

ANÁLISE TÉCNICA E DESAFIOS NA EXTRAÇÃO DE DADOS GEOESPACIAIS PARA MONITORAMENTO DE INCÊNDIOS NO DF E ENTORNO

Bruno Gomes Cordeiro [1]
Antonio Victor Pereira Palomo[2]
Iohanna Katharina Teles Alves[3]
Victhor Gladistone de Lucena Borges[4]
Fábio Henrique Monteiro Oliveira[5]
Katia Guimarães Sousa Palomo[6]

RESUMO: Este trabalho apresenta as etapas iniciais de uma pesquisa focada em monitoramento satelital e na análise de dados históricos de incêndios na Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno (RIDE) (BRASIL 1998). O objetivo principal consistiu na identificação e classificação de satélites sob critérios técnicos como presença de sensores térmicos, resolução espacial e facilidade de acesso aos dados para fins acadêmicos. Metodologicamente, a pesquisa estabeleceu uma delimitação geográfica por coordenadas específicas e avaliou satélites como VNP14, GOES-19 e Sentinel-2, excluindo satélites com acesso restrito aos dados ou mesmo com tempo de revisita maior que um dia. Além disso, o estudo identificou a ocorrência de falsos positivos em alguns satélites que usam sensores VIIRS. Por fim, analisou-se o cálculo do Risco de Fogo utilizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2013), fundamentado na Fórmula de Monte Alegre (FMA), que ressalta a influência de variáveis como umidade relativa, precipitação e o estado de secura da biomassa. Tais achados contribuem para o fortalecimento das capacidades de detecção, especialmente em áreas florestais remotas onde a resposta rápida é crucial para a preservação ambiental.
Palavras-chave: Monitoramento por satélite, Incêndios florestais, Sensoriamento remoto, Risco de fogo, Acessibilidade de dados.

[1] Cursando Tecnólogo de Sistemas para Internet, cursando Técnico em Desenvolvimento de Sistemas, Ambos no Instituto Federal de Brasília. j3bruno@gmail.com;
[2] Formado em Engenharia da computação pelo UniCEUB, pós-graduando em IA e Big Data pela USP/SP. antoniovictorpalomo@gmail.com;
[3] Graduanda em Análise e Desenvolvimento de Sistemas pela Cruzeiro do Sul - UDF, cursando Técnico em Desenvolvimento de Sistemas pelo Instituto Federal de Brasília - IFB. Iohanna.katharina@gmail.com;
[4] Graduando em Engenharia de Software pela Uniceplac, cursando Técnico em Desenvolvimento de Sistemas pelo Instituto Federal de Brasília. gladistone245@gmail.com;
[5] Formado em Sistemas de Informação, Doutor em Engenharia Elétrica, Docente e pesquisador do Instituto Federal de Brasília. fabio.oliveira@ifb.edu.br.
[6] Formada em Administração e Direito, Doutora em Educação, Docente e pesquisadora do Instituto Federal de Brasília. katia.palomo@ifb.edu.br.

ABSTRACT: This paper presents the initial stages of research focused on satellite monitoring and historical fire data analysis in the Integrated Development Region of the Federal District and Surroundings (RIDE)(BRASIL,1998). The study's primary objective was to identify and classify orbital platforms based on technical criteria such as thermal sensors, spatial resolution, and availability of public data. To achieve this, the research established a geographic delimitation through specific coordinates and evaluated satellites like VNP14, GOES-19, and Sentinel-2, while excluding satellites with restricted access. Furthermore, the study identified the occurrence of false positives, which may be incorrectly classified as forest fires. Finally, the research analyzes the Fire Risk calculation used by INPE(2013), based on the Monte Alegre Formula (FMA), which emphasizes variables such as relative humidity, precipitation, and biomass dryness. These findings contribute to improving remote fire detection capabilities, especially in remote forest areas where rapid response is critical for environmental preservation.
Keywords: Satellite monitoring, Forest fires, Remote sensing, Fire risk, Data accessibility.

Introdução

O aumento da frequência e intensidade dos incêndios florestais nas últimas décadas transformou o monitoramento ambiental em uma atividade estratégica para a preservação dos biomas brasileiros. Entre esses biomas, o Cerrado apresenta elevada vulnerabilidade às queimadas devido às suas características climáticas sazonais, à presença de longos períodos de estiagem e à crescente pressão antrópica associada à expansão urbana, agropecuária e industrial. No contexto da Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno (RIDE) (Brasil, 1998), os incêndios florestais representam uma ameaça significativa à biodiversidade, aos recursos hídricos, à qualidade do ar e à segurança da população.

Nesse cenário, o uso de geotecnologias e técnicas de sensoriamento remoto tornou-se fundamental para a identificação, monitoramento e previsão de focos de incêndio. Além disso, a integração entre dados meteorológicos e algoritmos de risco possibilita o desenvolvimento de sistemas de alerta precoce, fundamentais para a prevenção de desastres ambientais.

A presente pesquisa teve como objetivo geral analisar a aplicação de geotecnologias no monitoramento de incêndios florestais no Distrito Federal e Entorno, avaliando a eficiência de diferentes satélites e a integração de variáveis meteorológicas na construção de modelos preditivos de risco de fogo. Como objetivos específicos, buscou-se identificar satélites aptos ao monitoramento ambiental, investigar a disponibilidade de dados geoespaciais em satélites nacionais e internacionais, compreender os modelos matemáticos utilizados na previsão de incêndios e analisar as limitações operacionais relacionadas ao acesso e padronização das informações.

A justificativa da pesquisa fundamenta-se na necessidade de fortalecer os mecanismos de vigilância ambiental em áreas suscetíveis a queimadas. Incêndios florestais em regiões de vegetação nativa frequentemente ocorrem em locais remotos e de difícil acesso, onde há poucas

se alguma para comunicar sobre os incêndios aos órgãos responsáveis. Dessa forma, a detecção automatizada por satélites assume papel essencial na redução do tempo de resposta e na mitigação dos impactos ambientais. Além disso, a pesquisa contribui para a discussão sobre democratização do acesso a dados ambientais, evidenciando desafios técnicos enfrentados por pesquisadores e instituições públicas na obtenção e processamento de informações geoespaciais.

A metodologia desta pesquisa foi estruturada em seis etapas interdependentes: delimitação geográfica, prospecção de satélites, auditoria de dados, coleta e padronização, validação de registros e análise de algoritmos meteorológicos de risco de incêndio (INMET, 2026).

A etapa inicial definiu o recorte espacial, abrangendo a Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno (RIDE) (Brasil, 1998). Utilizou-se uma "bounding box" em coordenadas decimais — Oeste (-49.3550642), Sul (-17.3558535), Leste (-45.559661) e Norte (-13.1011799) — aplicada em APIs e plataformas de busca. Essa delimitação restringiu as consultas às áreas de interesse, reduzindo dados irrelevantes e otimizando o processamento.

Na segunda etapa, foram selecionados satélites com base em resolução espacial e temporal e acesso aos dados. Avaliaram-se satélites como Sentinel-2, CBERS-4, e fontes de dados dos sensores MODIS e VIIRS. Produtos como dados do Sentinel-2, VNP14 (VIIRS) e MYD14 (MODIS) foram considerados relevantes. O GOES-19 destacou-se pelo monitoramento quase em tempo real, com atualizações de 10 a 15 minutos. Satélites sem sensores ambientais (ex.: Star One, SGDC) e projetos com acesso restrito (ex.: Lessonia) foram excluídos.

Posteriormente foi realizada auditoria em satélites como TerraBrasilis, Earthdata Search (NASA), Copernicus Data Space e INMET, avaliando acesso, formatos, requisitos técnicos e usabilidade.

Quanto ao procedimento de coleta dos dados, a mesma foi realizada em formato CSV, incluindo focos de calor, variáveis meteorológicas, datas e coordenadas. Em seguida, realizou-se a padronização para garantir integração entre diferentes fontes, diante da heterogeneidade de formatos, nomenclaturas e estruturas.

Como etapa de ajuste foram validados os dados para minimizar erros de detecção. Identificaram-se falsos positivos associados a fontes térmicas industriais em satélites termais e infravermelhos, como o caso da cimenteira Ciplan que gerou vários falsos positivos. Foram

adotados critérios de filtragem espacial e validação manual, priorizando áreas de vegetação natural.

|Por fim, foram analisados modelos de previsão de risco de incêndio, com ênfase na Fórmula de Monte Alegre (FMA), utilizada pelo INPE (2013). O modelo considera umidade relativa, temperatura, vento e precipitação, operando de forma acumulativa. Verificou-se a relação entre estiagem prolongada, redução da umidade da biomassa e aumento do risco de incêndios no Cerrado.

Referencial Teórico

O monitoramento de queimadas por sensoriamento remoto fundamenta-se na identificação de anomalias térmicas detectadas por sensores orbitais. Esses sensores captam a radiação emitida pelo calor proveniente das chamas, permitindo localizar focos ativos de incêndio mesmo em regiões parcialmente encobertas por fumaça.

A eficiência desse monitoramento depende diretamente das características orbitais e sensoriais dos satélites utilizados. Satélites de órbita baixa, como Sentinel-2, MODIS, CBERS-4 e Amazônia-1, apresentam elevada resolução espacial, sendo úteis para análise detalhada de cicatrizes de queimadas e cobertura vegetal, além de coleta de dados meteorológicos. Entretanto, possuem limitações relacionadas ao tempo de revisita ou seja tempo até o satélite passar por uma localização novamente, o que reduz sua capacidade de monitoramento contínuo.

Em contrapartida, satélites geoestacionários, como o GOES-19, fornecem imagens em alta frequência temporal, permitindo atualizações constantes sobre a mesma área terrestre. Essa característica torna-se especialmente relevante para o Cerrado, onde a propagação rápida das chamas exige acompanhamento quase em tempo real. Tendo, porém, a contrapartida de baixa resolução das imagens pegando apenas ondas de mais baixa frequência, sendo este o maior desafio do trabalho.

O Cerrado possui dinâmica ecológica naturalmente associada ao fogo, porém a intensificação das queimadas de origem antrópica compromete o equilíbrio ambiental do bioma. Durante os períodos de estiagem, ocorre redução significativa da umidade da vegetação, aumentando a disponibilidade de biomassa combustível e favorecendo a propagação do fogo.

Nesse contexto, os índices meteorológicos de perigo de incêndio desempenham papel fundamental na prevenção. A Fórmula de Monte Alegre (FMA), desenvolvida por Soares (1972), tornou-se o principal modelo utilizado no Brasil devido à sua simplicidade operacional e eficiência preditiva. A lógica acumulativa da FMA considera principalmente a umidade

relativa do ar e a precipitação. Quanto maior o número de dias consecutivos sem chuva, maior o risco de propagação de incêndios (INMET, 2026) (INPE, 2013).

Além disso, variáveis como temperatura e velocidade do vento influenciam diretamente a intensidade e velocidade de avanço das chamas. Temperaturas elevadas reduzem a umidade presente na vegetação, enquanto ventos intensos favorecem a dispersão do fogo (INMET, 2026; INPE, 2013).

Resultados

Os resultados obtidos demonstraram que o uso integrado de sensoriamento remoto, dados meteorológicos e algoritmos preditivos apresenta elevado potencial para o monitoramento de incêndios florestais no Distrito Federal e Entorno.

A análise comparativa entre satélites revelou diferenças significativas entre satélites de órbita polar e geoestacionária. Satélites como Sentinel-2 e CBERS-4 apresentaram excelente capacidade de detalhamento espacial, permitindo identificar cicatrizes de queimadas e alterações na cobertura vegetal. Entretanto, o elevado tempo de revisita limita sua eficiência operacional em situações emergenciais.

O satélite GOES-19 destacou-se como o satélite mais viável para monitoramento contínuo devido à sua elevada resolução temporal. As atualizações frequentes das imagens permitiram melhor acompanhamento da dinâmica dos incêndios, possibilitando identificar rapidamente alterações na intensidade térmica e expansão das chamas.

A utilização do formato CSV mostrou-se eficiente para padronização e organização dos dados coletados, facilitando sua integração em bancos de dados geoespaciais e futuras aplicações analíticas.

Para reduzir a ocorrência de focos de calor por indústrias foram retirados dados de zonas urbanas, mantendo assim apenas zonas rurais e de baixa urbanização. Em relação aos modelos meteorológicos, verificou-se forte correlação entre períodos prolongados de estiagem, baixa umidade relativa do ar e aumento do risco de incêndios florestais. A Fórmula de Monte Alegre demonstrou elevada adequação às condições climáticas do Cerrado, principalmente durante os meses de seca intensa.

Conclui-se que a integração entre imagens orbitais, variáveis meteorológicas e algoritmos de risco constitui uma abordagem eficiente para sistemas de alerta precoce. A pesquisa evidencia a importância do investimento em infraestrutura de dados geoespaciais acessíveis e no aprimoramento das políticas públicas voltadas à prevenção e mitigação de incêndios florestais no Cerrado brasileiro.

Referências bibliográficas

BRASIL. **Lei Complementar nº 94, de 19 de fevereiro de 1998**. Autoriza o Poder Executivo a criar a Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno - RIDE. Brasília, DF: Presidência da República, [1998]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp94.htm. Acesso em: 02 mai. 2026.

INMET. **Risco de incêndio**. Brasília, DF: Instituto Nacional de Meteorologia, 2026. Disponível em: https://portal.inmet.gov.br/paginas/incendio. Acesso em: 02 mai. 2026.

INPE. **Risco de fogo: metodologia sucinta**. São José dos Campos: INPE, 2013. Disponível em: https://dataserver-coids.inpe.br/queimadas/queimadas/Publicacoes-Impacto/documentos/RiscoFogo_Sucinto_20130911.pdf. Acesso em: 02 mai. 2026.

SOARES, Ronaldo Viana. **Determinação de um índice de perigo de incêndio para a região de Monte Alegre, Paraná, Brasil**. 1972. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - University of Washington, Seattle, 1972.