

ANÁLISE TÉCNICA E DESAFIOS NO ENCONTRO DE PATENTES PARA IDENTIFICAÇÃO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS NO DF E ENTORNO: busca de patentes aplicada ao monitoramento de incêndios florestais no DF e entorno

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

RESUMO: O aumento da ocorrência de incêndios florestais no Distrito Federal e entorno tem intensificado a necessidade de soluções tecnológicas voltadas ao monitoramento e à detecção precoce desses eventos. Nesse contexto, esta pesquisa tem como objetivo realizar uma busca estruturada de patentes para identificar tecnologias aplicáveis ao monitoramento e à detecção de incêndios florestais, subsidiando o desenvolvimento de soluções baseadas em sensoriamento remoto e inteligência artificial. A metodologia adotada caracteriza-se como exploratória e descritiva, fundamentada em levantamento tecnológico realizado em bases nacionais e internacionais de patentes, utilizando estratégias de busca estruturadas e operadores booleanos. Os resultados evidenciam que as tecnologias mais relevantes utilizam integração de dados de satélites, sensores ambientais e modelos de inteligência artificial, com destaque para técnicas de *deep learning*, análise espaço-temporal e fusão de dados multissensoriais. Conclui-se que a prospecção tecnológica por meio da análise de patentes constitui uma ferramenta estratégica para identificação de soluções inovadoras aplicáveis ao monitoramento de incêndios florestais na Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno (RIDE).
Palavras-chave: patentes, incêndios florestais, sensoriamento remoto, inteligência artificial.

ABSTRACT: The increasing occurrence of forest fires in the Federal District of Brazil and surrounding areas has intensified the need for technological solutions aimed at monitoring and early detection of these events. In this context, this research aims to conduct a structured patent

[1] Graduando em Engenharia de Software pela Uniceplac, cursando Técnico em Desenvolvimento de Sistemas pelo Instituto Federal de Brasília. gladistone245@gmail.com;
[2] Formado em Engenharia da computação pelo UniCEUB, pós-graduando em IA e Big Data pela USP/SP. antoniovictorpalomo@gmail.com;
[3] Cursando Tecnólogo de Sistemas para Internet, cursando Técnico em Desenvolvimento de Sistemas, Ambos no Instituto Federal de Brasília. j3bruno@gmail.com;
[4] 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;
[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.

search to identify technologies applicable to forest fire monitoring and detection, supporting the development of solutions based on remote sensing and artificial intelligence. The adopted methodology is exploratory and descriptive, based on technological research carried out in national and international patent databases using structured search strategies and boolean operators. The results indicate that the most relevant technologies involve the integration of satellite data, environmental sensors, and artificial intelligence models, especially deep learning techniques, spatio-temporal analysis, and multi-sensor data fusion. It is concluded that technological prospecting through patent analysis constitutes a strategic tool for identifying innovative solutions applicable to forest fire monitoring in the Integrated region for development of the Federal District and surroundings (RIDE).
Keywords: patents, forest fires, monitoring, remote sensing.

Introdução

O aumento da incidência de incêndios florestais no Distrito Federal e entorno configura um problema ambiental de elevada relevância, produzindo impactos significativos sobre a biodiversidade, a qualidade do ar, os recursos hídricos e a saúde pública (INPE, 2026a). Além disso, esses eventos estão diretamente associados a condições climáticas adversas, como altas temperaturas, baixa umidade relativa do ar e longos períodos de estiagem, características recorrentes da região Centro-Oeste do Brasil. Conforme destacado pelo Instituto Nacional de Meteorologia, "o risco de incêndio está diretamente relacionado a condições meteorológicas como temperatura elevada, baixa umidade relativa do ar e ausência de precipitação" (INMET, 2026).

Ademais, além dos fatores climáticos, a ocorrência de incêndios florestais também está relacionada a ações antrópicas, como expansão urbana desordenada, queimadas irregulares, práticas agrícolas inadequadas e uso inadequado do solo (Costa *et al*., 2009). Nesse cenário, o Distrito Federal apresenta elevados períodos de seca, por conta do bioma Cerrado, tornando indispensável o desenvolvimento de estratégias eficientes de monitoramento, prevenção e resposta rápida.

Nesse contexto, segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Setzer *et al*., 2019), o risco de fogo pode ser estimado por meio da integração de variáveis meteorológicas e ambientais, amplamente monitoradas por sistemas de sensoriamento remoto. Além disso, plataformas como o *TerraBrasilis* (INPE, 2026a) permitem visualizar a distribuição espacial e temporal das queimadas, evidenciando a recorrência desses eventos no Distrito Federal e entorno e reforçando a necessidade de soluções tecnológicas capazes de atuar de forma preventiva e próximo ao tempo real.

Dessa forma, embora existam diferentes tecnologias voltadas ao monitoramento de incêndios florestais, ainda persistem desafios relacionados à integração de dados, à precisão das

detecções e à adaptação dessas soluções às características ambientais e territoriais do Distrito Federal e entorno. Nesse sentido, a prospecção tecnológica por meio da análise de patentes torna-se essencial, pois permite identificar o estado da arte em termos de inovação tecnológica, compreender soluções já desenvolvidas e direcionar novas pesquisas de forma mais estratégica e eficiente.

Além disso, a justificativa deste estudo fundamenta-se na necessidade de consolidar o conhecimento tecnológico relacionado ao monitoramento e à detecção de incêndios florestais, contribuindo para a identificação de soluções inovadoras e evitando a duplicação de esforços em pesquisas futuras. Da mesma forma, a análise de patentes possibilita compreender limitações técnicas, tendências emergentes e lacunas tecnológicas, aspectos fundamentais para o desenvolvimento de sistemas mais eficientes baseados em inteligência artificial e sensoriamento remoto.

Sob essa perspectiva, o estudo também se justifica pela relevância regional do problema, considerando a frequência de incêndios no Distrito Federal e entorno e seus impactos ambientais, sociais e econômicos. Assim, a identificação de tecnologias aplicáveis a essa realidade pode contribuir diretamente para o desenvolvimento de sistemas automatizados de monitoramento, auxiliando órgãos públicos, instituições de pesquisa e equipes de resposta na tomada de decisões e na mitigação dos efeitos causados pelos incêndios florestais.

Diante disso, esta pesquisa tem como objetivo geral realizar uma busca estruturada de patentes voltadas ao monitoramento e à detecção de incêndios florestais, a fim de identificar tecnologias capazes de subsidiar o desenvolvimento de soluções aplicáveis ao contexto do Distrito Federal e entorno. Para isso, definiram-se como objetivos específicos: (i) mapear tecnologias relevantes em bases nacionais e internacionais de patentes; (ii) analisar métodos, ferramentas e abordagens tecnológicas utilizadas nessas soluções; e (iii) avaliar a aplicabilidade dessas tecnologias no contexto regional.

A metodologia adotada caracterizou-se como exploratória e descritiva, com abordagem qualitativa, fundamentada na pesquisa em bases de dados de patentes gratuitas, conforme as diretrizes do Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Para tanto, foram utilizadas as bases INPI, *Google Patents*, *LATIPAT*, *Espacenet* e *Patentscope*, selecionadas devido à sua abrangência, relevância internacional e disponibilidade de informações técnicas detalhadas.

O INPI constitui a principal base nacional de patentes, permitindo acesso a depósitos realizados no Brasil. Já o *Google Patents* destacou-se pela ampla indexação internacional e facilidade de pesquisa textual. A base *LATIPAT*, por sua vez, reúne documentos patentários da

América Latina e Espanha, favorecendo a recuperação de tecnologias desenvolvidas em contextos regionais semelhantes ao brasileiro. Acresce-se a isso, o *Espacenet*, mantido pelo *European Patent Office*, disponibiliza milhões de documentos patentários de diferentes países, permitindo análises mais abrangentes sobre tendências tecnológicas globais. Por fim, na *Patentscope*, a qual é a base de dados da Organização Mundial da Propriedade Intelectual, garante um acesso livre a mais de 112 milhões de patentes de 75 Estados-membros e também de organizações regionais como *EPO*, *ARIPO* e Eurásia.

Referencial teórico

A busca de patentes constitui uma etapa fundamental no processo de pesquisa tecnológica, pois permite identificar soluções existentes, tendências de inovação e lacunas tecnológicas. Segundo o Instituto Nacional da Propriedade Industrial, o uso de estratégias estruturadas de busca aumenta significativamente a eficiência na recuperação de informações tecnológicas relevantes (INPI, 2026).

Nesse contexto, as bases de dados patentárias desempenham papel essencial na prospecção tecnológica, uma vez que concentram documentos técnicos detalhados sobre invenções e soluções desenvolvidas em diferentes países. Além disso, essas plataformas permitem identificar tendências tecnológicas, áreas emergentes e aplicações inovadoras relacionadas ao monitoramento ambiental e à detecção de incêndios florestais.

As patentes apresentam uma estrutura padronizada, composta por elementos como título, resumo, palavras-chave, descrição detalhada da invenção, reivindicações e códigos de classificação internacional (*IPC – International Patent Classification*). No processo de busca, as *strings* de busca desempenham papel essencial, sendo definidas como combinações estruturadas de palavras-chave relacionadas ao tema de interesse.

No contexto dos incêndios florestais, essa abordagem permite identificar tecnologias voltadas ao monitoramento ambiental, à previsão de risco e à detecção precoce de focos de incêndio. A literatura científica demonstra que o risco de ocorrência de incêndios florestais está diretamente relacionado à interação entre fatores climáticos, ambientais e de vegetação (EMBRAPA, 2026). Segundo o INPE (2026b), variáveis como temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento e cobertura vegetal exercem influência significativa sobre a propagação do fogo.

Nesse contexto, índices como o *NDVI* (*Normalized Difference Vegetation Index*) são utilizados para avaliar as condições da vegetação, enquanto o *FWI* (*Fire Weather Index*) mede o risco de incêndio com base em condições meteorológicas. Além disso, o avanço tecnológico

tem possibilitado a integração dessas variáveis com técnicas de inteligência artificial, especialmente modelos de aprendizado de máquina e *deep learning*, capazes de analisar grandes volumes de dados de forma automatizada. Estudos recentes apontam que a utilização de redes neurais e a fusão de dados provenientes de satélites e sensores ambientais aumenta significativamente a precisão dos sistemas de detecção e previsão de incêndios florestais (Zhang *et al*., 2020).

Resultado

A aplicação da metodologia proposta possibilitou o mapeamento de patentes relacionadas ao monitoramento, à detecção e à previsão de incêndios florestais nas bases *Google Patents*, INPI, *LATIPAT*, *Espacenet* e *Patentscope*. Durante o levantamento inicial, foram identificados mais de 100 mil resultados no *Google Patents*, aproximadamente 119.599 documentos na base *Espacenet*, 4.003 registros na *Patentscope*, 17 patentes no INPI e 10 documentos na *LATIPAT*. Entretanto, após refinamentos realizados por meio de *strings* de busca e operadores booleanos, foram selecionadas apenas as tecnologias mais alinhadas ao objetivo da pesquisa, permitindo maior precisão na análise das soluções aplicáveis ao contexto do Distrito Federal e entorno.

Os resultados evidenciaram predominância de soluções fundamentadas em inteligência artificial, sensoriamento remoto e integração de sensores ambientais. Aproximadamente 43,75% das tecnologias identificadas utilizam técnicas de inteligência artificial e aprendizado de máquina, incluindo deep learning, redes neurais convolucionais (CNNs) e análise automatizada de imagens. Além disso, cerca de 34,37% das patentes empregam sensores ambientais e redes *IoT* para monitoramento contínuo de variáveis ambientais, enquanto aproximadamente 12,5% utilizam satélites e sensoriamento remoto para análise espacial e monitoramento em tempo real. Os percentuais apresentados foram obtidos a partir da categorização manual das patentes selecionadas, considerando as principais tecnologias empregadas em cada solução analisada.

Adicionalmente, observou-se crescimento significativo de tecnologias que integram imagens multiespectrais de satélite, sensores terrestres e modelos inteligentes para identificação automática de fumaça, focos de calor e previsão da propagação do fogo. Entre os achados mais recentes, destacam-se sistemas baseados em *deep learning*, fusão multissensorial e análise espaço-temporal, capazes de gerar alertas precoces e aumentar significativamente a precisão da detecção de incêndios florestais.

Por fim, verificou-se que diversas soluções utilizam abordagens de fusão de dados, combinando informações provenientes de satélites, sensores terrestres e sistemas de comunicação em tempo real, com o objetivo de aumentar a precisão e a confiabilidade das análises realizadas. Dessa forma, os resultados demonstraram que a prospecção tecnológica por meio da análise de patentes constitui uma ferramenta estratégica para identificação de tendências tecnológicas e soluções inovadoras aplicáveis ao monitoramento ambiental no Distrito Federal e entorno, contribuindo para futuras pesquisas relacionadas ao desenvolvimento de modelos inteligentes baseados em inteligência artificial e sensoriamento remoto.

Referências

COSTA, E. P.; FIEDLER, N. C.; MEDEIROS, M. B.; WANDERLEY, F. B. **Incêndios florestais no entorno de unidades de conservação:** estudo de caso na Estação Ecológica de Águas Emendadas, Distrito Federal. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 19, n. 2, p. 195-206, 2009. Disponível em: https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/410. Acesso em: 11 maio 2026.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Métodos de avaliação de risco.** Disponível em: https://www.cnpaf.embrapa.br/saripan/metodos.html. Acesso em: 2 maio 2026.

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL (INPI). **Guia prático para buscas de patentes.** Disponível em: https://www.gov.br/inpi/pt-br/assuntos/informacao/guia-pratico-para-buscas-de-patentes. Acesso em: 2 maio 2026.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Risco de incêndio.** Brasília, 2026. Disponível em: https://portal.inmet.gov.br/paginas/incendio. Acesso em: 2 maio 2026.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **TerraBrasilis:** portal de dados de queimadas e incêndios. São José dos Campos, 2026. Disponível em: https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/queimadas/portal/. Acesso em: 2 maio 2026a.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Programa Queimadas:** monitoramento dos focos ativos por país. São José dos Campos, 2013. Disponível em: https://data.inpe.br/queimadas/situacao_atual/situacao_atual/pages/estatisticas/?tipo=biomas&item=cerrado. Acesso em: 11 maio 2026b.

SETZER, A. W.; SISMANOGLU, R. A.; SANTOS, J. G. M. dos. **Método do cálculo do risco de fogo do Programa do INPE.** São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2019. Disponível em: http://mtc-m21c.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m21c/2019/11.21.11.03/doc/publicacao.pdf. Acesso em: 2 maio 2026.

ZHANG, Jia-Hua *et al*. **Detection, emission estimation and risk prediction of forest fires in China using satellite sensors and simulation models in the past three decades:** an overview. International Journal of Digital Earth, [S. l.], 2020.