

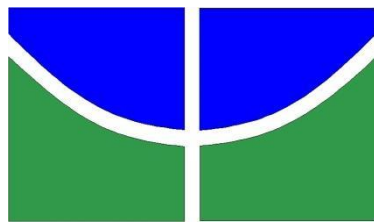


**VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS E INDÍCES DE PERIGO DE INCÊNDIO
FLORESTAL NA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL FAZENDA ÁGUA LIMPA**

Marco Antônio Amado Silva

FACULDADE DE TECNOLOGIA

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA (UNB)

FACULDADE DE TECNOLOGIA (FT)

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL (EFL)

**VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS E ÍNDICES DE PERIGO DE INCÊNDIO
FLORESTAL NA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL FAZENDA ÁGUA LIMPA**

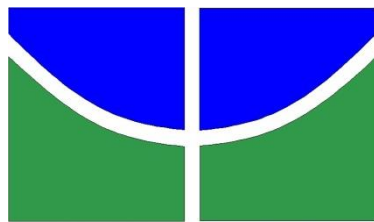
Marco Antônio Amado Silva

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação
apresentado ao Departamento de Engenharia Florestal da
Universidade de Brasília, como parte das exigências para
obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Reginaldo Sérgio Pereira

Brasília, Distrito Federal

14 de dezembro de 2023.



Universidade de Brasília - UnB
Faculdade de Tecnologia - FT
Departamento de Engenharia Florestal - EFL

**VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS E ÍNDICES DE PERIGO DE INCÊNDIO
FLORESTAL NA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL FAZENDA ÁGUA LIMPA**

Estudante: Marco Antônio Amado Silva

Matrícula: 15/001632

Orientador: Reginaldo Sérgio Pereira

Menção: MS

Prof. Dr. Reginaldo Sérgio Pereira
Universidade de Brasília – UnB
Departamento de Engenharia Florestal
Orientador (EFL)

Prof. Dr. Eraldo Aparecido Trondoli Matricardi
Universidade de Brasília – UnB
Membro Interno da Banca (EFL)

Dr. Sarah Cristine Martins Neri
Instituto Federal Goiano - IF Goiano Campus Ceres
Membro Externo da Banca

Brasília-DF, 14 de dezembro de 2023.

Departamento de Engenharia Florestal (EFL)-FT

Universidade de Brasília (UnB)

marco3shoto@gmail.com

RESUMO

O trabalho realizado abordou informações sobre variáveis meteorológicas e a estrutura para a prevenção e combate aos incêndios florestais na Fazenda Água Limpa da UnB. Os objetivos visaram identificar anos de maior ocorrência de fogo na unidade, levantar a infraestrutura atual das estradas de acesso, as ações utilizadas na prevenção do fogo, a infraestrutura disponível para o combate, e calcular índices de perigo de incêndios florestais. Através dos registros das ocorrências de fogo na FAL, constantes no livro de ocorrência da segurança patrimonial e ambiental da unidade, e análise documental de relatórios anuais realizados pela administração da área, procurou-se identificar os anos de maiores incidências de incêndios florestais na FAL. Foram levantadas as variáveis meteorológicas da estação presente na unidade e determinados os índices de perigo de incêndios pelas fórmulas de Angstron, FMA e FMA+. Foi analisada a infraestrutura de veículos, máquinas, equipamentos, mão-de-obra operacional, infraestrutura de acesso, e as estratégias e ações de prevenção e combate. As principais conclusões podem ser extraídas do trabalho: (a) os anos de 2004, 2007 e 2011 foram os de maior ocorrência de fogo; (b) a FAL possui mais de 250 km de estradas rurais não pavimentadas, possibilitando a brigada se deslocar para qualquer área dentro da unidade; (c) as ações de prevenção realizada na FAL são adequadas, envolvendo roçadas com trator e queima controlada; (d) os equipamentos, máquinas e contingente humano para o combate inicial do fogo é adequado e suficiente, bem como, a vigilância por ronda motorizada e monitoramento por câmeras; (e) os índices de perigo de fogo demonstraram eficiência para o alerta do risco em todos os anos; (f) o apoio dos órgãos externos a UnB é crucial na prevenção e combate aos incêndios florestais na unidade; e (g) a FAL precisa investir em equipamentos de proteção individual (EPI) no equipamento denominado “soprador” para a sua brigada, além de reciclagem em treinamentos específicos.

Palavras-chave: Incêndios florestais, Unidade de Conservação, Cerrado.

ABSTRACT

The work carried out covered information on meteorological variables and the structure for preventing and fighting forest fires at UnB's Água Limpa Farm. The objectives were to identify the years when fire occurred most frequently at the unit, to survey the current infrastructure of the access roads, the actions used to prevent fire, the infrastructure available for firefighting, and to calculate forest fire danger indices. The aim was to identify the years with the highest incidences of forest fires in the FAL, using the records of fire incidents in the unit's property and environmental security occurrence book, and a documentary analysis of the annual reports produced by the area's administration. The meteorological variables of the unit's weather station were collected and the fire danger indices were determined using the Angstrom, FMA and FMA+ formula. The infrastructure of vehicles, machinery, equipment, operational manpower, access infrastructure, and prevention and combat strategies and actions were analyzed. The main conclusions can be drawn from the work: (a) the years 2004, 2007 and 2011 were the years with the highest occurrence of fire; (b) the FAL has more than 250 km of unpaved rural roads, making it possible for the brigade to move to any area within the unit; (c) the prevention actions carried out at the FAL are adequate, involving tractor mowing and controlled burning; (d) the equipment, machinery and human contingent for the initial firefighting is adequate and sufficient, as well as surveillance by motorized patrol and camera monitoring; (e) the fire danger indices have been effective in warning of the risk in all years; (f) the support of agencies outside UnB is crucial in preventing and fighting forest fires in the unit; and (g) FAL needs to invest in personal protective equipment (PPE) in the equipment called "blower" for its brigade, as well as retraining in specific training.

Keywords: Forest fires, Conservation Unit, Savannah.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
1.1	Problema de Pesquisa	9
2	REVISÃO DE LITERATURA	11
2.3.	As unidades de conservação do Distrito Federal	12
2.3.1.	Parque Nacional de Brasília (PNB)	13
2.3.2.	Floresta Nacional de Brasília (FLONA)	14
2.4.	A Área de Proteção Ambiental (APA) GAMA e Cabeça-de-Veado	15
2.5.	Incêndios Florestais no Distrito Federal	17
3	METODOLOGIA	20
3.1	Área do Estudo	20
3.2.	Levantamento Histórico das Ocorrências de Fogo na FAL	20
3.3.	Análise dos Fatores Facilitadores da Ocorrência do Fogo	21
3.3.1.	Comportamento da Variáveis Meteorológicas	21
3.3.2.	Índices de Perigo de Incêndio Florestal	21
3.3.3.	Evolução da Infraestrutura de Prevenção e Combate	23
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1.	Variáveis Meteorológicas	24
4.1.	Variáveis Meteorológicas	27
4.3	Avaliação da Infraestrutura de Prevenção e Combate	29
4.3.1.	Ações de Prevenção aos Incêndios Florestais	30
4.3.1.	Ações de Combate aos Incêndios Florestais	32
5	CONCLUSÕES	34
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APA	Área de Proteção Ambiental
ARIE's	Áreas de Relevante Interesse Ecológico
BPMA	Batalhão de Polícia do Meio Ambiente
CAESB	Companhia de Águas e Esgotos de Brasília
CBMDF	Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
DF	Distrito Federal
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
DER	Departamento de Estradas de Rodagem
EPIA	Estrada Parque Indústria e Abastecimento
EEAE	Estação Ecológica Águas Emendadas
EEIBGE	Estação Ecológica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ESEC-AE	Estação Ecológica de Águas Emendadas
EMATER	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
FAV	Faculdade de Agronomia e Veterinária
FMA	Fórmula de Monte Alegre
FMA+	Fórmula de Monte Alegre Modificada
IBRAM	Instituto Brasília Ambiental
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
JBB	Jardim Botânico de Brasília
FLONA	Floresta Nacional de Brasília
FAI	Fazenda Água Limpa
MIF	Manejo Integrado do Fogo
NOVACAP	Companhia Urbanizadora da Nova Capital do Brasil
PNB	Parque Nacional de Brasília
PPCIF	Plano de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais do Distrito Federal
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
SLU	Superintendência de Limpeza Urbana
SEMA	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Proteção Animal do Distrito Federal
SEAGRI	Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento e Desenvolvimento Rural
TERRACAP	Companhia Imobiliária de Brasília
UC	Unidades de Conservação
UNB	Universidade de Brasília
VATN	Veículos Aéreos Não Tripulados

1 INTRODUÇÃO

O fogo é uma ferramenta utilizada pela humanidade há milênios, porém, infelizmente, o número de incêndios florestais no Brasil tem aumentado consideravelmente devido ao uso irresponsável do fogo e à falta de cuidados com os eventos naturais (SILVA, 2018). Desta forma, torna-se fundamental adotar medidas cautelares para evitar essas tragédias devastadoras. O ano de 2023 foi atípico para as regiões tropicais, com temperaturas altas, secas extremas e intensas, escassez de água e incêndios severos em decorrência da crise climática que o mundo vem presenciando nos últimos anos.

Há milhares de anos, há evidências do fogo em ambientes de Cerrado por ocorrência natural ou por influência humana, utilizado no processo produtivo da agricultura no manejo e implantação de culturas agrícolas de pequeno a grande porte, e na pecuária para criação e manutenção de pasto para gado, onde as alterações nos padrões de fogo nesse bioma incidem na perda da biodiversidade que equivale a 5% da diversidade da fauna mundial e 33% da biota brasileira. Há existência de cerca de 6 mil espécies vegetais vasculares no cerrado, tornaram-no em um dos 25 hotspots de biodiversidade no planeta, ressaltando sua importância ecológica (JUNIOR et al., 2018).

Os incêndios florestais no Brasil e em todo o mundo são um fenômeno preocupante que pode ser causado tanto por eventos naturais (raios, temperaturas elevadas, vegetação seca, combustão espontânea, ventos fortes, dentre outros) quanto por ações humanas tidas como antrópicas, intencionais ou negligentes (descarte irregular de cigarro, limpeza de áreas, descuido com fogueiras de acampamento, fogo em lixos, dentre outros). É importante compreender as principais causas desses incêndios para tomar medidas efetivas de prevenção e combate (CANZIAN et al., 2018).

A situação urgente dos incêndios no Brasil tem requerido ação imediata das autoridades por meio do manejo integrado do fogo (MIF). O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) é responsável pela política de prevenção e combate aos incêndios florestais em todo o território nacional, por meio de campanhas educativas, treinamento e capacitação de produtores rurais e brigadistas, monitoramento, pesquisa e ações in loco de combate ao fogo, realizado pelo Centro Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais (PREVfogo). Portanto, medidas de monitoramento, controle e combate aos incêndios florestais estão sendo implementadas, juntamente com sanções penais e administrativas para garantir a responsabilidade dos infratores (ALMEIDA et al., 2019; BRASIL, 2020).

Nesse sentido, é importante que sejam estabelecidas sanções penais e administrativas para aqueles que são responsáveis por provocar esses incêndios criminosos. Essas sanções têm o objetivo de garantir a responsabilidade dos infratores, mostrando claramente que tais atitudes são inaceitáveis e terão consequências sérias conforme previsto na Lei 9.605 de 1998 com previsão de pena de reclusão de dois a quatro anos e multa de R\$ 1 mil reais por hectare, bem como ser chamado a reparar os danos causados. É necessário combater firmemente qualquer forma de negligência ou intenção criminosa por trás desses incêndios devastadores (BRASIL, 1998; SOUZA, 2017).

Dessa forma, vale ressaltar também que preservar as florestas é uma questão vital não apenas para o meio ambiente, mas também para a própria sobrevivência da raça humana. As florestas desempenham um papel fundamental na regulação do clima global, na manutenção da biodiversidade e no fornecimento de recursos naturais indispensáveis à vida. Assim, as ações concretas devem ser tomadas para conter o fogo, identificar os responsáveis e aplicar as punições adequadas. Só assim é possível preservar o patrimônio natural e garantir um futuro mais sustentável para a humanidade (NUNES et al., 2017).

Nessa perspectiva, a utilização de tecnologias no combate aos incêndios florestais tem se mostrado cada vez mais necessária e eficiente, tais como: Sensores meteorológicos para prever a probabilidade de ocorrência de incêndio; Sistemas de comunicações robustos que permitem a coordenação e troca de informações entre as equipes de combate aos incêndios e os centros de comando; Utilização de produtos químicos como géis retardadores de fogo; e Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT's). Semelhantemente, as tecnologias têm desempenhado um papel crucial, proporcionando recursos avançados para detecção precoce, monitoramento em tempo real e combate eficaz aos focos mitigando os impactos (RIBEIRO, 2014; FIGUEIRA et al., 2018 e ZOBY, 2020; DAGORT, 2022).

Desse modo, essas soluções tecnológicas permitem uma atuação mais rápida e precisa por parte dos bombeiros e equipes de resgate, minimizando os danos causados pelo fogo (FALLEIRO et al., 2016). Com a utilização dessas tecnologias inovadoras, é possível salvar vidas, proteger o meio ambiente e preservar o patrimônio natural de forma efetiva.

Dentre os fatores responsáveis pela ocorrência e propagação do fogo no Cerrado, Durigan e Ratter (2016), destacaram as condições climáticas no período de seco. Lourenço (2013) mencionou que a temperatura do ar, a umidade relativa do ar, a velocidade do vento e a precipitação são as que mais influenciam no fogo. Na ocorrência das chuvas se reduz a possibilidade de ocorrência de incêndios, pela influência na inflamabilidade do combustível florestal (SOARES; BATISTA, 2004).

As variáveis climáticas diárias são utilizadas para o conhecimento do grau diário de perigo de ocorrência e propagação de um incêndio florestal. Desta forma, são determinados os índices de perigo de incêndios florestais para cada dia, servindo como uma ferramenta de apoio no planejamento das atividades de prevenção e combate (SOARES; BATISTA, 2007). A fórmula de monte alegre (FMA) foi utilizada por Santos et al., (2017) para a determinação do índice de perigo de fogo no bioma Caatinga. A eficiência de cinco índices de perigo de incêndios (Angstron, Nesterov, Telecyn, FMA e FMA+) para o município de Jataí - GO foi testada por Gonçalves e Dias (2019). Esses índices também foram determinados para uma área de transição Cerrado-Amazônia (CASAVECCHIA et al., 2019).

O objetivo geral do trabalho foi levantar informações sobre variáveis meteorológicas e a estrutura para a prevenção e combate aos incêndios florestais na Estação Experimental da UnB, Fazenda Água Limpa, visando subsidiar a melhoria das ações e estratégias de supressão do fogo. Como objetivos específicos citam-se: (i) identificar os anos de maior ocorrência de fogo na unidade; (ii) levantar a infraestrutura atual das estradas de acesso; (iii) levantar as ações utilizadas na prevenção do fogo; (iv) caracterizar e quantificar as máquinas, equipamentos e o contingente humano disponível para a o combate ao fogo; (v) calcular com base nas variáveis meteorológicas os índices de perigo de incêndios florestais pelas fórmulas de Monte Alegre (FMA), Monte Alegre Modificada (FMA+) e Angstron.

1.1 Problema de Pesquisa

Os incêndios florestais no Brasil e no mundo estão relacionados a fenômenos naturais ou eventos causados pelo homem, sendo intencionais ou negligenciados de forma direta ou indireta (CANZIAN et al., 2018). O fogo é utilizado pelo homem há milhares de anos, mas com o aumento do emprego de ferramentas associadas a eventos naturais, bem como a falta de cautela com o uso do fogo, vem aumentando consideravelmente o número de incêndios florestais no Brasil, obrigando as autoridades brasileiras a adotarem medidas de combate aos incêndios florestais e do uso de sanções penais e administrativas (NUNES et al., 2017).

Os incêndios florestais são um problema recorrente há séculos, causando danos irreparáveis ao meio ambiente, à vida selvagem e às vidas humanas. Com o aumento da frequência e gravidade destes incêndios, tornou-se crucial encontrar medidas eficazes para mitigar e prevenir a sua ocorrência. Felizmente, os avanços tecnológicos revolucionaram a forma como os incêndios florestais são abordados, fornecendo ferramentas inovadoras para preveni-los, controlá-los e combatê-los, (FIGUEIRA et al., 2018). Assim possuímos diferentes maneiras para atuar no combate como: o manejo

integrado do fogo, uso de aceiros, VANT's (Veículos Aéreos Não Tripulados), Sistemas de Informação geográfica (SIG), entre outros métodos.

Nesse contexto, as questões de pesquisa serem respondidas são: (a) as estratégias e ações de prevenção utilizadas pelos gestores da Fazenda Água Limpa (FAL) são adequadas e suficientes para o controle dos incêndios florestais? (b) o apoio dos órgãos externos (Instituto Brasília Ambiental (IBRAM), Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (CBMDF) etc.) à FAL está sendo suficiente? e c) quais melhorias precisam ser implementadas?

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O fogo no cerrado

O fogo é um elemento de grande importância ecológica no cerrado. As queimadas naturais que ocorrem na transição da estação seca e chuvosa atuam como uma força evolutiva, selecionando espécies resistentes ou até dependentes. O fogo é utilizado como instrumento de manejo e proteção de áreas produtivas servindo para renovação de pastagens naturais e na limpeza de áreas agrícolas. O problema é que muitas queimadas não são manejadas de formas adequadas ou são de origem criminosa, levando a ocorrência de incêndios que causam grandes impactos socioambientais.

O cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, superado apenas pela floresta Amazônica, ocupando cerca de 20% do território nacional com área de aproximadamente 1,8 milhões de Km². Caracteriza-se por dois períodos sazonais distintos, um período seco, de maio a setembro, e um chuvoso, entre outubro e abril (KOULIKOFF, 2014).

Portanto, para a estrutura do bioma cerrado, o fogo torna-se imprescindível. Um exemplo da importância do fogo no cerrado diz respeito as espécies que constituem o estrato arbóreo. O fogo acelera o processo de ciclagem. A ciclagem de nutrientes permite que os nutrientes disponibilizados no solo, sejam utilizados pela vegetação, contribuindo para seu desenvolvimento. O calor provocado pelo fogo também quebra a dormência das sementes estimulando assim, a germinação (KOULIKOFF, 2014).

2.2. O papel das variáveis meteorológicas

As variáveis meteorológicas empenham uma função muito importante no combate e também no comportamento do fogo. Vale destacar a importância de conhecer estes componentes para a eficácia das operações de combate em uma ocorrência de propagação de fogo. Dessa forma é possível afirmar que a ocorrência e propagação dos incêndios em vegetação estão relacionados à umidade relativa do ar, temperatura do ar e a precipitação, ou seja, quanto maior a umidade relativa do ar e a precipitação, menores as chances de ocorrência de incêndios.

Dentre as variáveis, o vento é incluído como uma variável climática de potencial influência para a propagação do fogo, pois quanto maior a velocidade do vento, mais rápida será a propagação, podendo sofrer alterações em seu direcionamento o que pode implicar em uma resposta no combate das chamas (FERNANDEZ, 2019).

A umidade relativa do ar é responsável, em conjunto com a temperatura do ar, pelo teor de umidade do material combustível (folhas, grama, pedaços de madeira morta, troncos derrubados, tocos, mudas, lixo e arbustos) a partir do momento em que não esteja ocorrendo chuvas. A umidade

atmosférica é um elemento chave na determinação dos fatores que contribuem para ocorrência de incêndios, misturando-se com os gases presentes na atmosfera, porém mantendo sua própria característica e identidade, ou seja, um gás não inflamável nem comburente (SOARES; BATISTA, 2007).

Ao analisar a temperatura do ar, é possível observar que ela atua direta e indiretamente na iniciação e na propagação do fogo. Indiretamente, a temperatura age sobre outros fatores, como os ventos e a precipitação, que atuam na propagação do fogo, além da atuação dos materiais combustíveis estando com baixa umidade. Portanto, como o papel da temperatura de forma direta é a combustão do fogo, deve-se o “suposto” combustível alcançar elevadas temperaturas, sendo diretamente influenciada pela alta temperatura do ambiente.

Já a precipitação atua tanto na combustão quanto na propagação dos incêndios florestais. As estações secas, com estiagens prolongadas, interferem no potencial de disseminação dos incêndios de diferentes formas, entre, principalmente, por secar o material combustível sobre o solo e por diminuir o teor de umidade da vegetação verde, aumentando a probabilidade de combustão pela quantidade de material combustível, podem apresentar características completamente diferentes com relação ao perigo de incêndios. Conforme a ocorrência a distribuição uniforme da chuva durante todo o ano, sabemos que possuímos uma estação seca definida, porém ao analisarmos o potencial de ocorrência e propagação de incêndios, vemos que em casos de períodos chuvosos intervalados durante o ano é bem menor do que, por exemplo, o potencial de uma região em que a estação chuvosa seja concentrada em alguns meses, com longos períodos de estiagem durante outros meses (WHITE; RIBEIRO, 2011). A distribuição da precipitação é um fator fundamental na definição do início, término e duração das estações de alto potencial de incêndio (SOARES, 1985).

2.3. As unidades de conservação do Distrito Federal

As unidades de conservação (UCs), são espaços especialmente protegidos por lei, destinadas à proteção e conservação do meio ambiente. Além de cumprirem outras funções importantes, tanto do ponto de vista ambiental, quanto sociocultural, dentre essas a conservação dos recursos ambientais e da biodiversidade como um todo, manutenção do equilíbrio dos ciclos de água e de nutrientes, manutenção da qualidade do ar, além de serem espaços destinados à realização de pesquisas, Educação Ambiental e, até mesmo, o lazer (SANTOS et al., 2007).

De acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC, Unidade de Conservação (2000) pode ser definida como um “espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo

as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção” (SNUC, 2000).

O SNUC divide as unidades de conservação em Unidades de Proteção Integral sendo estas: Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Distrital, Monumento Natural e Refúgio de Vida Silvestre; e as Unidades de uso Sustentável sendo elas divididas em: Áreas de Proteção Ambiental, Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Distrital, Parque Ecológico, Reserva de Fauna e as Reservas Particular do Patrimônio Natural, sendo na primeira admitido o uso apenas indireto dos seus recursos naturais, salvo casos previstos na lei e a última com o objetivo de compatibilizar a conservação com o uso sustentável (ALMEIDA, 2009). No Distrito Federal, sendo O Parque Nacional de Brasília e a Floresta Nacional (PNB) de Brasília (FLONA).

2.3.1. Parque Nacional de Brasília (PNB)

A Unidade de Conservação do Parque Nacional de Brasília (PNB) é uma de proteção integral e localizado aproximadamente 10 km do centro de Brasília, na porção noroeste do Distrito Federal. A entrada para visitantes (Zona de Uso Intensivo) situa-se na Estrada Parque Indústria e Abastecimento (EPIA). Existem outras entradas, com acesso exclusivo para serviço e controlado, inclusive a de acesso a Barragem de Santa Maria, que se situa dentro dos limites do Parque, sendo operada pela Companhia de Águas e Esgotos de Brasília - CAESB. O Parque conta com infraestrutura de recepção e recreação, com duas piscinas formadas com a captação de águas minerais, lanchonetes, sanitários, trilhas ecológicas e o centro de visitantes.

A criação do Parque surgiu da necessidade de se proteger os rios fornecedores de água potável para a Capital Federal e de manter a vegetação em seu estado natural, sendo um dos aspectos mais relevantes para garantia de apropriação da água (ABDALA, 2002), recurso natural abundante na área e de importância estratégica para o Distrito Federal, já que a área do Parque engloba as bacias do rio do Torto e Bananal, que alimentam a barragem de Santa Maria. De acordo com o Plano de Manejo do Parque, “em termos de volume, as águas superficiais do sistema de captação das bacias do Córrego Santa Maria e Torto, contribuem atualmente com cerca de 20% do abastecimento público do Distrito Federal” (FUNATURA, 1998).

O Parque Nacional de Brasília é o terceiro mais visitado do país, registrando-se mais de 800 mil visitantes/ano entre o público pagante, vale destacar que crianças menores de 10 anos e idosos acima de 65 anos, possuem entrada franca. Em relação ao público visitante vemos três classes de grupos: grupos que frequentam quase diariamente para uma interação de esporte ao ar livre, o público pagante em busca de lazer, e os que fazem pré agendamentos. Apesar do grande fluxo de visitantes, pode-se dizer que a importância ambiental do Parque Nacional de Brasília é desconhecida, dentre a maioria dos residentes de Brasília, são poucos os que conhecem a real dimensão da área do parque e o fato da extrema importância na preservação da qualidade do lago artificial de Santa Maria, que abastece parte do Distrito Federal, localizada dentro do parque.

2.3.2. Floresta Nacional de Brasília (FLONA)

A Floresta Nacional de Brasília foi criada pelo Decreto s/n de 10 de junho de 1999, que autorizou a União a aceitar a doação de imóveis que lhe faz a Companhia Imobiliária de Brasília (TERRACAP). Esta Flona surgiu do compromisso do Governo do Distrito Federal de doar os imóveis que compõem sua área à União, com o intuito de criação desta unidade de conservação. De acordo com fontes oficiais uma Floresta Nacional pode ser denominada como “uma unidade de Uso Sustentável com cobertura florestal de espécies predominantemente nativas e tem como objetivo básico o uso múltiplo e sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica.

Neste mesmo sentido o autor afirma que “a Floresta Nacional é de posse e domínio público, sendo que as áreas particulares incluídas em seus limites devem ser desapropriadas de acordo com o que dispõe a lei”. Tendo como redação: “a visitação pública é permitida, condicionada às normas estabelecidas para o manejo da unidade” e ainda “a pesquisa é permitida e incentivada, sujeitando-se à prévia autorização do órgão responsável pela administração da unidade às condições e restrições por este estabelecidas e àquelas previstas em regulamento“(OLIVEIRA,2021).

Em referência aos objetivos específicos da Unidade de Conservação de Uso Sustentável Floresta Nacional de Brasília, conforme disposto no seu Decreto de criação, no Art. 3º, fica determinado os seguintes objetivos específicos que é “ promover o manejo de uso múltiplo e de forma sustentável dos recursos naturais renováveis, a manutenção e proteção dos recursos hídricos e da biodiversidade do Cerrado, a recuperação de áreas degradadas, a educação florestal e ambiental, a manutenção de amostras

do fragmento do ecossistema e o apoio ao desenvolvimento sustentável dos recursos naturais das áreas limítrofes” (BRASIL, 1999).

A Flona de Brasília é composta por quatro áreas descontínuas, que totalizam 9.346 ha. Localizando-se a Área 1 e 2 na Região Administrativa de Taguatinga e as Áreas 3 e 4 na Região Administrativa de Brazlândia. A Área 1 possui 3.353,18 ha e, envolvendo o Ribeirão das Pedras, localiza se entre o Córrego Currais, e as Rodovias BR-070 e a DF-001. No local existem reflorestamentos com algumas variedades de Eucaliptus e de Pinus, além de fitofisionomias de cerrado, principalmente em área de preservação permanente envolvendo as nascentes dos Córregos Currais e Pedras (NASCIMENTO; PAZ, 2015).

Segundo Coelho (2007), corroborado pela constatação em campo, a área mais preservada da Flona de Brasília. A Área 2 tem 996,48 ha e está localizada entre a Rodovia DF-001 e os Córregos Cana do Reino, Cabeceira do Vale e Poço d'Água (NASCIMENTO; PAZ, 2015). Encontrasse tomada por um assentamento denominado “26 de setembro”. A área vem sofrendo nos últimos anos com o parcelamento irregular de chácaras pré-existentes, com ocupação desordenada e predatória (COELHO, 2007). A Área 3 tem 3.071 ha e está localizada entre a Rodovia DF-180, ao lado da cidade de Brazlândia e ao Rio Descoberto, que faz limite com municípios do Estado de Goiás. A área é dividida em talhões, com chácaras “regularizadas” na parte conhecida como Capãozinho, e invasões na parte sul, conhecida como Maranata (COELHO, 2007). A Área 4 possui 1.925,62 ha e está localizada entre as Rodovias DF-435 e DF-415, envolvendo os córregos Capão da Onça, Barroco, Jatobá e Guariroba.

2.4. A Área de Proteção Ambiental (APA) GAMA e Cabeça-de-Veado

A Área de Proteção Ambiental (APA) é uma unidade de conservação de uso Sustentável, ou seja, é uma unidade de conservação ao qual busca conciliar a proteção do meio ambiente com as necessidades humanas, estabelecendo mecanismos de participação direta da sociedade civil na gestão pública do acesso e uso de um dado território e de seus recursos naturais.

É composto por áreas de domínio público e privado, gestão e participação democrática, multidisciplinar e pública. A Lei nº 9.985/2000, regulamentada pelo Decreto Federal nº 4.340/2002, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), em seu art. 15, define o papel de uma APA, bem como estabelece as diretrizes, os princípios e os institutos jurídicos básicos para a sua gestão.

Subsidiariamente, aplicam-se outras normas como a Lei nº 6.902/1981 e a Res. CONAMA nº 010/88 do Conselho Nacional de Meio Ambiente.

A APA Gama e Cabeça de Veado foram criadas pelo Decreto Distrital nº 9.417 de 21/04/1986 com o objetivo de proteger os recursos hídricos da bacia do Paranoá e o cerrado, assim como incentivar o desenvolvimento sustentável. Essa APA apresenta o maior número de áreas de preservação e proteção dentro do seu território e o seu nome é consequência da existência da bacia dos ribeirões Gama e Cabeça de Veado.

Área de proteção ambiental Gama Cabeça de Veado abrangem área territorial de 25.000 hectares e um perímetro de aproximadamente 67.000 metros, cobrindo as seguintes regiões administrativas: Brasília, Lago Sul, Santa Maria, Núcleo Bandeirante e Candangolândia. Localizada na coordenada 15°52'25.1"S 47°52'34.6"W. Limita-se à sudoeste com a Estrada Parque Ipê DF-065, a oeste com a Estrada Parque Indústria e Abastecimento, e à sudeste faz limite com a DF-140.

Foi criada por meio do Decreto nº 9.417 de 21 de abril de 1986, de acordo com o Art. 2º, a APA tem como objetivos: Assegurar a conservação e a preservação do ecossistema natural ainda existente na bacia, as porções incluídas nas áreas da Reserva Ecológica do Jardim Botânico de Brasília, da Reserva ecológica da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, da Área de Relevante Interesse Ecológico Capetinga/Taquara. Tendo como princípios: Promover a restauração das áreas alteradas por desmatamento, atividades antrópicas ou por processos erosivos, plantio de essências exóticas e estabelecimentos de plantas invasoras; Assegurar condições à realização de pesquisas integradas, interinstitucionais, de ecologia, levantamento e manejo de recursos naturais, com participação da Fundação Zoobotânica do Distrito Federal, Companhia de Águas e Esgoto de Brasília, Fundação Universidade de Brasília, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e outras instituições interessadas; Garantir a proteção qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos existentes na bacia e contribuir para a redução do assoreamento e poluição do Lago Paranoá; Disciplinar a ocupação da área de forma a garantir a preservação do meio ambiente e conservação dos recursos naturais.

Esta APA tem função de amortecimento para outras unidades de conservação, como a EEAE - Estação Ecológica Águas Emendadas, FAL-UnB - Fazenda Água Limpa, a EEIBGE - Estação Ecológica do IBGE, a Estação Ecológica do Jardim Botânico, Áreas de Relevante Interesse Ecológico ARIE's: Capetinga, Taquara, Santuário da Vida Silvestre do Riacho Fundo e Cerradão (ARAÚJO, 2010). O decreto de sua criação dotou-a de um zoneamento em que foram definidas a Zona de Uso Indireto ou Zona de Vida Silvestre e Zona de Uso Direto ou Zona Tampão ou de Amortecimento.

Dentro desta APA existem importantes centros de pesquisa, como as Estações Ecológicas da Universidade de Brasília, do Jardim Botânico e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a Fazenda Experimental Água Limpa (UnB), o Jardim Zoológico e as ARIEs de Riacho Fundo, Capetinga-Taquara e Cerradão, além disso, também se encontra o Catetinho que foi a primeira residência oficial do presidente Juscelino Kubitschek, museu de extrema importância para história de desenvolvimento do país.

2.5. Incêndios Florestais no Distrito Federal

Entretanto, os diferentes tipos vegetacionais da região encontram-se em risco, devido a ocorrência dos constantes incêndios anuais. De acordo com dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o Brasil teve mais de 222 mil focos de incêndio em 2020, um aumento de 12,7% em relação a 2019. Esses incêndios ocorreram principalmente na região amazônica e no cerrado (INPE, 2022).

Os incêndios no Cerrado geralmente são causados por atividades humanas, como limpeza de terras para agricultura e pastagem, caça e acampamento. O uso do fogo na agricultura e pastagem é uma prática comum na região, que tem aumentado os riscos e os perigos de incêndios em áreas naturais, por serem regiões com estações altamente secas, entre maio e outubro, criando condições ideais para que os incêndios se espalhem com rapidez e maior intensidade (NUNES, 2019).

O Cerrado cobre aproximadamente 25% do território brasileiro e abriga diversas espécies ameaçadas de extinção, como o lobo-guará, o tamanduá-bandeira e a onça-pintada na flora vemos espécies como capim-rabo-de-raposa (*Setaria parviflora*), uma erva forrageira do Cerrado, e uma sempre-viva nativa do Cerrado (*Xyris platystachya*). Também desempenha um papel crucial na regulação da água, pois é fonte de vários rios que fornecem água para as principais cidades do país. Portanto, preservar o Cerrado não é apenas essencial para a conservação da biodiversidade, mas também para garantir a segurança hídrica e ambiental por contribuir amenizando temperaturas (FIGUEIRA; SCHROTH; MONTEIRO, 2018).

O Cerrado é um bioma único e valioso que precisa ser preservado. Prevenir e combater incêndios é essencial para garantir a sobrevivência do Cerrado e de sua biodiversidade. Adotando medidas de prevenção e combate aos incêndios, para reduzir o impacto das queimadas e proteger esse valioso bioma para as gerações futuras (NUNES, 2019).

Segundo dados do INPE (2023), o bioma Cerrado teve 23.119 focos de incêndio em 2020, um aumento de 15% em relação ao ano anterior. O estado de Mato Grosso, que tem a maior área de Cerrado do Brasil, teve o maior número de focos de incêndio, com 6.851 casos. Esses incêndios destruíram 2,9 milhões de hectares de vegetação.

De acordo com o Corpo de Bombeiros Militar (CBMDF), em 2020 foram registrados 1.541 incêndios florestais no DF, um aumento de 7,5% em relação a 2019. Os incêndios no Distrito Federal são especialmente preocupantes, pois a região possui uma grande quantidade de áreas verdes, como o Parque Nacional de Brasília e o Parque Ecológico de Águas Claras (GPRAM, 2023). Além disso, os incêndios podem afetar a qualidade do ar e da água, o que pode ter um impacto negativo na saúde das pessoas (SILVA et al., 2017).

Os dados do CBMDF, no ano de 2022, relatam que a região foi afetada por incêndios que consumiram uma área total de 3.035,57 hectares, em 2021, no mesmo período, foram 1.436,41 hectares, no intuito de sensibilizar a população, a corporação realiza todos os anos a Operação “Verde Vivo” promovendo atividades que contribuem para a conservação e preservação das florestas e a segurança da natureza. (GPRAM, 2022).

Dentre as práticas da operação Verde Vivo estão o monitoramento das áreas de risco, a capacitação de brigadistas, realização de ações preventivas, e a conscientização da população sobre os perigos dos incêndios com a colaboração da Defesa Civil e o IBRAM - Instituto Brasília Ambiental (GPRAM, 2022).

De acordo com dados do Jardim Botânico de Brasília (2023), o número de ocorrências relacionadas a incêndios florestais no DF dobrou ao comparar o ano de 2021 com 2022. O CBMDF atendeu um total de 3.104 ocorrências no período de janeiro a julho de 2022. Isso representa uma média impressionante de quinze casos por dia. É importante ressaltar que esse número é superior ao registrado pela corporação no mesmo período do ano anterior, quando foram registradas 2.465 intervenções dos profissionais.

As três principais áreas de conservação do DF estão estrategicamente localizadas no coração da Reserva da Biosfera. Reconhecidas como locais de extrema importância e destacam-se pela sua contribuição significativa na proteção dos recursos naturais e na manutenção do equilíbrio ambiental. São verdadeiros tesouros que devem ser valorizados e preservados para as gerações futuras. As principais Áreas de Proteção Ambiental (APAs), são: a Estação Ecológica de Águas Emendadas (ESEC-

AE), o Parque Nacional de Brasília (PNB), a Reserva Ecológica do IBGE (IBGE), o Jardim Botânico de Brasília (JBB) e a Fazenda Água Limpa (FAL) da Universidade de Brasília (UnB) (LIMA, 2017).

No decorrer dos anos, na Área de Preservação Ambiental (APA) tiveram inúmeras ocorrências de incêndios, com destaque para o ano de 2022. De acordo com o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio, 2023), um incêndio, em setembro de 2022, iniciado na área conhecida como Chapadinha, região do Lago Oeste, alcançou os limites da área de proteção ambiental (APA) do Planalto Central e do Parque Nacional de Brasília, destruindo 4.092,75 hectares do Parque Nacional de Brasília e 1.088,09 hectares da APA do Planalto Central (BARBOSA; LEAL, 2022).

Foram destruídos mais de 5 mil hectares no incêndio do Parque Nacional de Brasília, mais de 10% da área do parque, que tem 42.355,54 hectares. É preocupante o fato de Brasília ter enfrentado uma estiagem tão intensa no ano de 2022, com 132 dias sem chuvas. Essa foi uma das maiores seca dos últimos 52 anos, reforçando a a importância de adotar medidas para preservar os recursos hídricos e prevenir desastres ambientais (ORTIZ; GALVÃO, 2022).

Outro exemplo ocorreu na Reserva Ecológica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, em setembro de 2004, um incêndio queimou grande parte da sua área (UC, 2004). Em 2011, outro incêndio, que afetou as áreas protegidas pelo Instituto e a FAL consumiu uma proporção alarmante, mais de 5 mil hectares (CORREIO BRASILIENSE, 2011).

METODOLOGIA

3.1. Área Objeto do Estudo

O estudo foi realizado para a estação experimental fazenda água limpa (FAL), pertencente a Universidade de Brasília (UnB), com coordenadas geográficas 15°56' - 15°59' S e 47°55' - 47°58' W, que possui área total de 4.340 hectares. A cobertura e uso do solo da FAL envolve 86% de vegetação nativa preservada, sendo a maior parte (45%) coberta pelo fitossionomia cerrado sensu stricto (FELFILI et al., 2000); possui também áreas destinadas aos estudos em agricultura, pecuária e silvicultura, para o atendimento das demandas dos cursos de Ciências Agrárias.

Uma problemática enfrentada pelos gestores da FAL tem sido os riscos de ocorrência de incêndios florestais, originados em sua maioria em áreas circunvizinhas à fazenda. Esses fogos descontrolados já causaram prejuízos inestimáveis às áreas experimentais de campo, e a flora e fauna locais. O maior registro de incêndio florestal ocorreu no ano de 2011, o qual ocasionou a queima de mais de 2.000 hectares de áreas de cerrado, agricultura, pastagem, florestas de eucalipto e danificou inúmeros laboratórios a “céu aberto”, com perda de pesquisas de mais de 25 anos de monitoramento e morte de inúmeros animais pertencentes à fauna local.

3.2. Levantamento Histórico das Ocorrências de Fogo na FAL

Através dos registros das ocorrências de fogo na FAL, constantes no livro de ocorrência da segurança patrimonial e ambiental da unidade, que é realizada por empresa terceirizada, e também de análise documental de relatórios anuais realizados pela administração da área, procurou-se identificar os anos de maiores incidências de incêndios florestais na FAL.

Pela análise desses registros foi possível identificar os anos de 2004, 2007 e 2011 como os anos que causaram os maiores danos ambientais a unidade, sendo que em 2011 foi registrado o maior fogo sem controle na FAL, queimando mais de 2.000 hectares de áreas de cerrado, agricultura, pastagem, eucalipto, e causando inúmeros prejuízos à fauna local.

3.3. Análise dos Fatores Facilitadores da Ocorrência do Fogo

Para identificar os fatores que influenciaram a ocorrência dos incêndios florestais nos anos de 2004, 2007 e 2011, foi avaliado o comportamento das variáveis meteorológicas na unidade, calculados os índices de perigo de incêndios, sendo eles: temperatura do ar, em °C, umidade relativa do ar, em %, precipitação, em mm, velocidade do vento, em m/s, todos medidos às 13 horas e analisada a infraestrutura de veículos, máquinas, equipamentos, mão-de-obra operacional, infraestrutura de acesso, e as estratégias e ações de prevenção e combate.

3.3.1. Comportamento da Variáveis Meteorológicas

A fazenda possui próximo a sua sede uma estação meteorológica, que é gerenciada pela Faculdade de Agronomia e Veterinária (FAV) da UnB. Foram utilizados dados diários cedidos pelo laboratório de agroclimatologia da FAV para os anos de maior ocorrência de fogo, que envolveram, a temperatura do ar (°C), a umidade relativa do ar (%), a precipitação (mm) e a velocidade do vento (m/s).

3.3.2. Índices de Perigo de Incêndio Florestal

Os índices de perigo de incêndio fornecem uma informação diária do grau de perigo de ocorrência de fogo em função das condições atmosféricas do dia, sendo fundamentais para o planejamento da sua prevenção e supressão (SOARES; BATISTA, 2007).

Em função da disponibilidade de dados meteorológicos foram determinados para os anos de maior ocorrência de fogo na FAL os seguintes índices perigo de fogo: (a) Angstrom; (b) Fórmula de Monte Alegre (FMA); e Fórmula de Monte Alegre Modificada (FMA+).

A) **Índice de Angstrom** - utiliza a temperatura e a umidade relativa do ar (equação 1), ambos medidos diariamente às 13h, não sendo acumulativo (Angström, 1949).

$$B = 0,05 H - 0,1(T - 27) \quad \text{(Equação 1)}$$

em que,

B = índice de Ångstrom;

H = umidade relativa do ar (%); e

T = temperatura do ar (°C).

A interpretação do índice é a seguinte: sempre que o valor de B for menor do que 2,5 haverá perigo de incêndios.

B) **Fórmula de Monte Alegre (FMA)** - índice acumulativo, tem como variáveis a umidade relativa do ar de forma direta e a precipitação diária de forma indireta (SOARES, 1984). O índice está sujeito a restrições de precipitação.

$$FMA = \sum_{i=1}^n (100 / Hi) \quad \text{(Equação 1)}$$

em que,

FMA = Fórmula de Monte Alegre;

Hi = umidade relativa do ar (%), medida às 13h;

n = número de dias sem chuva maior ou igual a 13,0 mm.

As restrições no somatório da FMA em função da ocorrência de chuva são: (a) < 2,5 mm - Nenhuma, isto é, continuar o cálculo e a somatória; (b) 2,5 a 4,9 mm - $FMA_{hoje} = 0,7 * FMA_{ontem} + FMA_i(hoje)$; (c) 5,0 a 9,9 mm - $FMA_{hoje} = 0,4 * FMA_{ontem} + FMA_i(hoje)$; (d) 10,0 a 12,9 mm - $FMA_{hoje} = 0,2 * FMA_{ontem} + FMA_i(hoje)$; e (e) >12,9 mm - interromper o cálculo anterior ($FMA = 0$) e começar novo cálculo no dia seguinte.

A interpretação do grau de perigo estimado pela FMA é a seguinte:

Valor da FMA (a) $FMA \leq 1,0$ - Grau de perigo NULO; (b) $1,1 \leq FMA \leq 3,0$ - PEQUENO; (c) $3,1 \leq FMA \leq 8,0$ - MÉDIO; (d) $8,1 \leq FMA \leq 20,0$ - ALTO; e (e) $FMA \geq 20$ - MUITO ALTO.

C) **Fórmula de Monte Alegre Alterada (FMA+)** - índice acumulativo, tem como variáveis a umidade relativa do ar e a velocidade vento medidas às 13h ((NUNES et al., 2006). O índice está sujeito as mesmas restrições de precipitação da FMA.

$$FMA^+ = \sum_{i=1}^n (100/H_i) e^{0,04v} \quad (\text{Equação 2})$$

em que,

FMA+ = Fórmula de Monte Alegre modificada;

H_i = umidade relativa do ar (%) medida as 13h;

v = velocidade do vento em m.s⁻¹ medida às 13h;

n = número de dias sem chuva maior ou igual a 13 mm; E

e = base dos logaritmos naturais (2,718282).

A interpretação do grau de perigo estimado pela FMA+ é a seguinte: (a) FMA+ ≤ 3,0 – NULO; (b) 3,1 ≤ FMA+ ≤ 8,0 – PEQUENO; (c) 8,1 ≤ FMA+ ≤ 14,0 – MÉDIO; (d) 14,1 ≤ FMA+ ≤ 24,0 – ALTO; e (e) FMA ≥ 24 – MUITO ALTO.

3.3.3. Evolução da Infraestrutura de Prevenção e Combate

A obtenção dos dados de infraestrutura, envolveu o levantamento na fazenda, visando a prevenção e combate aos incêndios florestais. Para tanto, foram realizadas visitas in loco, entrevistas com os responsáveis pela unidade (direção, segurança e chefe de brigada), e análise documental de relatórios anuais referentes à ocorrência de fogo. A infraestrutura de estradas de acesso e aceiros tamna FAL, o tipo e as formas de comunicação em caso de surgimento de fumaça, buscou compreender as formas de mobilização da brigada e a comunicação com o CBMDF (Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal). No tocante a prevenção foi analisada também como são realizadas as manutenções dos aceiros e das estradas de acesso.

Para os referentes ao combate dos fogos florestais, foram identificados e quantificados, o contingente humano da brigada, as máquinas e equipamentos de combate disponíveis, envolvendo os manuais (enxada, foice, facão, pá, machado, rastelo etc.), semimecanizados (motosserras, sopradores etc) e mecanizados (máquinas, bombas para captação de água, caminhões pipa, caminhões tanque etc).

O apoio externo ao combate ao fogo, envolvendo outras unidades próximas e o CBMDF também foi levantado em termos de contingente humano e máquinas e equipamentos disponíveis.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Variáveis Meteorológicas

Os resultados diários das variáveis meteorológicas encontram-se nas Tabelas 1 a 4, obtidos às 13 hs da estação meteorológica da FAL, para os anos de 2004, 2007 e 2011. Na Tabela 1 são apresentados Clique aqui para inserir texto. os dados da temperatura do ar (°C), onde os maiores valores obtidos foram para o mês de setembro de 2004 com Clique aqui para inserir texto. valor de 29,44 °C, em 2007 o valor de 28,65 °C, e em 2011, onde ocorreu o incêndio mais devastador da FAL, o menor valor (24,26 °C) para esse parâmetro.

Soares (1985) mencionou que temperaturas na faixa de 21,2 a 29,4°C é considerado perigoso para a ocorrência e que temperaturas superiores a 29,4°C apresentam extremo perigo para o grau de inflamabilidade (SOARES, 1985).

Tabela 1 - Valores mínimos, médios e máximos mensais de temperatura do ar, em °C, medidos às 13 horas para os anos de 2004, 2007 e 2011.

Meses	ANO								
	2004			2007			2011		
	-----Temperaturas do Ar (°C)-----								
	T _m ±S _x	T _{min}	T _{max}	T _m ±S _x	T _{min}	T _{max}	T _m ±S _x	T _{min}	T _{max}
Jan	24,52±0,38	19,27	27,48	25,49±0,57	17,88	30,74	23,27±0,36	19,39	26,43
Fev	24,41±0,41	18,58	27,11	24,90±0,39	20,92	28,65	24,88±0,34	18,47	27,48
Mar	25,37±0,38	20,78	28,93	26,80±0,28	20,88	28,52	19,39±0,22	17,85	22,30
Abr	25,19±0,43	19,11	27,83	26,27±0,33	22,37	27,71	20,82±0,21	17,40	22,20
Mai	25,20±0,28	21,14	27,23	25,52±0,38	17,23	27,71	SD*	SD*	SD*
Jun	23,61±0,26	19,53	25,30	25,30±0,22	21,88	26,93	SD*	SD*	SD*
Jul	23,38±0,40	19,11	26,23	25,56±0,33	21,48	28,10	20,96±0,38	16,72	23,92
Ago	26,36±0,50	20,84	30,44	25,90±0,39	23,44	31,49	23,47±0,37	16,80	27,13
Set	29,44±0,27	26,40	32,57	28,65±0,42	25,31	33,30	24,26±0,56	16,70	27,79
Out	27,89±0,48	21,94	31,66	28,76±0,51	19,56	33,05	22,20±0,59	14,97	28,05
Nov	26,22±0,44	19,95	30,03	26,72±0,46	20,68	30,35	22,20±0,45	16,00	26,70
Dez	25,15±0,46	17,62	29,29	25,68±0,47	16,57	29,80	22,78±0,35	19,08	26,06

Legenda: T_m±S_x - temperatura média (°C) e respectivo erro padrão; T_{min} - temperatura mínima (°C); e T_{max} - temperatura máxima (°C). *SD = dado não disponível.

Na Tabela 2 encontram-se os dados da umidade relativa do ar (°C), onde é possível observar que os menores valores obtidos foram para o mês de setembro, sendo em 2004 obtido o valor de 23,57°C, em 2007 o valor de 28,33 °C, e em 2011, o valor de 39,81 °C para esse parâmetro.

Em estudo sobre a correlação dos elementos meteorológicas e as ocorrências dos incêndios florestais, Torres et al., (2011) apontaram a umidade relativa do ar, como o elemento que mais se correlacionou.

Tabela 2 - Valores mínimos, médios e máximos mensais da umidade relativa do ar, em %, medidos às 13 horas para os anos de 2004, 2007 e 2011.

Meses	ANO								
	2004			2007			2011		
	-----Umidade Relativa do Ar (%)-----								
	UR _m ±S _x	UR _{min}	UR _{max}	UR _m ±S _x	UR _{min}	UR _{max}	UR _m ±S _x	UR _{min}	UR _{max}
Jan	72,39±1,94	57,64	94,40	68,41±2,69	36,56	97,30	73,86±1,97	56,48	95,76
Fev	70,41±1,90	54,25	93,90	70,08±2,36	45,82	92,20	68,79±1,85	54,34	98,85
Mar	65,52±2,09	51,61	89,30	54,44±1,85	36,55	88,20	94,44±0,90	83,84	98,99
Abr	62,68±2,28	47,16	93,20	57,91±2,16	34,12	81,10	82,73±0,91	75,70	91,20
Mai	58,03±1,31	47,48	79,10	48,80±2,10	25,48	88,10	SD*	SD*	SD*
Jun	49,61±1,32	39,26	69,45	42,34±1,31	30,72	66,56	SD*	SD*	SD*
Jul	45,91±1,20	35,11	61,59	40,59±1,64	28,62	62,73	54,68±1,85	42,90	81,70
Ago	30,60±1,27	17,84	43,93	31,68±1,15	18,29	45,04	43,49±1,86	30,06	72,41
Set	23,57±1,01	14,31	33,45	28,33±1,22	14,00	38,72	39,81±2,75	22,93	90,99
Out	45,90±2,81	21,73	81,00	38,14±2,58	20,35	80,70	74,00±2,72	30,23	92,72
Nov	57,89±2,22	35,65	89,20	57,43±2,62	34,21	86,40	74,43±2,23	51,93	97,11
Dez	64,92±2,40	36,57	94,10	61,62±2,62	40,46	93,80	75,95±1,84	46,15	93,96

Legenda: UR_m±S_x - umidade relativa média (%) e respectivo erro padrão; UR_{min} - umidade relativa mínima (%); e UR_{max} - umidade relativa máxima (%). *SD = dado não disponível.

Na Tabela 3 encontram-se os dados da precipitação (mm), onde é possível observar que o quantitativo de chuva ficou reduzido a partir do mês de maio até setembro dos anos de 2004, 2007, e 2011, e nos meses de junho a setembro praticamente não foi registrado precipitação.

Tabela 3 - Valores mínimos, médios e máximos mensais da precipitação, em mm, para os anos de 2004, 2007 e 2011.

Meses	ANO								
	2004			2007			2011		
	-----Precipitação (mm)-----								
	P _m ±S _x	P _{min}	P _{max}	P _m ±S _x	P _{min}	P _{max}	P _m ±S _x	P _{min}	P _{max}
Jan	9,58±1,95	0,00	34,54	8,12±2,39	0,00	50,29	3,96±1,15	0,00	25,40
Fev	12,88±2,65	0,00	50,80	8,46±1,79	0,00	39,62	5,94±2,78	0,00	75,80
Mar	10,59±3,36	0,00	84,33	0,62±0,40	0,00	11,94	4,18±1,14	0,00	28,40

Abr	4,34±1,52	0,00	34,54	2,94±1,35	0,00	27,41	2,45±0,98	0,00	16,80
Mai	0,34±0,30	0,00	9,40	0,04±0,03	0,00	0,76	SD*	SD*	SD*
Jun	0,13±0,13	0,00	3,81	0,00	0,00	0,00	SD*	SD*	SD*
Jul	0,03±0,03	0,00	1,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ago	0,01±0,01	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Set	0,74±0,74	0,00	22,35	0,02±0,02	0,00	0,51	0,24±0,24	0,00	7,20
Out	3,67±1,02	0,00	22,10	2,42±1,43	0,00	43,18	13,60±3,11	0,00	63,40
Nov	2,74±0,92	0,00	21,33	4,73±1,55	0,00	35,31	8,99±3,35	0,00	77,40
Dez	5,56±1,80	0,00	42,93	7,37±2,62	0,00	66,80	13,99±2,98	0,00	57,00

Legenda: $P_{m\pm S_x}$ - precipitação média (mm) e respectivo erro padrão; P_{min} - precipitação mínima (mm); e P_{max} - precipitação máxima (mm). *SD = dado não disponível.

Na Tabela 4 encontram-se os dados relativos ao parâmetro velocidade do vento, medido em m/s, onde é possível observar que os maiores valores obtidos foram para os meses de agosto e setembro.

Tabela 4 - Valores mínimos, médios e máximos mensais da velocidade do vento, em m/s, medidos às 13 horas para os anos de 2004, 2007 e 2011.

Meses	ANO								
	2004			2007			2011		
	-----Velocidade do Vento (m/s)-----								
	$V_{m\pm S_x}$	V_{min}	V_{max}	$V_{m\pm S_x}$	V_{min}	V_{max}	$V_{m\pm S_x}$	V_{min}	V_{max}
Jan	2,65±0,15	1,16	4,74	0,59±0,03	0,29	0,92	0,66±0,05	0,29	1,23
Fev	2,09±0,11	0,59	3,68	0,65±0,04	0,37	1,10	1,81±0,14	0,56	3,80
Mar	1,91±0,10	0,69	2,74	0,71±0,03	0,37	0,98	0,87±0,17	0,02	3,36
Abr	1,92±0,10	1,19	3,02	0,56±0,03	0,23	0,82	0,84±0,04	0,50	1,30
Mai	2,08±0,12	1,02	3,50	0,60±0,03	0,33	0,96	SD*	SD*	SD*
Jun	2,17±0,11	0,99	3,51	0,66±0,03	0,38	1,15	SD*	SD*	SD*
Jul	2,59±0,13	1,40	4,16	0,69±0,03	0,42	0,96	3,58±0,16	2,37	5,29
Ago	2,41±0,10	1,22	3,94	0,88±0,04	0,47	1,41	2,97±0,15	1,59	4,90
Set	2,60±0,12	1,64	3,86	0,82±0,04	0,48	1,34	3,22±0,18	1,04	5,41
Out	2,53±0,13	1,29	4,24	0,68±0,04	0,22	1,26	2,19±0,14	1,03	3,53
Nov	2,62±0,16	1,10	4,59	0,65±0,04	0,31	1,05	2,34±0,15	1,20	5,00
Dez	2,28±0,15	0,85	4,07	0,72±0,04	0,19	1,28	1,90±0,15	0,55	3,82

Legenda: $V_{m\pm S_x}$ - velocidade do vento média (m/s) e respectivo erro padrão; V_{min} - velocidade do vento mínima (m/s); e V_{max} - velocidade do vento máxima (m/s). *SD = dado não disponível.

4.2. Índices de Perigo de Fogo

Os resultados dos cálculos dos índices de perigo de fogo (Angstron, FMA e FMA+) encontram-se nas Figuras 1 (ano 2004), 2 (2007) e 3 (2011) Estão apresentadas as distribuições em dias nas diferentes classes de perigo de incêndio.

No ano de 2004 verificou-se a possibilidade de ocorrência de fogo do mês de maio até outubro, com picos nos meses de agosto a setembro enquadrando-se nas classes alto a muito alto nos índices FMA e FMA+. Todos os dias dos meses de junho, julho e agosto foram caracterizados como risco muito alto de ocorrência de fogo. Ressalta-se que o incêndio florestal ocorrido nesse ano foi no mês de agosto e iniciou-se com a queima de resíduos de agricultura no interior da unidade.



Figura 1 - Número de dias em que foram observados perigo de ocorrência de incêndios florestais na FAL/UnB para o ano de 2004: (a) Angstron; (b) FMA; e (c) FMA+.

No ano de 2007 (Figura 2) verificou-se a possibilidade de ocorrência de fogo do mês de maio até outubro, com picos nos meses de maio a setembro enquadrando-se nas classes alto a muito alto nos índices FMA e FMA+. Todos os dias dos meses de junho, julho e agosto foram caracterizados como risco muito alto de ocorrência de fogo. Ressalta-se que o incêndio florestal ocorrido nesse ano foi no mês de julho e iniciou-se na BR 251 que faz divisa com a FAL alastrando-se por áreas de cerrado típico, campo limpo e mata de galeria.

De acordo com Li et al., (2014) os meses de maio a setembro apresentam maior número de dias nas classes de perigo de fogo “alto” e “muito alto”; os autores associaram essa constatação às poucas precipitações ocorridas nesse período e a diminuição da umidade do material combustível florestal.

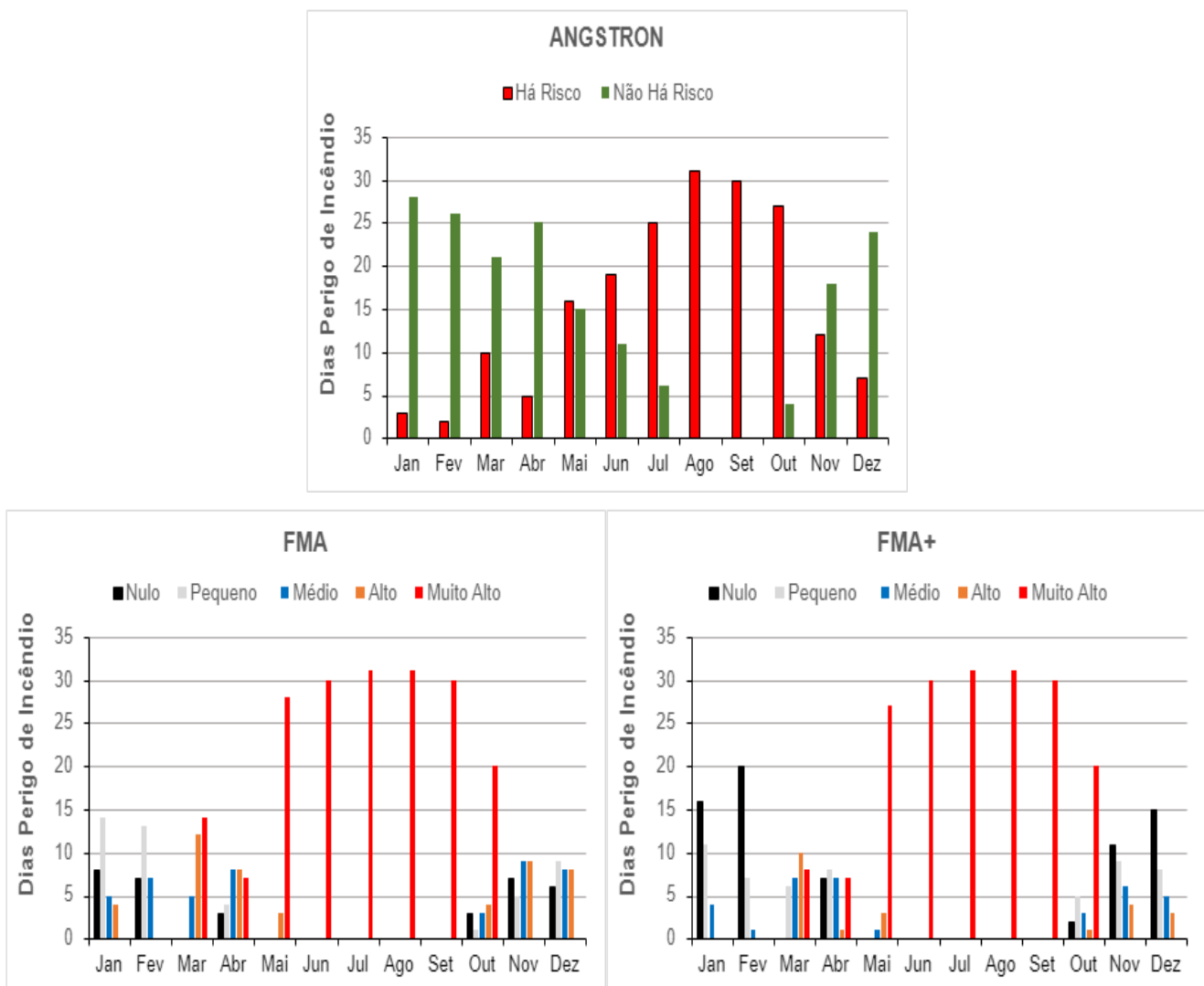


Figura 2 - Número de dias em que foram observados perigo de ocorrência de incêndios florestais na FAL/UnB para o ano de 2007: (a) Angstron; (b) FMA; e (c) FMA+.

No ano de 2011 (Figura 3) verificou-se a possibilidade de ocorrência de fogo a partir do mês de agosto, com picos nos meses de agosto e setembro enquadrando-se na classe muito alto nos índices FMA e FMA+ em todos os dias. Ressalta-se que do mês de abril a julho não foi possível a obtenção da série completa dos dados meteorológicos em virtude de problemas técnicos ocorridos com a estação de coleta e os equipamentos. O incêndio florestal ocorrido nesse ano foi no mês de setembro e iniciou-se na base aérea que faz divisa com a unidades da APA. Foi o maior fogo já ocorrido na fazenda e queimou aproximadamente 2.430 ha de áreas experimentais e de vegetação de cerrado.

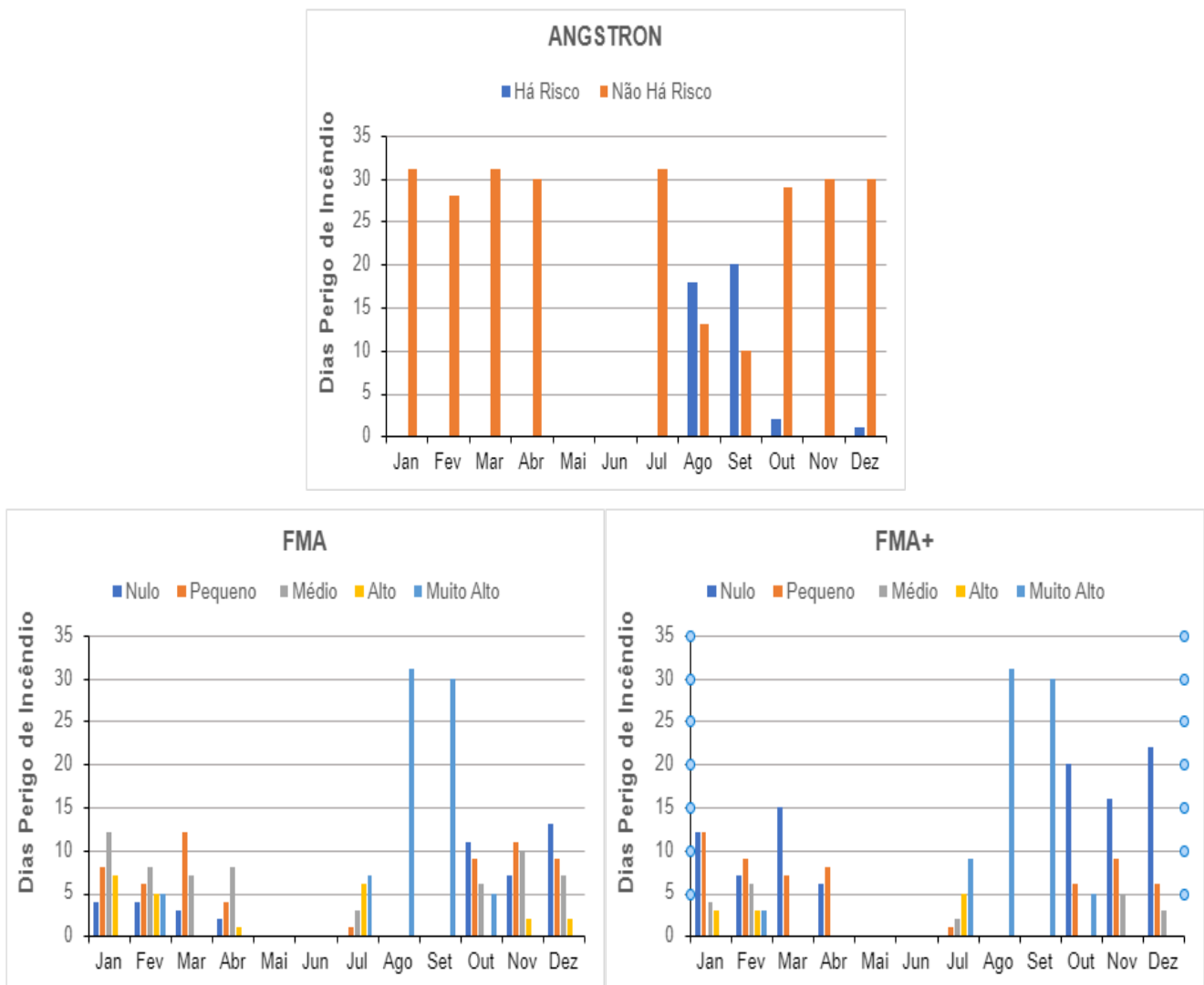


Figura 3 - Número de dias em que foram observados perigo de ocorrência de incêndios florestais na FAL/UnB para o ano de 2011: (a) Angstron; (b) FMA; e (c) FMA+.

4.3 Avaliação da Infraestrutura de Prevenção e Combate

As ações estratégicas relacionadas atualmente aos incêndios florestais na FAL incluem a prevenção, o combate, e a consolidação de parcerias com órgãos e unidades de conservação do DF. A

FAL é integrante do PPCIF (Plano de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais do DF) que possui parcerias institucionais para a proteção do cerrado contra o fogo. No total são 17 instituições participantes, as quais são: (a) órgãos ambientais - SEMA, IBRAM, PREVFOGO/IBAMA e ICMBIO; (b) unidades de conservação - JBB, ESECAE, FAL e IBGE; (c) órgãos governamentais - defesa civil, INMET, DER, CAESB, SLU, SEAGRI, EMATER, NOVACAP e administrações regionais; (d) BPMA; e (e) corpo de bombeiros militar do DF (CBMDF).

4.3.1. Ações de Prevenção aos Incêndios Florestais

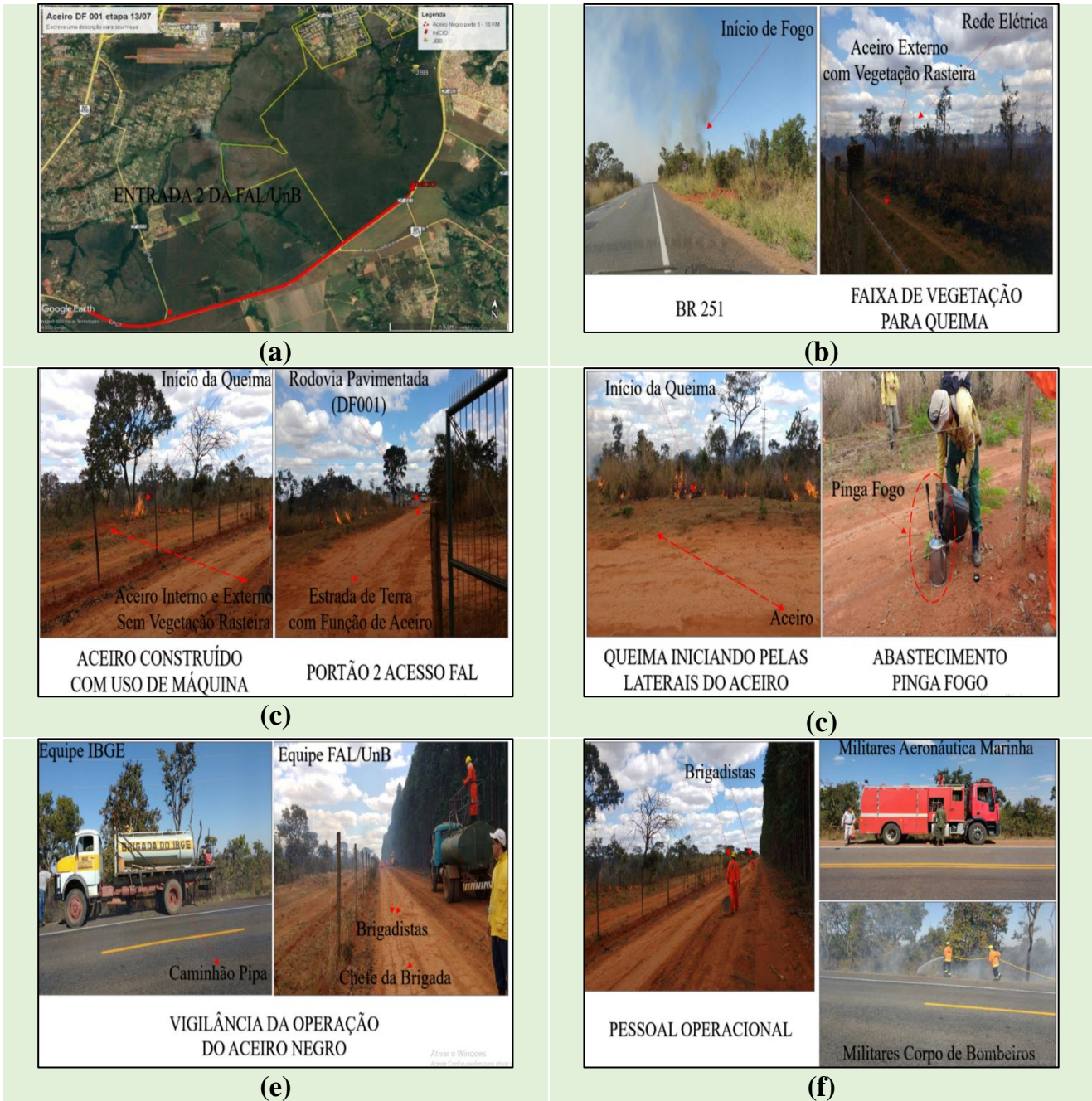
É realizado durante todos os anos no período que antecede a época crítica para a ocorrência de fogo (março até julho) a manutenção das estradas internas da FAL, que correspondem a aproximadamente 250 km de extensão permitindo o fluxo aos projetos em áreas de cerrado, florestas plantadas, agricultura e produção animal etc. Todas essas estradas são vicinais ou de terra, com largura média de faixa de 6,0 m, e não possuem nenhum tipo de tratamento superficial no leito, como por exemplo, colocação de cascalho.

Assim, nas estradas principais é feito o patrolamento com o uso de motoniveladora cedida através de parceria com a NOVACAP em aproximadamente 40 km de extensão nessas vias de acesso. Também é realizado nas margens dessas estradas a poda das árvores, feita com ferramentas manuais (foice, facão etc.) pelos trabalhadores agropecuários da unidade e roçada mecanizada com uso de trator e roçadora agrícola hidráulica. Ressalta-se que essa roçada é feita em aproximadamente 90 km de estradas em ambas as margens das mesmas.

A área da FAL faz divisa com a BR 251 em aproximadamente 8,0 km de extensão. Essa rodovia é de jurisdição do DNIT e é pavimentada com revestimento asfáltico, possuindo um fluxo intenso de tráfego de veículos. Entre essa rodovia e o cercamento da FAL há um remanescente de área de cerrado típico que constitui um risco de entrada de fogo na fazenda, pela carga de material combustível que possui e pela proximidade com a rodovia.

Desta forma, todos os anos (desde 2007) é realizado o manejo integrado do fogo, através da prática de queima controlada aplicada no mês de julho. Essa queima é autorizada pelo IBRAM e é realizada com o apoio dos órgãos constituintes do PPCIF que apoiam com contingente humano (brigadistas), equipamentos de combate, caminhões tanque, e sinalização da rodovia BR 251, visando evitar acidentes decorrentes da falta de visibilidade pela presença de fumaça na pista.

Na Figura 4 encontra-se a sequência de atividades realizadas para a confecção do aceiro negro com o uso do fogo.



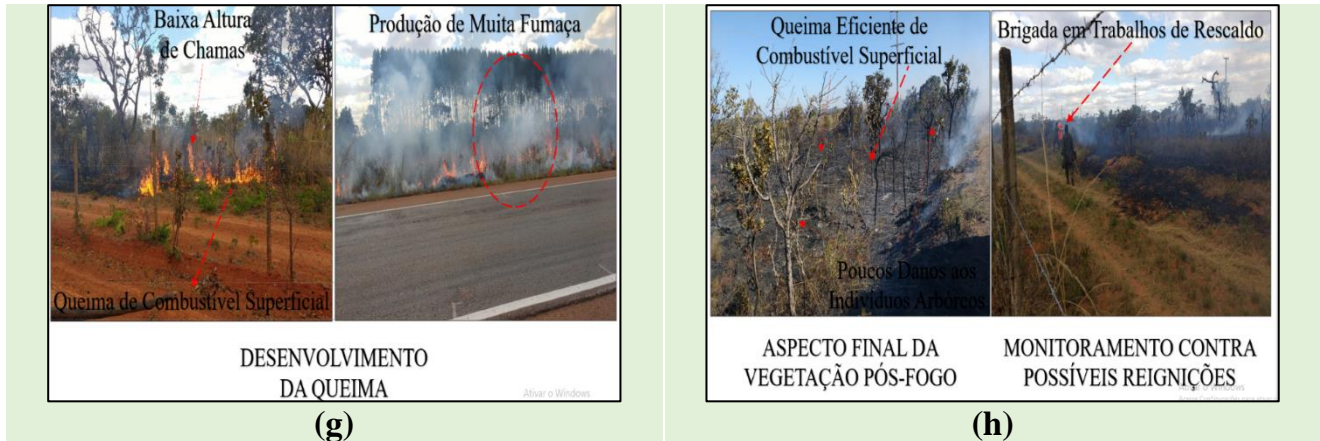


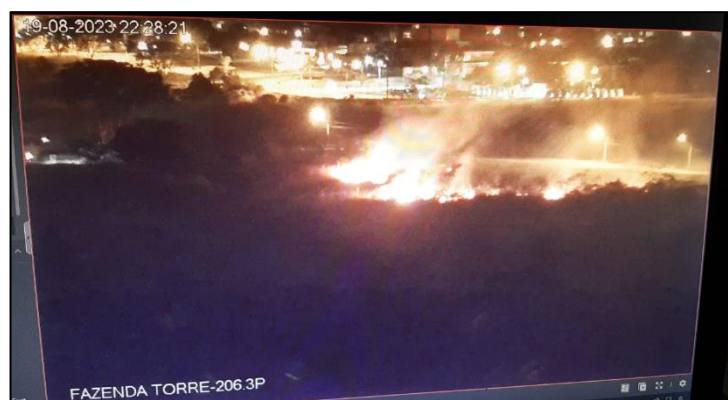
Figura 4 - Operações realizadas para a queima controlada; (a) extensão do trecho para queima; (b) faixa de cerrado a ser queimada; (c) vista do aceiro na divisa da fazenda; (d) início da queima; (e) vigilância do aceiro pelo pessoal da FAL; (f) resfriamento da vegetação para controle do fogo; (g) aspecto da queima; e (h) realização de rescaldo.

4.3.1. Ações de Combate aos Incêndios Florestais

A vigilância para a detecção de possíveis focos de fogo é realizada por meio fixo e móvel. Por meio fixo a FAL possui uma torre (Figura 5a) de 43 m de altura, localizada na sede da fazenda, que possibilita ao brigadista subir por meio de elevador manual até a sua cabine, que é equipada com binóculo e goniômetro para localização do fogo. Também nessa torre foi instalada uma câmera (Figura 5b) para permitir o monitoramento pela central de segurança da FAL de possíveis riscos de fogo. Toda a comunicação entre a central de segurança e os brigadistas é realizada por meio de grupo criado em WhatsApp.



(a)



(b)

Figura 5 - Vigilância fixa para visualização de focos de fogo: (a) torre de incêndio florestal; e (b) monitoramento via sistema de câmera com foco noturno de fogo.

A vigilância móvel é realizada por meio da segurança patrimonial, durante todos os dias da semana, através de motocicletas que percorrem das 7:00 às 19:00 hs cerca de 12 km na unidade, sendo a comunicação de qualquer incidente comunicada via rádio à central de segurança. Também nos períodos críticos de fogo a vigilância móvel é realizada pelos brigadistas em veículo X Terra equipado com equipamentos de combate.

Em relação ao combate aos incêndios, a FAL possui brigada voluntária formada por trabalhadores agropecuários terceirizados treinados e capacitados para a localização e controle inicial do fogo, até o acionamento do CBMDF que assim que chega ao local assume o controle do combate.

Essa brigada trabalha em escalas aos finais de semana e feriados. A estrutura atual de combate é formada pelos seguintes equipamentos, máquinas, veículos e contingente humano:

- (a) 12 bombas costais;
- (b) 04 pinga-fogos;
- (c) 40 abafadores;
- (d) 06 garrafas térmicas;
- (e) 06 enxadas;
- (f) 03 foices;
- (g) 03 facões;
- (h) 05 ganchos;
- (i) Veículo X terra para deslocamento ao fogo;
- (j) trator MF 297 com pipa de 5000 litros;
- (k) trator Valmet 128 com pipa de 3000 litros para combate no cerrado;
- (l) trator Newholland com pipa de 3000 litros;
- (m) caminhão pipa com tanque de 5.000 litros;
- (n) 15 brigadistas voluntários.

5. CONCLUSÕES

As seguintes conclusões podem ser extraídas do trabalho: (a) os anos de 2004, 2007 e 2011 foram os de maior ocorrência de fogo na FAL, com destaque para o ano de 2011, em que o incêndio queimou mais de 2.400 ha de áreas experimentais e de cerrado; (b) a FAL possui mais de 250 km de estradas rurais não pavimentadas, possibilitando a brigada se deslocar para qualquer área dentro da unidade, nessas estradas são realizadas anualmente podas nas árvores de suas margens e patrulamento com motoniveladora antes do período da seca; (c) as ações de prevenção realizada na FAL são adequadas, envolvendo roçadas com trator e queima controlada; (d) os equipamentos, máquinas e contingente humano para o combate inicial do fogo é adequado e suficiente, bem como, a vigilância por ronda motorizada e monitoramento por câmeras; (e) os índices de perigo de fogo demonstraram eficiência para o alerta do risco em todos os anos, em 2011 os dados relacionados as variáveis meteorológicas estavam incompletos para alguns meses, não permitindo a sua determinação; (f) o apoio dos órgãos externos a UnB é crucial na prevenção e combate aos incêndios florestais na unidade, citando-se as ações desenvolvidas pelo CBMDF e pelo IBRAM; e (g) a FAL precisa investir em equipamentos de proteção individual (EPI) no equipamento denominado “soprador” para a sua brigada, além de reciclagem em treinamentos específicos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALA, Guilherme Cardoso. Uma Abordagem Socioecológica do Parque Nacional de Brasília – Estudo de Caso. Brasília: UNESCO, 2002. Disponível em: file:///C:/Users/marco/Downloads/id_225.pdf. Acesso em: 8 Dez.2023.

ALMEIDA, Victória Belúcio; OLIVEIRA, Carlos Henke; BERNI, Cendi Ribas. As tecnologias de sistemas embarcados na avaliação de impactos ambientais do combate aos incêndios florestais. **Biodiversidade Brasileira**, v. 9, n. 1, p. 151-151, 2019. Disponível em: <https://revistaelectronica.icmbio.gov.br/BioBR/article/download/1001/795>. Acesso em: 29 jun. 2023.

ALMEIDA, C. Educação ambiental e unidades de conservação: A inclusão da população como alternativa de manejo do Parque Nacional de Brasília. 2019. Brasília. 16p a18p. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/7064/1/2009_CamilaAlmeida.pdf. Acesso em: 8 Dez.2023.

AUGUSTO, Amélia. Metodologias quantitativas/metodologias qualitativas: mais do que uma questão de preferência. In: **Forum Sociológico. Série II**. CESNOVA, 2014. p. 73-77. Disponível em: <https://journals.openedition.org/sociologico/1073>. Acesso em: 1 jul. 2023.

ARAÚJO, M. D. F. S.. Recuperação de área degradada: uma ação para requalificação de lote residencial. *Oculum Ensaios*, n. 11-12, p. 30, 2010.

AGUIAR, Renata *et al.* Zoneamento de risco de incêndios florestais no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros–GO. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 21, 2015. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/1922>. Acesso em: 6 jul. 2023

BARROSO, Ana *et al.* Detecção remota apoiada por veículos aéreos não tripulados (VANT) aplicada à monitorização de áreas sujeitas a incêndios florestais. In: **Congresso Ibérico Solo e Desenvolvimento Sustentável: Desafios e Soluções**. U. Porto Press, 2021. p. 239-240. Disponível em: <https://bibliotecadigital.ipb.pt/handle/10198/25103>. Acesso em: 8 jul. 2023.

BARBOSA, Janderson James; LEAL, Afonso Henrique. Ocorrências de Incêndios Combatidos e Registrados pela Equipe da Reserva Biológica Guaribas. **Biodiversidade Brasileira**, v. 12, n. 1, p. 118-

127, 2022. Disponível em: <https://revistaelectronica.icmbio.gov.br/BioBR/article/view/1834>. Acesso em: 8 jul. 2023.

BRASIL. Leis, decretos, etc. Decreto s/nº de 10 de junho de 1999. Autoriza a União a aceitar doação de imóveis que menciona, cria a Floresta Nacional de Brasília. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/DNN/. Acesso em: 11 Dez.2023.

BRASIL. Unidade de Conservação Brasil. Fogo na reserva do IBGE. UCB, 2004. Disponível em: <https://uc.socioambiental.org/pt-br/noticia/34320>. Acesso em: 7 jul. 2023.

BRASIL. Decreto nº 9.417 de 21 de abril de 1986. Do DF de 24.04.1986. (revogado pelo Decreto 11.122 de 10 de junho de 1988). Disponível em: http://www.seduh.df.gov.br/wp-content/uploads/2017/10/decreto_9417_21041986.pdf Acesso em: 11 Dez. 2023

BRASIL. Grupamento de Proteção Ambiental - Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (CBMDF). **Infográfico Semanal de 20 A 26/06**. GPRAM, 2022 Disponível em: https://ambiental.cbm.df.gov.br/?page_id=1888. Acesso em: 1 jul. 2023.

COELHO, H. A.; Galvão, H. F; Derschum, F. G.; Avelino, A. S. Plano operativo de prevenção e combate aos incêndios florestais da Floresta Nacional de Brasília. Brasília: IBAMA, 2007. Acesso em: 10 Dez.2023. <http://www.ibama.gov.br/phocadownload/category/44-p?download=2327>.

CORREIO Brasiliense. **Fogo já consome 5 mil hectares e atinge reserva do IBGE e fazenda da UnB**. 2011. Disponível em: https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/cidades/2011/09/09/interna_cidadesdf,269157/fogo-ja-consome-5-mil-hectares-e-atinge-reserva-do-ibge-e-fazenda-da-unb.shtml. Acesso em: 8 jul. 2023.

CASAVECCHIAL; B.H.; SOUZA, A.P.; STANGERLIN, D. M. et al. Índices de perigo de incêndios em uma área de transição Cerrado-Amazônia. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n.3, 2019.

CANZIAN, Weslen Pintor *et al.* **Eficiência do uso da água em métodos de combate a incêndios em florestas plantadas**. *Nativa*, v. 6, n. 3, p. 309-312, 2018. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/4778>. Acesso em: 29 jun. 2023.

CARDOSO, Vanessa *et al.* Revisão sistemática de métodos mistos: método de pesquisa para a incorporação de evidências na enfermagem. **Texto & Contexto-Enfermagem**, v. 28, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/tce/a/cdtWcRPyyZVPqbsJkzwGRWP/?lang=pt>. Acesso em: 30 jun. 2023.

DAGORT, Maria Eduarda. **Desenvolvimento de um sistema multicamada de madeira e derivados de madeira resistente ao fogo**. 2022. Tese de Doutorado. Instituto Politecnico de Braganca (Portugal). Disponível em: <https://search.proquest.com/openview/1ec384682a0207c7ec00fd423ea029e4/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y>. Acesso em: 30 jun. 2023.

DURIGAN, G.; RATTER, J.A. The need for a consistent fire policy for Cerrado conservation. **Journal of Applied Ecology**, v. 53, n. 1, 11-15, 2016. <http://dx.doi.org/10.1111/1365-2664.12559>.

DIANA, Juliana. Pesquisa descritiva, exploratória e explicativa. **S/d**. v. 23, n. 02, 2022. Disponível em: <https://www.diferença.com/pesquisa-descritiva-exploratoria-e-explicativa>. Acesso em: 1 jul. 2023.

FALLEIRO, Rodrigo De Moraes; SANTANA, Marcelo Trindade; BERNI, Cendi Ribas. As contribuições do Manejo Integrado do Fogo para o controle dos incêndios florestais nas Terras Indígenas do Brasil. **Biodiversidade brasileira**, v. 6, n. 2, p. 88-105, 2016. Disponível em: <https://revistaelectronica.icmbio.gov.br/BioBR/article/view/655>. Acesso em: 28 jun. 2023.

FIGUEIRA, Luiza Magalhães; SCHROTH, Goetz; MONTEIRO, Waldinei Rosa. Esforços Tecnológicos empregados no combate às queimadas no Brasil. Belo Horizonte: **Meio Ambiente em Foco** **Volume 7**, p. 50, 2018. Disponível em: <https://www.academia.edu/download/66522515/MAF7.pdf#page=50>. Acesso em: 28 jun. 2023.

FELFILI & Santos. Diretrizes para o Plano De Manejo da Apa Gama e Cabeça de Veado. Brasília: IBRAM. 157 p, 2010. Disponível em : <http://jbb.ibict.br/handle/1/1507>. Acesso em: 11 Dez.2023.

FLEURY, Maria Tereza Leme; WERLANG, Sergio Ribeiro Da Costa. Pesquisa aplicada: conceitos e abordagens. **Anuário de Pesquisa GVPesquisa**, 2016. Disponível em:

<https://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/apgypesquisa/article/download/72796/69984>. Acesso em: 1 jul. 2023.

FERREIRA, Carlos Augusto Lima. Pesquisa quantitativa e qualitativa: perspectivas para o campo da educação. **Revista Mosaico-Revista de História**, v. 8, n. 2, p. 113-121, 2015. Disponível em: <https://seer.pucgoias.edu.br/index.php/mosaico/article/view/4424>. Acesso em: 1 jul. 2023.

FERNANDES, L. C. Modelagem de risco de incêndios florestais utilizando redes neurais artificiais aplicada às regiões metropolitanas. 2019. 163f. Dissertação (mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais), Instituto de Geociências – UFMG, Belo Horizonte, MG. 2019. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/33835>. Acesso em: 8 Dez.2023.

FUNATURA – Fundação pró-Natureza; IBAMA – Instituto Brasileiro de meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Plano de Manejo do Parque Nacional de Brasília. 1998. Disponível em : <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/cerrado/lista-de-ucs/parna-de-brasilia/arquivos/parna-brasilia.pdf>. Acesso em: 8 Dez.2023.

GONÇALVES, D.M.; DIAS, D.P. Eficiência de cinco índices de perigo de incêndios para o município de Jataí - GO. **Scientia Forestalis**, v. 48, n. 127, 2020.

INSTITUTO Brasília Ambiental. **Prevenção de Combate a Incêndios Florestais**. IBRAM, 2019. Disponível em: <https://www.ibram.df.gov.br/prevencao-e-combate-aos-incendios-florestais/>. Acesso em: 2 jul. 2023.

INSTITUTO Nacional de Pesquisas Espaciais. **Monitoramento dos Focos Ativos por Estado**. INPE, 2023. Disponível em: https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal-static/estatisticas_estados/. Acesso em: 2 jul. 2023.

INSTITUTO Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Centro Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais (Prevfogo)**. Ibama, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/composicao/quem-e-quem/centros/prevfogo>. Acesso em: 2 jul. 2023.

ICMBio. O que é uma unidade de conservação. Floresta Nacional. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/flonaipanema/floresta-nacional-de-ipanema.html?id=10> . Acesso em: 10 Dez.2023.

ICMBio. Unidades de Conservação. Categorias. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/categorias>. Acesso em: 11 Dez.2023.

INSTITUTO Nacional de Pesquisas Espaciais. **Programa Queimadas**: sistemas de monitoramento. 2020. Disponível em: <https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal>. Acesso em: 1 jul. 2023.

JARDIM Botânico de Brasília. **Número de ocorrências de incêndios florestais dobra em todo o DF**. 2023. Disponível em: <https://encurtador.com.br/mtJV1>. Acesso em: 1 jul. 2023.

JÚNIOR et al. Dinâmicas das queimadas no cerrado do Estado do Maranhão, Nordeste do Brasil. **Revista do Departamento de Geografia**. Universidade de São Paulo.V.35, 2018. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/142407> . Acesso em: 18 dez. 2023

KOULIKOFF, Isaura Isabel Martins ; Frequência do fogo no bioma cerrado.2014. Estudo de caso para a estação ecológica Uruçuí-Una Piuá relatório final do projeto de indicação científica. Disponível em: <http://mtc-m21c.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m21c/2020/07.09.18.43/doc/Isaura%20Isabel%20Martins%20Koulikoff.pdf>. Acesso em: 7 Dez.2023.

LOURENÇO, L.; BERNARDINO, S. Condições meteorológicas e ocorrência de incêndios florestais em Portugal Continental (1971-2010). **Cadernos de Geografia**, n.32, p.105-132, 2013.

LIMA, Daiane Cristina *et al.* Comportamento do fogo em diferentes concentrações e tempos pós-aplicação de retardantes em área de eucalipto na transição Cerrado-Amazônia. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 43, n. 1, p. 109-123, 2020. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/rca/article/view/18662>. Acesso em: 30 jun. 2023.

MAPBIOMAS. **Estatísticas**: base de dados das estatísticas dos mapas das Coleções do MapBiomas. 2023. Disponível em: <https://mapbiomas.org/estatisticas>. Acesso em: 1 jul. 2023.

MORAIS, José Carlos Mendes de. **Tecnologia de combate aos incêndios florestais**. 2014. Disponível em: <https://encurtador.com.br/iyJY3>. Acesso em: 2 jul. 2023.

NUNES, Bruno Turin Mori Capaverde; ROLIM, Ivan Lucas Batista; ROSA, Matheus Kunhavalik da. **Rede de sensores sem fio aplicada a meteorologia florestal**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/8256>. Acesso em: 9 jul. 2023.

NUNES, Tiago Javurek *et al.* **Aplicação da tecnologia através de drones no Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina**. 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/181442>. Acesso em: 29 jun. 2023.

NUNES, Pedro Manuel Vicente. **Delimitação de áreas ardidas, classificação da severidade do fogo, e avaliação da recuperação das áreas ardidas com recurso a imagens multiespectrais do Satélite Sentinel-2**. 2019. Tese de Doutorado. Disponível em: <https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/34872>. Acesso em: 30 jun. 2023.

NASCIMENTO, Ana Juvelina Da Silva; DENADAI, Marcelo Scantamburlo. Uso do drone em incendio florestal. In: **IX JORNACITEC-Jornada Científica e Tecnológica**. 2020. Disponível em: <http://www.jornacitec.fatecbt.edu.br/index.php/IXJTC/IXJTC/paper/view/2233>. Acesso em: 30 jun. 2023.

NASCIMENTO, J, K ; Paz R, J; Avaliação da Floresta Nacional de Brasília para o atendimento de pessoas com deficiência e/ou mobilidade reduzida; Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade (2015). Disponível: <https://revista.ecogestaobrasil.net/v2n2/v02n02a01.pdf>. Acesso em: 10 Dez.2023.

ORTIZ, Brenda; GALVÃO, Walder. **Incêndios florestais no DF destruíram mais de 5 mil hectares em 9 dias**. Disponível em: <https://folhadomeio.com.br/2022/09/incendios-florestais-no-df-destruiram-mais-de-5-mil-hectares-em-9-dias/>. Acesso em: 7 jul. 2023.

OLIVEIRA, Sandra *et al.* Prevenção de incêndios florestais e análise da vulnerabilidade com recurso a dados de satélite. O exemplo do projecto PREFER. **Cadernos de Geografia**, n. 33, p. 183-188, 2014.

Disponível em: <http://impactum-journals.uc.pt/cadernosgeografia/article/download/2479/1625>. Acesso em: 9 jul. 2023.

OLIVEIRA, Yara Barbosa. A Preservação da Floresta Nacional de Brasília em face às suas ocupações. 2021. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/29919/1/2021_YaraBarbosaOliveira_tcc.pdf Acesso: 20 jun. 2023

PYNE, S. J. Wildland fire: fire management in the United States. **New York: Wiley & Sons**, 1984. 769p.

RIBEIRO, Maria Inês Monteiro. **Prevenção e detecção de incêndios florestais: análise holística e sistemas tecnológicos.** 2014. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/77119/2/33125.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2023.

SCHROEDER, M. J.; BUCK, C. C. Fire weather: A guide for application of meteorological information for forest fire control operations. Washington: US. Forest Service, 1970. 229 p. (Agriculture Handbook, 360).

SOARES, R.V.; BATISTA, A.C. **Meteorologia e Climatologia Florestal.** UFPR - Curitiba, 2004. 195p.

SOARES, R.V.; BATISTA, A.C. **Incêndios Florestais:** controle, efeitos e uso do fogo. Curitiba, 2007. 250p.

SANTOS, W.S.; SOUTO, P.C.; SOUTO, J.S. Estimativa de risco de incêndios florestais em unidades de conservação no bioma caatinga no estado da Paraíba, Brasil. **Nativa**, v.5, n.6, p.440-445, nov./dez. 2017.

SOARES, R. V.; BATISTA, A.C. Incêndios Florestais: controle, efeitos e uso do fogo Curitiba: 2007. 250 p. Disponível em: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=253739&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22,%20A.%22&qFacets=autoria:%22,%20A.%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=4158>. Acesso em: 8 Dez.2023.

SILVA, Aline Fernanda Furtado *et al.* **Protótipo de um robô para combater pequenos incêndios.** **EnPE**, v. 6, n. 1, 2019. Disponível em: <http://enpe.ptc.iftm.edu.br/index.php/enpe/article/view/60>. Acesso em: 30 jun. 2023.

SILVA, Amanda Avelina Carvalho *et al.* Incêndios florestais no Parque Nacional da Serra da Canastra e a implementação de manejo integrado do fogo. **ForScience**, v. 6, n. 2, 2018. Disponível em: <http://www.forscience.ifmg.edu.br/forscience/index.php/forscience/article/view/404>. Acesso em: 28 jun. 2023.

SOUZA, Yanara Ferreira de. **Incêndios florestais no Distrito Federal entre 1987 e 2017.** Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) —Universidade de Brasília, Brasília, 2017. 2017. vii, 35 f., il. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/18981>. Acesso em: 28 jun. 2023.

TEIXEIRA, Amanda Lesjak Santos. Correlação entre índices espectrais de verdor, umidade e senescência e ocorrências de queimadas no Parque Nacional de Brasília. 2020. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/39100>. Acesso em: 7 jul. 2023.

WHITE, B. L. A.; RIBEIRO, A. S. Análise da precipitação e sua influência na ocorrência de incêndios florestais no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil. *Ambi-Agua*, Taubaté, v. 6, n. 1, p. 148-156, 2011. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/928/92817183012.pdf>. Acesso em: 8 Dez.2023.

ZOBY, Letícia Toledo Maia. Metodologia para implementação de arcabouços inteligentes para o auxílio ao Projeto de Redes de Sensores Sem Fio. 2020. Disponível em: <http://icts.unb.br/jspui/handle/10482/36184>. Acesso em: 9 jul. 2023.