

O USO DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS PARA A OBTENÇÃO DE ESTRATÉGIAS DE COMBATE A INCÊNDIOS FLORESTAIS NO ESTADO DO TOCANTINS



THE USE OF REMOTELY PILOTED AIRCRAFT FOR DEVELOPING WILDFIRE FIGHTING STRATEGIES IN THE STATE OF TOCANTINS

BRUNNO COELHO MILHOMEM

Tecnólogo em Segurança Pública (Unitins).

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8501181110642851>

ORCID – <https://orcid.org/0009-0009-1775-8532>

Email: brunnomilhomem@unitins.br

WILLIAN SANTANA DEL SARTO

Tecnólogo em Segurança Pública (Unitins).

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/1954292767890676>

ORCID – <https://orcid.org/0009-0004-6174-8749>

Email: willian2009007@gmail.com

JOÃO FELIPE SOBOTA

Tecnólogo em Segurança Pública (Unitins).

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/326710808946837>

ORCID – <https://orcid.org/0009-0003-3006-8073>

Email: joaosobotavasconcelos@gmail.com

JOÃO PAULO TAVARES COSTA

Pós-Graduado em Engenharia de Saneamento Básico e Ambiental (UFT).

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/3366084694078396>

ORCID – <https://orcid.org/0009-00017507-8852>

Email:jptctavares@gmail.com

Resumo: O estudo analisa o uso de aeronaves remotamente pilotadas (ARPs) no combate a incêndios florestais no Tocantins. O objetivo é avaliar como essa tecnologia apoia as operações do Corpo de Bombeiros Militar, aprimorando a prevenção, o monitoramento e a tomada de decisão. A pesquisa adota abordagem descritivo-exploratória, baseada em relatórios institucionais, documentos técnicos e literatura especializada. Os resultados indicam que as ARPs aumentam a segurança das equipes, melhoram o mapeamento das áreas afetadas e otimizam a alocação de recursos. Conclui-se que o uso de drones representa um avanço relevante nas ações de combate, promovendo maior eficiência e redução de riscos operacionais.

Palavras-chave: incêndio florestal; drone; tecnologia; bombeiro; gestão ambiental.

Abstract: The study examines the use of Remotely Piloted Aircraft (RPAs) in fighting forest fires in Tocantins. It aims to assess how this technology supports the operations of the Military Fire Department by improving prevention, monitoring, and decision-making. The research follows a descriptive and exploratory approach based on institutional reports, technical documents, and specialized literature. Results show that RPAs enhance team safety, improve mapping accuracy, and optimize resource allocation. The study concludes that drone use represents a significant advancement in wildfire management, increasing operational efficiency and reducing risks.

Keywords: forest fire; drone; technology; firefighter; environmental; management.

Introdução

Os incêndios florestais figuram entre os principais problemas ambientais do Brasil (INPE, 2023). No Estado do Tocantins, esse fenômeno se intensifica durante o período de estiagem, quando a combinação de altas temperaturas, vegetação seca e ações humanas favorece a propagação do fogo (ALVARES et al., 2021). Embora os métodos tradicionais de combate, diretos e indiretos, continuem essenciais (IBAMA, 2019), muitas vezes eles se mostram insuficientes diante da velocidade e da intensidade com que os focos se espalham.

Nesse contexto, o uso de novas tecnologias surge como alternativa estratégica para aumentar a eficiência das ações de prevenção e resposta. Entre essas inovações, as Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARPs), ou drones, destacam-se pela capacidade de fornecer imagens em tempo real, apoiar o planejamento operacional e ampliar a segurança das equipes (SANTOS; OLIVEIRA, 2022). Apesar dos avanços no emprego dessa tecnologia em diferentes áreas (CARVALHO et al., 2020), sua aplicação no combate a incêndios florestais ainda demanda estudos que avaliem sua efetividade e adequação às condições ambientais e operacionais do Tocantins.

O presente estudo tem como objetivo analisar os impactos e a relevância do uso de ARPs no combate a incêndios florestais no Estado do Tocantins, com ênfase nas operações do Corpo de Bombeiros Militar. Especificamente, busca-se identificar os principais desafios enfrentados pela corporação, avaliar os benefícios e limitações da tecnologia e propor diretrizes para seu uso em atividades de prevenção, monitoramento e combate.

O recorte espacial concentra-se no município de Formoso do Araguaia, região de alta incidência de incêndios e relevância ambiental e agropecuária. O período analisado corresponde à temporada de fogo de 2024, quando foram observadas as principais ocorrências e registradas as aplicações práticas da tecnologia. A escolha desse contexto justifica-se pela frequência dos incêndios no estado e pelos riscos ambientais, sociais e econômicos associados (SEMADES-TO, 2023). Assim, o estudo busca contribuir para o aprimoramento das estratégias de combate, aliando inovação tecnológica, segurança operacional e proteção ambiental.

Metodologia

Esta pesquisa adota abordagem descritivo-exploratória, fundamentada em dados empíricos e documentais, com o propósito de compreender de que forma as Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARPs) podem apoiar o combate a incêndios florestais no Estado do Tocantins. O estudo tem como recorte espacial o município de Formoso do Araguaia, região com alta incidência de focos de calor e relevância ambiental e agropecuária, e como recorte temporal a temporada de fogo de 2024, período em que foram realizadas as principais coletas de dados e observações de campo.

Os dados utilizados foram obtidos por meio de relatórios operacionais e registros de ocorrência do Corpo de Bombeiros Militar do Tocantins (CBMTO), de imagens e vídeos capturados por ARPs durante missões reais de combate e de documentos técnicos produzidos por instituições como o INPE e a SEMADES-TO. A seleção do material considerou registros que apresentassem evidências de uso efetivo de drones, disponibilidade de imagens térmicas e georreferenciadas, além de correlação entre as ações registradas e os resultados observados em campo, garantindo consistência e representatividade à análise.

As imagens coletadas foram processadas por meio de softwares de geoprocessamento e análise térmica, que permitiram identificar aceiros naturais, trajetos de acesso e áreas de maior intensidade de calor. Os parâmetros operacionais adotados incluíram altitude média de voo entre 80 e 120 metros, autonomia de 25 a 35 minutos, uso de câmeras RGB e térmicas de alta resolução e georreferenciamento com precisão submétrica. Esses procedimentos asseguraram a confiabilidade dos resultados e a possibilidade de reproduzibilidade científica.

As informações geradas foram analisadas em conjunto com as equipes do CBMTO e transformadas em estratégias práticas de combate, como a delimitação de linhas de contenção com base em aceiros naturais detectados, o planejamento de rotas seguras para deslocamento das guarnições, a priorização de áreas de risco e o monitoramento pós-combate para identificação

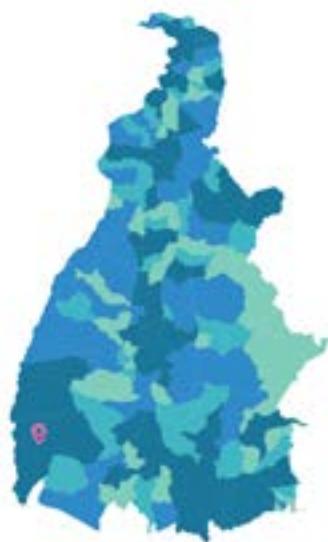
de reuniões. Dessa forma, a metodologia integra teoria e prática ao demonstrar como os dados obtidos por drones podem ser convertidos em decisões operacionais, reforçando a aplicabilidade da tecnologia e a transparência científica do estudo.

Desenvolvimento, Resultados e Discussão

Caracterização da Área de Estudo

A área estudada fica localizada na região de Formoso do Araguaia (Figura 1), no Tocantins. De acordo com o IBGE o município possui uma área de 13.431,861 km² sendo o maior em território no estado do Tocantins, o município possui uma alta incidência de incêndios florestais, principalmente durante o período de estiagem. A particularidade geográfica da região, que inclui a presença de biomas sensíveis e áreas de interesse agropecuário, torna o combate a incêndios um desafio complexo e de alta prioridade para o CBMTO.

Figura 1. Município de Formoso do Araguaia



Fonte: IBGE, 2025.

Dados do Painel do Fogo do ano de 2024, durante os meses de seca no estado que compreendem de Junho à Outubro, o Gráfico 1 mostra a quantidade de focos de incêndios que afetaram o município de Formoso do Araguaia.

Gráfico 1. Focos de Incêndio por Mês



Fonte: Painel do Fogo.

O mês de outubro do ano de 2024 foi o mês com mais focos de incêndios. De acordo, com informações do Painel do Fogo durante o referido mês, foram identificados 1.825 focos.

A Problemática dos Incêndios Florestais e os Métodos de Combate Tradicionais

Os incêndios florestais representam uma das maiores ameaças aos ecossistemas naturais e à segurança pública em todo o país. Sua ocorrência é potencializada por fatores climáticos, como longos períodos de seca e altas temperaturas, aliada à ação antrópica, seja ela intencional ou acidental, resultando em consequências significativas (Anderson et al, 2019).

Conforme a obra “Combate a Incêndios Florestais” (Vol. XIII), (De Castro et al. 2003, p. 9), os incêndios florestais são definidos como “[...] qualquer fogo sem controle que queima a vegetação em florestas, matas ou campos”. A persistência e o aumento na frequência e intensidade desses eventos impõem desafios crescentes aos órgãos de resposta, exigindo estratégias de combate eficazes e bem coordenadas.

O combate a incêndios florestais tradicionalmente envolve uma combinação de métodos diretos e indiretos, empregando diversas técnicas e ferramentas. O combate direto consiste na aplicação de água, abafadores ou sopradores diretamente sobre as chamas, exigindo, muitas vezes, a aproximação das equipes ao foco do fogo. Já o combate indireto baseia-se na criação de aceiros ou linhas de contenção com o objetivo de remover o combustível presente à frente do incêndio, buscando, assim, interromper sua propagação. Esse método também pode incluir o uso de fogo controlado, conhecido como contrafogo, utilizado como tática para queimar o combustível existente entre a linha de contenção e a frente do incêndio.

As técnicas utilizadas variam desde o ataque direto com jatos d’água e abafamento, até o uso de ferramentas manuais para a construção de aceiros. A escolha da técnica depende da intensidade do fogo, do tipo de vegetação, das condições climáticas e da topografia do terreno (Toledo; Bizawu, 2025).

No que tange às ferramentas, o arsenal empregado no combate a incêndios florestais é diversificado e adaptado às diferentes fases da operação. Inclui desde ferramentas manuais como enxadas, pás, rastelos, abafadores e bombas costais de água, até equipamentos motorizados como motosserras e sopradores. O uso de veículos de combate a incêndio, como caminhões-tanque e aeronaves (aviões e helicópteros) para lançamento de água, é fundamental em incêndios de grande porte e em terrenos de difícil acesso (Andrade; Monteiro, 2023).

O treinamento do pessoal é um pilar essencial para a eficácia e segurança das operações de combate a incêndios florestais. Conforme destacado por Fiedler, Rodrigues e Medeiros (2006), o treinamento abrange desde noções básicas sobre o comportamento do fogo, uso correto de equipamentos de proteção individual (EPIs), técnicas de combate e manejo de ferramentas, e estratégias de segurança e comunicação em campo. A capacitação contínua, a realização de exercícios práticos e a utilização de novas tecnologias são cruciais para preparar os brigadistas e bombeiros militares para as complexidades e riscos inerentes a essas ocorrências.

A Importância das Novas Tecnologias e o Histórico dos ARPs no Combate a Incêndios Florestais

A crescente complexidade e escala dos incêndios florestais modernos, impulsionadas pelas mudanças climáticas e expansão de áreas urbanas para zonas de interface rural-urbana, têm evidenciado a necessidade premente de incorporar novas tecnologias nas estratégias de prevenção e combate.

Nesse contexto, as Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARPs), popularmente conhecidas como drones, emergem como ferramentas inovadoras e de valor inestimável. Seu emprego tem revolucionado a forma como os bombeiros militares e outras agências de resposta abordam os incêndios florestais, oferecendo capacidades que antes eram limitadas ou impossíveis com os meios tradicionais (Moura; Silva, 2018).

O histórico da utilização dos ARPs no auxílio à criação de estratégias de combate e para as tomadas de decisão do bombeiro militar demonstra uma evolução rápida e promissora (Andrade;

Monteiro 2023). Inicialmente empregados em missões de reconhecimento e observação, as ARPs rapidamente demonstraram seu potencial devido à sua capacidade de:

Coleta de Dados em Tempo Real, nos quais os ARPs permitem a obtenção de dados visuais e térmicos em tempo real, fornecendo aos comandantes de incidente uma “visão privilegiada da situação”. Essa capacidade é crucial para entender a dinâmica do fogo, identificar pontos quentes, a direção da propagação e a localização das equipes (da Cunha; Sturm, p. 40, 2019).

Mapeamento e Avaliação de Cenários: Moura e Silva (2018) salientam que os ARPs podem gerar mapas detalhados da área afetada, auxiliando no planejamento de aceiros, rotas de fuga e posicionamento de equipamentos. A precisão desses mapas é fundamental para a otimização dos recursos e a segurança das equipes.

Monitoramento Noturno e Através da Fumaça: Equipados com câmeras térmicas, os ARPs superam as limitações visuais impostas pela escuridão ou pela densa cortina de fumaça, identificando focos ativos e áreas de reuição que seriam invisíveis a olho nu, como abordado por (Fernandes, 2020). Essa capacidade é vital para operações de rescaldo e para o combate noturno.

Redução de Riscos para o Pessoal: Ao eliminar a necessidade de expor bombeiros a situações de alto risco para reconhecimento, os ARPs contribuem significativamente para a segurança operacional. Andrade e Monteiro(2023) destacam que o uso de ARPs reduz a exposição de pessoal a ambientes perigosos, como áreas com grande intensidade de fogo ou terrenos acidentados.

A evolução tecnológica tem permitido que os ARPs sejam equipados com diversos sensores, como câmeras multiespectrais e hiperespectrais, que fornecem informações detalhadas sobre a saúde da vegetação, o tipo de combustível e a intensidade do calor, aprimorando ainda mais a capacidade preditiva e de planejamento das operações (Elias,2024).

Legislação Aplicável à Utilização de ARPs

A crescente utilização de ARPs no espaço aéreo brasileiro, inclusive em operações de emergência como o combate a incêndios, tornou imperativa a criação de um arcabouço legal que regulamente seu uso, garantindo a segurança operacional e a integridade do espaço aéreo. As principais legislações que regem a operação de ARPs no Brasil são: o Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial (RBAC-E), Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL).

Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial (RBAC-E) nº 94 da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC): Este é o principal regulamento que estabelece as regras para a operação de aeronaves não tripuladas no Brasil. Ele classifica os ARPs por peso e finalidade, definindo os requisitos para registro, habilitação de pilotos, regras de voo e autorizações necessárias. Para operações como o combate a incêndios, que geralmente se enquadram em cenários de risco ou além da linha de visada do piloto (BVLOS), são exigidos procedimentos específicos e autorizações da ANAC, conforme detalhado por (De Faria; Costa, 2015)

Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA): O DECEA, por meio de seus atos normativos, como a ICA 100-40 (Regras de Tráfego Aéreo para Sistemas de Aeronaves

Remotamente Pilotadas), estabelece as condições para o acesso ao espaço aéreo pelos ARPs. Isso inclui a necessidade de solicitação de autorização de voo para áreas específicas, garantindo que as operações de ARPs não interfiram com outras aeronaves ou com a segurança do tráfego aéreo.

Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL): A ANATEL é responsável pela homologação dos equipamentos de comunicação utilizados nos ARPs, garantindo que os rádios transmissores operem nas frequências corretas e não causem interferência em outros sistemas de comunicação.

A conformidade com essas legislações é fundamental para que o uso de ARPs em operações de combate a incêndios seja realizado de forma segura e legal, garantindo que essa tecnologia possa ser plenamente explorada para o benefício da sociedade e da proteção ambiental (Silva et al., 2020). A sinergia entre o conhecimento técnico-operacional dos bombeiros militares e o rigor das normas regulatórias é a chave para o sucesso na aplicação dessa ferramenta avançada.

Resultados

A utilização de ARPs em cenários de incêndios florestais oferece uma riqueza de informações que impacta diretamente a capacidade de decisão dos bombeiros militares. A análise se concentrará em como os dados gerados pelos drones podem otimizar as estratégias de combate e a segurança operacional, contemplando a localização de aceiros naturais e obstáculos (Figura 2), identificação de caminhos para aproximação na área de combate (Figura 3), determinação da direção do vento e focos de calor (Figura 4), recomendação de métodos de combate de acordo com as imagens (Figura 5), identificação de áreas com criação de animais para corte em risco (Figura 6).

Figura 2. Estrada que possui função de aceiro



Fonte: Acervo Pessoal

Os ARPs permitem uma varredura aérea rápida e eficiente do terreno, revelando características geográficas que podem servir como barreiras naturais à propagação do fogo, como rios, lagos, estradas, estradas vicinais ou áreas previamente desmatadas. Essa visualização aérea é crucial para identificar aceiros naturais que podem ser utilizados para contenção, economizando tempo e recursos na construção de linhas de defesa.

Figura 3. Rotas



Fonte: Acervo Pessoal

A visão panorâmica fornecida pelos ARPs é fundamental para mapear as vias de acesso e as melhores rotas para que as equipes terrestres e os veículos de combate se aproximem da frente do incêndio com segurança e eficiência. Isso inclui a identificação de trilhas, estradas secundárias ou clareiras que permitam o posicionamento estratégico do pessoal e dos equipamentos.

Figura 4. Direção do Vento



Fonte: Acervo Pessoal

As imagens em tempo real dos ARPs, especialmente aquelas capturadas por câmeras térmicas, permitem a visualização da direção da fumaça e a identificação de pontos de maior intensidade de calor. Esta informação é vital para prever a direção de propagação do fogo e para posicionar as equipes de forma segura, evitando que sejam encerradas pelas chamas ou pela fumaça. A visualização de pontos quentes latentes também auxilia no rescaldo.

Figura 5. Mata de Reserva x Pastagem



Fonte: Acervo Pessoal

Com base nas informações visuais e térmicas fornecidas pelos ARPs, os comandantes de incidente podem avaliar o tipo de vegetação, a intensidade do fogo e a topografia do terreno para decidir sobre os métodos de combate mais apropriados. Por exemplo, em áreas de baixa intensidade e acesso facilitado, o ataque direto pode ser viável; em contrapartida, em incêndios de alta intensidade ou em locais de difícil acesso, o combate indireto e o uso de aeronaves de grande porte podem ser mais adequados. A figura 5 mostra a diferença entre as vegetações, de um lado área de pastagem já queimada e do outro uma mata com palmeiras e outras árvores típicas da região.

Figura 6. Criação de Bovinos



Fonte: Acervo Pessoal

A capacidade de mapeamento aéreo dos ARPs é fundamental para identificar áreas rurais, fazendas e propriedades onde há criação de animais para corte (bovinos, caprinos, etc.) que estão em risco iminente de serem atingidos pelas chamas. Essa informação permite que os bombeiros priorizem a proteção dessas áreas e, se necessário, coordenem a remoção ou o manejo dos animais em perigo.

Procedimento de Solicitação de Autorização de Voo com ARPs para Bombeiros Militares

O procedimento para a solicitação de autorização de voo de ARPs por parte de bombeiros militares segue as diretrizes estabelecidas pelos órgãos reguladores brasileiros, visando garantir a segurança do espaço aéreo e a conformidade legal. De acordo com os estudos realizados por Moura e Silva(2018), Andrade e Monteiro(2023), o processo geralmente envolve as seguintes etapas:

- 1. Cadastro do ARP e do Operador:** O drone e o piloto (operador) devem estar devidamente registrados junto à Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), conforme o Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial (RBAC-E) nº 94. Para operações de segurança pública, como as dos Corpos de Bombeiros, existem algumas flexibilizações, mas o registro é mandatório.
- 2. Habilitação do Piloto:** Obombeiro militar responsável pela operação do ARP deve possuir a habilitação necessária para a categoria do equipamento, emitida ou reconhecida pela ANAC. Isso garante que o operador possui o conhecimento técnico e prático para operar o ARP com segurança.
- 3. Planejamento da Missão:** Antes de cada voo, é realizado um planejamento detalhado da missão, incluindo a definição da área de operação, altitude máxima, duração do voo e objetivos.
- 4. Solicitação de Acesso ao Espaço Aéreo (DECEA):** Para voos em áreas controladas, ou para operações que exigem voo além da linha de visada do piloto (BVLOS), ou ainda em situações de emergência onde a urgência é premente, é necessária a coordenação e/ou autorização do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA). Em cenários de incêndio, onde a necessidade de resposta é imediata, os Corpos de Bombeiros tipicamente operam sob protocolos de emergência que agilizam essa autorização, garantindo que o acesso ao espaço aéreo seja concedido de forma célere, sem comprometer a segurança de outras aeronaves (Silva *et al.*, 2020). A comunicação e coordenação com a torre de controle ou centro de operações aéreas são vitais.
- 5. Homologação ANATEL:** Os equipamentos de comunicação do ARP devem estar homologados pela Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) para garantir que não haja interferência em outras frequências de rádio.
- 6. Gerenciamento de Risco:** Para cada missão, é realizada uma avaliação de risco para

identificar potenciais perigos e implementar medidas mitigadoras, garantindo a segurança de pessoas e bens no solo e de outras aeronaves no ar.

A compreensão e a estrita observância dessas regulamentações são cruciais para a operação segura e eficaz dos ARPs pelo Corpo de Bombeiros Militar, maximizando seus benefícios no combate a incêndios florestais.

Apesar dos atuais avanços tecnológicos, o uso de drones no combate a incêndios florestais apresenta limitações significativas, como a autonomia de voo reduzida e o alcance restrito, que dificultam a cobertura de áreas extensas ou remotas. Além disso, fatores ambientais adversos, como ventos fortes, fumaça e altas temperaturas, comprometem sua eficiência, enquanto a baixa capacidade de carga limita a instalação de equipamentos mais robustos. Somam-se a esses aspectos a necessidade de operadores qualificados e as restrições legais e de segurança aérea, especialmente em operações conjuntas com aeronaves tripuladas, o que evidencia seu papel como ferramenta de apoio e não como solução autônoma. Porém com o avanço da tecnologia, a autonomia das baterias tende a aumentar e, consequentemente, o tempo de vôo das ARPs será ampliado, possibilitando sua utilização de forma cada vez mais frequente pelos corpos de bombeiros no Brasil.

Considerações finais

O presente estudo demonstrou que o uso de Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARPs) constitui um avanço significativo no combate a incêndios florestais no Tocantins. A análise evidenciou que os drones ampliam a capacidade de monitoramento em tempo real, aumentam a segurança das equipes em campo e possibilitam decisões mais rápidas e precisas diante da dinâmica do fogo. Os resultados apontam que essa tecnologia pode complementar de forma eficaz os métodos tradicionais, especialmente em áreas de difícil acesso e em situações de risco elevado.

Apesar dos benefícios observados, também foram identificadas limitações, como a necessidade de capacitação contínua dos operadores, a dependência das condições meteorológicas e os entraves regulatórios. Ainda assim, os impactos positivos superam os desafios, indicando que a consolidação do uso de ARPs pelo Corpo de Bombeiros Militar representa não apenas um reforço estratégico nas operações, mas também um avanço na proteção ambiental e na preservação da vida.

Por fim, recomenda-se que futuras pesquisas explorem a integração dos drones com outras tecnologias, como sistemas de sensoriamento remoto e inteligência artificial, além de estudos sobre custo-benefício e aplicabilidade em diferentes biomas. Dessa forma, será possível expandir o conhecimento e aprimorar as práticas de prevenção e combate aos incêndios florestais, contribuindo para um modelo de gestão mais eficiente e sustentável.

Referências

ALVARES, M. R. et al. Dinâmica do fogo no bioma Cerrado: impactos e perspectivas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 2, p. 1120-1135, 2021.

ANDERSON, Liana Oighenstein et al. Modelo conceitual de sistema de alerta e de gestão de riscos e desastres associados a incêndios florestais e desafios para políticas públicas no Brasil. **Territorium**, n. 26 (I), p. 43-61, 2019.

ANDRADE, Isadora Araújo Lopes; MONTEIRO, Raul Francé. OS BENEFÍCIOS DO USO DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS NO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DE GOIÁS: THE BENEFITS OF THE USE OF REMOTELY PILOTED AIRCRAFT IN THE MILITARY FIRE DEPARTMENT OF THE STATE OF GOIÁS (BRAZIL). **Revista Brasileira de Aviação Civil & Ciências Aeronáuticas, [S. I.]**, v. 3, n. 3, p. 263–291, 2023. Disponível em: <https://rbac.cia.emnuvens.com.br/revista/article/view/165>. Acesso em: 16 jun. 2025.

CARVALHO, R. T.; FERNANDES, A. S.; LIMA, J. P. R. Drones aplicados ao monitoramento ambiental: uma revisão sistemática. **Revista Tecnologia e Ambiente**, v. 26, n. 1, p. 45-62, 2020.

CBMTO - Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Tocantins. **Relatório Anual de Ocorrências**. Palmas: CBMTO, 2022.

DA CUNHA, Douglas Amaral; STURM, João Rudini. Emprego de aeronave remotamente pilotada (drone) na investigação de incêndio florestal. **Ignis: Revista Técnico Científica do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina**, v. 4, n. 1, p. 27-48, 2019. Disponível em: <https://ignis.emnuvens.com.br/revistaignis/article/view/87>.

Acesso em: 18 jun. 2025.

DE CASTRO, Carlos Ferreira et al. Combate a incêndios florestais. **Escola Nacional de Bombeiros**, v. 13, 2003.

DE FARIA, Rodrigo Ribeiro; COSTA, Marledo Egídio. A inserção dos veículos aéreos não tripuláveis (drones) como tecnologia de monitoramento no combate ao dano ambiental. **Revista Ordem Pública**, v. 8, n. 1, p. 81-103, 2015.

ELIAS, Adão Robson. Análise de imagens multiespectrais de RPA para mapeamento de vegetação em áreas ciliares. 2024.

FERNANDES, Verónica Micaela Botelho Vasconcelos. **Aeronaves remotamente pilotadas no combate aos incêndios: Sistemas de informação para emergência**. 2020. Dissertação de Mestrado. ISCTE-Instituto Universitário de Lisboa (Portugal).

FIEDLER, Nilton César; RODRIGUES, Thiago Oliveira; MEDEIROS, Marcelo Brilhante de. Avaliação das condições de trabalho, treinamento, saúde e segurança de brigadistas de combate a incêndios florestais em unidades de conservação do Distrito Federal: estudo de caso. **Revista Árvore**, v. 30, p. 55-63, 2006.

FREITAS, C. M. Riscos ocupacionais em operações de combate a incêndios florestais. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 45, p. e15, 2020.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Manual de Combate a Incêndios Florestais**. Brasília: IBAMA, 2019.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Programa Queimadas: Dados Estatísticos**. 2023. Disponível em: <http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/estatisticas>. Acesso em: 17 out. 2023.

MOURA, Vinícius de Carvalho; SILVA, Marcos Paulo. **Aeronaves remotamente pilotadas (RPA): um aporte no combate aos incêndios florestais em áreas protegidas pelo Corpo de Bombeiros Militar no Estado do Maranhão**. 2018.

PEREIRA, M. S. Desafios operacionais no combate a incêndios florestais no estado do Tocantins. 2021. 150 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2021.

RODRIGUES, A. C. Uso de VANTs no monitoramento e combate a incêndios: estudo de caso no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 74, n. 2, p. 390-405, 2022.

SANTOS, P. R.; OLIVEIRA, D. L. Aeronaves remotamente pilotadas no gerenciamento de desastres: uma revisão integrativa. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 9, n. 4, p. 201-218, 2022.

SEMADES-TO - Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Tocantins. **Boletim Anual de Queimadas e Incêndios Florestais.** Palmas: SEMADES-TO, 2023.

SILVA, Rodrigo et al. Acesso ao espaço aéreo brasileiro por aeronaves não tripuladas. **Revista do CIAAR**, v. 1, n. 1, 2020.

SOARES, Ronaldo Viana. Novas tendências no controle de incêndios florestais. **Floresta**, v. 30, n. 1/2, p. 11-21, 2000.

TOLEDO, André de Paiva; BIZAWU, Kiwonghi. Coordenação pelo corpo de bombeiros militar das medidas de prevenção e combate a incêndios florestais tomadas por brigadistas em minas gerais em substituição da força-tarefa previncêndio. **Veredas do Direito**, v. 21, p. e212782, 2025.

Recebido em 14 de outubro de 2025.
Aceito em 15 de dezembro de 2025.