

ARTIGO ORIGINAL

**SEGURANÇA E PREVENÇÃO DE ACIDENTES EM OPERAÇÕES COM
AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS (RPAS):
ANÁLISE E MITIGAÇÃO DE RISCOS NO CONTEXTO DO CBMMG**



Ricardo Henrique Gonçalves

<https://lattes.cnpq.br/6976910176028417> – <https://orcid.org/0009-0004-0658-9271>
ricardogoncalvesbm@hotmail.com

Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais

Thiago Augusto Pereira

<http://lattes.cnpq.br/3348805721846207> – <https://orcid.org/0009-0009-7639-8581>
thiago.augusto@bombeiros.mg.gov.br

Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais

RESUMO

O artigo aborda a segurança das operações com aeronaves remotamente pilotadas (RPA) no Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (CBMMG). Por ser um estudo empírico, baseado em coleta de dados e considerações de estudos avançados, possui um caráter exploratório que analisa qualitativamente aspectos de segurança de voo. Investiga como acidentes, incidentes e situações de risco são comunicados à corporação, avaliando a eficácia dos reportes voluntários e a disseminação de medidas preventivas. O estudo objetiva verificar a incidência de eventos de segurança operacional e examinar as causas e a efetividade dos instrumentos de relato empregados, como a ferramenta Relatório de Prevenção (Relprev). A análise de dados revelou que, apesar do aumento do uso de RPA na corporação, há uma notável ausência de Relprev preenchidos por pilotos dessas aeronaves. Em vez disso, muitos utilizam canais informais, como o WhatsApp, ou não informam sobre esses fatos, mesmo reconhecendo a importância do relato formal para a prevenção de acidentes. O trabalho destaca a necessidade de aprimorar a ferramenta de reporte e os processos de investigação para promover uma cultura de segurança mais robusta. A análise dos dados coletados também permitiu identificar prováveis causas dos eventos de segurança operacional, o que pode contribuir para operações mais seguras com RPA no CBMMG. A pesquisa ainda abre caminho para futuras investigações sobre os fatores humanos e organizacionais que influenciam a subnotificação e a cultura de segurança na corporação, alinhando-se com as preocupações levantadas na literatura sobre a segurança de voo, como a necessidade de sistemas de reporte eficazes e a importância de entender os fatores humanos em acidentes.

Palavras-chave: RPA; acidentes; Relprev; investigação; segurança de voo.



ARTIGO ORIGINAL

**SAFETY AND ACCIDENT PREVENTION IN
REMOTELY PILOTED AIRCRAFT (RPA) OPERATIONS:
ANALYSIS AND RISK MITIGATION IN THE CONTEXT OF THE
MINAS GERAIS FIRE DEPARTMENT**

ABSTRACT

The article addresses the safety of operations with remotely piloted aircraft (RPA) in the Minas Gerais Military Fire Department (CBMMG). Being an empirical study based on data collection and considerations of advanced studies, it has an exploratory nature that analyzes both quantitatively and qualitatively aspects of flight safety. It investigates how accidents, incidents, and risk situations are communicated within the organization, analyzing the effectiveness of voluntary reports and the dissemination of preventive measures. The study aims to verify the incidence of operational safety events and analyze the causes and effectiveness of the reporting tools used, such as the Prevention Report tool (Relprev). Data analysis revealed that despite the increased use of RPA in the corporation, there is a notable absence of Relprev completed by RPA pilots. Instead, many use informal channels, such as WhatsApp, or do not report these facts, even though they recognize the importance of formal reporting for accident prevention. The study highlights the need to improve the reporting tool and investigation processes by fostering a more robust safety culture. Analysis of the collected data allowed us to identify probable causes of operational safety events, which can contribute to safer operations with RPA in CBMMG. The research also paves the way for future investigations into the human and organizational factors that influence underreporting and safety culture within the organization, aligning with concerns raised in the literature on flight safety, such as the need for effective reporting systems and the importance of understanding human factors in accidents.

Keywords: RPA; accidents; Relprev; investigation; flight safety.

Recebido em: 17/8/2024.
Aprovado em: 15/09/2025.
Publicado em: 14/11/2025.



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições, desde que o trabalho original seja corretamente citado.

1 INTRODUÇÃO

É missão institucional do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (CBMMG) servir à sociedade mineira com atividades de coordenação e execução de ações de defesa civil, busca e salvamento, combate a incêndio, dentre outras, contribuindo para o desenvolvimento do estado (Minas Gerais, 1989). Com o propósito de “[...] salvar e valorizar vidas, de modo a inspirar pessoas e levar esperança” (CBMMG, 2023, p.16), a instituição está em constante desenvolvimento e aperfeiçoamento, incluindo avanços tecnológicos nas suas operações, entre eles, o uso de aeronaves remotamente pilotadas (RPA - *Remotely Piloted Aircraft*) no âmbito da aviação de segurança pública.

Em um estudo sobre análise organizacional do serviço de RPA no Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (CBMDF), Silva (2020) elencou uma gama de possibilidades de emprego de aeronaves remotamente pilotadas por corporações de bombeiros. Dentre elas, o gerenciamento de incidentes pelo monitoramento aéreo e avaliação da cena, auxiliando as equipes de solo nas tomadas de decisão, busca e salvamento, resposta a desastres e monitoramento de incêndios florestais (Villasenor, 2014). A utilização como plataforma de observação em missões de segurança pública, proteção e defesa civil, combate a incêndio urbano e ocorrências com produtos perigosos é destacada por Bridi e Castro (2020).

Em 2019, o CBMMG atuou no maior desastre do Brasil em perda de vidas humanas, o qual vitimou 272 pessoas no município de Brumadinho, em Minas Gerais (Cota *et al.*, 2020). Segundo o mesmo estudo, na Mina Córrego do Feijão, palco do rompimento da barragem de rejeitos, o governo do estado fez amplo uso de aeronaves remotamente pilotadas em missões de busca e resgate. Bridi e Castro (2020) afirmam que o uso de RPA representou uma melhoria no desempenho operacional na intervenção em desastres e nas ações de busca e salvamento, suprimindo parte considerável da demanda dos voos de observação e reconhecimento.

A tragédia em Brumadinho alavancou o emprego de RPA, que, nesse cenário, trabalharam inclusive em coordenação com as aeronaves tripuladas. Essa equipe coordenada foi denominada como esquadrão Vespa (Veículo Especial de Suporte e Prevenção Aérea). Contudo, em 2018, Silva (2018) já registrava a compra e a utilização de drones pelas corporações de bombeiros militares do Rio de Janeiro,

Goiás, Santa Catarina e pelo CBMMG, enfatizando que a aquisição de RPA por essas instituições visa atender ao planejamento estratégico, demonstrando versatilidade em operações e treinamentos.

Esse equipamento proporciona respostas eficientes nas ações de gestão do risco de desastres e gestão de desastres, desempenhadas pelo CBMMG no ciclo completo de proteção e defesa civil. Seu uso encontra respaldo nos objetivos estratégicos do Plano de Comando 2015–2026, especificamente nos programas de aperfeiçoamento tecnológico, que busca novas tecnologias no cenário de oportunidades externas, e de fortalecimento logístico, que visa a gestão de custos para aumentar a eficiência operacional (CBMMG, 2023).

Estudos acadêmicos apresentados à instituição de ensino Academia de Bombeiros Militar (ABM) apontam os benefícios do uso da RPA em relação às aeronaves tripuladas, incluindo menor custo, menor risco operacional e maior possibilidade de capilarização no estado. Essas vantagens, evidenciadas por Fernandes (2016) e corroboradas por Bridi e Castro (2020), confirmam o entendimento de Lima (2016), que acreditava que o uso de drones permitiria ao CBMMG manter a eficácia do serviço prestado, culminando na redução de custos das operações aéreas e riscos aos militares.

A segurança para as operações também é identificada como vantagem do emprego de RPA na perspectiva de Silva (2018). Entretanto, tal autor destaca alguns aspectos negativos, como a sua utilização em condições climáticas que impedem o voo, problemas técnicos como perda de sinal entre o piloto e a RPA (falha de enlace)¹, descarregamento da bateria ou até mesmo falhas que possam causar a queda do equipamento, culminando em acidentes.

A baixa intensidade de danos materiais e lesões às pessoas em acidentes com RPA em comparação com aeronaves tripuladas, contribui para uma percepção de menor risco nas operações envolvendo RPA, conforme destaca Buxbaum, em entrevista cedida à Fernandes (2016). Todavia, Monteiro (2019) alerta que o crescimento das operações com RPA aumentam o risco de colisões com aeronaves tripuladas, especialmente em áreas operacionais de aeroportos, podendo resultar em suspensão de pousos e decolagens, desvios de rotas, além do risco potencial para

¹ Falha de link entre a aeronave não tripulada e a estação de pilotagem remota que impossibilite, mesmo que momentaneamente, a sua pilotagem (Brasil, 2023a).

pessoas a bordo e em solo.

Monteiro (2019) afirma ainda que todas as operações com aeronaves, tripuladas ou não, devem obedecer à Lei nº 7.565, de 1986, a qual dispõe sobre o Código Brasileiro de Aeronáutica. O artigo 87 aponta que a prevenção de acidentes e incidentes aeronáuticos é de responsabilidade de todas as pessoas (Brasil, 1986), e que possui como base os oito princípios da filosofia do Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos - SIPAER:

- a) Todo acidente aeronáutico pode ser evitado;
- b) Todo acidente aeronáutico resulta de vários eventos e nunca de uma causa isolada;
- c) Todo acidente aeronáutico tem um precedente;
- d) A prevenção de acidentes requer mobilização geral;
- e) O propósito da prevenção de acidentes não é restringir a atividade aérea, mas estimular o seu desenvolvimento com segurança;
- f) A Alta Direção é a principal responsável pela prevenção de acidentes aeronáuticos;
- g) Na prevenção de acidentes não há segredos nem bandeiras;
- h) Acusações e punições de erros humanos agem contra os interesses da prevenção de acidentes (Brasil, 2023a, p. 42).

De forma a promover a segurança operacional, os acidentes, incidentes e situações de risco envolvendo RPA, devem ser comunicados aos órgãos responsáveis (Brasil, 2023a). No âmbito do CBMMG, esses eventos devem ser formalmente relatados ao Batalhão de Operações Aéreas (BOA), como relatório circunstanciado, não eximindo o piloto da confecção do Relatório de Prevenção - Relprev, termo este definido pela Instrução Técnica Operacional 27 (ITO-27):

Ferramenta de prevenção do Sistema de Prevenção de Acidentes Aéreos destinada ao reporte voluntário de uma situação de risco para a segurança de voo no âmbito das organizações. No âmbito das missões com aeronaves remotamente pilotadas, o BOA será o destinatário dos RELPREV's e dará respostas no modelo de "Divulgação Operacional" de ações de segurança de voo para RPA (CBMMG, 2019a, p. 20).

Essa ferramenta de reporte voluntário, conforme as Normas de Sistema do Comando da Aeronáutica - NSCA 3-15 (Brasil, 2022a), previne futuras ocorrências aeronáuticas, eleva o nível de consciência situacional dos pilotos, facilita a coleta de informações relacionadas à segurança de voo, possibilita a identificação de perigos e condições inseguras que possam contribuir para novas ocorrências, e fomenta banco de dados relativos à segurança de voo.

Apesar de reativa, segundo Lírio (2012), a investigação de acidentes é

importante ferramenta no processo de prevenção para mitigar os fatores contribuintes e minimizar as chances de reincidência em futuros acidentes. O correto tratamento e investigação desses relatos resultam na divulgação de recomendações de segurança. No CBMMG, a “Divulgação Operacional” emitida pelo BOA propõe respostas de ações de segurança de voo para RPA (CBMMG, 2019a).

Nesse contexto, a principal motivação para o desenvolvimento deste trabalho é a preocupação com a segurança de voo nos quesitos relacionados aos reportes voluntários ou relatórios circunstanciados, investigação e disseminação de medidas preventivas aos acidentes, incidentes e situações de risco com aeronaves remotamente pilotadas do CBMMG. O problema abordado pela pesquisa busca verificar de que forma os acidentes e incidentes envolvendo RPA são comunicados à corporação para que se possa proceder a investigação e se as notas de segurança previstas na ITO-27 - Emprego de Aeronaves Remotamente Pilotadas em apoio às operações do CBMMG são aplicadas.

O estudo teve como objetivo geral verificar a existência de acidentes, incidentes e situações de risco que impliquem em possibilidade de quedas ou danos a RPA ou lesões a pessoas no âmbito da corporação. Como objetivos específicos pretendeu-se: levantar os relatos feitos por parte dos pilotos de RPA do CBMMG referentes a acidentes, incidentes e situações de risco; analisar e qualificar as causas relatadas; avaliar a efetividade dos instrumentos empregados para realizar tais reportes, de modo a verificar se a cultura de prevenção de acidentes e segurança de voo estão sendo efetivamente implementadas pelo CBMMG.

A pesquisa focou na busca e análise de dados provenientes de reportes voluntários de eventos de segurança operacional² que comprometeram ou apresentaram potencial de comprometer a segurança de voo dos pilotos de RPA. Para tanto, foram utilizadas as seguintes fontes de informação: a ferramenta Relprev, os relatos no sistema de Registro de Eventos de Defesa Social – REDS, e o relatório circunstanciado. Os dados obtidos por essas ferramentas foram cruzados com um questionário aplicado aos pilotos do CBMMG, procurando uma correlação entre o fato acidental e a comunicação do fato.

² Acidentes, incidentes graves, incidentes, ocorrências de solo, ocorrências anormais ou qualquer situação de risco que cause ou tenha o potencial de causar dano, lesão ou ameaça à viabilidade da operação aeroportuária ou aérea (ANAC, 2023)

Quanto à justificativa científica, torna-se importante destacar que este estudo tem por escopo contribuir para o desenvolvimento da atividade de RPA no CBMMG no contexto da segurança operacional, fornecendo uma análise sob a ótica prevencionista expressa nesses relatórios de prevenção. O conteúdo será útil para que o núcleo de RPA possa aprimorar políticas de prevenção nas operações, assim como subsidiar trabalhos acadêmicos futuros que aprofundem na temática.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Contexto Histórico

No estudo de Rodrigues (2018), a história e o desenvolvimento dos veículos aéreos tripulados e não tripulados compartilham uma origem comum: a busca pela arte de voar. Devido à similaridade na dinâmica de voo e uma vez que enfrentavam os mesmos desafios, não havia uma distinção entre aeronave tripulada ou não tripulada.

Segundo Matsuo (2011), em agosto de 1849, ocorreu o primeiro uso militar registrado de uma aeronave não tripulada. Austríacos atacaram a cidade de Veneza, na Itália, com balões não tripulados carregados de explosivos. O pesquisador afirma ainda que o progresso das aeronaves radiocontroladas nos Estados Unidos e na Grã-Bretanha se deu em virtude do sucesso militar que obtiveram na década de 1930.

No Brasil, o Centro Técnico Aeroespacial (CTA) criou o projeto Acauã, na década de 80, considerado por Medeiros *et al.* (2008) e Rodrigues (2018) um projeto pioneiro de desenvolvimento de um veículo aéreo não tripulado (VANT) brasileiro com a vertente de pesquisa ligada à área militar. Para Matsuo (2011), esse projeto tinha o objetivo de servir de alvo para as bases de lançamento de mísseis da Marinha e atividades de reconhecimento militares e civis, possuindo vantagens como alta performance em manobrabilidade, baixo custo, possibilidade de comercialização e uso em missões de cunho civil.

2.2 Aeronave remotamente pilotada

Uma aeronave não tripulada, em inglês *Unmanned Aircraft* (UA), é definida

como um aparelho que sustenta-se na atmosfera, a partir de reações do ar que não sejam aquelas contra a superfície terrestre, e que é operada sem um piloto a bordo (Brasil, 2023a). Segundo a Organização da Aviação Civil Internacional (OACI), por meio do DOC 100-19 (Canada, 2015), a aeronave não tripulada abrange uma ampla gama de aeronaves, que vão desde balões livres não tripulados e aeromodelos até aeronaves com alto grau de complexidade.

A Agência Nacional de Aviação Civil, no Regulamento Brasileiro da Aviação Civil - RBAC-E nº94 (ANAC, 2021), classificou as aeronaves não tripuladas em duas categorias considerando a sua finalidade: o aeromodelo, para recreação; e a RPA, que é uma aeronave não tripulada, pilotada a partir de uma estação remota para operações comerciais, corporativas ou experimentais com finalidade não recreativa.

O termo VANT (veículo aéreo não tripulado), oriundo do *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) e considerado obsoleto na comunidade aeronáutica internacional (Canada, 2015), foi encontrado nos diversos estudos analisados como base de pesquisa para este artigo. Matsuo (2011) afirma que uma aeronave remotamente pilotada é sempre um VANT, mas uma aeronave não tripulada, que pode realizar missões autônomas ou pré-programadas, não é necessariamente pilotada remotamente.

Popularmente conhecida no Brasil como drone, as aeronaves remotamente pilotadas integram “um subconjunto das aeronaves não tripuladas, pilotadas a partir de uma estação de pilotagem remota, com finalidade diversa de recreação, que seja capaz de interagir com o controle de tráfego aéreo em tempo real” (Brasil, 2023a, p. 11). O RBAC-E 94 e a ITO-27 (CBMMG, 2019a) empregam a sigla RPA para se referir às aeronaves não tripuladas utilizadas pela corporação. Essa nomenclatura foi adotada nas abordagens ao longo deste estudo.

2.3 Aspectos legais e regulamentação

A OACI é o principal órgão internacional de regulação de normas e práticas recomendadas e objetiva estimular o desenvolvimento ordenado e seguro da aviação, promovendo a mesma segurança da aviação tripulada para as operações com RPA. O DOC 100-19 da OACI estabelece que aeronaves não tripuladas estão sujeitas às mesmas medidas e orientações adotadas para aeronaves tripuladas (Canada, 2015).

No estudo de Silva (2020), as regulamentações que apresentam os requisitos básicos para operação de RPA no Brasil são realizadas por órgãos distintos, considerando a especificidade de suas competências, sendo eles: Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) e Ministério da Defesa (MD).

Oliveira (2012 *apud* Lima, 2016) e Amâncio (2020) apontam que à ANATEL compete a certificação e fiscalização da radiofrequência utilizada no enlace de pilotagem de uma RPA, sendo responsabilidade do piloto observar as regulamentações deste órgão. À ANAC compete regular e fiscalizar as atividades de aviação civil, além de atestar e emitir certificação de aeronaves (Brasil, 2005). Atualmente, o Brasil possui cerca de 153 mil aeronaves não tripuladas cadastradas conforme painel de dados abertos da ANAC (2024).

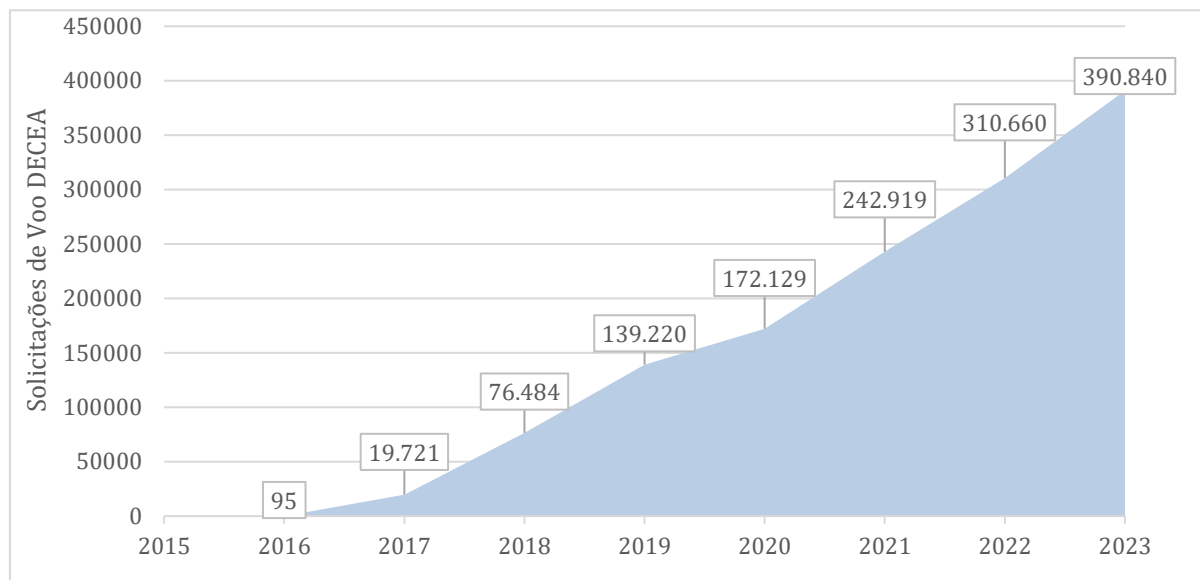
No Regulamento Brasileiro da Aviação Civil nº 94, a ANAC cria regras para as operações civis de aeronaves não tripuladas e requisitos para operações especiais. O órgão objetiva manter condições adequadas de segurança no âmbito da aviação civil, de forma a promover um desenvolvimento sustentável e seguro para o setor (ANAC, 2021).

Nessa norma, evidencia-se a classificação da RPA conforme o peso máximo de decolagem (PMD), medida de massa expressa em quilogramas (Kg), e delimita que toda RPA acima de 250 gramas deve ser cadastrada nesse órgão e vinculada a uma pessoa (física ou jurídica), sendo emitido a certidão de cadastro da RPA no Sistema de Aeronaves Não Tripuladas – SISANT (ANAC, 2021). Em dados recentes disponíveis do portal da ANAC, o CBMMG figura com 70 aeronaves não tripuladas registradas no SISANT, classificadas como classe 3, que são aquelas com PMD menor ou igual à 25 kg e sujeitas ao cumprimento de tais legislações.

O Ministério da Defesa, pelo Comando da Aeronáutica, regula a utilização de aeronaves remotamente pilotadas por meio das diversas publicações de normas, tais como as Instruções do Comando da Aeronáutica (ICA), Manual do Comando da Aeronáutica (MCA) e Normas de Sistema do Comando da Aeronáutica (NSCA). O DECEA, subordinado ao Comando da Aeronáutica, é o órgão responsável pelo controle do espaço aéreo brasileiro, provedor dos serviços de navegação e ordenação do tráfego aéreo (Brasil, 2023a). É pelo Sistema de Solicitação de Acesso de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARPAS) que o órgão analisa e autoriza o

ingresso no espaço aéreo. O Gráfico 1 apresenta o grande crescimento dessas solicitações por RPA, no Brasil, com um aumento de 25% em 2023 comparado com 2022.

Gráfico 1 – Evolução anual das solicitações de voo DECEA



Fonte: elaboração própria (2024), com dados da Assessoria de Comunicação Social - DECEA.

As RPA do CBMMG devem atender às prescrições contidas na ICA 100-40 (Brasil, 2023a), que regulamenta as aeronaves não tripuladas e o acesso ao espaço aéreo brasileiro. Além disso, por ser um órgão de segurança pública, a corporação deve atender também ao previsto no Manual de Comando da Aeronáutica (MCA) 56-5 (Brasil, 2023b). Esse manual trata especificamente das aeronaves não tripuladas para uso exclusivo em operações aéreas especiais em proveito dos órgãos de segurança pública e da defesa civil, entre outros.

Em 2019, o CBMMG deu um passo importante na institucionalização do uso dessas aeronaves com a criação do Programa RPAS (*Remotely Piloted Aircraft System*) e da Resolução nº 839, de 13 de março de 2019. O programa visa “coordenar e integrar as ações de planejamento e execução de uso desse tipo de aeronave nas missões do CBMMG, de forma segura, produtiva e de acordo com a legislação vigente” (CBMMG, 2019b, p. 1). A relevância do programa RPAS é reconhecida por Silva (2020), que o considera uma referência institucional para o emprego de RPA e ressalta que as unidades operacionais do CBMMG e seus militares que operam RPA integram o Programa RPAS, sob coordenação técnica do BOA.

No mesmo ano, a criação do Curso de Piloto de RPA foi aprovada pela Resolução nº 840, de 13 de março de 2019, e, em novembro, ocorreu a publicação da

ITO-27 (CBMMG, 2019a). Tais normativas, até então em vigor na corporação, replicam uma série de definições previstas nas legislações acima referenciadas e impõem competências, dentre elas, a segurança nas operações e a prevenção de acidentes, alvos deste estudo.

2.4 Ocorrências aeronáuticas envolvendo RPA

Na atividade aérea, uma ocorrência é um evento de segurança operacional que coloca ou pode colocar em perigo uma aeronave ou pessoas, incluindo ocorrências aeronáuticas classificadas como acidentes e incidentes (Brasil, 2022b). Referência normativa para o Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), o DOC 100-19 da OACI (Canadá, 2015) afirma que ocorrências com aeronaves não tripuladas são compreendidas entre o momento em que a aeronave está pronta para se movimentar com a finalidade de voo, até o instante em que cessa totalmente os movimentos após o voo e o sistema de propulsão é desligado.

Entende-se que tais eventos de segurança operacional são classificados como acidente quando há lesão fatal ou grave resultante de contato direto com qualquer parte da aeronave ou peças que dela tenham se desprendido, falha estrutural ou dano grave, ou quando a aeronave esteja desaparecida ou em local inacessível. Um incidente relaciona-se à ocorrência não caracterizada como um acidente que afeta ou pode afetar a segurança da operação, incluindo a presença de danos menores (Canadá, 2015).

A situação gerada pelo produto da probabilidade de ocorrência de um evento indesejável e a sua severidade, mensurada pela ocasião das perdas e danos, é entendido como situação de risco (Canadá, 2018) descrito na gestão da segurança de voo na aviação militar – NSCA 3-15 (Brasil, 2022a). Nesse caso, o acidente pode não ter ocorrido devido ao acaso ou a uma ação evasiva do piloto, com a adoção de medidas de caráter corretiva ou preventiva para eliminar um perigo ou mitigar o risco decorrente da condição insegura (Brasil, 2017).

Uma condição, objeto ou atividade com potencial de causar lesões, danos ou perdas de equipamentos ou redução da capacidade funcional é definido como perigo. Realizar sua identificação, a avaliação do risco e a possibilidade de controlá-lo, é uma situação de segurança desejável, em que há um gerenciamento do risco nas

operações efetuadas pelo próprio operador, com as ações de ver o perigo e evitar o risco (Goglia, 2011).

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa trata-se de um estudo empírico e baseia-se na coleta de dados e observações ancoradas em estudos mais avançados, de forma a obter dados que possam fomentar descobertas e outras análises. De caráter exploratório, sob a ótica de Gil (2017), o trabalho analisa quali-quantitativamente aspectos de segurança de voo sobre os eventos com RPA e o relato voluntário dos pilotos envolvidos. Essas estratégias foram adotadas para aprofundar a familiaridade com o fenômeno, atingindo de forma ampla a abordagem do problema e permitindo subsidiar pesquisas futuras. Braga e Tuzzo (2016) afirmam que a abordagem qualitativa não possui o rigor da estruturação, permitindo inferências e interpretações do pesquisador para melhor descrever a problemática do estudo.

A investigação preliminar com estudos exploratórios, na ótica de Lakatos e Marconi (2010), foi realizada por meio de dois aspectos: documentais, como na coleta de dados históricos e estatísticos, com a busca de informações em arquivos oficiais e registros em geral consideradas fontes primárias; e contatos diretos em uma pesquisa de campo.

Na metodologia de pesquisa documental, Lakatos e Marconi (2010) expõem como fontes primárias a coleta de dados em documentos, escritos ou não, e quanto a sua temporalidade podem ter sido produzidas no momento de ocorrência do fato ou fenômeno. Almeida, Guindani e Sá-Silva (2009) frisam que esse modo de trabalho deve ser apreciado e valorizado, uma vez que um amplo conjunto de informações pode ser extraído dos documentos, possibilitando expandir a compreensão e contextualização sobre o fato.

O estudo considerou a premissa de que todos os incidentes e acidentes devem ser formalmente reportados pelos pilotos para promover a segurança operacional. Para isso, tais acidentes devem ser investigados com fins preventivos, emitindo respostas do tipo divulgação operacional de ações de segurança (CBMMG, 2019a). A pesquisa documental baseou-se em dados de histórico dos REDS, coleta de informações de Relprev e busca de relatórios circunstanciados enviados ao BOA.

A obtenção desses dados seguiu a delimitação de pesquisa proposta por

Lakatos e Marconi (2010), assim limitou-se à investigação via REDS quanto ao assunto e ao limite temporal, considerando que já se limita no âmbito do CBMMG no aspecto espacial. Dados foram solicitados à Segunda Seção do Estado Maior com os filtros de pesquisa de REDS do grupo Operações de Defesa Social, na classe Operações Aéreas, com naturezas relacionadas à utilização de RPA, no período de 1º de janeiro de 2019 a 31 de dezembro de 2023. A limitação temporal iniciou-se em 2019, pelo fato de ter sido o ano da regulamentação da atividade de RPA no CBMMG, e estendeu-se até o término do ano anterior à esta pesquisa.

A Instrução Técnica Operacional 27 exige que todos os voos sejam registrados no sistema REDS com a natureza Y40.000 e suas subclasses. Inicialmente, essas naturezas eram compartilhadas com aeronaves tripuladas, conforme descrito na ITO-27. Para coletar dados específicos de operações com RPA, foi preciso consultar o histórico do REDS usando palavras-chave como RPA, VESPA e drone. A utilização desses descritores identificou também naturezas não relacionadas à atividade aérea na qual foram registradas para emprego de RPA. Percebe-se que essas naturezas são de data anterior à publicação da ITO-27, momento em que ainda não havia diretrizes para a codificação de ocorrências com o emprego de RPA. Com a atualização das Diretrizes Integradas de Ações e Operações (DIAO) do CBMMG, em 2020, novas naturezas exclusivas para operações com RPA foram criadas e são apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Codificação e descrição de naturezas das atividades aéreas do CBMMG
(Continua)

Naturezas descritas pela Instrução Técnica Operacional 27			
Y40.003	Operação Aérea em Eventos Públicos	Y40.008	Apoio Aéreo a Órgãos Federais
Y40.009	Apoio Aéreo a Órgãos Estaduais	Y40.010	Apoio Aéreo a Órgãos Municipais
Y40.011	Apoio Aéreo a Empresas / Instituições Privadas	Y40.012	Operação Aérea para Reconhecimento e Coleta De Dados
Y40.018	Operação Aérea para Visita ou Inspeção	Y40.019	Operação Aérea Para Combate a Incêndio em Edificações
Y40.020	Operação Aérea Para Combate a Incêndio Florestal	Y40.025	Monitoramento Aéreo em Enchentes
Y40.026	Monitoramento Aéreo em Desmoronamento / Soterramento	Y40.027	Monitoramento Aéreo em Acidentes de Massa
Y40.028	Monitoramento Aéreo de Mananciais	Y40.029	Monitoramento Aéreo de Reservas Ambientais
Y40.030	Monitoramento Aéreo de Bacias Hidrográficas	Y40.031	Levantamento Aéreo de Focos de Incêndio Florestal
Y40.032	Levantamento Aéreo de Áreas Desmatadas	Y40.999	Outros Tipos de Operações Aéreas

(Conclusão)

Naturezas específicas para RPA - Diretrizes Integradas de Ações e Operações - DIAO 2020			
Y40.037	Monitoramento/Enchente/Inundação/Alagamento com RPA	Y40.038	Levantamento/Monitoramento de Focos de Incêndio com RPA
Y40.039	Busca com RPA	Y40.040	Plataforma de Observação/Filmagem/ Fotografia com RPA
Y40.041	Outros Atendimentos com RPA	Y40.046	Voo de Manutenção RPA
Y40.050	Apoio Aéreo a Órgãos Federais com RPA	Y40.051	Apoio Aéreo a Órgãos Estaduais com RPA
Y40.052	Apoio Aéreo a Órgãos Municipais com RPA	Q03.020	Treinamento de Piloto de RPA
Naturezas de atividades aéreas diversas que possuem registros de voo com RPA			
Y40.006	Voo de Manutenção	Q03.014	Treinamento Aéreo
Q03.015	Treinamento de Piloto de Aeronave	Q03.016	Treinamento com Tripulantes Operacionais
Naturezas diversas que possuem registros de voo com RPA			
P02.004	Vistoria em Risco de Desabamento/Desmoronamento	P02.006	Vistoria em Risco de Rompimento de Barragens
Q02.999	Outros Tipos de Palestras	S04.006	Rompimento de Barragens
S04.007	Busca e Salvamento de Pessoa Perdida/Desaparecida	S04.012	Busca e Salvamento em Local de Difícil Acesso
S04.015	Busca com Cães de Pessoa Perdida em Mata	Y30.999	Outros Tipos de Operações do Corpo de Bombeiros Militar

Fonte: elaboração própria (2024), com dados da ITO-27 (CBMMG, 2019a) e DIAO (CBMMG, 2020).

No campo histórico desses registros, foi realizada uma busca prévia por palavras-chave e suas combinações, surtindo resultados desejados com os descritores: acidente, incidente, avaria, queda, dano, falha, Relprev, sinal, hélices, interferência, cair, alerta, reportado, baixa, ataque e defeito. Outros descritores foram utilizados sem gerar resultados satisfatórios, são eles: risco, segurança e prevenção, que resultaram numa ampla quantidade de registros alheios ao objetivo. Essa pesquisa prévia auxiliou na formulação dos filtros de busca para a coleta de dados junto ao setor responsável pelos levantamentos estatísticos da corporação.

Para a coleta de informações sobre os relatórios de prevenção e relatórios circunstanciados, foi enviado ao BOA um ofício solicitando a disponibilização desses dados para a análise. De forma subsidiária, demandou-se informações de pilotos de RPA da corporação com a finalidade de realização de uma pesquisa de campo.

Nesse aspecto, Lakatos e Marconi (2010) entendem como objetivos da pesquisa de campo o levantamento de informações e/ou conhecimentos acerca de um problema em busca de respostas ou de hipóteses que se queira comprovar. Partindo desse entendimento, um questionário constituído por uma série ordenada de

perguntas foi respondido formalmente e sem a presença do entrevistador. Esse instrumento foi escolhido por causa das vantagens de economia de tempo, maior alcance de pessoas no espaço amostral do CBMMG, liberdade e segurança das respostas, pela não identificação, e a menor distorção, pela ausência de influência por parte do pesquisador.

Durante a seleção da amostra, foram incluídos como alvo todos os pilotos de RPA cadastrados no sistema SARPAS NG, de acordo com informações de equipes vinculadas ao CBMMG, constando 178 militares na relação enviada pelo BOA. Entretanto, percebeu-se uma inconsistência na quantidade de pilotos considerando que o grupo de Whatsapp - “Pilotos de RPA CBMMG Drones” possuía 227 integrantes. Dessa forma, para obter uma amostra maior de pilotos e garantir a sua confiabilidade, efetuou-se uma pesquisa nas atas de formação dos cursos de pilotos de RPA ocorridos entre agosto de 2019 e abril de 2023. Ao todo, foram encontrados registros de 203 militares do CBMMG formados.

As divergências acima podem ser atribuídas ao fato de que, em novembro de 2022, o antigo sistema de solicitação de acesso ao espaço aéreo foi desativado e substituído pela atual plataforma SARPAS NG (DECEA, 2022). Desde então, os pilotos já cadastrados anteriormente devem requerer vínculo ao CNPJ do CBMMG para que estejam aptos a solicitar novos voos em aeronaves da corporação.

Diante da inexatidão da quantidade de pilotos de RPA do CBMMG, foi necessário realizar uma triangulação dos dados, que na perspectiva de Denzin (1978), refere-se à coleta de informações de um estudo considerando fontes distintas de informação. Assim sendo, os dados obtidos no sistema SARPAS NG foram confrontados e triangulados um a um com a relação de pilotos formados no CBMMG e integrantes do grupo de Whatsapp “Pilotos de RPA CBMMG Drones”, resultando em um total de 251 pilotos de RPA. Dados demográficos e específicos do tipo gênero, tempo de inclusão e ciclo hierárquico pertencente (posto ou graduação) foram adquiridos em uma consulta em dados internos de acesso amplo na corporação com a finalidade de caracterizar o universo do trabalho.

Ressalta-se que esse número pode não refletir a quantidade real de pilotos de aeronaves não tripuladas da instituição, uma vez que a ITO-27 (CBMMG, 2019a) permite que pilotos de aeronaves tripuladas, operadores aerotáticos e mecânicos de voo do BOA sejam credenciados após treinamento específico. Assim, os militares que

não se encontram listados em nenhuma dessas fontes, não tiveram acesso ao estudo e, portanto, não compõem o espaço amostral.

Depois de elaborado o questionário e antes da sua utilização definitiva, foi feita uma pesquisa-piloto com função de identificação de possíveis falhas, sugestões e obtenção de uma estimativa sobre os futuros resultados de acordo com a metodologia de Lakatos e Marconi (2010). O pré-teste foi aplicado aos militares que já foram pilotos de RPA na corporação ou que tenham conhecimento da atividade e que não participam da presente pesquisa, não figuram na amostra final, evitando assim a contaminação dos resultados.

O questionário aplicado pela plataforma gratuita Google Forms, conteve 16 perguntas de múltipla escolha. Dessas perguntas, 5 foram destinadas à caracterização da amostra através das variáveis: faixa etária, gênero, tempo de efetivo serviço, ciclo e unidade pertencente. As outras 11 foram destinadas a quantificar os pilotos que já experimentaram a ocorrência de acidente, incidente ou situação de risco durante a operação da RPA no CBMMG e a sua percepção sobre a necessidade de relatar, investigar e divulgar esses eventos. Outras duas perguntas discursivas foram formuladas com o intuito de oportunizar a exposição da causa principal atribuída aos eventos ocorridos e o motivo de não relatar formalmente o fato, caso não o tenham feito.

Junto ao questionário, foi enviado um Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) demonstrando a importância e a natureza do estudo, os riscos e benefícios, a confidencialidade e a participação voluntária, de modo a despertar o interesse do recebedor. O TCLE seguiu os parâmetros previstos na Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016, do Conselho Nacional de Saúde. Todavia, a pesquisa não foi submetida à aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa devido à utilização de dados de domínio público, não havendo identificação dos participantes do questionário e a realização de revisão bibliográfica, sem envolvimento de seres humanos.

O pesquisador enviou o questionário por e-mail funcional para os 251 pilotos de RPA resultantes da triangulação de dados. Como forma de agilizar o processo e dar ampla divulgação, o questionário também foi enviado aos pilotos da corporação pelo Whatsapp, rede social que possui um grupo específico de pilotos de RPA do CBMMG. A distribuição do questionário via e-mail funcional buscou melhor direcionar e abranger militares que, porventura, não fazem uso dessa rede social.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

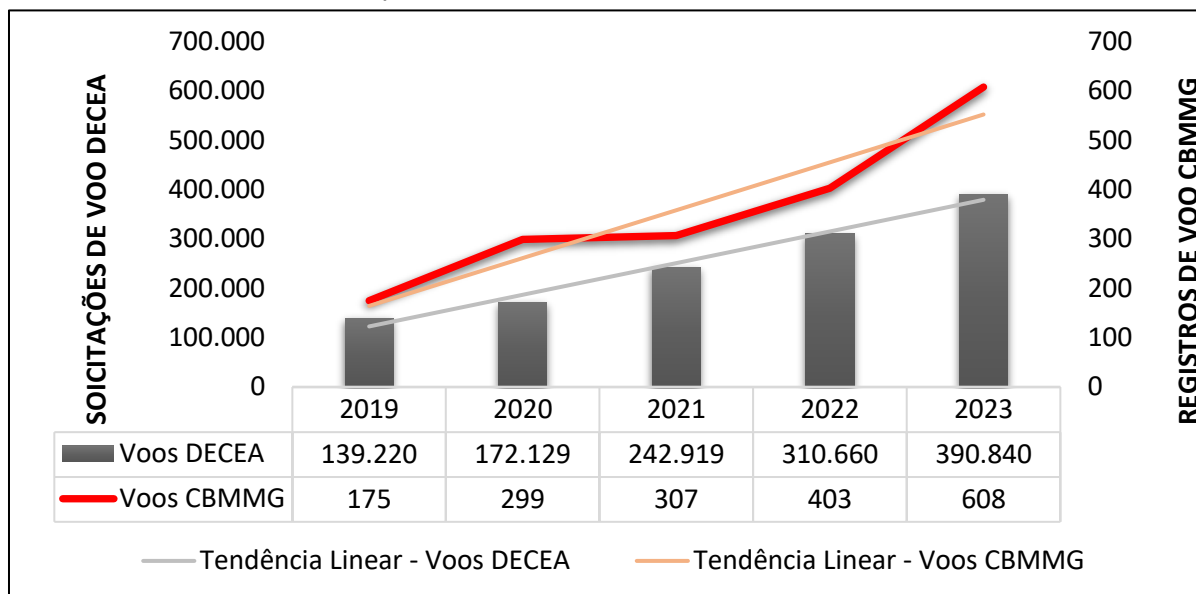
O presente capítulo apresenta de forma integrada e fluida os achados da pesquisa. Considerando a perspectiva de Prodanov (2013), a abordagem consiste na análise e interpretação simultânea dos resultados encontrados, relacionando-os com o referencial teórico utilizado, buscando a compreensão do leitor.

As informações disponíveis no banco de dados do Sistema Integrado de Segurança Pública (SISP), coletadas no espaço temporal proposto, focam nos REDS inerentes à atividade aérea conforme a normativa DIAO (CBMMG, 2020). Entretanto, identificou-se o emprego de RPA em naturezas diversas das atividades aéreas, as quais também foram consideradas. Os filtros de natureza de atendimento de subcategoria Y40.000 - Operações Aéreas e as demais naturezas constantes no Quadro 1 retornaram um quantitativo de 9.956 registros resultantes de toda a atividade aérea do CBMMG.

Em uma análise amostral, observou-se a utilização de naturezas exclusivas de atividade aérea para atividades terrestres diversas que não envolvessem aeronaves. Nessa situação, foi identificado, 1.055 registros (10,6%) majoritariamente nas codificações Y40.037 - Monitoramento/Enchente/Inundação/Alagamento com RPA e Y40.038 - Levantamento/Monitoramento de focos de incêndio com RPA, os quais foram excluídos dos resultados.

Isso resultou em 8.901 registros de atividade aérea geral. Após aplicação dos filtros sobre as classes compartilhadas com aeronaves tripuladas, obteve-se um total de 1.792 registros de atendimento com RPA no espaço temporal estudado, revelando que 20,13% da atividade de aviação da corporação é realizada por aeronaves remotamente pilotadas. O crescente uso das RPA, no Brasil, destacadas por Monteiro (2019) e Amâncio (2020) reflete no cenário atual do CBMMG, que, em 2023, registrou um aumento de 50,8% nos voos de RPA em comparação com o ano anterior. O Gráfico 2 ilustra essa tendência linear de crescimento entre 2019 e 2023, comparando as solicitações de acesso ao espaço aéreo (SARPAS NG) com os registros de voo do CBMMG, e demonstra que o acréscimo no número de voos da corporação é 23,75% maior do que o das solicitações no sistema SARPAS NG.

Gráfico 2 – Comparativo de crescimento de voos no Brasil e no CBMMG



Fonte: elaboração própria (2024), com dados do DECEA e EMBM-2/CINSP – CBMMG.

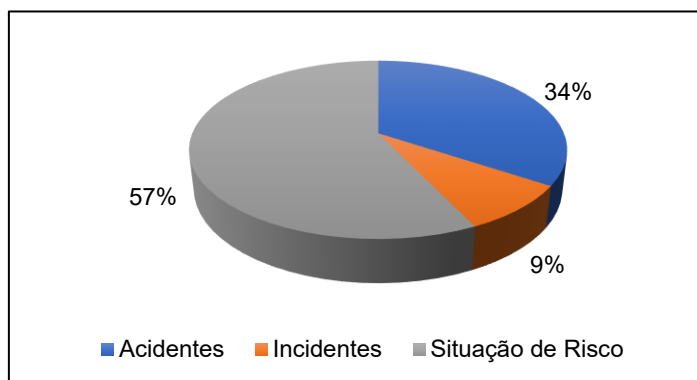
A natureza S04.006 – Rompimento de Barragens foi amplamente utilizada nas operações em Brumadinho/MG, registrando todas as ações efetuadas diariamente. Nessa natureza, o uso dos descritores RPA, Drone e Vespa resultou em 461 REDS. Ao analisar esses históricos, constatou-se que equipes de RPA foram empenhadas no local, além de outras ações praticadas na operação. No entanto, observou-se que havia registros específicos para operações aéreas. Portanto, para evitar a duplicação de informações, esses registros não foram contabilizados neste estudo.

Como o foco da pesquisa remete a eventos de segurança operacional, a busca por palavras-chave nos históricos dos REDS foi feita pelo Centro Integrado de Informações de Segurança Pública – CINSP e retornou 263 registros com detalhamento dos dados. Uma análise dos históricos resultou em 120 REDS relacionados à atividade de RPA que atenderam aos parâmetros de busca. Desses, 35 foram considerados relevantes por apresentarem os eventos com potencial de comprometer a segurança de voo, conforme os pressupostos básicos de segurança nas operações e eficiência operacional previstas na ITO-27 (CBMMG, 2019a).

Na síntese das informações extraídas dos históricos dos registros, o estudo buscou classificar os eventos de segurança operacional de acordo com a gravidade ou dano, tendo como base os critérios descritivos de incidentes e acidentes previstos nos anexos da normativa NSCA 3-13 - Protocolos de investigação de ocorrências aeronáuticas da aviação civil (Brasil, 2017), como pode ser observado no Gráfico 3.

Como acidentes (12 registros) foram classificadas as situações mais gravosas, tais como quedas ou colisões que resultaram em danos à aeronave, bem como qualquer tipo de lesão às pessoas. Os incidentes (3 registros) referem-se a pousos não controlados com pouco ou nenhum dano à aeronave. Por último, as situações de risco (20 registros) são aquelas em que houve a probabilidade de acontecer algum acidente ou incidente devido a uma situação de perigo, ato ou condição insegura.

Gráfico 3 – Classificação das ocorrências aeronáuticas com RPA

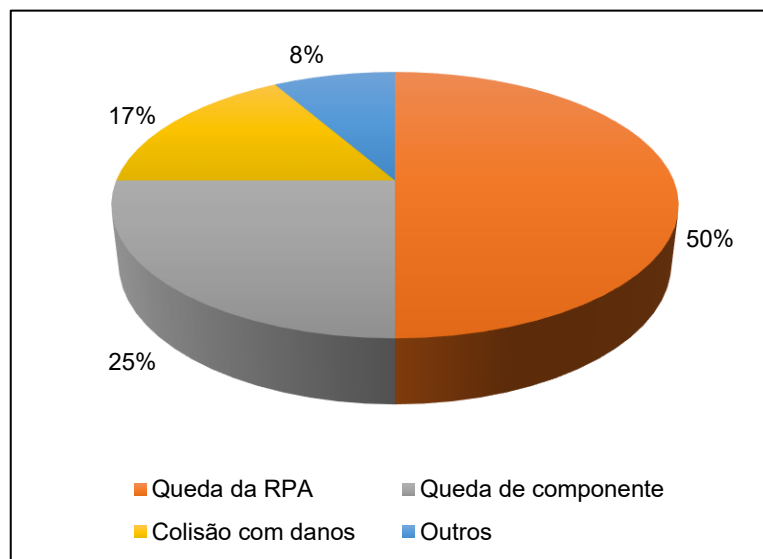


Fonte: elaboração própria (2024).

Em uma análise qualitativa dos relatos da categoria acidentes, identificou-se que houve seis quedas de RPA informando como causa, por ordem de frequência, problemas na bateria, ataques de aves e colisão com obstáculo. A queda de componentes ocorreu exclusivamente na aeronave modelo Matrice 210V2, com soltura do trem de pouso e da câmera em três registros. A perda de controle em voo³ da aeronave foi proveniente de colisão com danos contra obstáculos em duas oportunidades, em um desses registros houve ferimentos leves ao piloto. A classificação “Outros” foi observada em um relato incomum na qual a aeronave apresentou deformidades causadas pela alta temperatura. Como consequência dos acidentes, houve danos em baterias, em hélices, em sensores e estruturais, e até a não localização de uma aeronave, que caiu em um corpo d'água. Essas informações constam no Gráfico 4.

³ Quando o piloto não é mais capaz de alterar o rumo, a velocidade, ou a altitude da aeronave por meio de um link em funcionamento (Amâncio, 2020).

Gráfico 4 – Categorização dos acidentes



Fonte: elaboração própria (2024).

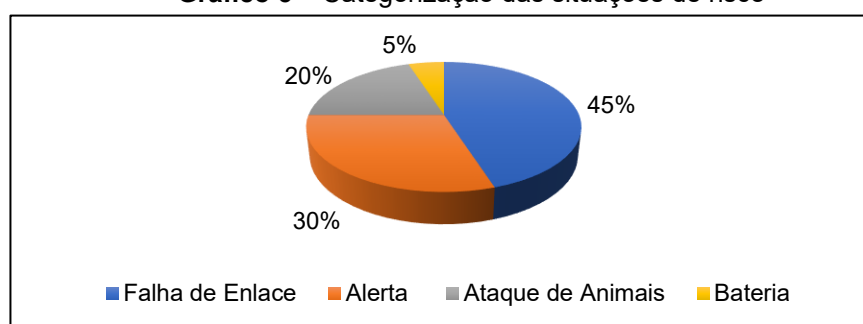
Como incidentes, foram classificados três registros sem danos significativos. Dois deles envolvem colisões durante o pouso da RPA causadas por condições desfavoráveis de vento, que afetaram as propriedades do voo. Esses eventos evidenciam as ocorrências de perda de controle no solo destacadas por Amâncio (2020), que podem ser afetadas por condições climáticas adversas. No terceiro incidente, aconteceu um pouso em modo de segurança⁴ fora da linha de visada do piloto, possivelmente devido a uma falha de enlace, combinada com um erro na configuração da altitude de retorno ao ponto de partida (*home point*) e a altura máxima permitida de voo, considerando ser uma zona de restrição de voo (*Flight Restriction Zone* - FRZ). O piloto relatou a necessidade de busca para recuperar a RPA e a ausência de danos.

Como situações de risco, as falhas de enlace sucederam com maior frequência, com nove registros, sendo a interferência magnética por torres de transmissão e obstáculos a causa mais relatada para essas falhas. Nem todo terreno é adequado para operações de RPA devido a sua dependência de uma linha de visada direta entre o controle remoto e a aeronave, devendo-se manter a integridade do enlace do sistema (Amâncio, 2020). Esse mesmo autor esclarece que áreas densamente arborizadas ou construídas podem afetar adversamente a manutenção da linha de visada eletrônica ou linha de visada rádio, além de dificultar as operações visuais.

⁴ Refere-se ao pouso automático realizado pelo drone em caso de perda de sinal ou outro problema (Brasil, 2023a)

Em seis situações foram emitidas mensagens de alerta pela RPA, durante o voo, apontando problemas de calibração, sensores e posicionamento incorreto de baterias. O ataque de pássaros foi relatado em outros quatro registros com riscos à aeronave, classificado como risco de fauna pela NSCA 3-15 decorrente da utilização do mesmo espaço físico por aeronaves e fauna (Brasil, 2022a). Nesses casos, houve necessidade de manobras evasivas e pouso da aeronave para evitar danos maiores. Em um registro, foi relatado avarias na bateria sem detalhamento de informações que permitissem uma melhor categorização da causa. O Gráfico 5 contém a categorização das situações de risco que foram descritas.

Gráfico 5 – Categorização das situações de risco



Fonte: elaboração própria (2024).

A análise dos dados revelou ainda cinco registros que, embora não se enquadrem no contexto de ocorrências no âmbito da aviação remotamente pilotada, evidenciaram uma prática de segurança recomendável em operações: a capacidade de detectar perigos e mitigar riscos, possibilitando que os pilotos tomem decisões assertivas (CBMMG, 2019a). Nesses eventos favoráveis à segurança operacional, os pilotos relataram a decisão de não decolar a aeronave devido a problemas em sensores, calibração ou falhas de enlace, ou que abortaram a missão em decorrência de rajadas de vento e dificuldades de visualização da aeronave em condições de neblina.

Quanto aos relatórios de prevenção, o estudo de cinco desses disponibilizados pelo BOA, todos relacionados à operação de aeronaves tripuladas, indicou a ausência de Relprev preenchidos por pilotos de RPA. No entanto, os relatos mencionam perda de separação segura⁵ entre aeronaves tripuladas e RPA, com casos de quase colisão e necessidade de manobras evasivas.

⁵ Ocorrências em que há problemas de proximidade em voo com comprometimento da distância mínima exigida entre duas ou mais aeronaves, ou entre uma aeronave e um obstáculo (Brasil, 2016).

Em um dos relatos, uma RPA cruzou a proa de um helicóptero a cerca de dois metros de distância. Em outro, a RPA se aproximou tanto que o deslocamento de ar da aeronave tripulada teria ocasionado a sua queda. Um Relprev também descreveu a necessidade de um piloto de aeronave tripulada efetuar uma manobra evasiva para evitar colisão com uma RPA.

Outro incidente relatado envolveu uma RPA que se aproximou de uma aeronave tripulada durante o pouso em local de ocorrência, sendo percebida pelo operador aerotático apenas após o desligamento do motor. Em outro caso, uma RPA foi observada pairando em frente ao hangar do CBMMG no aeroporto da Pampulha e se deslocando pelas pistas de taxiamento, pouso e decolagem.

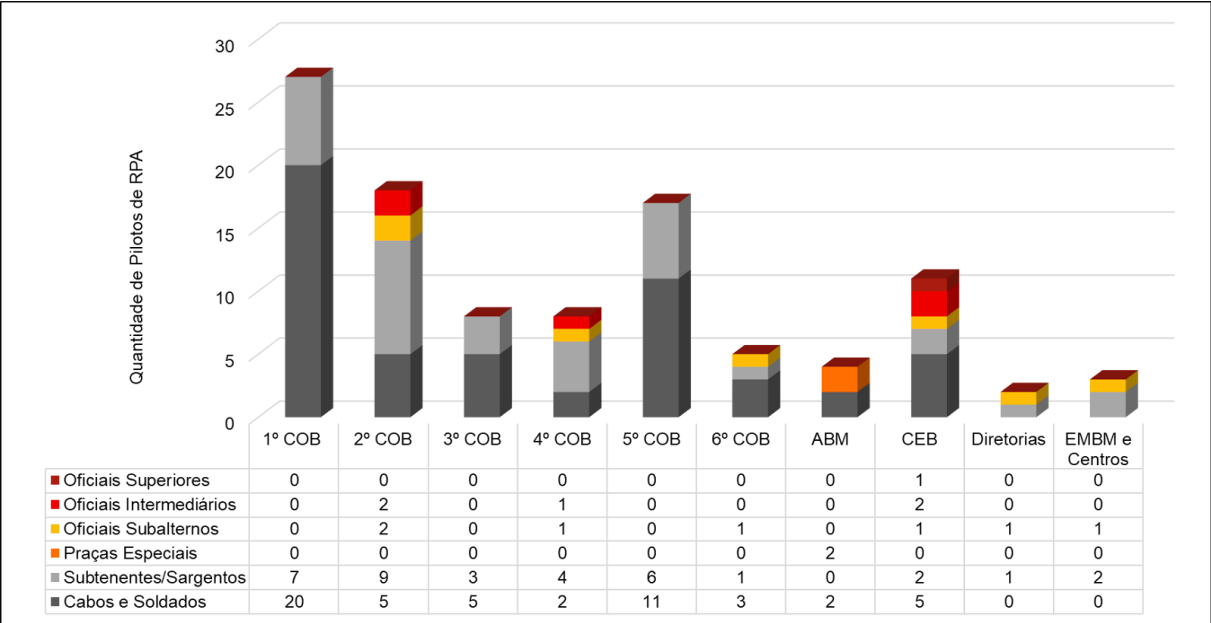
Esses eventos corroboram as observações de Monteiro (2019), sobre o potencial de risco de colisões em situações semelhantes, e de Amâncio (2020), que classifica os tipos de ocorrência com RPA, destacando que a colisão entre aeronaves tripuladas e não tripuladas é o pior cenário possível, com probabilidade crescente por causa do aumento da aviação não tripulada. Os resultados da análise e qualificação das causas existentes nos relatos levantados, conforme propostos nos objetivos, identificam a incidência da ocorrência de eventos de segurança operacional, na qual 1,95% dos voos realizados com RPA na corporação resultaram em situações que comprometeram ou apresentaram potencial de comprometer a segurança de voo dos pilotos de RPA.

A aplicação do questionário na pesquisa de campo resultou em 103 respostas, correspondendo a 41% do universo pesquisado. Essa taxa de retorno é superior à média de 25% mencionada por Lakatos e Marconi (2010). Uma caracterização da amostra permite entender melhor quem são os participantes da pesquisa e como eles se comparam à população total que se pretende estudar. Dessa forma, a análise da amostra revelou que 97,09% dos participantes são homens, 51,5% pertencem ao ciclo de cabos e soldados e 72,8% possuem menos de 15 anos de serviço. Comparando com os dados do universo pesquisado, onde 96% são homens, 58,5% estão no ciclo de cabos e soldados e 79,7% têm menos de 15 anos de serviço, pode-se inferir que a amostra possui relativa representatividade do universo da pesquisa, refletindo as características gerais do grupo pesquisado.

Ainda na caracterização, 45,6% são pilotos credenciados de RPA entre um e três anos, 32% possuem mais de quatro anos e 22,3% possuem menos de um ano

de credenciamento. O Gráfico 6 representa em barras a distribuição de pilotos por região e unidade e cada segmento de barra, o ciclo hierárquico, sendo o 1º COB a unidade que mais possui pilotos de RPA.

Gráfico 6 – Distribuição de pilotos por região e ciclo hierárquico



Fonte: elaboração própria (2024).

Dos 103 pilotos que responderam ao questionário, 6,8% afirmaram ter sofrido acidentes que resultaram em reparos ou substituição de peças da aeronave, enquanto 15,5% relataram ter passado por situações de risco. Apenas um piloto (0,97%) relatou ter sofrido acidente com lesão pessoal. Como consequência desses eventos, 24,3% dos pilotos informaram possuir em suas unidades alguma RPA que sofreu a baixa ou descarga do equipamento por danos causados por acidentes.

Vivenciaram a ocorrência de eventos de segurança operacional 18 militares, mas 55,5% não realizaram relatos formais. Em contrapartida, 44,5% fizeram o uso de ferramentas como o Relprev, relatório circunstanciado e/ou REDS para reportar o ocorrido, sendo o registro de eventos de defesa social o meio preferido (38,9%). Não houve disponibilização de relatórios circunstanciados, o que confronta com a resposta de dois pilotos que relataram utilizá-lo, inferindo-se que esses documentos não foram localizados ou enviados ao conhecimento do Batalhão de Operações Aéreas. Para os relatos voluntários por instrumentos informais, 42,1% não os realizaram, 31,6%

efetuaram em grupos de Whatsapp e 26,3% levaram ao conhecimento de outros pilotos.

O uso do instrumento informal Whatsapp, apesar de sua ampla capacidade de disseminação de informações e possibilidade de orientação imediata pelo Núcleo de RPA ou por pilotos experientes, apresenta limitações significativas. A volatilidade das informações dificulta o armazenamento e a recuperação dos dados, prejudicando a produção do conhecimento na realização de possíveis investigações que poderiam gerar recomendações de segurança formalizadas e divulgadas aos pilotos.

As justificativas fornecidas nas respostas discursivas sobre a ausência de relatos voluntários em eventos de segurança de voo foram categorizadas em três grupos distintos. Alguns pilotos consideraram os eventos como irrelevantes ou parte da rotina operacional, como no caso de situações "comuns durante a pilotagem". Outros justificaram a não comunicação pela ausência de danos materiais ou pessoais, como em casos em que "não houve queda ou colisão" ou "não houve danos ao equipamento nem ferimentos a pessoas". Por fim, alguns pilotos consideraram o relato formal desnecessário, seja por já ter sido feito em outro formato, ou por não ter resultado em um acidente propriamente dito.

Apesar de ser o principal instrumento de reporte voluntário de situações com potencial para afetar a segurança operacional das organizações, o questionário demonstrou que o Relprev foi utilizado por apenas 27,8% dos pilotos que vivenciaram a ocorrência de eventos de segurança operacional. Esses resultados confrontam a ausência de Relprev feitos por pilotos de RPA disponibilizados para esta pesquisa, entretanto sugerem uma incipiente cultura de segurança desse ramo da atividade aérea na corporação, evidenciando a necessidade de ações que promovam a prevenção e incentivem o relato voluntário desses eventos.

Em contraponto a esses resultados, 95,2% dos pilotos reconhecem a importância de relatar situações de risco e incidentes, mesmo na ausência de danos à aeronave ou pessoas. Além disso, 95,1% consideram fundamental a investigação de acidentes com RPA para aprimorar a segurança de voo, sem foco de punição. A totalidade dos pilotos concordam, parcial ou totalmente, com a importância de divulgar recomendações de segurança resultantes das investigações de eventos relatados pelos pilotos de maneira a fomentar a cultura preventiva da corporação.

O principal instrumento normativo das atividades com RPA no CBMMG, a ITO-27, ressalta que a investigação possui finalidade de aumentar a segurança de voo, sem foco de punição. Esse parâmetro está consonante com o item 2.8.6.4 da NSCA 3-15, que limita a utilização dos reportes voluntários para abrir/compor processos disciplinares, administrativos e/ou criminais, destacando:

NOTA 1 – Por se tratar de ferramentas pautadas no princípio da voluntariedade, a utilização dos relatos em procedimentos disciplinares, administrativos e/ou criminais, além de afetar a eficácia da ferramenta de prevenção, também inibirá futuras participações de integrantes da organização (Brasil, 2022a, p. 21).

5 CONCLUSÃO

A pesquisa realizada evidenciou um crescimento significativo no emprego de aeronaves remotamente pilotadas (RPA) pelo CBMMG, representando uma parcela considerável das operações aéreas da corporação. No entanto, a análise dos dados revelou uma lacuna que merece atenção: a ausência de Relatórios de Prevenção preenchidos por pilotos de RPA, mesmo com a ocorrência de eventos de segurança operacional com potencial de comprometer a segurança de voo.

Esse cenário contrasta com a frequência de registros de eventos no sistema REDS, muitos dos quais se enquadram nas categorias de acidentes e situações de risco. Adicionalmente, o questionário aplicado aos pilotos revelou que a maioria reconhece a importância de relatar tais eventos, mas muitos não o fazem formalmente, utilizando canais informais ou simplesmente deixando de relatar os fatos. As justificativas para essa omissão variam, desde a percepção de irrelevância do evento até o desconhecimento da importância do Relprev para a prevenção de acidentes.

Diante da ausência de Relprev, infere-se a possibilidade de uma subnotificação de eventos de segurança operacional, considerando que pilotos que vivenciaram situações de risco não as reportaram formalmente. Torna-se evidente a necessidade de aprimorar tanto a ferramenta de reporte quanto os processos de investigação no CBMMG. O Relprev deve ser adaptado à realidade das operações com RPA, tornando-o mais acessível e intuitivo para os pilotos, seguindo os moldes da aviação tripulada, com o engajamento tanto dos pilotos quanto do nível gerencial. A NSCA 3-17 permite a disponibilização do Relprev em formato eletrônico, como já acontece na

aviação tripulada do CBMMG pela plataforma MySky, que garante o sigilo das informações, podendo-se estudar a viabilidade de aplicação desse método na aviação remotamente pilotada.

As organizações devem garantir a proteção adequada ao Relprev, de modo a incentivar o relato voluntário e atestar que essas ocorrências sejam investigadas e analisadas, independentemente da gravidade. A investigação dos eventos de segurança operacional, mesmo aqueles considerados menores, é fundamental para identificar as causas raízes e implementar medidas corretivas e preventivas, como as Recomendações de Segurança, que visam impedir ou mitigar as consequências de ocorrências similares.

O exame dos dados coletados, incluindo as causas mais comuns de acidentes e incidentes relatadas pelos pilotos, permitiu identificar fatores contribuintes, fornecendo informações valiosas para o aprimoramento da segurança de voo, a mitigação dos riscos, e a prevenção de futuros acidentes. É importante investigar as razões para a não notificação de ocorrências de eventos de segurança operacional, a fim de aprimorar os mecanismos de reporte e garantir que todas as ocorrências sejam registradas e analisadas. O Relprev resulta em uma grande fonte de informação para a melhoria da segurança de voo, e a demanda por prevenção e investigação de acidentes é crescente. Diante disso, o estabelecimento de uma doutrina mais incisiva de prevenção e segurança em operações de RPA pode ser o caminho para o aprimoramento da cultura de prevenção de acidentes.

É igualmente necessário reconhecer as limitações desta pesquisa. A ausência de Relprev preenchidos por pilotos de RPA e a indisponibilidade de relatórios circunstanciados resultaram em não haver recomendações de segurança formalmente produzidas a partir de investigações. Esses fatores restringiram a profundidade da análise e podem ter impactado na abrangência dos resultados obtidos, especialmente quanto à identificação e correlação de causas de eventos de segurança operacional.

O reconhecimento dessas limitações reforça a importância de se aprimorar os mecanismos de reporte e investigação no CBMMG e abre espaço para futuras pesquisas que explorem com maior detalhamento os fatores organizacionais e humanos relacionados à cultura de segurança. A criação de um Relprev específico para pilotos de RPA, aliado a um programa de conscientização e treinamento desses

pilotos, tende a fortalecer a cultura de segurança e contribuir para a redução de acidentes e incidentes, garantindo a segurança das operações e a proteção de todos os envolvidos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. D. de; GUINDANI, J. F; SÁ-SILVA, J. R. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. **Revista Brasileira de História & Ciências Sociais**, n. 1. Julho, 2009. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/rbhcs/article/view/10351/pdf>. Acesso em: 8 maio 24.

AMÂNCIO, Daniel Barbosa. **Guia técnico de investigação de acidentes aeronáuticos envolvendo aeronaves não-tripuladas**. 2020. 140f. Dissertação (Mestrado Profissional em Segurança da Aviação e Aeronavegabilidade Continuada) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Aeronáutica e Mecânica – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2020.

ANAC. Agência Nacional de Aviação Civil. **Painel - Aeronaves - Drones Cadastrados**. Brasília, 27 mar. 2024. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/aceso-a-informacao/dados-abertos/areas-de-atuacao/aeronaves/drones-cadastrados/painel-de-drones-cadastrados>. Acesso em: 10 jun. 2024.

ANAC. Agência Nacional de Aviação Civil. **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial - RBAC-E nº 94**. Dispõe sobre requisitos gerais para aeronaves não tripuladas de uso civil. Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-e-94>. Acesso em: 4 maio 24.

ANAC. Agência Nacional de Aviação Civil. **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial – RBAC nº 153 – EMD07**. Aeródromos - Operação, Manutenção e Resposta à Emergência. Brasília, 2023. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-153>. Acesso em: 8 maio 24.

BRAGA C. F; TUZZO, S. A. O processo de triangulação da pesquisa qualitativa: o metafenômeno como gênese. **Revista Pesquisa Qualitativa**. São Paulo, v.4, n.5, p. 140-158, ago., 2016. Disponível em: <https://editora.sepq.org.br/rpq/article/view/38/31>. Acesso em: 10 maio 24.

BRASIL. **Lei nº 7.565 de 19 de dezembro de 1986**. Dispõe sobre o Código Brasileiro de Aeronáutica. Diário Oficial da União: Poder Executivo, Brasília, DF, p. 19.567, 23 dez.1986.

BRASIL. **Lei nº 11.182, de 27 de setembro de 2005**. Cria a Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC, e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Poder Executivo, Brasília, DF, n. 187, p. 1-8, 28 set. 2005.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. **ICA 100-12**: regras do ar e serviços de tráfego aéreo. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <https://publicacoes.decea.mil.br/publicacao/ICA-100-12>. Acesso em: 20 maio 2024.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. **ICA 100-40**: sistemas de aeronaves remotamente pilotadas e o acesso ao espaço aéreo brasileiro. Rio de Janeiro, RJ, 2023a. Disponível em: <https://publicacoes.decea.mil.br/publicacao/ica-100-40>. Acesso em: 31 maio 2024.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. **MCA 56-5**: aeronaves não tripuladas para uso exclusivo em operações aéreas especiais. Brasília, DF, 2023b. Disponível em: <https://publicacoes.decea.mil.br/publicacao/mca-56-5>. Acesso em: 5 jun. 2024.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. **NSCA 3-13**: protocolos de investigação de ocorrências aeronáuticas da aviação civil conduzidas pelo estado brasileiro. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <https://www2.fab.mil.br/cenipa/index.php/legislacao/seguranca-de-voo>. Acesso em: 31 maio 2024.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. **NSCA 3-15**: gestão da segurança de voo na aviação militar. Brasília, DF, 2022a. Disponível em: <https://www2.fab.mil.br/cenipa/index.php/legislacao/seguranca-de-voo>. Acesso em: 31 maio 2024.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. **NSCA 3-17**: sistema de reportes do SIPAER para a aviação civil brasileira. Brasília, DF, 2022b. Disponível em: <https://www2.fab.mil.br/cenipa/index.php/legislacao/seguranca-de-voo>. Acesso em: 31 maio 2024.

BRIDI, D. W. S.; CASTRO, K. S. Câmera Termal em Drones: vantagens e desvantagens em relação à busca aérea com câmeras tradicionais para localização de vítimas perdidas em mata. **Vigiles**: Revista de Defesa Civil, Defesa Social e Segurança Pública. Belo Horizonte, V. 3, n. 1, p. 57-73, janeiro de 2020. Disponível em: <https://vigiles.bombeiros.mg.gov.br/index.php/cbmimg/issue/view/4>. Acesso em: 19 maio 2024.

CANADA. International Civil Aviation Organization. **Manual on Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS)**. Doc 10019. 1st. ed. Montreal, 2015. Disponível em: <https://store.icao.int/en/manual-on-remotely-piloted-aircraft-systems-rpas-doc-10019>. Acesso em: 22 abr. 2024.

CANADA. International Civil Aviation Organization. **Safety Management Manual (SMM)**. Doc 9859. 4th. ed. Montreal, 2018. Disponível em: https://caainternational.com/wp-content/uploads/2018/05/9859_unedited_en.pdf. Acesso em: 2 maio 2024.

CBMMG. Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. **Instrução Técnica Operacional 25**: Padronização do Registro de Eventos do CBMMG. 3.ed. Belo Horizonte. CBMMG, 2020.

CBMMG. Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. **Instrução Técnica Operacional 27**: Emprego de Aeronaves remotamente pilotadas (RPA-Drones) em apoio às operações do CBMMG. Belo Horizonte. CBMMG, 2019a. 39p.

CBMMG. Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. **Plano de Comando 2015/2026**. 5.ed. Belo Horizonte. CBMMG, 2023. 98 p.

CBMMG. Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. **Resolução nº 839, de 13 de março de 2019**. Institui o programa RPAS pelo Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais, sob supervisão e coordenação do Batalhão de Operações Aéreas e dá outras providências. Belo Horizonte, 2019b.

COTA, L. P.; EUZÉBIO, T. A. M.; GUIMARÃES, F. G.; RAMÍREZ, J. A.; RIBEIRO, R. G. Missões de busca e resgate utilizando drones e plataformas de abastecimento móveis. **Revista UFMG**, Belo Horizonte, v. 27, n. 2, p. 646-669. Ago, 2020.

DECEA. **Drones**: solicitações de voos aumentam 25% em 2023. Departamento de Controle do Espaço Aéreo, Brasília, 21 jan. 2024. Disponível em: https://www.decea.mil.br/?i=midia-e-informacao&p=pg_noticia&materia=drones-solicitacoes-de-voos-aumentam-25-em-2023#:~:text=O%20Departamento%20de%20Controle%20do,voos%20de%20drones%20em%202023. Acesso em: 10 maio 2024.

DECEA. **SARPAS NG**: novas facilidades para os pilotos de drones. Departamento de Controle do Espaço Aéreo, Brasília, 12 dez. 2022. Disponível em: https://www.decea.mil.br/?i=midia-e-informacao&p=pg_noticia&materia=sarpas-ng-novas-facilidades-para-os-pilotos-de-drones#:~:text=Desde%20o%20dia%2017%20de,processo%20de%20atualiza%C3%A7%C3%A3o%20do%20sistema. Acesso em: 15 jun. 2024.

DENZIN, N. K. **The research act**: a theoretical introduction to sociological methods. 2. ed. New York: Mc Graw-Hill, 1978, 368 p.

FERNANDES, Cibele Vasconcelos Andrade. **Uso de veículo aéreo não tripulado (VANT) em apoio às atividades de salvamento aquático** - entrevista com Rodrigo Faillace Buxbaum. (Monografia) Academia de Bombeiros Militar, CBMMG. Belo Horizonte, 2016.

GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GOGLIA, John J; HALFORD, Carl D.; STOLZER, Alan J. **Sistemas de Gerenciamento da Segurança Operacional na Aviação**. São José dos Campos: DCA-BR, 2011.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. – São Paulo: Atlas, 2010.

LIMA, José Gomes. **O uso de drones para monitoramento de incêndios florestais no Parque Estadual da Serra do Rola-Moça**. (Monografia) Academia de Bombeiros Militar, CBMMG. Belo Horizonte, 2016.

LÍRIO, T. A. **Guia técnico de investigação de acidentes aeronáuticos com helicópteros para investigadores do SIPAER**. 2012. 116f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Aeronáutica e Mecânica) Instituto Tecnológico da Aeronáutica. São José dos Campos, 2012. Disponível em: http://www.bd.bibl.ita.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=2127. Acesso em: 17 mar. 2024.

MATSUO, Carolina Akemi Sepulveda. **Projeto de um veículo aéreo não tripulado para pulverização aeroagrícola**. 2011. 237 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Campinas, SP. Disponível em: <https://hdl.handle.net/20.500.12733/1615226>. Acesso em: 10 mar. 2024.

MEDEIROS, F.A.; ALONÇO, A.S.; BALESTRA, M. R. G. Utilização de um veículo aéreo não-tripulado em atividades de imageamento georreferenciado. **Ciência Rural**, v. 38, n. 8, p. 2375-2378. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782008000800046&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 31 mar. 2015.

MINAS GERAIS. **Constituição do Estado de Minas Gerais**. 1989. 32. ed. Belo Horizonte: Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais, 2023.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Justiça e Segurança Pública. Sistema Integrado de Segurança Pública (SISP). **Diretrizes Integradas de Ações e Operações (DIAO)**. 2020. Disponível em: <https://diao.sids.mg.gov.br/>. Acesso em: 15 maio 2024.

MONTEIRO, Paulo Barros. **Análise de risco de colisão para aeronaves remotamente pilotadas em espaço aéreo controlado**. 2019. 100f. Dissertação (Mestrado Profissional em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Aeronáutica e Mecânica – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2019.

PRODANOV, Cleber Cristiano. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RODRIGUES, E. S. **Veículo aéreo não tripulado: uma alternativa ao transporte de carga**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro/COPPE, 2018.

SILVA, Tércio Salles da. **O emprego de aeronaves remotamente pilotadas nas ocorrências de busca e salvamento terrestre no CBMMG**. (Monografia) Academia de Bombeiros Militar, CBMMG. Belo Horizonte, 2018.

SILVA, Vinicius Santos. **Análise organizacional do serviço de aeronaves remotamente pilotadas do CBMDF instituído pela Portaria nº 16 de 4 de julho de 2019**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Altos Estudos para Oficiais) - CBMDF, Brasília, 2020. Disponível em: <http://biblioteca.cbm.df.gov.br/jspui/handle/123456789/101>. Acesso em: 22 mar. 2024.

VILLASENOR, J. "Drones" and the Future of Domestic Aviation. **Proceedings of the IEEE**, Estados Unidos da América, v. 102, n. 3, p. 235–238, 2014. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6740896>. Acesso em: 19 maio 2024.