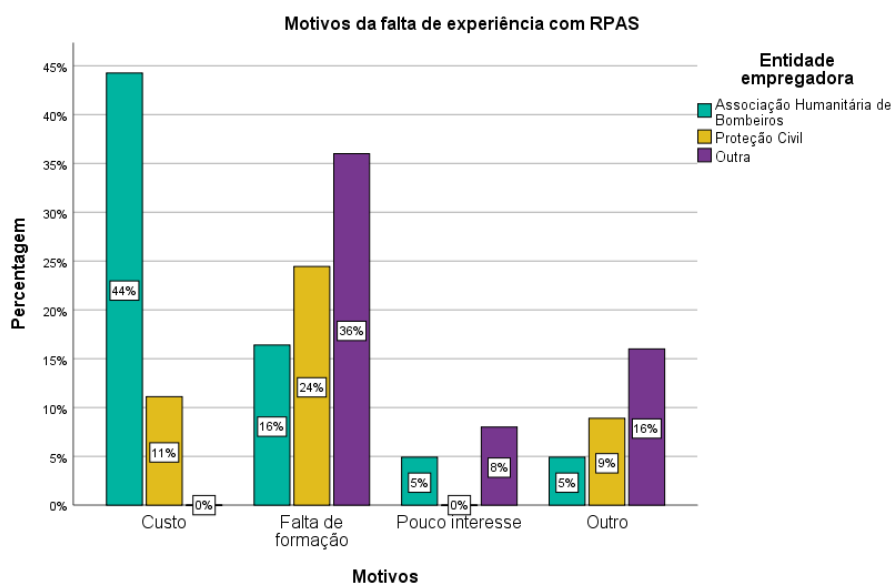


Figura 22: Distribuição dos motivos da falta de experiência com RPAS, por entidade empregadora.
Fonte: Autoria própria.

A experiência que alguns dos inquiridos das Associações Humanitárias de Bombeiros possuem advém maioritariamente de ações de combate (8%) e de prevenção a incêndios (8%). Já os inquiridos da Proteção Civil admitem que a experiência obtida é consequência de ações de prevenção a incêndios (20%) e “Outro” (22%) (**figura 23**). A opção “Outro” é composta por atividades lúdicas, formação / treino operacional e recolha de imagens aéreas.

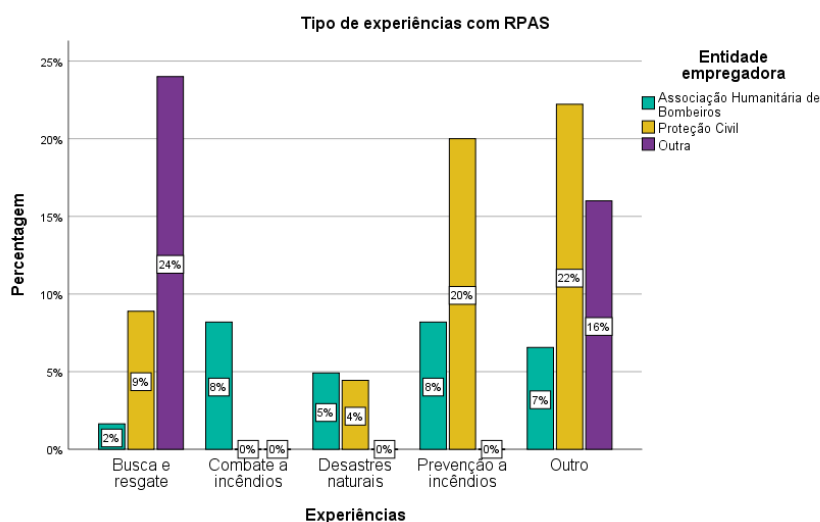


Figura 23: Distribuição do tipo de experiências com RPAS, por entidade empregadora
Fonte: Autoria própria.

Em relação à variável “Conhece alguma entidade que trabalhe com drones”, no geral, a resposta “Sim” destaca-se. Analisando por entidade empregadora, 84% dos inquiridos da Proteção Civil e 69% dos inquiridos das Associações Humanitárias de Bombeiros afirmam que sim **figura 24**.

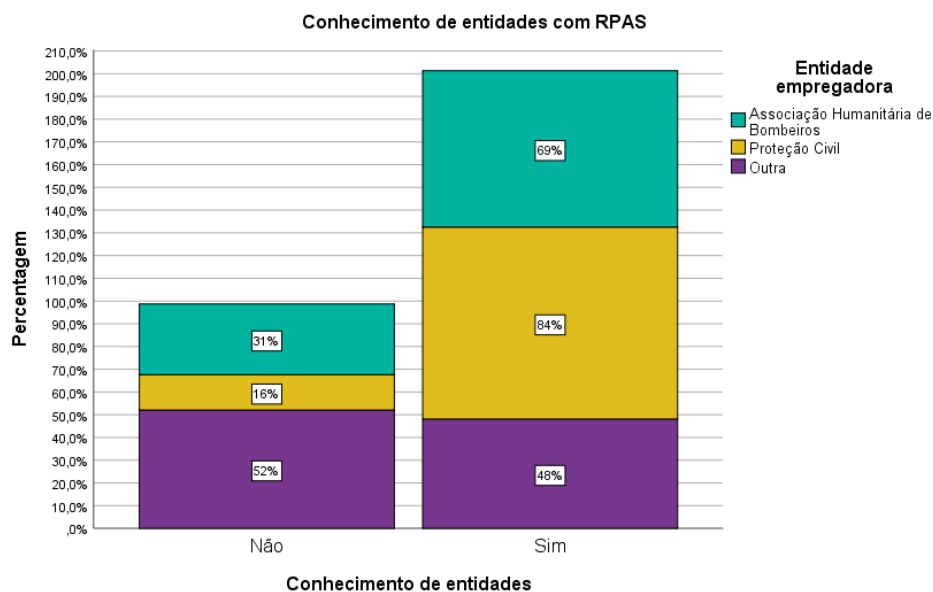


Figura 24: Distribuição do conhecimento de entidades que possuem RPAS, por entidade empregadora.
Fonte: Autoria própria.

Entre várias opiniões transmitidas sobre o uso de drones, os inquiridos das Associações Humanitárias de Bombeiros destacam a capacidade de transmitir informações (21%) e o apoio aos meios de socorro (18%) (**figura 25**). Por outro lado, o apoio aos meios de socorro (38%) e a capacidade de localizar incêndios (20%) são as duas funcionalidades destacadas pelos inquiridos da Proteção Civil.

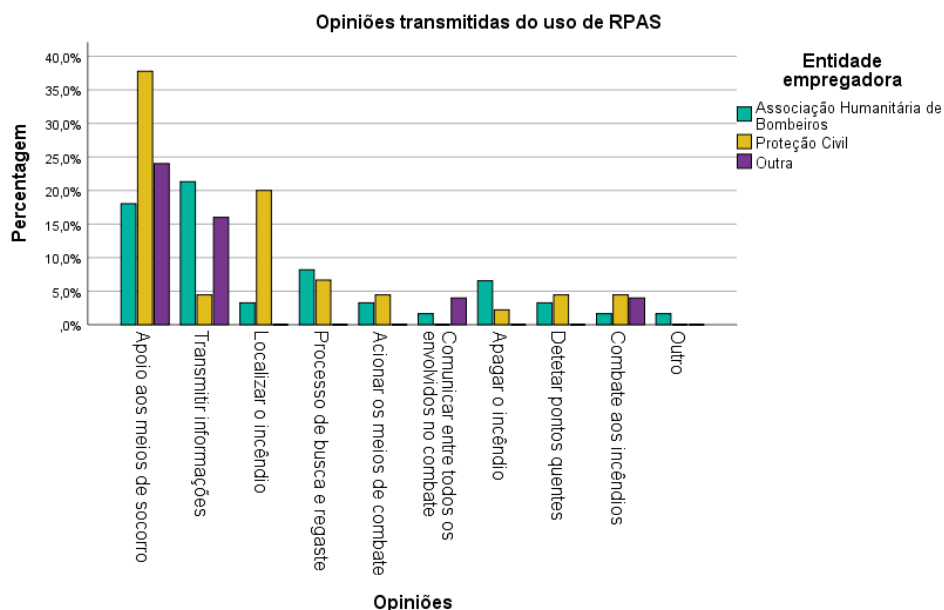


Figura 25: Distribuição das opiniões transmitidas do uso de RPAS, por entidade empregadora.
Fonte: Autoria própria.

Em relação ao contributo positivo dos drones na prevenção a incêndios, a resposta mais frequente no total de resposta é “Concordo parcialmente” ($Mo = 4$) (**tabela 14 em apêndice**). Utilizou-se a medida de tendência central Moda (Mo), porque permite identificar o valor mais frequente da variável em questão na amostra (Marôco, 2010). Apesar do valor da moda, 54% dos inquiridos das Associações Humanitárias de Bombeiros concordam parcialmente e 48% dos inquiridos da Proteção Civil concordam totalmente (**figura 26**).

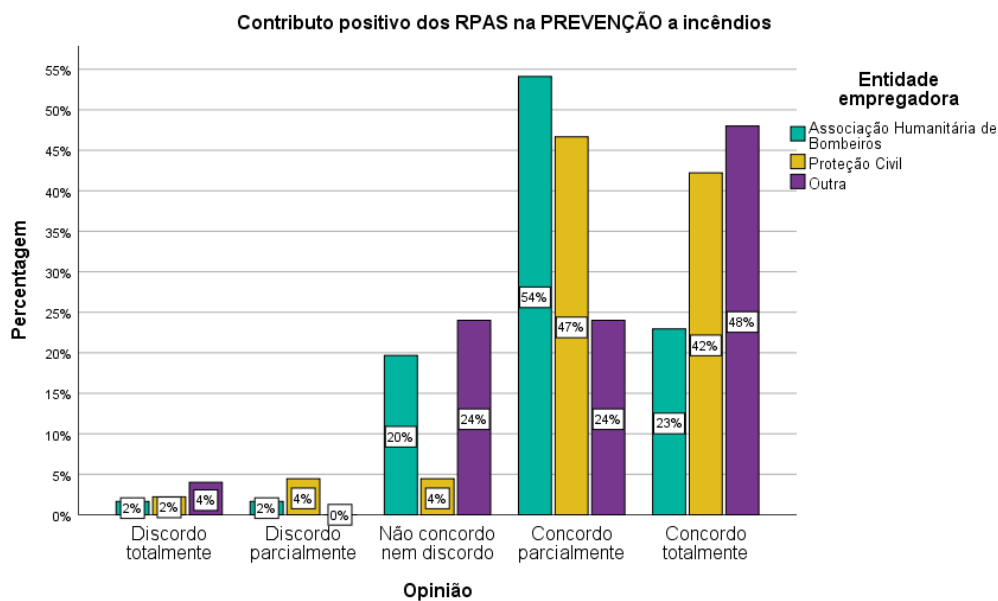


Figura 26: Distribuição do contributo positivo dos RPAS na prevenção a incêndios, por entidade empregadora.

Fonte: Autoria própria.

Relativamente ao contributo positivo no combate a incêndios, a resposta mais frequente no total de resposta é “Concordo totalmente” ($M_o = 5$) (**tabela 15 em apêndice**). Neste caso, verifica-se uma concordância nas respostas dadas pelos inquiridos das duas entidades, 43% dos inquiridos das Associações Humanitárias de Bombeiros e 40% dos inquiridos da Proteção Civil concordam totalmente (**figura 27**).

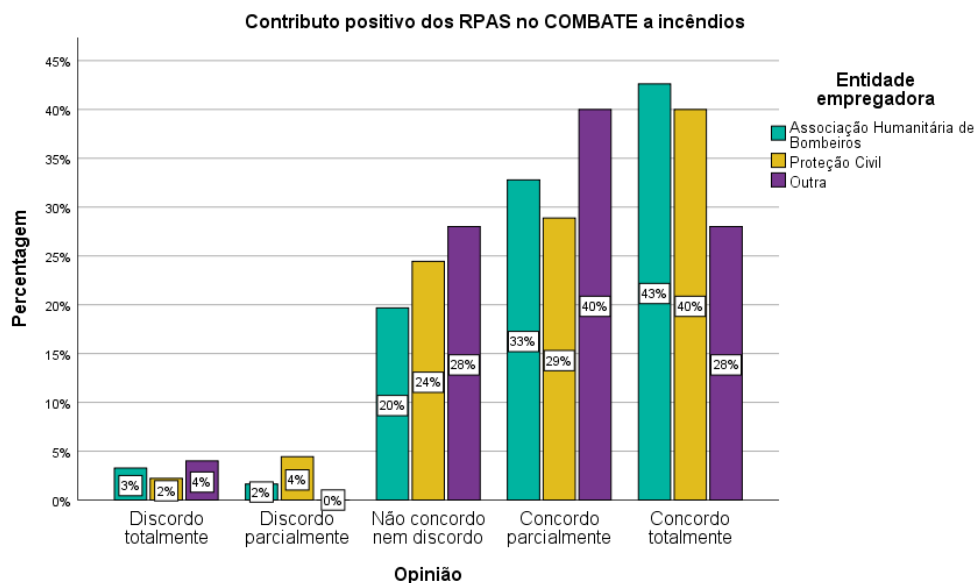


Figura 27: Distribuição do contributo positivo dos RPAS no combate a incêndios, por entidade empregadora.

Fonte: Autoria própria.

• Teste do Qui-quadrado de independência

Para avaliar se a opinião sobre o contributo dos drones no combate a incêndios depende da experiência com drones, recorreu-se ao Teste do Qui-quadrado de independência. Foram estabelecidas as seguintes hipóteses:

Hipótese nula: a opinião sobre o contributo dos RPAS no combate e a experiência com RPAS são independentes.

Hipótese alternativa: a opinião sobre o contributo dos RPAS no combate e a experiência com RPAS não são independentes.

De acordo com o valor de $p - \text{value} = 0,004 < 0,05$, a hipótese nula é rejeitada. A opinião sobre o contributo dos RPAS no combate a incêndios não é independente da experiência com RPAS ($X^2(4) = 15,171$; $N = 131$) (**tabela 16**).

Tabela 16: Teste Qui-quadrado referente às variáveis “Considera que contribuem positivamente para o combate a incêndios” e “Já alguma vez trabalhou com drones”.

Fonte: Autoria própria.

Testes qui-quadrado			
	Valor	gl	Significância Assintótica (Bilateral)
Qui-quadrado de Pearson	15,171 ^a	4	,004
Razão de verossimilhança	16,938	4	,002
Associação Linear por Linear	3,717	1	,054
N de Casos Válidos	131		

a. 4 células (40,0%) esperavam uma contagem menor que 5.
A contagem mínima esperada é 1,21.

De modo geral, a resposta mais frequente em relação à utilidade dos RPAS é “transmitir informação” (Mo = 7) (**tabela 17 em apêndice**). Tendo em conta a **figura 28**, os inquiridos das Associações Humanitárias de Bombeiros consideram os RPAS principalmente úteis na busca e resgate (30%) e na transmissão de informação (21%). Por sua vez, os inquiridos da Proteção Civil consideram os RPAS especialmente úteis na localização de incêndios (40%) e na deteção de pontos quentes (28%).

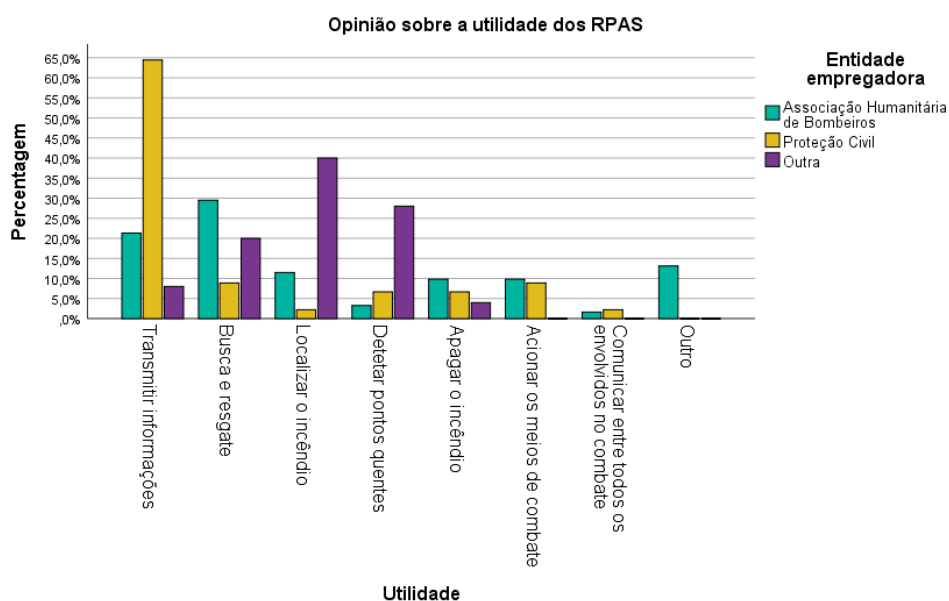


Figura 28: Distribuição das opiniões sobre a utilidade dos RPAS, por entidade empregadora.

Fonte: Autoria própria.

Para melhor perceber as necessidades e possíveis falhas foi feita a seguinte questão “Que informação não tem e gostaria de ter antes do início do combate ao incêndio”. Ou seja, quais as informações em falta, no sentido de obterem um melhor resultado no exercício do seu trabalho. Devido à natureza das respostas não foi possível fazer tratamento estatístico, porém é possível obter informação essencial para este estudo. Assim sendo, do seguimento da questão foi possível formar três grandes grupos (**figura 29**).

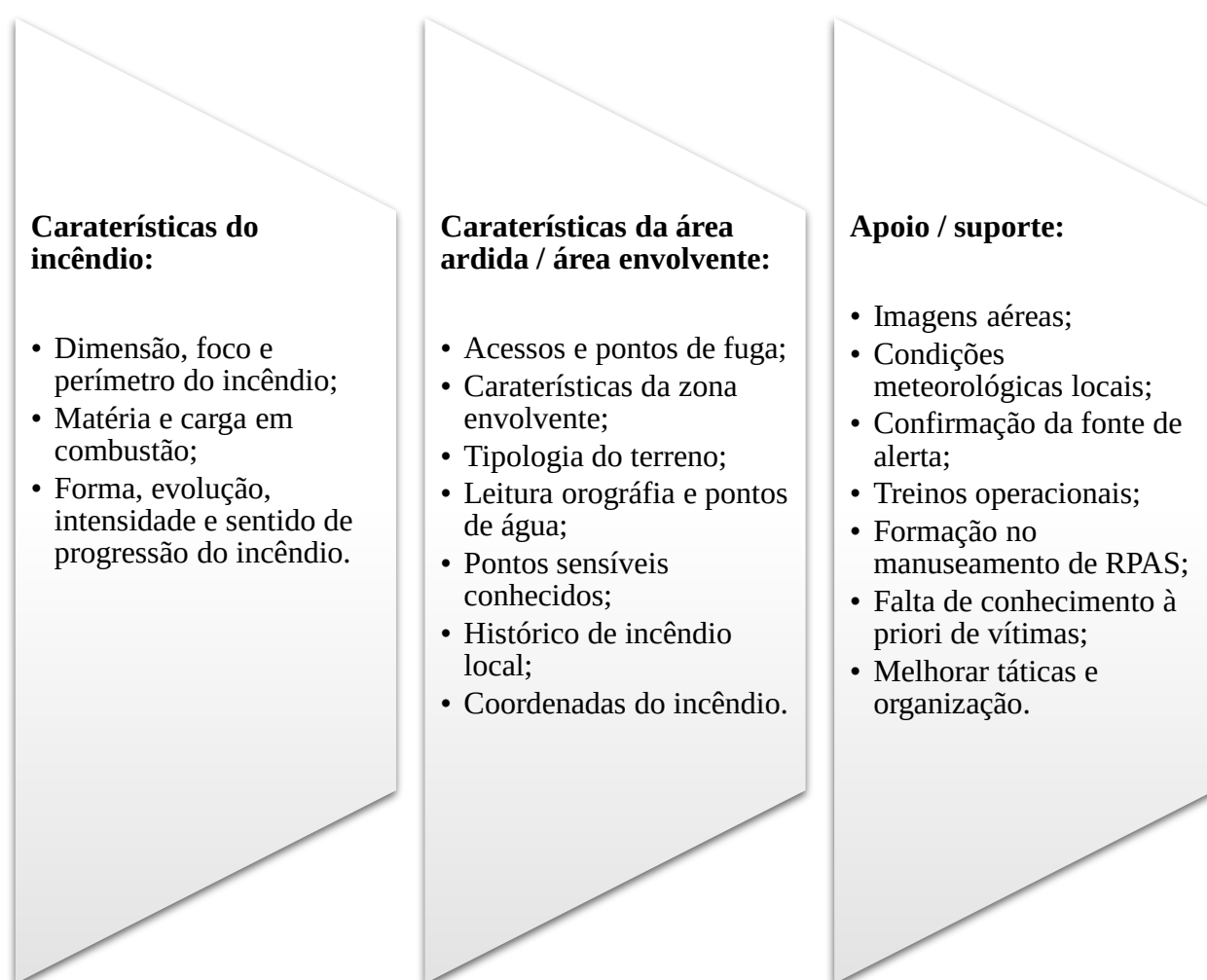


Figura 29: Informações em falta no início do combate a incêndios.

Fonte: Autoria própria.

Após a identificação de possíveis falhas ou problemas, é essencial perceber em que medida os RPAS podem contribuir para mitigar as informações em falta e aumentar o sucesso das equipas de combate. Assim sendo, a variável “Que informações gostaria de obter com o uso de drones”, permite perceber em que situações os inquiridos consideram os RPAS uma ferramenta de apoio (**figura 30**). Os inquiridos das Associações Humanitárias de Bombeiros gostariam de obter principalmente informações sobre as características do incêndio (41%) e sobre as áreas afetadas (23%). Os inquiridos da Proteção Civil gostariam de obter informações sobre as características do incêndio (49%) também e a sobre a localização exata do incêndio (33%).

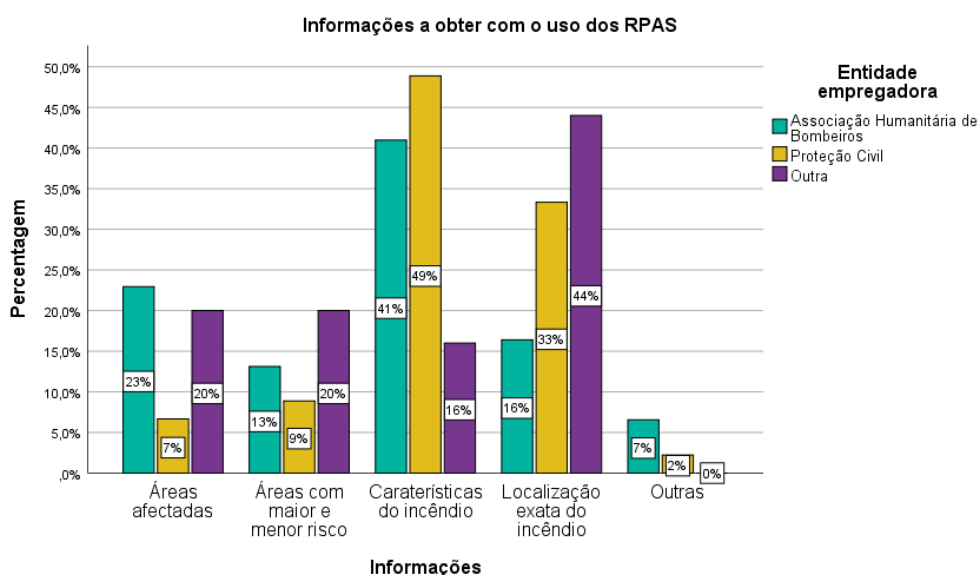


Figura 30: Distribuição das informações a obter com o uso de RPAS, por entidade empregadora.
Fonte: Autoria própria.

As duas últimas questões, não sofreram tratamento estatístico devido às respostas uniformes que apresentam, contudo não impossibilita a extração de informação relevante.

Após identificar as informações em falta e de identificar as informações possíveis de ser recolhidas pelos RPAS, é essencial perceber como é que essas informações podem ser utilizadas. Através da questão “Como é que essa informação poderia ajudar em situações de incêndio”, pretende-se identificar as vantagens do uso de RPAS. De um total de cento e trinta e uma respostas, apenas um dos indivíduos considera que os RPAS não

são uma vantagem. De acordo com as respostas dos restantes indivíduos, foi possível identificar e reunir os seguintes benefícios:

- Aumento da assertividade e apoio na tomada de decisão;
- Segurança na definição de prioridades;
- Definição de estratégias de atuação;
- Melhorar o planeamento das ações e operações;
- Melhorar a avaliação e controlar a evolução do ponto de situação;
- Acesso a uma visão ampla do teatro de operações através das imagens aéreas recolhidas;
- Adequar e direcionar os meios físicos e os recursos humanos;
- Aumento do tempo de reação, que se traduz numa resposta célere e eficaz;
- Obtenção de informações precisas em tempo real;
- Obtenção de conhecimento concreto das áreas afetadas;
- Maior rapidez na identificação de possíveis vítimas fatais ou em risco;
- Aumento da capacidade de vigilância que se traduz na possível diminuição da criminalidade e maior impacto positivo na prevenção.

Havendo sempre oportunidade de melhorar, foi interrogado aos indivíduos sugestões que aumentem o impacto positivo dos RPAS, que melhorem a interação entre os RPAS e os recursos físicos e humanos e que melhorem a capacidade dos RPAS em situações de incêndio. Assim sendo, as sugestões mencionadas pelos indivíduos foram as seguintes:

- A criação de equipas especiais, que coordenem a recolha de informação, a transmissão, o tratamento e aplicação dessa mesma informação;
- Apostar na instrução do uso de RPAS, na formação e treinamento operacional;
- Utilizar os RPAS como ferramenta de gestão operacional, de formação e de atividades lúdicas;
- Aumentar a resistência dos RPAS a condições extremas, desde temperaturas elevadas e a nuvens de fumo;
- Transmitir imagens em tempo real e melhorar a definição / resolução de imagem em situações de fumo;
- Generalizar e equilibrar a distribuição de equipamentos de combate;
- Aumentar o número de RPAS disponíveis e torná-los mais aptos às situações;

- Diminuir a burocracia relacionada com os regulamentos de utilização de RPAS por parte dos agentes de proteção civil;
- Aumentar o investimento e financiamento para os corpos de bombeiros e diminuir o custo de manutenção;
- Aumentar e melhorar a vertente de comunicação dos RPAS;
- Incorporar câmaras térmicas;
- Melhorar a colaboração entre os RPAS e os meios aéreos;
- Utilizar os RPAS em várias situações, tais como localizar pessoas desaparecidas, comunicação entre equipas, transporte de equipamentos e lançamento boias;
- Estabelecer regras e disciplina no uso destes equipamentos;
- Desenvolver a vertente noturna;
- Atribuição de mais RPAS à Proteção civil e à Guarda nacional republicana.

Capítulo 5 – Conclusões e recomendações

5.1. Principais conclusões

Conclui-se com este estudo que apesar de menos de metade das entidades em Portugal possuir drones, estes são considerados ferramentas úteis em situações de incêndio. Como mencionado na revisão de literatura, as aeronaves remotamente pilotadas contribuem de forma positiva no combate e na prevenção a incêndios. De acordo com este estudo, em Portugal são poucos os profissionais que afirmam ter experiência com RPAS. Seria expetável uma relação forte de dependência entre a experiência e a opinião sobre estes equipamentos, contudo não sendo independentes verifica-se uma relação fraca. Verficou-se que o custo destes aparelhos é o principiapl fator para a não aquisição e pela falta de experiência. A experiência registada é resultado de ações de busca e resgate, ações de prevenção, atividades lúdicas, treinos operacionais e recolha de imagens. Corroborando com a revisão de literatura, as capacidades das aeronaves remotamente pilotadas com maior destaque são a transmissão de informação em tempo real, a identificação de pontos quentes e a localização de incêndios. Deste estudo, foi possível identificar informações em falta, tais como as caraterísticas do incêndio, as caraterísticas da área ardida e os apoios existentes na área. Os RPAS contribuem também positivamente na tomada de decisão, uma vez que disponibilizam o panorama geral do incêndio, o que garante decisões assertivas e adequadas.

A Geografia influência e é influenciada pelos incêndios, visto que os três principais motores do incêndio são o relevo (topografia), o combustível (biologia) e a massa de ar (atmosfera). Por sua vez, os incêndios por serem situações críticas, inesperadas – emergências – devem ser geridos de acordo com sistema de informação para emergências. Os drones são aparelhos que fazem parte dos sistemas de informação para emergências e podem melhorar de forma significativa este sistema. Concluo com este estudo, que as aeronaves remotamente pilotadas contribuem para um sistema de informação para emergências de incêndios mais eficaz e eficiente. A deteção precoce e a obtenção do máximo de informação permitem traçar planos de ação adequados e a construção de modelos de ação para situações futuras.

5.2. Limitações do estudo

O presente trabalho apresenta algumas limitações, que foram identificadas no decorrer do mesmo. A maior limitação deste trabalho é a dimensão da amostra, uma vez que no total registaram-se 131 participantes o que não representa a população portuguesa. O questionário apresenta também outras três limitações, a primeira não ter sido possível realizar um focus group ou entrevistas, devido à situação pandémica que se vivia à época; a segunda relacionada com a inexistência de questões relacionadas com a localização do participante, não permitindo perceber a distribuição das respostas pelo território português e a terceira o meio de distribuição escolhido, os questionários foram distribuídos pela rede social Facebook e por e-mail o que restringiu o número de participantes e impossibilita que a amostra seja considerada aleatória.

5.3. Propostas de investigação futura

Perante este estudo surgiram três questões. A primeira questão está relacionada com a distribuição dos meios de combate a incêndios pelas diferentes regiões do território português, ou seja, perceber as assimetrias a nível regional da utilização de drones no combate aos incêndios. A segunda questão está relacionada com o circuito de comunicação entre a entidade responsável pelos RPAS e as restantes entidades envolvidas no combate a incêndios. Fará sentido em incêndios menores ser acionada a Força Aérea? Por fim, a última questão, está relacionada com a evolução e / ou desenvolvimento de novas aeronaves remotamente pilotadas especializadas em incêndios. Como mencionado na revisão de literatura, as aeronaves remotamente pilotadas no mercado apresentam limitações perante situações de incêndio e daí a necessidade de melhorar e incorporar novas capacidades, tais como visão noturna, câmara térmica, resistência a condições extremas entre outras.

Bibliografia

- A. R., J. (2016). *Theory, Design, and Applications of Unmanned Aerial Vehicles* (1st ed.).
<https://doi.org/https://doi.org/10.1201/9781315371191>
- Allison, R. S., Johnston, J. M., Craig, G., & Jennings, S. (2016). Airborne optical and thermal remote sensing for wildfire detection and monitoring. *Sensors (Switzerland)*, 16(8). <https://doi.org/10.3390/s16081310>
- ANPC. (2012). *Plano Nacional de Emergência de Proteção Civil*. 197.
- Augusto, D., Santos, E., António, S., Veiga, M., & Mendes, M. (2019). *Diário da República, 1.ª série — N.º 124 — 2 de julho de 2019*. 2–4.
- Baranovskiy, N. V. (Ed.). (1978). *Predicting, Monitoring and Assessing Forest Dangers and Risks*. Retrieved from <https://books.google.pt/books?id=xEG6DwAAQBAJ&pg=PA119&dq=Applying+UAVs+to+Forest+Firefighter,+Support+and+Monitoring;+Department+of+Computer+Architecture&hl=pt-PT&sa=X&ved=0ahUKEwiIsYC93czmAhVS6uAKHUZDCPEQ6AEIKDAA#v=onepage&q&f=false>
- Carvalho, J. B. de, & Lopes, J. P. (2001). *Classificação de Incêndios Florestais - Manual do Utilizador* (p. 34). p. 34.
- Chowdhury, S., Emelogu, A., Marufuzzaman, M., Nurre, S. G., & Bian, L. (2017). Drones for disaster response and relief operations: A continuous approximation model. *International Journal of Production Economics*, 188(April), 167–184. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.03.024>
- Conselho de Ministros. (2001). PRESIDÊNCIA DO CONSELHO DE MINISTROS. Resolução do Conselho de Ministros 59/2001. *Diário Da República - I Série-B*, (2), 3179–3182.
- Countryman, C. M. (1972). *The Fire Environment Concept*. Minnesota: Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station.
- Cruz, H., Eckert, M., Meneses, J., & Martínez, J. F. (2016). Efficient forest fire detection index for application in Unmanned Aerial Systems (UASs). *Sensors (Switzerland)*, 16(6). <https://doi.org/10.3390/s16060893>
- Davies, D. K., Ilavajhala, S., Wong, M. M., & Justice, C. O. (2009). Fire information for resource management system: Archiving and distributing MODIS active fire data.

- IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 47(1), 72–79.
<https://doi.org/10.1109/TGRS.2008.2002076>
- Dixon, J., Levine, M., & McAuley, R. (2003). Street drinking legislation, CCTV and public space: Exploring attitudes towards public order measures. *Online Report for Home Office*, (JANUARY). Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?rep=rep1&type=pdf&doi=10.1.1.210.5338>
- Floreano, D., & Wood, R. J. (2015). Science, technology and the future of small autonomous drones. *Nature*, 521(7553), 460–466.
<https://doi.org/10.1038/nature14542>
- Florestas, I. da C. da N. e das. (2019). *8.º relatório provisório de incêndios rurais – 2019 – 1.*
- Gao, B., Zare, H., TIAGO JAVUREK NUNES, Laszlo, B., Agoston, R., Xu, Q., ... Nota, B. (2015). Drone-Based Wireless Network Sensors for Forest Fire Detection. *Safety, Health and Environmental World Congress*, 149(1), 12–13.
<https://doi.org/10.14684/SHEWC.15.2015.12-13>
- Kerasidou, X., Büscher, M., & Liegl, M. (2015). Don't drone? Negotiating ethics of RPAS in emergency response. *ISCRAM 2015 Conference Proceedings - 12th International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management, 2015-Janua*.
- Khan, M. A., Safi, E. A., Khan, I. U., & Alvi, B. A. (2018). Drones for Good in Smart Cities : A Review. *International Conference on Electrical, Electronics, Computers, Communication, Mechanical and Computing (EECCMC)*, (January), 8.
- Kyrkou, C., Timotheou, S., Kolios, P., Theocharides, T., & Panayiotou, C. (2019). Drones: Augmenting our quality of life. *IEEE Potentials*, 38(1), 30–36.
<https://doi.org/10.1109/MPOT.2018.2850386>
- Lee, J., & Bui, T. (2005). *A template-based methodology for disaster management information systems*. 00(c), 7. <https://doi.org/10.1109/hicss.2000.926635>
- Marôco, J. (2010). *Análise Estatística com o PASW Statistics (ex-SPSS)*. Lisboa: ReportNumber, Lda.
- Maza, I., & Ollero, A. (2007). *Multiple Heterogeneous Unmanned Aerial Vehicles*. Retrieved from https://books.google.pt/books?id=tzwi_eHpgkoC&printsec=frontcover&hl=pt-

- PT&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Mcwethy, D. B., Higuera, P. E., Whitlock, C., Veblen, T. T., Bowman, D. M. J. S., Cary, G. J., ... Tepley, A. J. (2013). A conceptual framework for predicting temperate ecosystem sensitivity to human impacts on fire regimes. *Global Ecology and Biogeography*, 22(8), 900–912. <https://doi.org/10.1111/geb.12038>
- Meissner, A., Luckenbach, T., Risse, T., Kirste, T., & Kirchner, H. (2002). Design Challenges for an Integrated Disaster Management Information System. *Integrated Publication and Information System Institute, Darmstadt, Germany*, (Diren).
- Mohammed, F., Idries, A., Mohamed, N., Al-Jaroodi, J., & Jawhar, I. (2014). UAVs for smart cities: Opportunities and challenges. *2014 International Conference on Unmanned Aircraft Systems, ICUAS 2014 - Conference Proceedings*, 267–273. <https://doi.org/10.1109/ICUAS.2014.6842265>
- Nafiz Hasan Khan, M., & Neustaedter, C. (2019). An exploratory study of the use of drones for assisting firefighters during emergency situations. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*, 1–14. <https://doi.org/10.1145/3290605.3300502>
- Pastor, E., Royo, P., Lopez, J., Barrado, C., Santamaria, E., & Prats, X. (2007). Project SKY-EYE. Applying UAVs to Forest Fire Fighter Support and Monitoring. *Proceedings of the Unmanned Vehicle Systems International UAV 2007 Conference*.
- Presidência do Conselho de Ministros. (2017). *Resolução Conselho Ministros n.º157-A/2017*. (2), 5818-(2)-5818-(5).
- Rani, C., Modares, H., Sriram, R., Mikulski, D., & Lewis, F. L. (2016). Security of unmanned aerial vehicle systems against cyber-physical attacks. *Journal of Defense Modeling and Simulation*, 13(3), 331–342. <https://doi.org/10.1177/1548512915617252>
- Rao, G. N., Rao, P. J., & Duvvuru, R. (2016). A Drone Remote Sensing for Virtual Reality Simulation System for Forest Fires: Semantic Neural Network Approach. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 149(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/149/1/012011>
- Restas, A. (2011). UAV Applications From Aerial Patrol to Prescribed Fires. *5th International Wildland Fire Conference*, 9354.
- Restas, A. (2015). Drone Applications for Supporting Disaster Management. *World Journal of Engineering and Technology*, 03(03), 316–321.

- <https://doi.org/10.4236/wjet.2015.33c047>
- Restás, Á. (2006). The Regulation Unmanned Aerial Vehicle of the Szendro Fire Department Supporting Fighting Against Forest Fires 1st of the World. V *International Conference on Forest Fire Research*.
- Schlauderer, S., Overhage, S., & Weidinger, J. (2016). New vistas for firefighter information systems? towards a systematic evaluation of emerging technologies from a task-technology fit perspective. *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences, 2016-March*, 178–187. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2016.30>
- Sesia, S., Toufik, I., & Baker, M. (2011). *LTE - The UMTS Long Term Evolution: From Theory to Practice* (2nd ed). Wiltshire: A John Wiley & Sons, Ltd., Publication.
- Union, C. (2018). *JRC Foreste Fires in Europe Rport 2018*.
- Vi, A. (2019). *FINANÇAS , SAÚDE E ECONOMIA*. 5059–5060.
- Yang, L., Prasanna, R., & King, M. (2009). On-site information systems design for emergency first responders. *Journal of Information Technology Theory and Application*, 10(1), 5–27. Retrieved from <http://aisel.aisnet.org/jitta/vol10/iss1/2/>
- Yuan, C., Liu, Z., & Zhang, Y. (2017). Fire detection using infrared images for UAV-based forest fire surveillance. *2017 International Conference on Unmanned Aircraft Systems, ICUAS 2017*, (June), 567–572. <https://doi.org/10.1109/ICUAS.2017.7991306>

Anexos e Apêndices

Anexo A

Tabela 1: Classificação de Ocorrências

Fonte: Classificação de incêndios Florestais, Manual do Utilizador (2001)

FAMÍLIA		ESPÉCIE	TIPO		SUBTIPO		CLASSIFICAÇÃO	
1	INCÊNDIO	1	RURAL	1	Florestal	1	Pinheiro-bravo (Pb)	1111
						2	Pinheiro-manso (Pm)	1112
						3	Sobreiro (Sb)	1113
						4	Eucalipto (Ec)	1114
						5	Azinheira (Az)	1115
						6	Outros carvalhos (Qc)	1116
						7	Outras resinosas (Rd)	1117
						8	Outras folhosas (Fd)	1118
						9	Povoamento misto	1119
				2	Agrícola	1	Silvado	1121
						2	Restolho	1122
						3	Pousio	1123
						4	Pastagem	1124
						9	Outras	1129
				3	Inculto	1	Mato	1131
7	QUEIMADA	1	RURAL	1	Intensiva	Queimada (intensiva)	7110	
				2	Extensiva	Queimada (extensiva)	7120	
9	FALSO ALARME	1	INCÊNDIO	1	Rural	1	Florestal	9111
						2	Agrícola	9112
						3	Inculto	9113

Anexo B

Tabela 3 – Número de incêndios e extensão de área ardida por distrito, entre 1 de janeiro a 15 de outubro de 2019

Fonte: Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas

Distrito	Incêndios rurais (n.º)	Área ardida (ha)			
		Povoamentos	Matos	Agrícola	Total
Aveiro	924	2673	104	104	2881
Beja	357	722	408	1304	2434
Braga	912	1112	993	30	2135
Bragança	343	605	1413	105	2123
Castelo Branco	452	4422	1475	528	6425
Coimbra	318	564	63	17	644
Évora	303	626	166	400	1192
Faro	392	260	231	53	544
Guarda	287	625	1246	627	2498
Leiria	486	283	117	28	428
Lisboa	830	377	381	85	843
Portalegre	273	428	592	291	1311
Porto	1843	1256	1518	66	2840
Santarém	710	4644	1479	614	6737
Setúbal	427	132	108	151	391
Viana do Castelo	561	657	1339	2	1998
Vila Real	650	1112	1790	272	3174
Viseu	773	665	2359	0	3024
TOTAL	10841	21163	15782	4677	41622

Tabela 4 – Número de incêndios rurais por classe de área ardida e área ardida média por incêndio, entre 1 de janeiro a 15 de outubro de 2019

Fonte: Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas

Ano	Incêndios rurais (n.º)							Área ardida média por incêndio rural (ha)
	]0 - 1[ha	]1 - 10[ha	]10 - 20[ha	]20 - 50[ha	]50 - 100[ha	]100 - 1000[ha	]1000 - ...[ha	
2009	22534	5075	310	260	128	123	10	3.1
2010	20606	3226	246	240	125	160	27	5.6
2011	21489	3912	273	229	112	106	6	2.7
2012	20418	3858	298	281	108	133	11	4.7
2013	18053	3031	247	255	112	190	29	7.2
2014	7814	1068	73	76	34	27	3	2.5
2015	15387	2931	248	201	77	93	8	3.5
2016	12185	2081	229	171	109	180	25	11.1
2017	15271	2883	294	257	130	207	63	28.1
2018	10026	1194	105	78	22	24	1	3.8
2019	9188	1265	140	134	52	60	2	3.8
Média anual 2009-2018	16378	2926	232	205	96	124	18	7.1

Apêndice A

Grupo I – Caracterização do participante

1. Sexo:

- ☐ Feminino
☐ Masculino

2. Idade:

- ☐ Menos de 20
☐ 20 - 29
☐ 30 - 39
☐ 40 - 49
☐ 50 - 59
☐ 60 ou mais

3. Habilitações literárias:

- ☐ 1º Ciclo (1º, 2º, 3º, 4º anos)
☐ 2º Ciclo (5º, 6º anos)
☐ 3º Ciclo (7º, 8º, 9º anos)
☐ Ensino Secundário
☐ Ensino Superior

4. Para que entidade trabalha? Pode escolher VÁRIAS opções.

- ☐ Associação Humanitária dos Bombeiros
☐ Proteção civil
☐ Outro, qual? _____

5. Há quantos anos trabalha nesta entidade?

- ☐ Menos de 1 ano
☐ 1 - 2
☐ 2 - 5
☐ 5 - 10
☐ 10 - 20
☐ Mais de 20

Grupo II – Os drones no apoio/combate aos incêndios

6. Quantos ~~drones~~ existem na entidade onde trabalha?

- ☐ 0
☐ 1
☐ 2 - 5
☐ Mais de 5

7. O seu departamento considera comprar ~~drones~~?

- ☐ Sim
☐ Não
☐ Talvez

8. Se respondeu "Não", porquê? Pode escolher VÁRIAS opções.

- ☐ Custo
☐ Falta de formação
☐ Pouco interesse
☐ Invade privacidade

Outro. Qual? _____

9. Já alguma vez trabalhou com ~~drones~~?

- ☐ Sim
☐ Não

10. Se sim, como?

- ☐ Combate a incêndios
☐ Prevenção a incêndios
☐ Busca e resgate
☐ Desastre natural

Outro. Qual? _____

11. Se respondeu que "Não", porquê?

☐ Custo

☐ Falta de formação

☐ Pouco interesse

☐ Invade privacidade

Outro. Qual? _____

12. Conhece alguma entidade que trabalhe com **drones**?

☐ Sim

☐ Não

13. Se respondeu que "Sim", qual a opinião que lhe transmitem do uso de **drones**?

Pode escolher **VARIAS** opções:

☐ São uma boa ferramenta de apoio aos meios de socorro

☐ Têm um contributo positivo no combate aos incêndios

☐ Têm um contributo positivo no processo de bus

São uteis a detetar:

☐ Detetar pontos quentes

☐ Localizar o incêndio

☐ Acionar os meios de combate

☐ Comunicar entre todos os envolvidos no combate

☐ Transmitir informações

☐ Contribuir de forma efetiva para apagar o incêndio

Outras, quais? _____

14. Considera que contribuem positivamente para a **PREVENÇÃO** aos incêndios?

☐ Discordo totalmente

☐ Discordo parcialmente

☐ Não concordo nem discordo

☐ Concordo parcialmente

☐ Concordo totalmente

15. Considera que contribuem positivamente para o **COMBATE** aos incêndios?

☐ Discordo totalmente

☐ Discordo parcialmente

☐ Não concordo nem discordo

☐ Concordo parcialmente

☐ Concordo totalmente

16. Em que situações os **drones** são mais úteis? Pode escolher **VARIAS** opções.

☐ Detetar pontos quentes

☐ Localizar o incêndio

☐ Acionar os meios de combate

☐ Comunicar entre todos os envolvidos no combate

☐ Transmitir informações

☐ Contribuir de forma efetiva para apagar o incêndio

☐ Busca e resgate

Outras, quais? _____

17. Que informação não tem e gostaria de ter antes do início do combate ao incêndio?

18. Que informações gostaria de obter com o uso de **drones**? Pode escolher **VARIAS** opções.

☐ Localização exata do incêndio

☐ Características do incêndio

☐ Áreas afetadas

☐ Áreas com maior e menor risco

Outras quais? _____

19. Como é que essa informação poderia ajudar em situação de incêndio?

20. Sugestões para melhorar a utilização dos **drones** no combate aos incêndios?

Figura 12: Inquérito sobre o contributo das aeronaves remotamente pilotadas (drones) em situações de emergência – incêndios.
Fonte: Autoria própria.

Apêndice B

Tabela 6: Tabela de frequências referente à variável “Sexo”.

Fonte: Autoria própria.

Sexo					
		Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem acumulativa
Válido	Feminino	16	12,2	12,2	12,2
	Masculino	115	87,8	87,8	100,0
	Total	131	100,0	100,0	

Tabela 7: Tabela de frequências referente à variável “Idade”.

Fonte: Autoria própria.

Idade					
		Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem acumulativa
Válido	20 - 29	4	3,1	3,1	3,1
	30 - 39	23	17,6	17,6	20,6
	40 - 49	69	52,7	52,7	73,3
	50 - 59	35	26,7	26,7	100,0
	Total	131	100,0	100,0	

Tabela 8: Tabela de frequências referente à variável “Habilitações literárias”.

Fonte: Autoria própria.

Habilitações literárias					
		Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem acumulativa
Válido	2º Ciclo (5º, 6º anos)	1	,8	,8	,8
	3º Ciclo (7º, 8º, 9º anos)	11	8,4	8,4	9,2
	Ensino Secundário	57	43,5	43,5	52,7
	Ensino Superior	62	47,3	47,3	100,0
	Total	131	100,0	100,0	

Tabela 9: Tabela de frequências referente à variável “Para que entidade trabalha”.

Fonte: Autoria própria.

Entidade empregadora					
		Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem acumulativa
Válido	Associação Humanitária de Bombeiros	61	46,6	46,6	46,6
	Outra	25	19,1	19,1	65,6
	Proteção Civil	45	34,4	34,4	100,0
	Total	131	100,0	100,0	

Tabela 10: Tabela de frequências referente à variável “Há quantos anos trabalha nesta entidade”.

Fonte: Autoria própria.

Anos de trabalho					
		Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem acumulativa
Válido	1 - 2 anos	3	2,3	2,3	2,3
	10 - 20 anos	40	30,5	30,5	32,8
	2 - 5 anos	4	3,1	3,1	35,9
	5 - 10 anos	17	13,0	13,0	48,9
	Mais de 20 anos	65	49,6	49,6	98,5
	Menos de 1 ano	2	1,5	1,5	100,0
	Total	131	100,0	100,0	

Tabela 11: Tabela de frequências referente à variável “Quantos drones existem na etidade onde trabalha”.

Fonte: Autoria própria.

Número de drones					
		Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem acumulativa
Válido	0	73	55,7	55,7	55,7
	1	39	29,8	29,8	85,5
	2 - 5	19	14,5	14,5	100,0
	Total	131	100,0	100,0	

Tabela 12: Tabela de frequências referente à variável “Se respondeu que não porquê”.

Fonte: Autoria própria.

Motivos para a não aquisição					
		Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem acumulativa
Válido	Custo	19	14,5	46,3	46,3
	Falta de formação	2	1,5	4,9	51,2
	Pouco interesse	2	1,5	4,9	56,1
	Outro	18	13,7	43,9	100,0
	Total	41	31,3	100,0	
Omisso	Sistema	90	68,7		
Total		131	100,0		

Tabela 14: Medida de tendência central referente à variável “Considera que contribuem positivamente para a prevenção a incêndios”.

Fonte: Autoria própria.

Estatísticas		
Considera que contribuem positivamente para a PREVENÇÃO aos incêndios		
N	Válido	131
	Omisso	0
Mediana		4,00
Moda		4

Tabela 15: Medida de tendência central referente à variável “Considera que contribuem positivamente para o combate aos incêndio”.

Fonte: Autoria própria.

Estatísticas		
Considera que contribuem positivamente para o COMBATE aos incêndios		
N	Válido	131
	Omisso	0
Mediana		4,00
Moda		5

Tabela 17: Medida de tendência central referente à variável “Em que situações os drones são mais úteis”.

Fonte: Autoria própria.

Estatísticas		
<u>Em que situações os drones são mais úteis</u>		
N	Válido	131
	Omisso	0
Moda		7