



## Estudo de Caso

### ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DA RPA (REMOTELY PILOTED AIRCRAFT) NA OPERAÇÃO DE BRUMADINHO-MG

### STUDY ON THE USE OF RPA (REMOTELY PILOTED AIRCRAFT) IN THE OPERATION OF BRUMADINHO-MG

Douglas Freitas Muller da Silva<sup>1</sup>, Alexandre Gomes Rodrigues<sup>1</sup>

DOI: <https://doi.org/10.56914/vigiles.v4i1a10>

<sup>1</sup> Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais.

#### RESUMO

O dia 25 de janeiro de 2019 ficou marcado pela avalanche de lama que resultou na destruição de parte considerável de uma comunidade e da mineradora em Brumadinho/MG, deixando 270 vítimas fatais. Na operação de resgate e salvamento conduzida pelo Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (CBMMG) os helicópteros realizaram um trabalho essencial, contudo, gradativamente foram sucedidos pelas Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPA). Neste sentido, foi realizado este estudo com o objetivo de avaliar a utilização dessas RPAs na operação de busca e salvamento em Brumadinho em substituição aos helicópteros. Para tanto, a metodologia aplicada foi a pesquisa de campo com abordagem quanti-qualitativa e realização de entrevistas, aplicação de questionário além de realização de uma live. Os resultados encontrados apontaram que o emprego da RPA foi muito importante e eficiente para a operação, demonstrando que o seu uso ocasionou uma economia de 99,06% para a Corporação. Destarte, concluiu-se que a sucessão ao helicóptero pelo drone foi eficiente operacional e financeiramente e apresentou um grande potencial para ser utilizado em outras atividades e operações futuras do CBMMG.

**Palavras-chave:** Tragédia; Operação Brumadinho; Bombeiro Militar; RPA (*Remotely Piloted Aircraft*); Drone.

#### ABSTRACT

January 25th in 2019 was marked by an avalanche of mud that destroyed a considerable part of the community and the mining company in Brumadinho/MG, leaving 270 deaths. In the rescue operation conducted by the Military Firefighters Corps of Minas Gerais (CBMMG) the helicopters performed essential work, however, a few days after the end of the rescue of victims of the tragedy, they were succeeded by Remotely Piloted Aircraft (RPA). This study was carried out to evaluate the use of these RPAs in the Brumadinho operation instead of helicopters. Therefore, the methodology applied was field research with a quantitative-qualitative approach with interviews, a questionnaire, and a live interview. The results found showed that the use of RPA was very important and efficient for the operation, demonstrating that its use resulted in savings of 99.06% for the Corporation. Thus, it was concluded that the succession to the helicopter by the drone was operationally and financially efficient and presented a great potential to be used in other activities and future operations of CBMMG.

**Keywords:** Tragedy; Operation Brumadinho; Military Firefighter; RPA (*Remotely Piloted Aircraft*); Drone.

---

Recebido em: 20/04/2021 - Aprovado em: 16/08/2021

E-mail: [douglas.freitas.silva@bombeiros.mg.gov.br](mailto:douglas.freitas.silva@bombeiros.mg.gov.br).

---

## 1 INTRODUÇÃO

No dia 25 de janeiro de 2019, em Brumadinho/MG, às 12h28m25s, ocorreu o rompimento da Barragem 1 da Mina Córrego do Feijão. Essa data ficou marcada pela avalanche de lama, que resultou na destruição de parte considerável da comunidade e da própria mineradora, bem como destruiu um bioma com grande biodiversidade, já que a região abrigava uma enorme área remanescente da Mata Atlântica (CASTRO JÚNIOR; PAIVA, 2019).

Das 270 vítimas fatais, 259 foram localizadas e identificadas, sendo que, no decorrer do tempo, vêm sendo encontrados segmentos corpóreos. A tragédia deixou, ainda, 135 pessoas desabrigadas (MARIA; ALVES, 2019).

Devido à magnitude do desastre, foi preciso uma integração de diversos órgãos e instituições públicas para atuar, tanto operacional como administrativamente, totalizando 55 órgãos públicos de âmbitos municipal, estadual e federal. Dos órgãos públicos atuantes, destaca-se para este artigo a atuação integrada das unidades do Corpo de Bombeiros Militar (CBMMG), Polícia Civil, Polícia Militar, Defesa Civil, Força Aérea Brasileira e Exército (MINAS GERAIS, 2019), que utilizaram 62 máquinas pesadas, 31 aeronaves e 22 equipes de cães farejadores.

Salientam-se ainda os recursos utilizados para a operação de busca e salvamento, dos quais citam-se: sete drones, de propriedade do CBMMG, com tecnologia de leitura térmica; um balão de observação e um radar de drones; imagens de satélite e monitoramento por instrumentos de alta precisão (GOUVÊA, 2019).

As Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPA - do inglês *Remotely Piloted Aircraft*) são conhecidas popularmente pela denominação americana “drones” que, conforme explicam Pecharromán e Veiga (2016), trata-se de um termo aplicável a todo e qualquer objeto voador sem tripulação e que é utilizado para fins profissionais ou recreativos.

Na operação de Brumadinho, de acordo com o portal Resgate Aeromédico (BENI, 2019), os drones que operaram são profissionais, denominados *Mavic 2 Enterprise Dual*, e possuem acessórios capazes de aumentar a interação da RPA com o ambiente por meio de lanterna de *led*, alto-falante, luz de identificação que proporciona segurança e evita a colisão daquele com o helicóptero (*beacon*), além do recurso de câmera.

Assim sendo, este estudo traz como objetivo geral avaliar a utilização das RPAs na operação de Brumadinho, para servir de base na busca de melhorias, tanto operacionais quanto econômicas, para futuras utilizações desse tipo de equipamento. Já os objetivos

específicos, consistem em: identificar quais foram as ações executadas pelas RPAs; verificar se os resultados alcançados com o uso de RPA foram relevantes; comparar a utilização de helicóptero vs. RPA; identificar se a utilização de RPA foi economicamente eficiente para a corporação; apontar o nível de importância da utilização de RPA para a operação de Brumadinho.

Ao realizar o estudo, busca-se responder ao questionamento: a ação de substituição do helicóptero pelo drone foi eficiente operacional e financeiramente para a corporação? Para tanto, são utilizados na metodologia a pesquisa bibliográfica, documental e o estudo de caso.

## 2 MÉTODO

A metodologia desta pesquisa fundamenta-se na abordagem quanti-qualitativa, uma vez que as entrevistas e questionários aplicados visam verificar a percepção dos respondentes quanto aos fatos a eles expostos e apresentar dados que demonstrem os benefícios da aquisição e utilização de RPAs como de helicópteros, utilizando-se, portanto, de dados matemáticos/estatísticos (MARCONI; LAKATOS, 2010; PRODANOV; FREITAS, 2013).

A população deste estudo foi constituída por profissionais do CBMMG que estiveram atuando diretamente na operação Brumadinho. A primeira amostra é composta pelo Comandante do Batalhão de Operações Aéreas (BOA); quatro Comandantes de Incidentes; a Chefe da Seção de Operações; o Piloto de Helicóptero do CBMMG e o 1º Tenente BM do BOA – CBMMG.

A segunda amostra foi composta por 20 Pilotos de Aeronaves Remotamente Pilotadas do CBMMG, os quais, em sua totalidade, responderam ao questionário aplicado por meio da ferramenta *Google Forms*, após esclarecimentos sobre a importância do estudo, a explanação dos objetivos da pesquisa e a livre participação (sem qualquer obrigatoriedade em responder aos instrumentos).

## 3 RESULTADOS

### 3.1 Entrevistas

Por meio das entrevistas realizadas, foi possível constatar diversas informações e diferenças importantes referentes ao uso, na operação de Brumadinho, de helicópteros e

drones, suas aplicabilidades, benefícios, entre outros.

Foi observado que os helicópteros do CBMMG realizaram, na Operação de Busca e Salvamento na 'Operação Brumadinho', 271.6 horas de voo, no ano de 2019, e foram importantes no início das operações e no decorrer delas. Dentre as várias ações dos helicópteros destacadas pelos entrevistados, estão: buscas por vítimas, salvamentos diversos, atendimento com equipe médica, levantamento de dados, transporte de tropa e equipamentos e retirada de corpos ou segmentos. Entretanto, em certo momento, os helicópteros foram substituídos pelos drones, que voaram um total de 498 horas, aproximadamente, de forma a auxiliar nas buscas por sobreviventes e fornecer imagens do local do desastre.

O Comandante de Incidentes e a Chefe de Operações do BOA informaram que a transição da utilização dos helicópteros pelas RPAs ocorreu durante o mês de fevereiro, momento em que iniciaram a utilização da tecnologia de leitura térmica dessas. Esse recurso possibilita localizar objetos que possuem uma diferença de temperatura em relação ao ambiente, assim, oferecendo uma esperança maior de sucesso nas buscas no local. Destacou, ainda, que os equipamentos começaram a ser utilizados oficialmente em 21 de fevereiro de 2019, momento em que o CBMMG recebeu as RPAs *Mavic 2 Enterprise Dual*, com a capacidade de leitura térmica.

Todavia, no momento em que foi iniciada a utilização desse recurso, já havia se passado muito tempo e não mais era possível encontrar pessoas com vida, contudo, a Chefe de Operações do BOA, em entrevista, destacou que foi registrada a localização, pela câmera térmica de drones, de um container metálico, no qual havia um corpo.

Foi destacado pelos entrevistados que a utilização de drones, juntamente com os helicópteros, pode acarretar ameaça para a aviação, devido ao risco de colisão. Logo, o uso simultâneo pode não ser viável, considerando que os helicópteros estavam resgatando e transportando várias vítimas com vida.

Sob a hipótese de que não houvesse helicópteros desde o princípio da operação, os entrevistados afirmaram que o uso de drones poderia ter sido empregado inicialmente para localização dos corpos e delimitação das áreas de buscas, entre outras atividades. Porém, o transporte de tropa, de alimento para equipes em campo e de equipamentos operacionais e o resgate de vítimas em local de difícil acesso ficariam prejudicados. Contudo, conforme o piloto de helicóptero entrevistado declarou, no momento em que houve a substituição, um fator positivo verificado é que os caminhos na lama já estavam abertos de forma a possibilitar o deslocamento de tropa por meio de viaturas.

Alusivo à eficiência dos drones na operação, foi confirmado pelos entrevistados e pelos pilotos que esses proporcionam uma grande economia para a corporação, realizando diversas atividades que são inviáveis de serem desempenhadas pelos helicópteros, devido ao custo e ao risco.

Após a realização das entrevistas, foi aplicado um questionário aos pilotos de RPAs da corporação, totalizando uma amostra de 20 profissionais. Quando perguntados sobre quais as ações executadas pelas RPAs na Operação Brumadinho/MG, por se tratar de uma pergunta aberta, várias foram as respostas: monitoramento, busca, comunicação social e acompanhamento das operações em campo, orientação para chefes de frentes e *staff* (pessoal), captura de imagens em tempo real, coleta de dados e produção de ortomosaicos. Todas contribuíram sobremaneira para o resultado positivo da busca por corpos.

Ao atribuir um nível de eficiência ao trabalho de controle e mapeamento das áreas cobertas pelos drones e ao trabalho de procura de corpos ou segmentos corpóreos em Brumadinho, 50% consideraram “muito eficiente” e 50% “eficiente”.

Atinente ao tempo utilizado para mapear todas as áreas de trabalho do dia com o uso do drone, a maioria da amostra (55%) aponta que o tempo estimado é de mais de quatro horas; para 25%, entre três e quatro horas; para 15%, entre duas e três horas e 5% até uma hora.

Todos os pilotos classificaram como “muito importante” ou “importante” a utilização de RPA para a operação de Brumadinho, assim como 90% classificaram como “muito importante” e 10% como “importante” o investimento em drones para utilização em outras operações de busca de vítimas desaparecidas, atuação em monitoramentos em combates a incêndios florestais, reconhecimento de locais de difícil acesso, entre outros.

Para complementação desta pesquisa, foi feita uma entrevista com o 1º Tenente BM do BOA – CBMMG, responsável pelo controle do NOTAM (*Notice to Airmen*) nas operações de Brumadinho, o qual esclareceu que, durante a operação, foi solicitada ao Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) a restrição do espaço aéreo na região da barragem, ao que foi atendido por meio da expedição de NOTAM.

### 3.2 Estudo de Campo *on-line* em Tempo Real

Foi realizado pelo pesquisador deste trabalho um estudo de campo por meio de *live* com a plataforma do *Google Meet*, que foi utilizada como forma de viabilizar, ainda que em

momento de restrições devido à pandemia da COVID-19, o trabalho *in loco*, de forma virtual.

Para a confecção deste trabalho, foram disponibilizadas pelo CBMMG várias fotos/imagens captadas pelas RPAs durante a operação, sendo constatado nessas imagens que as equipes demarcaram as áreas já vistoriadas e pendentes, área de descarte de material já vistoriada, entre outros.

Além desses benefícios, verificou-se na *live* que, por meio da filmagem aérea, angaria-se um reconhecimento do terreno que permite evitar rotas de impossível acesso a pé, bem como o direcionamento das próximas estratégias.

## 4 DISCUSSÃO

Na operação, a utilização dos helicópteros foi fundamental na execução do trabalho inicial, contudo, puderam ser substituídos pelos drones em 21 de fevereiro de 2019, em virtude de não haver mais necessidade de transporte aéreo de recursos humanos e logísticos, bem como para diminuir os custos da operação.

Essa substituição trouxe inúmeros benefícios além de economia, entre os quais podemos destacar as imagens (fotografias) de controle e realização de mapeamento de áreas trabalhadas, visto que, se fossem utilizados os helicópteros, seriam necessários voos a baixas altitudes, aumentando o risco da operação. Dito isso, podemos concluir que o controle de áreas trabalhadas, o qual é viabilizado com as fotos aéreas capturadas pelos drones, é essencial para o controle da operação e seria uma atividade onerosa e inviável de ser realizada pelos helicópteros, devido à altura de voo de segurança.

A maioria dos entrevistados apontou que os drones poderiam ter sido utilizados desde o princípio para efetuar as buscas, principalmente à noite, momento em que os helicópteros não atuam e a temperatura ambiente diminui, proporcionando que as vítimas sejam encontradas mais facilmente com as câmeras térmicas, mapeando das áreas e outros recursos, evidenciando, assim, a relevância do recurso e a importância de sua utilização no início dos trabalhos em futuras operações, posto que proporcionará uma eficiência ainda maior nas buscas quando ainda houver pessoas com vida desaparecidas. Esse fato coaduna com o artigo científico de Bridi e Castro (2020) que concluíram que a leitura térmica é eficiente para o encontro de pessoas com vida, por ser a temperatura corporal diferente do ambiente.

Embora as RPAs pudessem ser usadas durante a noite ou durante o dia com



revezamento de locais e sob coordenação e monitoramento do controle do espaço aéreo local, destaca-se a positividade do uso do equipamento e a necessidade de se avaliar nas próximas operações semelhantes a esse uso conjugado com helicópteros e de forma coordenada.

Os entrevistados destacaram que, em algumas ações, a utilização dos helicópteros foi fundamental, principalmente quanto à locomoção dos militares para acesso e retirada de vítimas ainda vivas, de segmentos corpóreos e na redução de tempo para se chegar de um lugar a outro, contudo, ambos os recursos foram importantes, cada um a seu tempo.

Quanto à existência de registros de encontro de corpo ou segmento corpóreo realizado pelo drone, a Chefe da Seção de Operações do BOA afirmou que, no momento em que os drones foram introduzidos na operação, já haviam sido realizadas intensas buscas pelas aeronaves e equipes de terra, sendo que os corpos e segmentos que estavam na superfície já haviam sido retirados. Contudo, por meio do importante recurso de câmera com leitura térmica dos drones, que possui a capacidade de diferenciar a temperatura de materiais, foi possível localizar um *container* e encontrar um corpo que estava em seu interior, fato divulgado em matéria do portal Resgate Aeromédico:

[...] em um voo noturno com o drone, foi possível identificar, pela variação de temperatura na lama, uma área que apresentava calor. O ponto foi marcado e os bombeiros realizaram uma escavação, encontrando no local um container metálico e dentro dele um corpo de uma vítima (BENI, 2019).

Relativo à economicidade da RPA, esta foi classificada com alto nível de importância pelos entrevistados e respondentes. Esta afirmativa foi comprovada por meio da análise dos valores das horas de voo fornecidos pelo BOA e correlação com as horas de voo realizadas com as RPAs, descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Levantamento de valores de investimento helicóptero vs. RPA

Aeronaves	Hora de voo	Velocidade de deslocamento	Valor da hora de voo (R\$)	Valor do km/hora	Autonomia cobertura
RPA CBMMG	1 hora	72 km/hora	-	-	Raio de 2 km SEM deslocamento do operador
RPA com seguro e manutenção	1 hora	72 km/hora	59,33	0,82	Raio de 2 km SEM deslocamento do operador
Helicóptero	1 hora	180 km/hora	5.800,00	32,22	54 km

Fonte: Minas Gerais (2020).

Para verificar essa economia, relacionaram-se os dados referentes às horas de voo informadas pelo Comandante do BOA e os custos apontados na Tabela 1. Deste modo, no que se refere aos custos com os helicópteros e as RPAs, identificou-se que:

a) Os helicópteros do CBMMG voaram 271,6 horas em 2019, podendo esta despesa ser calculada com a seguinte equação:

$$271,6 \text{ horas voo} \times \text{R\$ } 5.800,00 \text{ Valor/h} = \text{R\$ } 1.575.280,00$$

Logo, constata-se que o custo das horas de voo dos helicópteros do CBMMG foi de, aproximadamente, R\$1.575.280,00 (um milhão, quinhentos e setenta e cinco mil, duzentos e oitenta reais).

b) Já no que se refere aos custos com os drones, ao efetuar a mesma equação utilizada no cálculo dos helicópteros, verificou-se a seguinte equação:

$$498,5 \text{ horas} \times \text{R\$ } 59,33 \text{ valor/h} = \text{R\$ } 29.576,00$$

Logo, observa-se que o gasto na operação de Brumadinho com as 498,5 horas de voo das RPAs foi de, aproximadamente, R\$ 29.576,00 (vinte e nove mil, quinhentos e setenta e seis reais).

Diante do gasto identificado em ambos os instrumentos de voo, faz-se necessário apurar qual a economia obtida pela corporação com a utilização dos drones na operação de Brumadinho.

Contudo, considerando que o tempo de voo de cada aeronave é diferente, para se fazer uma comparação, visando encontrar uma relação entre o tempo gasto nos trabalhos de monitoramento de áreas trabalhadas, foi feito um experimento com as RPAs, nos dias 20 e 21 de agosto de 2021. Desta forma, foi possível mensurar o tempo de voo gasto pelas RPAs para retirada de fotos de monitoramento das frentes de trabalho, atividade desempenhada até hoje na operação. Para apurar o tempo de trabalho com os helicópteros, realizaram-se entrevistas com os copilotos que atuaram na operação de Brumadinho, arguindo-se quanto tempo seria necessário para se cobrir áreas exatamente iguais com os helicópteros.

Pelas entrevistas, constatou-se que os helicópteros cobririam as sete áreas trabalhadas na data do experimento com uma média de 35 minutos de voo, aproximadamente; já as RPAs, gastaram 32 minutos de voo no experimento. Não foram



considerados neste trabalho o tempo gasto para os helicópteros se deslocarem para a base da operação, o tempo de planejamento de voo do piloto ou quaisquer outros preparativos, o tempo para a troca de baterias ou de deslocamento das RPAs de uma área de trabalho a outra e a quantidade de militares ocupados em cada atividade, considerando o objetivo de se calcular o tempo efetivamente voado em ambas as máquinas.

Assim, verifica-se que o trabalho de controle de áreas feito por meio das RPAs, caso fosse realizado por helicópteros, demoraria quase o mesmo tempo, aproximadamente 545 horas.

Logo, simulou-se o possível gasto, com a seguinte fórmula:

$$498,5h + (46,5 \text{ horas adicionais}) \times R\$5.800,00 \text{ Valor/h} = R\$ 3.161.000,00$$

Logo, subtraindo o valor encontrado acima pelo real valor gasto com os drones, observa-se que:

$$\begin{aligned} R\$ 3.161.000,00 \text{ (valor que seria gasto com helicóptero)} - R\$29.576,00 \text{ (gasto com drone)} \\ = R\$ 3.131.424,00 \text{ de economia.} \end{aligned}$$

Dessa forma, verifica-se que, caso todo o tempo de trabalho em que o drone foi utilizado (conforme horas de voo e custo de hora/voo), conforme a Tabela 1, tivesse sido realizado pelos helicópteros, o custo de voo seria de R\$ 3.161.000,00. Logo, subtraindo esse valor encontrado pelo real valor gasto com os drones, têm-se R\$ 3.131.424,00 de economia.

Assim, apesar de os helicópteros realizarem o voo com mais velocidade, quando os locais puderem ser acessados pelas equipes a pé, em operações semelhantes à de Brumadinho, as RPAs serão muito mais econômicas, para os trabalhos de monitoramento e controle aéreo.

Utilizando estes resultados e fazendo uma relação entre o valor da hora voo do drone e helicóptero, percebe-se que a despesa com o primeiro foi de 0,94% do valor que seria gasto com o segundo. Logo, a economia constatada foi de, aproximadamente, 99,06% aos cofres públicos, corroborando o já referido que o custo para utilização da RPA é infinitamente menor frente aos custos com helicóptero (COSTA, 2019 *apud* THIELS, 2015).

Foi acrescentado pela Chefe da Seção de Operações que “o interesse dos

militares e comandos para saber mais sobre as aplicações dessa ferramenta tivera um aumento significativo, ocasionando a realização de diversos cursos voltados para pilotagem de drones após o desastre”. Fato confirmado pelos pilotos que responderam ao questionário deste estudo, visto que 95% são formados nos cursos ministrados pelo CBMMG.

Concernente aos trabalhos realizados pelos drones, os pilotos que responderam ao questionário, por unanimidade, consideraram-no eficiente e enumeraram diversas ações que os drones realizaram. Tal resultado também foi demonstrado no estudo de campo realizado por meio da *live*, em que foi possível apresentar um mapeamento das áreas trabalhadas, bem como a coordenação das estratégias futuras e o acompanhamento do trabalho realizado no dia, demonstrando na prática que o equipamento se tornou imprescindível para a operação.

Foi perguntado aos entrevistados, caso houvesse outra operação, se fariam algo diferente. A Chefe da Seção de Operações afirmou que incluiria a utilização dos drones, entretanto, apesar de concordar, o Piloto de Helicóptero do CBMMG ressaltou a importância do conhecimento sobre essa ferramenta e acrescentou a necessidade do Comandante da Operação conhecer todos os benefícios e possibilidades que o drone pode oferecer nas atividades do bombeiro para, então, haver uma concordância para a sua utilização.

Por fim, o resultado do questionário aplicado aos pilotos de RPA confirmou, por unanimidade, o alto nível de importância do trabalho realizado.

## 5 CONCLUSÃO

Considerada uma das maiores tragédias humanas e ambientais dos últimos tempos, o rompimento da barragem de Brumadinho moveu diversos órgãos públicos para auxiliar na busca e salvamento de suas vítimas, tendo o Corpo de Bombeiros de Minas Gerais um papel crucial nessa busca.

O estudo demonstrou que os helicópteros realizaram um trabalho fundamental durante os momentos de caos, ao serem utilizados para a locomoção dos bombeiros militares, ao possibilitar acesso às áreas atingidas (que seria impossível chegar de outra forma), no transporte de materiais, no resgate de vítimas e remoção de corpos, dentre tantas outras ações que auxiliaram de forma primorosa para que o trabalho fosse desenvolvido.

Entretanto, em 21 de fevereiro de 2019, os helicópteros foram substituídos pelas Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPA), sendo motivado, principalmente, pelo custo/benefício, visto que, conforme demonstrado, o custo das horas/voo do drone é 99,06% mais baixo, se comparado aos helicópteros. Além disso, o seu uso para a corporação pode trazer eficiência, eficácia e celeridade aos atendimentos.

Foi comprovado, também, que a RPA, além de ter contribuído de forma eficiente durante todo o restante da operação, auxilia nos serviços realizados naquela área até hoje.

Decerto ficou demonstrado que o drone encontrou, diretamente, apenas um corpo durante essa operação. Contudo, há que se ressaltar que foi um achado memorável, pois, sem o uso de tal equipamento não se sabe se o corpo seria encontrado. Já que, com auxílio da câmera termal do equipamento, tal feito pôde se tornar realidade, demonstrando, assim, o potencial desta ferramenta.

Portanto, se empregada desde o início nas próximas operações, existindo vítimas ainda com vida e, conseqüentemente, com temperatura corporal diferente da temperatura do solo, possibilitará que grande quantidade de vítimas seja encontrada ainda com vida, principalmente durante a noite, e seja resgatada com agilidade pelos helicópteros e conduzida a recurso hospitalar.

Além disso, foi demonstrado que o mapeamento da área afetada, que vem sendo realizada com as RPAs diariamente, tem sido fundamental para a continuidade da gestão do trabalho que está sendo realizado em Brumadinho.

Sendo assim, pode-se concluir que, diante do custo/benefício verificado, todas as ações realizadas por meio da RPA serviram para demonstrar que o equipamento foi primordial na operação Brumadinho e que possui um grande potencial para ser utilizado em tantas outras atividades e operações futuras do CBMMG.

Diante disso, este estudo traz como sugestão que o potencial do drone em encontrar vítimas com vida, principalmente à noite, seja exaustivamente divulgado aos comandantes de futuras operações, bem como que esse equipamento passe a ser um instrumento presente em todas as frações do CBMMG.

## REFERÊNCIAS

BENI, E. Drones com câmeras termais do Corpo de Bombeiros de Minas Gerais auxiliam nas buscas em Brumadinho. **Resgate Aeromédico**, 2019. Disponível em: [https://www.resgateaeromedico.com.br/drones-com-cameras-termiais-do-corpo-de-bombeiros-de-minas-gerais-auxiliam-nas-buscas-em-brumadinho/#:~:text=Mulheres%20na%20Avia%C3%A7%C3%A3o-,Drones%20com%20c%C3%A2meras%20termais%20e%20a%20busca%20de%20v%C3%ADtimas%20em%20Brumadinho%20em%20fevereiro%20de%202019](https://www.resgateaeromedico.com.br/drones-com-cameras-termiais-do-corpo-de-bombeiros-de-minas-gerais-auxiliam-nas-buscas-em-brumadinho/#:~:text=Mulheres%20na%20Avia%C3%A7%C3%A3o-,Drones%20com%20c%C3%A2meras%20termais%20e%20a%20busca%20de%20v%C3%ADtimas%20em%20Brumadinho%20em%20fevereiro%20de%202019,https://www.resgateaeromedico.com.br/drones-com-cameras-termiais-do-corpo-de-bombeiros-de-minas-gerais-auxiliam-nas-buscas-em-brumadinho/#:~:text=Mulheres%20na%20Avia%C3%A7%C3%A3o-,Drones%20com%20c%C3%A2meras%20termais%20e%20a%20busca%20de%20v%C3%ADtimas%20em%20Brumadinho%20em%20fevereiro%20de%202019)

20termas%20do%20Corpo%20de%20Bombeiros%20de,auxiliam%20nas%20buscas%20em%20Brumadinho&text=Minas%20Gerais%20%E2%80%93%20O%20uso%20dos,no%20dia%2025%20de%20janeiro. Acesso em: 10 ago. 2020.

BRIDI, D. W. S.; CASTRO, K. S. Câmera termal em drones: Vantagens e desvantagens em relação a busca aérea com câmeras tradicionais para localização de vítimas perdidas em mata. **VIGILES**, v. 3, n. 1, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.17648/revistavigiles-2595-4229-v3n1-4>.

CASTRO JÚNIOR, M. M.; PAIVA, F. J. C. B. E. **A negligência do poder público diante do impacto ambiental na atividade laboral: Da Barragem do Feijão em Minas Gerais.** Ambito Jurídico. Disponível em: <https://ambitojuridico.com.br/cadernos/direito-ambiental/a-negligencia-do-poderpublico-diante-do-impacto-ambiental-na-atividade-laboral-da-barragem-do-feijao-emminas-gerais/>. Acesso em: 20 jun. 2020.

COSTA, R. D. **Análise da atuação dos drones na segurança de um país.** Dissertação (Mestrado em Direito e Segurança) - Universidade Nova de Lisboa, 2019. Disponível em: [https://run.unl.pt/bitstream/10362/91298/1/Costa\\_2019.pdf](https://run.unl.pt/bitstream/10362/91298/1/Costa_2019.pdf). Acesso em: 20 ago. 2020.

FREITAS, C. M.; SILVA, M. A. Acidentes de trabalho que se tornam desastres: os casos dos rompimentos em barragens de mineração no Brasil. **Rev Bras Med Trab.** v. 17, n. 1, 2019. DOI: 10.5327/Z1679443520190405.

GOUVÊA, A. T. **Gerenciamento do desastre em Brumadinho:** abordagem das ações dos órgãos envolvidos na Resposta. Juiz de Fora. 2020. Apresentação em slide. 85 slides. Color, Aula no curso de Mapeamento de áreas de risco com o aplicativo Álea. Disponível em: <https://www.ufjf.br/sistemaalea/files/2019/03/09-Capitão-Acácio-Tristão.pdf>. Acesso em: 28 maio 2020.

MARIA, L; ALVES, F. Após tragédia, 135 pessoas desabrigadas estão em hotéis de Brumadinho. **O Tempo**, Belo Horizonte, 2019. Disponível em: <https://www.otempo.com.br/cidades/apos-tragedia-135-pessoas-desabrigadas-estaoem-hoteis-de-brumadinho-1.2128101#:~:text=Após%20tragédia%2C%20135%20pessoas%20desabrigadas%20estão%20em%20hotéis%20de%20Brumadinho,-Informação%20foi%20repassada>. Acesso em: 28 set. 2020.

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

MINAS GERAIS. Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. Batalhão de Operações Aéreas - BOA. **Nota Técnica**, 2020.

MINAS GERAIS. Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. Operação Brumadinho. **Bombeiros**, 2019. Disponível em: <http://www.bombeiros.mg.gov.br/component/content/article/32-embm/73416-cbmmgoperacaobrumadinho.html>. Acesso em: 20 jul. 2020.

NASCIMENTO, F. P.; SOUSA, F. L. L. **Metodologia da pesquisa científica:** teoria e prática: como elaborar TCC. Fortaleza: INESP, 2017.

PECHARROMÁN, J. M. P.; VEIGA, R. **Estudo Sobre a Indústria Brasileira e Europeia de Veículos Aéreos Não Tripulados** – Relatório. *In*: Projeto apoio aos diálogos setoriais União Europeia - Brasil. Brasília - DF, 2016. p. 92.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.