

OPERAÇÃO PANTANAL II: O USO DE AERONAVES MILITARES PARA O CONTROLE DE INCÊNDIOS FLORESTAIS¹

OPERATION PANTANAL II: THE USE OF MILITARY AIRCRAFT TO CONTROL FOREST FIRES

Arthur Tani Neves²
Alex Silas Capana³

RESUMO

A presente pesquisa tem como objetivo analisar o impacto do uso de aeronaves militares, em especial as empregadas pela Força Aérea Brasileira (FAB), no combate a incêndios florestais durante a Operação Pantanal II. O aumento significativo de focos de incêndio detectados na região do Pantanal no ano de 2024, a dificuldade de se locomover no terreno local e as consequências para a população brasileira são a base e a justificativa deste trabalho. Desta forma buscou-se observar os meios e sistemas empregados na operação viáveis para esse tipo de combate. A pesquisa teve uma abordagem mista, com métodos qualitativos e quantitativos. Foi realizada uma revisão documental das técnicas e tecnologias de combate aos incêndios por meio de aeronaves, bem como uma análise comparativa do Sistema Modular Aerotransportado de Combate a Incêndio antigo e de sua atualização. Além disso, foram analisados dados fornecidos por órgãos competentes que participaram da operação, como o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e o Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, visando avaliar a redução das chamas e dos danos ambientais. Esta análise proporcionará uma visão crítica do impacto que as aeronaves e estratégias da FAB causaram no Pantanal em 2024 e podem causar em situações semelhantes para o controle da situação dos incêndios florestais.

Palavras-chave: incêndios florestais; aeronaves militares; controle de incêndios; Força Aérea Brasileira.

¹ Artigo de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Formação de Oficiais Aviadores (CFOAv) da Academia da Força Aérea (AFA).

² Cadete Aviador do 4º Esquadrão (Turma *Ártemis*, 2025).

³ 2º Tenente QOCON do Magistério em Ensino Superior em Química, Mestre pelo Instituto de Química da Universidade Estadual Paulista de Araraquara. E-mail: alexcapana@gmail.com.

ABSTRACT

This research aims to analyze the impact of the use of military aircraft, especially those employed by the Brazilian Air Force (FAB), in fighting forest fires during Operation Pantanal II. The significant increase in the number of fires detected in the Pantanal region in 2024, the difficulty of getting around regions similar to the forest and the consequences for the Brazilian population are the basis and justification for this work. In this way, we sought to observe the means and systems employed in the operation that have been and are viable for use by aircraft in this type of combat. The research had a mixed approach, with qualitative and quantitative methods. A bibliographic review of aircraft firefighting techniques and technologies was carried out, as well as a comparative analysis of the old Modular Airborne Firefighting System and its update. In addition, data provided by the competent bodies that took part in the operation, such as the National Institute for Space Research and the Ministry of the Environment and Climate Change, was analyzed in order to assess the reduction in flames and environmental damage. This analysis will provide a critical view of the impact that FAB aircraft and strategies caused in the Pantanal in 2024 and could cause in similar situations to control the forest fire situation.

Keywords: forest fires; military aircraft; fire control; Brazilian Air Force.

INTRODUÇÃO

Os incêndios florestais trazem consequências físicas, biológicas e socioeconômicas tanto em nível nacional quanto global, como a liberação de carbono na atmosfera, o que agrava o efeito estufa, e a alteração do clima local, modificando a temperatura e a umidade. Esses eventos resultam no aumento da mortalidade animal, provocando a migração de espécies, além de transtornos para a população local, como o aumento de doenças respiratórias (Guimarães, 2014). Além disso, a elevada liberação de gases poluentes, típica dos incêndios florestais, contribui para a diminuição da qualidade do ar, o que pode agravar os problemas de saúde, principalmente respiratórios, entre as comunidades próximas (Ribeiro, 2002).

De acordo com os dados coletados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, no 1º semestre do ano de 2024, o número de focos de incêndio detectados no Brasil por satélites cresceu 1096% no bioma do Pantanal em relação ao de 2023. O segundo bioma mais atingido pelos focos foi o da Amazônia, com aumento de 142% (INPE, 2024). Com esse crescimento, o Ministro da Defesa, José Múcio Monteiro Filho, determina a utilização das Forças Armadas

para a criação do Comando Conjunto Pantanal II, com foco em dar apoio no controle do fogo na região do Pantanal Mato-grossense (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2024).

Como meios para combater focos de fogo nas florestas tem-se a utilização de agentes extintores como a água, tanto pulverizada como em jato, a qual pode vir com alguns aditivos retardantes a fim de melhorar sua eficácia, como espumíferos e caldas. Outro meio são os veículos que podem atuar como veículos tanques, abastecimento de água, ou como veículos de comando tático, como os específicos para andar em terrenos desnivelados até tratores para abrir caminhos na vegetação e impedir o fogo de se espalhar (Castro, 2006). Contudo, mesmo com tantas ferramentas, movimentar-se por essas áreas com rapidez é difícil, devido à distância das cidades e ao alto índice de obstáculos no caminho. Por isso, no que se refere ao combate a incêndio em território florestal, o uso de aeronaves é imprescindível, devido a necessidade de cobrir grandes distâncias, levando extintores ou retardantes de fogo, em lugares que seriam inacessíveis por terra. A tarefa se torna ainda mais vantajosa quando o sistema utilizado pela aeronave conta com reabastecimento rápido, tornando a missão mais constante (Valente, 2021).

A Força Aérea Brasileira (FAB) utilizou, pela primeira vez, em uma operação contra incêndio sua aeronave KC-390, junto do sistema MAFFS II (Modular Airborne Fire Fighting System) para auxiliar na limitação e mitigação das chamas no Pantanal, conseguindo superar a marca de mais de um milhão de litros de água lançados na região (Lopes, 2024). Seu helicóptero H-60L Black Hawk foi empregado para o transporte e resgate de envolvidos na operação, ou afetados pela situação de calamidade no Mato Grosso, realizando a missão de busca e salvamento (H-60L Black Hawk resgata..., 2024).

O propósito deste artigo científico é analisar o efeito de aeronaves militares, em especial as utilizadas pela FAB, no combate aos incêndios florestais com foco na Operação Pantanal II. O objetivo será avaliar o impacto dessas aeronaves no controle das chamas, destacando o uso do sistema MAFFS II.

Serão examinadas as estratégias que permitiram o reabastecimento rápido e a cobertura de grandes distâncias, bem como a contribuição da FAB para minimizar os danos ambientais e socioeconômicos causados pelo fogo na região. Os objetivos são: observar as consequências da situação no que tange aos efeitos no ser humano, na mudança climática e na perda de biodiversidade, bem como compreender o uso de aviões para esse tipo de missão transcrevendo a atuação da FAB na operação.

Com isso, este estudo busca responder a seguinte questão: **qual foi o impacto da utilização de aeronaves militares na Operação Pantanal II para o controle dos incêndios florestais?**

1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 Consequências dos incêndios florestais

Para que exista fogo, são necessários três elementos essenciais: combustível, comburente e calor. Se algum dos componentes estiver ausente, o fogo não se iniciará. Portanto, o combate a incêndios florestais deve focar na eliminação de pelo menos um desses elementos. As estratégias de extinção de incêndios florestais atuam diretamente sobre esses componentes, seja removendo materiais inflamáveis que sirvam como combustível, abafando o local para reduzir a presença do comburente, como o oxigênio, ou utilizando métodos para resfriar os focos de calor (Schumacher, 2018).

O incêndio florestal é um impasse de complexa resolução, ele ocorre em áreas de difícil locomoção em uma proporção gigante, trazendo diversas consequências. Ele provoca alterações no solo, tornando-o incapaz de se regenerar por completo, aumentando sua infertilidade. Prejudica também na manutenção de espécies da fauna ou da flora na região afetada (Fidalgo, 2023). Além disso, ocasiona na emissão gases poluentes gerados com as chamas, como o dióxido de carbono, que, além de resultarem no aumento do efeito estufa, aumentando a temperatura ambiente, também agravam doenças respiratórias que, com exposição contínua, podem se tornar crônicas, afetando grande parte da população presente nessas zonas (Guimarães, 2014).

Essas queimadas em ambientes naturais também provocam impactos na biodiversidade, afetando tanto a fauna quanto a flora locais. Diversas espécies de aves e mamíferos, incluindo aquelas já ameaçadas de extinção, sofrem declínios populacionais significativos devido à morte direta ou à degradação de seus habitats. A mortalidade de diferentes animais silvestres, enquanto espécies emblemáticas, como a arara-azul, enfrentam ameaças adicionais por conta da fragmentação de seu território e da ingestão de alimentos contaminados. Quanto à flora, os incêndios alteram profundamente a estrutura da vegetação, comprometendo o equilíbrio ecológico e, por consequência, a regeneração das espécies nativas, o que gera um cenário de perda cumulativa de biodiversidade (Amaral, 2021).

No que tange a mudança climática é possível afirmar que os incêndios florestais são responsáveis por gerar um ciclo de retroalimentação, pois, como já foi visto, liberam gases que intensificam o aquecimento global. Além de queimarem a área verde ao redor, o que diminui a capacidade global de absorver dióxido de carbono (CO₂), agravando o acúmulo desse gás na atmosfera, intensificando o calor e, por consequência, aumentando o risco de que ocorram mais incêndios florestais (Primavesi, 2007).

1.2 Uso de aeronaves no combate a incêndios florestais

Os incêndios florestais são classificados em três tipos principais: de superfície, que ocorre no solo da floresta; de copa, que se propaga nas copas das árvores; e subterrâneo, que se espalha sob o solo através da matéria orgânica (Castro, 2006). As técnicas de combate a esses incêndios podem ser realizadas de maneira direta ou indireta. O combate direto envolve a atuação imediata do combatente sobre as chamas, utilizando ferramentas como abafadores e bombas costais, conforme ilustrado na Figura 1. Por outro lado, o combate indireto utiliza táticas que limitam o avanço do incêndio, como a realização de queimadas controladas (aceiros), que criam uma barreira de área já consumida pelo fogo para impedir a propagação das chamas, como mostrado na Figura 2. Em muitas situações, ambos os métodos são utilizados em conjunto, formando o método de combate combinado que potencializa a eficácia e as opções das ações de controle do fogo (Castro, 2006).

Figura 1 Combate Direto



Fonte: Schramm, 2024.

Figura 2 Combate Indireto



Fonte: Souza, 2024.

Aeronaves conseguem atuar tanto de forma direta quanto de forma indireta. Sua atuação direta consiste em despejar água ou retardantes de fogo sobre as chamas, atacando a

origem do fogo para impedir seu crescimento imediato. Na indireta, as aeronaves criam linhas de contenção nos arredores da propagação das chamas, fazendo uso de retardantes e impedindo que o incêndio avance para outras regiões. Aviões conseguem atuar como pulverizadores de água e retardantes, sendo a água o ideal para resfriar o local e extinguir pequenos focos de incêndio e os retardantes para conter o fogo.

Helicópteros são usados para transportar pessoal e equipamento para a área afetada, podem atuar como ferramenta de busca e salvamento e, também, podem ser equipados com baldes de água, Bambi Buckets, sistema que garante mais precisão para extinção de pequenos focos de incêndio (Valente, 2021). O sistema Bambi Bucket nos helicópteros proporciona um ágil preenchimento do balde, caso existam rios, lagos, ou água suficiente que proporcione a submersão do balde, perto do local de atuação, tornando seu uso ativo e imediato. Também proporciona melhor controle no despejo da água, controlando bem a velocidade e altura da aeronave, tornando-a precisa e eficiente na atividade de combate ao fogo, principalmente por sua capacidade de percorrer grandes distâncias com muitos litros de água, além de seu rápido reabastecimento proporcionando uma forma de combate mais direta, como representado na figura 3 (Seyzinski, 2019).

Figura 3 Bambi Bucket

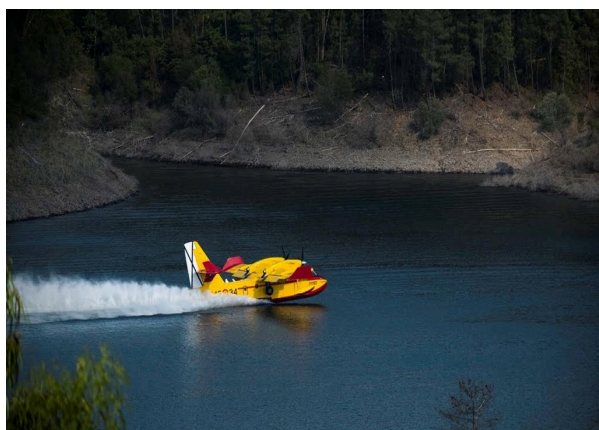


Fonte: Dobbs, 2017.

No que tange a utilização de aviões, é possível também o emprego de aeronaves “scooper”, as quais conseguem se reabastecer através de pouso na água enquanto permanecem em movimento com seu tanque de armazenamento submerso, processo

conhecido como scooping. Esse processo de reabastecimento dura em média 12 segundos e pode proporcionar uma capacidade de até 6000 litros de água, dependendo da aeronave (Calbrix, 2023). Outro sistema muito empregado em aviões é o MAFFS, com ele é possível colocar diretamente no avião grandes quantidades de água misturada com alguns retardantes, em média 12000 litros podem ser armazenados dentro de uma aeronave como o C-130. O MAFFS leva uma mistura comprimida capaz de ser dispensada toda de uma vez ou usá-la 3 vezes em momentos diferentes, formando um triângulo fechado que aprisiona o fogo. A água contida no reservatório é responsável por resfriar o calor na área de lançamento e os retardantes criam uma barreira química que diminui a velocidade que o fogo se alastra (IBAMA, 2008). O uso dos aviões “scooper” e do sistema MAFFS pode ser observado na figura 4 e na figura 5, respectivamente.

Figura 4 Avião Abastecendo em Rio



Fonte: Alfaiate, 2019.

Figura 5 Sistema MAFFS



Fonte: Revista Força Aérea, 2023.

1.3 Incêndios no Pantanal

Dados levantados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), por meio do Programa Queimadas, revelam que o bioma do Pantanal, de 2018 para 2019, cresceu em mais de 800% o número de focos de incêndio detectados por satélite. De 2019 para 2020 cresceu quase 200%. Depois disso, até o ano de 2023 o número de focos começou a se estabilizar, apresentando certo decréscimo, chegou até a ficar com um número menor detectado do que estava em 2018. Contudo, entre 2023 e 2024 o número cresceu em mais de 1000% (INPE).

Observando esse aumento expressivo de focos de incêndio foi publicada a Portaria GM-MD N° 3179, de 27 de junho de 2024, pelo Ministério da Defesa, a qual determinou a

ativação do Comando Operacional Conjunto do Pantanal II, o que colocou não só a Força Aérea Brasileira, como a Marinha e o Exército para auxiliarem no cenário.

Boletins publicados pelo Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima mostram os resultados que a operação conjunta alcançou. No último, publicado dia 22 de outubro de 2024, é possível observar que ainda existem focos de calor, contudo já estão estabilizados e que os incêndios ainda ativos estão controlados. Nos boletins também é possível observar o número de profissionais e aeronaves em operação.

2 MÉTODOS DE ANÁLISE

A abordagem adotada como método de análise foi quantitativa e qualitativa. O objetivo foi realizar uma pesquisa bibliográfica sobre as técnicas existentes de combate a incêndios por meio de aeronaves, para fornecer uma análise comparativa com as operações realizadas pela Força Aérea Brasileira (FAB) durante a Operação Pantanal II. Essa revisão incluiu estudos sobre diferentes tipos de aeronaves, como o KC-390 e o uso do sistema MAFFS II para o combate a incêndios florestais, com o intuito de trazer fundamentação teórica para o artigo (Gil, 2002).

Também foram coletados dados publicados pelos órgãos competentes, como o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMAMC) e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), visando comparar a presença de focos de incêndio entre os anos de 2024 e 2025 no Pantanal. Além disso, foi analisado o volume de água despejado pelas aeronaves durante a operação e seu impacto na contenção das áreas afetadas. O intuito foi analisar o impacto direto das operações aéreas no controle das queimadas.

Para isso foi utilizado o método de execução de pesquisa de coleta, análise e interpretação de dados (Lakatos e Marconi, 2002). Com esse método, foi possível identificar as opções, facilidades e desafios presentes no uso de aeronaves militares dentro do contexto de controle, mitigação e extinção de incêndios florestais no território brasileiro, permitindo avaliar a eficácia do uso de aeronaves em relação a outros métodos tradicionais de combate.

3 ESTUDO DE CASO: OPERAÇÃO PANTANAL II

A Operação Pantanal II (2024) foi a resposta coordenada do Governo Federal ao agravamento das queimadas no bioma do Pantanal. Essa ação mobilizou diferentes órgãos,

com destaque para a FAB, a qual atuou de forma decisiva no combate aos incêndios utilizando o KC-390 equipado com o sistema MAFFS II.

A operação contou com profissionais de diversas partes do Governo Federal, como brigadistas do IBAMA, integrantes da Força Nacional de Segurança Pública, bombeiros do Mato Grosso do Sul e militares das três forças. Quanto às aeronaves foram cedidas mensalmente quantidades diferentes para ajudar na missão. Foram aviões lançadores de água (Air Tractor) e helicópteros (Long Ranger, AW119 e B3) do IBAMA e ICMBio, helicópteros da marinha e do exército (UH-15, HM-1 e HM-3) e aeronaves da FAB (H-36, C-98 e KC-390) (Boletins Combate a Incêndios, 2024).

3.1 Análise Comparativa e Crítica dos Sistemas MAFFS I e MAFFS II

A mudança do MAFFS I, sistema utilizado na aeronave C-130 Hercules, para o MAFFS II, atualmente integrado à aeronave KC-390 Millennium, carrega um avanço significativo no que se refere à capacidade de combate a incêndios florestais. Essa transição se deve a necessidade de modernização dos meios de emprego desse tipo de missão para torná-los mais relevantes para a defesa do país, como evidenciado na Operação Pantanal II, em 2024.

O MAFFS I, usado desde a década de 1970 por diversas aeronaves pelo mundo, como na Guarda Nacional dos Estados Unidos e por países como Chile e Portugal, possui capacidade de 12.000 litros de água misturada com retardantes. Contudo, apresenta limitações operacionais, como a necessidade de lançamento pela parte traseira da aeronave, a maior turbulência no momento da descarga e um processo de recarga demorado (IBAMA, 2008).

Em uma reportagem publicada no Youtube pelo canal Aero Por Trás da Aviação no dia 28 de julho de 2024, com o título de “Descubra como o AVIÃO KC-390 da FAB é usado para COMBATE A INCÊNDIO no PANTANAL”, é possível compreender o funcionamento do sistema MAFFS II e observar bem a atuação da FAB na operação. Nele é informada a principal diferença do sistema MAFFS antigo para o novo. No antigo a rampa traseira da aeronave precisava estar aberta, o que tirava uma característica muito importante para que o avião possa voar com mais segurança para seus passageiros em alturas elevadas, a

pressurização. No novo sistema as portas ficam todas fechadas e a água é capaz de sair pela lateral esquerda da aeronave (DESCUBRA COMO O AVIÃO KC-390..., 2024).⁴

No contexto da Força Aérea Brasileira, o advento do MAFFS II, empregado pelo KC-390, proporcionou maior alcance, velocidade e capacidade de reconfiguração, tornando a operação mais versátil.

Observados os avanços operacionais da FAB, o emprego desta tecnologia ainda depende da infraestrutura logística no que tange ao abastecimento de água e à atuação coordenada das equipes terrestres. Portanto, a real efetividade desta tecnologia se consolida por meio de constante aprimoramento na doutrina, capacitação e logística da FAB. A experiência da atuação deste equipamento em 2024 é um passo importante para fortalecer a capacidade do poder aéreo no apoio à proteção ambiental e à segurança nacional.

3.2 Linha do Tempo da Operação Pantanal II

Principais marcos da atuação da Força Aérea Brasileira durante a Operação Pantanal II, com ênfase na utilização do KC-390 Millennium equipado com o sistema MAFFS II, além da integração de outras aeronaves e recursos tecnológicos no esforço de combate aos incêndios florestais.

28 de junho de 2024 – Foi noticiada a primeira atuação do KC-390 Millennium no combate aos incêndios no Pantanal, marcando um novo patamar na capacidade operacional da FAB. A aeronave, equipada com o sistema MAFFS II, demonstrou alta precisão nos lançamentos, podendo despejar até 12.000 litros de água em uma única surtida, mesmo em condições adversas de baixa altitude, baixa velocidade e altas temperaturas. Tal desempenho é favorecido pela capacidade da aeronave de operar pressurizada mesmo durante os lançamentos, mantendo a estabilidade do sistema e a segurança da missão. A operação foi conduzida por militares do 1º Grupo de Transporte de Tropa (1º GTT) – Esquadrão Zeus (KC-390 MILLENNIUM DA FAB ATUA..., 2024).

05 de julho de 2024 – Após apenas uma semana de atuação, o KC-390 superou a marca de 200 mil litros de água lançados no bioma pantaneiro, em pouco mais de 27 horas de voo acumuladas. A operação do MAFFS II segue uma sequência tática rigorosa: inicialmente, as equipes de solo realizam a marcação do ponto ideal para contenção das chamas; em seguida, a tripulação aérea sobrevoa a área para reconhecimento visual e avaliação das

⁴ A íntegra do vídeo pode ser conferida no seguinte endereço:
<https://www.youtube.com/watch?v=91gNT-9029k&t=384s>.

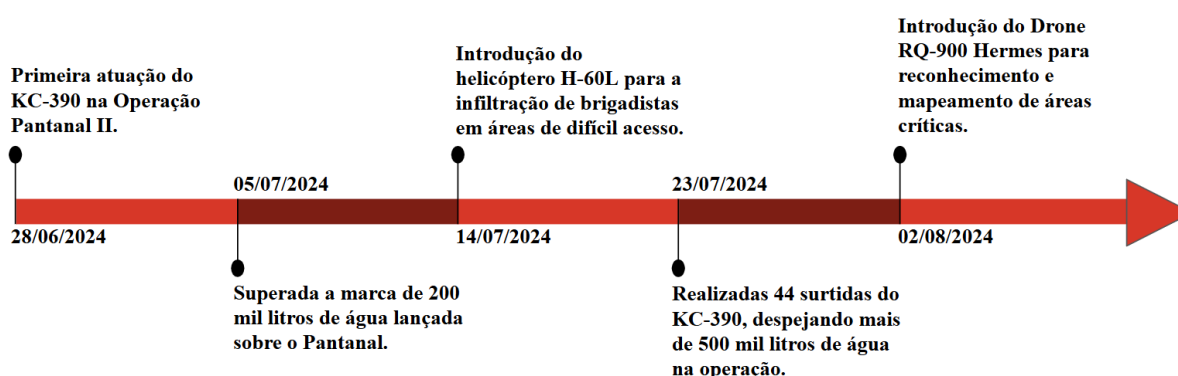
condições de segurança; somente após essa verificação é realizado o sobrevoo definitivo para o lançamento. Esse método garante a eficácia da missão e a proteção dos envolvidos (FAB SUPERA 200 MIL LITROS DE ÁGUA..., 2024).

14 de julho de 2024 – A operação foi reforçada com a incorporação do helicóptero UH-60L Black Hawk, ampliando a capacidade de pronta-resposta da FAB. Devido à sua versatilidade e capacidade multimissão, o H-60 passou a atuar principalmente no transporte e infiltração de brigadistas em áreas de difícil acesso, bem como na extração rápida dessas equipes após a execução das tarefas de controle e contenção do fogo (H-60L BLACK HAWK ENCURTARÁ A RESPOSTA..., 2024).

23 de julho de 2024 – Em menos de um mês de missão, o KC-390 já havia realizado 44 surtidas e lançado um total de 528 mil litros de água sobre áreas críticas do Pantanal. Esses dados reforçam a eficiência operacional da aeronave e do sistema MAFFS II no enfrentamento de incêndios florestais em larga escala (KC-390 SUPERA MEIO MILHÃO DE..., 2024).

2 de agosto de 2024 – A operação ganhou ainda mais capacidade de coordenação com a integração do drone RQ-900 Hermes, operado pelo 1º/12º Grupo de Aviação – Esquadrão Hórus. A aeronave remotamente pilotada passou a desempenhar um papel crucial na identificação de focos de calor e no mapeamento de áreas críticas, otimizando o planejamento das missões e a alocação dos recursos aéreos e terrestres (FORÇA AÉREA COMPONENTE..., 2024).

Figura 6: Linha do Tempo Operação Pantanal II



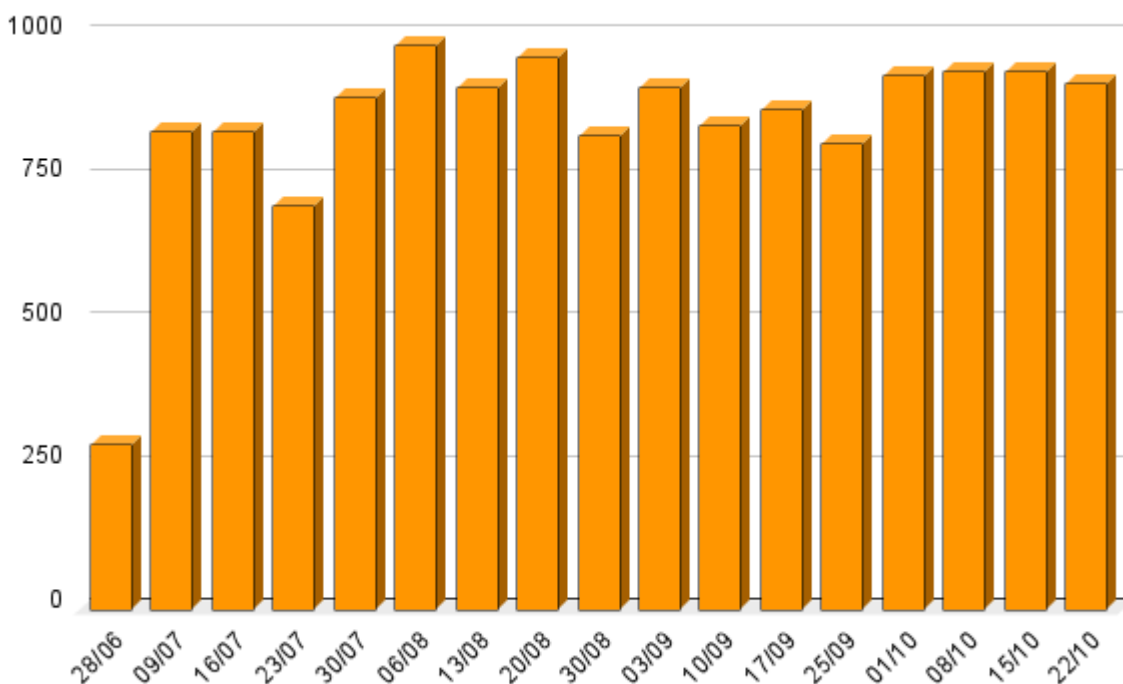
Fonte: Autoria própria feita com análise de notícias publicadas pela FAB.

A linha do tempo acima evidencia a evolução e complexidade da Operação Pantanal II, ilustrando como a combinação de novas tecnologias, capacidade multimissão e integração podem potencializar o poder aeroespacial brasileiro.

3.3 Análise dos boletins do MMAMC

Entre os dias 28 de junho e 22 de outubro de 2024, o Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMAMC) publicou 17 boletins oficiais sobre a Operação Pantanal II. Esses documentos forneceram informações essenciais para o acompanhamento das ações federais de combate aos incêndios no bioma, incluindo a quantidade de profissionais mobilizados, número de aeronaves empregadas, extensão da área queimada e evolução do número de focos de incêndio ativos, controlados e extintos (Boletins Combate a Incêndios, 2024).

O gráfico 1 apresenta a evolução do número de profissionais atuando na operação ao longo do período. As equipes foram compostas por militares das Forças Armadas, brigadistas do IBAMA e do ICMBio, além de integrantes da Força Nacional de Segurança Pública. Observa-se que, apesar do efetivo inicial relativamente reduzido (285 profissionais na primeira semana), houve uma rápida ampliação da força de trabalho. A partir da segunda semana, o contingente se estabilizou com uma média de aproximadamente 844 profissionais mobilizados por semana. Esse aumento precoce sugere uma resposta estratégica diante da gravidade dos incêndios já nas primeiras ações em campo.

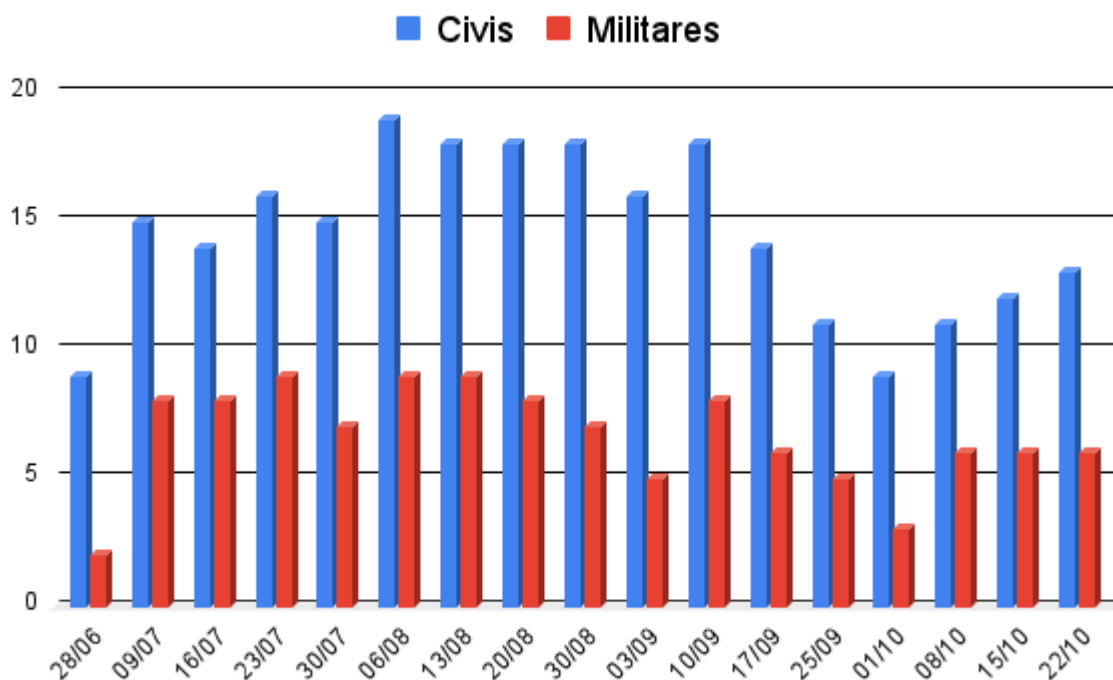
Gráfico 1 Número de profissionais mobilizados

Fonte: Autoria própria feita com análise dos dados de **Boletins Combate a Incêndios**, 2024.

O gráfico 2 ilustra a quantidade de aeronaves envolvidas na operação, discriminando aquelas de origem militar. Constatase que, em grande parte do período, pelo menos metade das aeronaves empregadas pertenciam às Forças Armadas. Entre os meios civis, destacam-se as aeronaves AT-502 Air Tractor, de pequeno porte e capacidade de dispersão de água, além dos helicópteros Long Ranger, AW119 e B3, todos operados pelo IBAMA e ICMBio.

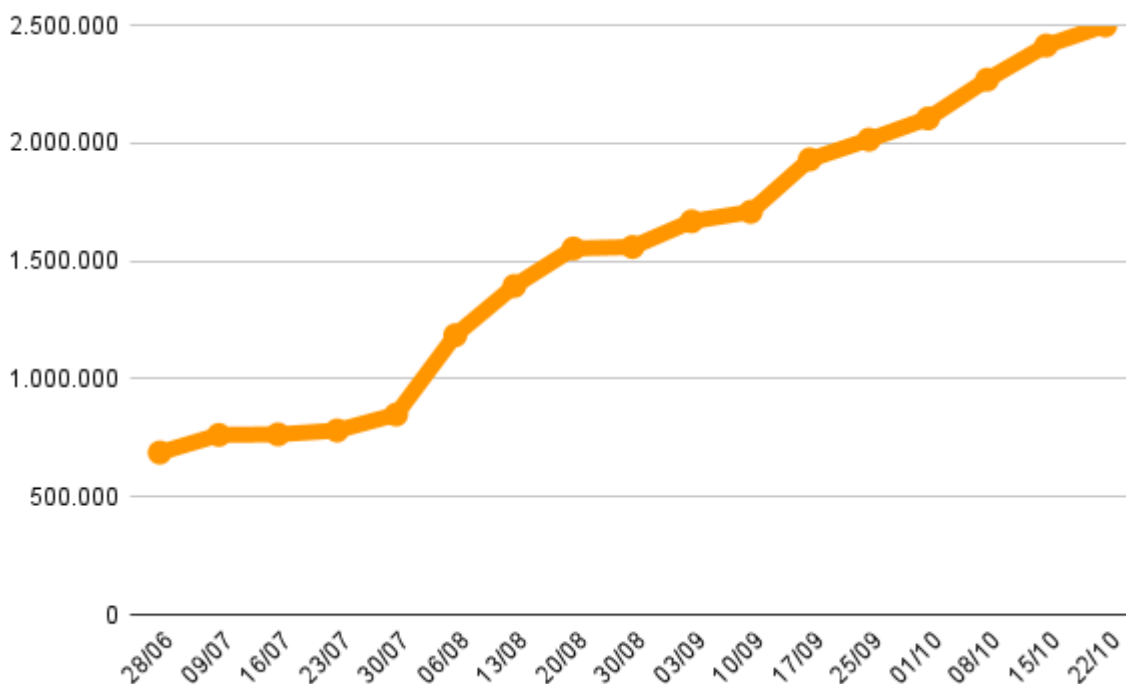
Do lado militar, o principal destaque foi o KC-390 Millennium, utilizado continuamente durante a operação para o lançamento de grandes volumes de água por meio do sistema MAFFS II. Além dele, foram empregados o C-98 Caravan e o helicóptero H-60 Black Hawk, ambos da Força Aérea Brasileira, especialmente para transporte de brigadistas e equipamentos em regiões de difícil acesso. Também participaram os helicópteros HM-1 Pantera, HM-3 Cougar (Exército Brasileiro) e o UH-15 Super Cougar (Marinha do Brasil), com funções de transporte, resgate e ataque direto aos focos com o uso de Bambi Buckets.

A redução gradual do número de aeronaves a partir de setembro pode ser explicada tanto pelo aumento do controle dos focos de incêndio no Pantanal quanto pela necessidade de redistribuir recursos aéreos para os biomas da Amazônia e do Cerrado, que passam a ser incluídos nos boletins a partir do relatório nº 9, datado de 30 de agosto de 2024.

Gráfico 2 Quantidade de aeronaves civis e militares empregadas

Fonte: Autoria própria feita com análise dos dados de **Boletins Combate a Incêndios**, 2024.

Do primeiro ao último boletim é informado que a área total queimada no Pantanal atingiu 2.499.100 hectares, o equivalente a 16,6% de todo o bioma. O gráfico referente à “Área queimada” revela uma tendência geral de crescimento contínuo, com exceção para o boletim de 6 de agosto de 2024, o 6º boletim, o qual apresenta o maior salto de expansão da área afetada. Nesse mesmo boletim foi registrada a maior mobilização aérea da operação: 19 aeronaves em ação, sendo 9 de origem militar, conforme o gráfico 2. Nos relatórios subsequentes, a taxa de crescimento da área queimada desacelera, refletindo os efeitos positivos do esforço conjunto de combate ao fogo.

Gráfico 3 Área queimada em hectares na Operação Pantanal II

Fonte: Autoria própria feita com análise dos dados de **Boletins Combate a Incêndios**, 2024.

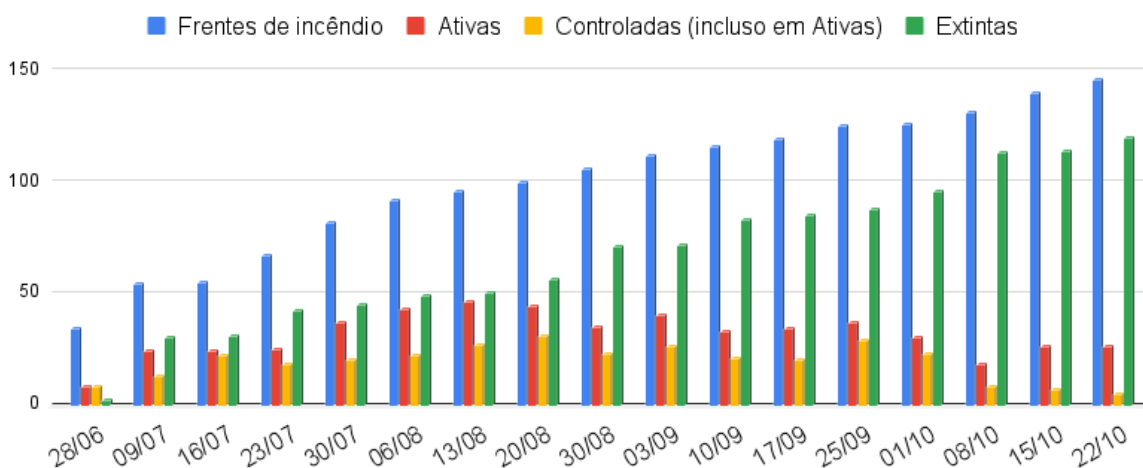
Observando o gráfico 4 “Incêndios no Pantanal” é possível inferir que logo no início da operação, em 28 de junho, foram identificadas 34 frentes de incêndio, com apenas 8 delas ativas e controladas e 2 focos extintos. Então, observou-se uma rápida escalada no número de frentes de incêndio. Em apenas três semanas, esse número quase dobrou, alcançando 67 frentes no boletim do dia 23 de julho. Esse crescimento reflete a propagação acelerada do fogo impulsionada por condições climáticas extremas durante esse período em 2024, como seca prolongada e altas temperaturas, fatores agravados pelas mudanças climáticas e principalmente, pela atuação humana, como foi relatado nos boletins.

O número de focos ativos também aumentou consideravelmente ao longo da operação, chegando a 46 no boletim de 13 de agosto. A partir desse ponto, nota-se uma tendência de estabilização e em seguida de queda. Nos boletins finais, o número de focos ativos se manteve em torno de 26, indicando o avanço no controle dos incêndios, mesmo com o aumento contínuo das frentes mapeadas.

Já os focos extintos mostram uma evolução positiva e consistente, passando de 2 para 120 no intervalo analisado. Esse crescimento contínuo ao longo dos boletins pode refletir a eficiência das ações de combate, aéreas e terrestres. A progressão constante da linha de focos

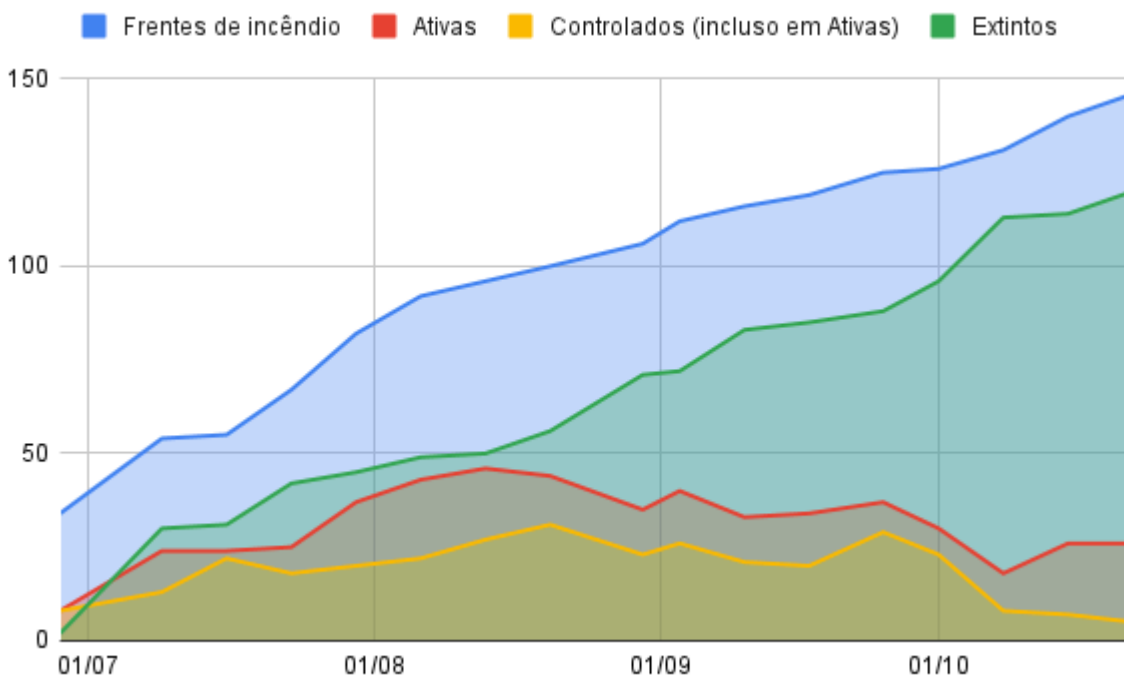
extintos, mesmo com o aumento das frentes de incêndio, evidencia que os esforços concentrados, como o uso intensivo do KC-390 com sistema MAFFS II, helicópteros equipados com Bambi Buckets, drones de monitoramento e o trabalho das brigadas em solo, tiveram impacto direto no controle e extinção das chamas.

Gráfico 4 Número de frentes de incêndio ativas, controladas e extintas



Fonte: Autoria própria feita com análise dos dados de **Boletins Combate a Incêndios**, 2024.

O gráfico 5 contém os mesmos dados do gráfico 4, porém é mostrado em linhas para dar ênfase à progressão da operação. Pode-se perceber nitidamente a linha verde acompanhando a linha azul numa crescente e as linhas vermelha e amarela decrescendo ao longo do tempo. Essa progressão enfatiza o bom controle das chamas na região, a capacidade de frear o avanço dos incêndios ativos e de os extinguir.

Gráfico 5 Gráfico 4 em linhas

Fonte: Autoria própria feita com análise dos dados de **Boletins Combate a Incêndios**, 2024.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cenário vivenciado pelo Pantanal brasileiro no ano de 2024 foi alarmante e exigiu respostas imediatas diante do aumento expressivo das queimadas descontroladas, que colocaram em risco não apenas o equilíbrio ambiental do bioma, mas também a fauna, a flora e as populações humanas da região. Esse contexto evidenciou a urgência de ações coordenadas e reforçou a importância da atuação integrada entre órgãos civis e militares.

A mobilização da Operação Pantanal II se deu de forma ágil e estratégica, envolvendo um contingente significativo de profissionais, aeronaves e recursos logísticos voltados ao enfrentamento de incêndios em áreas remotas de difícil acesso. A incorporação de tecnologias como o sistema MAFFS II, acoplado ao KC-390, aliada à utilização de helicópteros, drones de monitoramento e apoio terrestre, revelou-se essencial para o cumprimento da missão, otimizando os lançamentos aéreos de água e retardantes, bem como o mapeamento preciso dos focos de calor.

A experiência acumulada ao longo dos meses de operação representou não apenas um avanço no domínio técnico-operacional da Força Aérea Brasileira e dos demais envolvidos, mas também um marco para o ganho e desenvolvimento de doutrinas e protocolos de

emprego do poder aéreo em ações de defesa ambiental. Tais aprendizados poderão ser aplicados de forma adaptada a outros biomas estratégicos do país, como a Amazônia e o Cerrado, que igualmente sofrem com a intensificação de incêndios florestais.

Os dados analisados ao longo deste artigo indicam que os esforços conjuntos da FAB, IBAMA, ICMBio, Ministério do Meio Ambiente e demais instituições foram determinantes para conter a rápida expansão do fogo, estabilizar os focos ativos e promover a extinção progressiva das chamas. A transformação de um cenário de calamidade ambiental em um contexto de controle e mitigação é testemunho do potencial da ação coordenada entre setores civis e militares, e reforça a necessidade de investimentos contínuos em prevenção, capacitação e estrutura logística para o enfrentamento de crises ambientais no Brasil.

REFERÊNCIAS

ALFAIATE, José. **Viking (Bombardier/Canadair) (CL-515)/CL-415/CL-215T/CL-215**. 2019. Disponível em: <https://asasdeferro.blogspot.com/2019/07/viking-bombardiercanadair-cl-515cl.html>. Acesso em: 09 out. 2024.

AMARAL, Thais Gomes. **As queimadas de 2020 no bioma pantanal e seus respectivos reflexos socioambientais**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2021.

CALBRIX, C. et al. **Numerical simulation of aerial liquid drops of Canadair CL-415 and Dash-8 airtankers**. International Journal of Wildland Fire, p. 1515–1528, 2023. Disponível em: <https://www.publish.csiro.au/wf/WF22147>. Acesso em 08 de out. 2024.

CASTRO, Carlos Ferreira de; SERRA, Gouveia; PAROLA, José; REIS, José; LOURENÇO, Luciano; CORREIA, Sérgio. **Combate a Incêndios Florestais - Manual de Formação Inicial do Bombeiro**. Sintra: Escola Nacional de Bombeiros, 2006. Disponível em: <https://www.enb.pt/admin/docs/repositorio/Combate%20a%20Inc%C3%AAndios%20Florestais.pdf>. Acesso em 25 de set. 2024.

COMANDO DA AERONÁUTICA. **KC-390 Millennium realizou seu 100º voo em apoio à Operação Pantanal II**. Força Aérea Brasileira, 2024. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/43191/OPERA%C3%87%C3%83O%20PANTANAL%20-%20KC-390%20Millennium%20realizou%20seu%20100%C2%BA%20voo%20em%20apoio%20%C3%A0%20Opera%C3%A7%C3%A3o%20Pantanal%20II>. Acesso em: 10 out. 2024.

DESCUBRA COMO O AVIÃO KC-390 DA FAB É USADO PARA COMBATE A INCÊNDIO NO PANTANAL. Produção de Aero Por Trás da Aviação. Vídeo (20 min), Youtube, 28 JUL 2024. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=91gNT-9029k&t=384s>. Acesso em 15 maio 2025.

DOBBS, Joshua. **Don Arney's Bambi Bucket, a major contribution to aerial firefighting tech from the 1980s**. IPWATCHDOG, 2017. Disponível em: <https://ipwatchdog.com/2017/10/02/don-arneys-bambi-bucket-aerial-firefighting-tech/id=88568/>. Acesso em: 09 de out. 2024.

FAB SUPERA 200 MIL LITROS DE ÁGUA LANÇADOS NO COMBATE AOS INCÊNDIOS NO PANTANAL. Agência Força Aérea, Força Aérea Brasileira, 5 jul. 2024. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/42842/OPERA%C3%87%C3%83O%20PANTANAL%20-%20FAB%20supera%20200%20mil%20litros%20de%20%C3%A1gua%20lan%C3%A7ados%20no%20combate%20aos%20inc%C3%AAndios%20no%20Pantanal>. Acesso em: 6 de maio 2025.

FORÇA AÉREA COMPONENTE ATUA INTENSAMENTE NA OPERAÇÃO PANTANAL II. Agência Força Aérea, Força Aérea Brasileira, 02 ago. 2024. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/42948/OPERA%C3%87%C3%83O%20PANTANAL>

[%20-%20For%C3%A7a%20A%C3%A9rea%20Componente%20atua%20intensamente%20na%20Opera%C3%A7%C3%A3o%20Pantanal%20II](#). Acesso em 6 de maio 2025.

H-60L BLACK HAWK ENCURTARÁ A RESPOSTA NO COMBATE AOS INCÊNDIOS NO PANTANAL. Agência Força Aérea, Força Aérea Brasileira, 17 jul. 2024. Disponível em:

<https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/42882/OPERA%C3%87%C3%83O%20PANTANAL%20-%20H-60L%20Black%20Hawk%20encurtar%C3%A1%20a%20resposta%20no%20combate%20aos%20inc%C3%AAndios%20no%20Pantanal>. Acesso em 6 de maio 2025.

H-60L BLACK HAWK RESGATA DESAPARECIDOS NO PANTANAL. Agência Força Aérea, Força Aérea Brasileira, 02 ago. 2024. Disponível em:

<https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/42962/OPERA%C3%87%C3%83O%20PANTANAL%20-%20H-60L%20Black%20Hawk%20resgata%20desaparecidos%20no%20Pantanal>. Acesso em: 6 de set. 2024.

KC-390 MILLENNIUM DA FAB ATUA NO COMBATE AOS INCÊNDIOS NO PANTANAL. Agência Força Aérea, Força Aérea Brasileira, 28 jun. 2024. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/42810/OPERA%C3%A7%C3%A3O%20PANTANAL%20-%20KC-390%20Millennium%20da%20FAB%20atua%20no%20combate%20aos%20inc%C3%AAndios%20no%20Pantanal>. Acesso em: 6 de maio 2025.

KC-390 SUPERA MEIO MILHÃO DE LITROS DE ÁGUA NO COMBATE AOS INCÊNDIOS NO PANTANAL. Agência Força Aérea, Força Aérea Brasileira, 23 jul. 2024. Disponível em:

<https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/42906/OPERA%C3%87%C3%83O%20PANTANAL%20-%20KC-390%20supera%20meio%20mil%C3%A3o%20de%20litros%20de%20%C3%A1gua%20no%20combate%20aos%20inc%C3%AAndios%20no%20Pantanal>. Acesso em: 6 de maio 2025.

FIDALGO, António. FERNANDES, Ana Sá. **Efeito dos incêndios florestais no ecossistema: revisão integrativa.** Territorium, 2023. Disponível em: <https://impactum-journals.uc.pt/territorium/article/view/11185>. Acesso em 10 de out. 2024.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa.** São Paulo, 2002.

GUIMARÃES, Pompeu Paes; SOUZA, Samira Murelli de; FIEDLER, Nilton César; SILVA, Aderbal Gomes da. **Análise dos impactos ambientais de um incêndio florestal.** Agrarian Academy, [S. l.], v. 1, n. 01, p. 38-60, 2014. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/agrarian/article/view/5210>. Acesso em: 25 set. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. **Relatório C-130 Hércules e MAFFS: visita técnica.** Brasília, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Jose-Carlos-Morais/publication/279912219_Relatorio_de_uso_Equipamento_maffs_para_Hercules_C_130/links/559d7ac808ae76bed0bb3c4d/Relatorio-de-uso-Equipamento-maffs-para-Hercules-C-130.pdf. Acesso em: 09 de out. 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. **Programa Queimadas - Situação Atual.** São José dos Campos, 2024. Disponível em:

https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/queimadas/situacao-atual/situacao_atual/. Acesso em 6 set. 2024.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Técnicas de Pesquisa**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

LOPES, Mônica. **KC-390 Millenium supera a marca de 1 milhão de litros de água no Pantanal**. Força Aérea Brasileira, 2024. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/42988/OPERA%C3%87%C3%83O%20PANTANAL%20-%20KC-390%20Millennium%20supera%20a%20marca%20de%201%20Milh%C3%A3o%20de%20litros%20de%20%C3%A1gua%20no%20Pantanal>. Acesso em: 6 de set. 2024.

MINISTÉRIO DA DEFESA. **Portaria GM-MD nº 3.179, de 27 de junho de 2024**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, v. 515, n. 120, p. 37, 28 jun. 2024. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=28/06/2024&jornal=515&pagina=37&totalArquivos=340>. Acesso em: 06 set. 2024.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA. **Boletins Combate a Incêndios**. Brasília, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/composicao/secd/boletim-combate-aos-incendios>. Acesso em: 13 mai. 2024.

PRIMAVESI, Odo; ARZABE, Cristina; PEDREIRA, Márcio dos Santos. **Mudanças climáticas: visão tropical integrada das causas, dos impactos e de possíveis soluções para ambientes rurais ou urbanos**. Embrapa Pecuária Sudeste, 2007. Disponível em: <https://agris.fao.org/search/en/providers/122419/records/647355f22c1d629bc97a17e0>. Acesso em: 10 de out. 2024

REVISTA FORÇA AÉREA. **FAB envia C-130 MAFFS para combate a incêndios no Chile**. 2023. Disponível em: <https://forcaarea.com.br/fab-envia-c-130-maffs-para-combate-a-incendios-no-chile/>. Acesso em: 09 out. 2024.

RIBEIRO, Helena; ASSUNÇÃO, João Vicente de. **Efeitos das queimadas na saúde humana**. Estudos Avançados, v. 16, n. 44, p. 125–148, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/5KxLnbYV6c8kRph4Dxd49rv/?lang=pt>. Acesso em 6 de set. 2024

SCHRAMM, Saul. **Treinamento de combate ao fogo qualifica novos soldados dos Bombeiros para atuar em incêndios florestais**. Governo de Mato Grosso do Sul, 2024. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ms.gov.br/treino-de-combate-direto-ao-fogo-qualifica-novos-soldados-dos-bombeiros-para-atuar-em-incendios-florestais/#:~:text=O%20treinamento%20dos%20alunos%20soldados.urbanos%2C%20entre%20outras%20diversas%20ocorr%C3%Aancias>. Acesso em: 09 de out. 2024.

SCHUMACHER, Mauro Valdir; DICK, Grasiela. **Incêndios florestais, 3ª ed. rev.** Santa Maria, RS: Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Ciências Florestais, 2018. Disponível em:

<https://1library.org/document/q5rgorwz-incendios-florestais-o-edicao-revisada.html>. Acesso em: 6 de out. 2024.

SEYZINSKI, D. T. et al. **Effective use of a helicopter with a Bambi bucket firefighting system in Bulgaria**. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, v. 664, n. 1, p. 0–8, 2019. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/664/1/012005/meta>. Acesso em: 08 de out. 2024.

SOUZA, Matheus H. **Uso do fogo controlado previne incêndios florestais em Águas Emendadas**. Agência Brasília, 2024. Disponível em: <https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/2024/07/10/uso-de-fogo-controlado-previne-incendios-florestais-em-aguas-emendadas/>. Acesso em: 09 de out. 2024.

VALENTE, Lucas Monteiro da Silva Costa; CAMPOS, Antonio Carlos Vieira de. **A utilização de aeronaves em operações de combate a incêndios florestais**. Revista Brasileira de Aviação Civil & Ciências Aeronáuticas, , v. 1, n. 5, p. 262-310, 2021. Disponível em: <https://rbac.cia.emnuvens.com.br/revista/article/view/79>. Acesso em: 6 de set. 2024.