REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/w75c2e75
Pages: 1-31

TECNOLOGIAS MÓVEIS, GEOLOCALIZAÇÃO E PARTICIPAÇÃO CIDADÃ NO MONITORAMENTO DE INCÊNDIOS: UMA REVISÃO NARRATIVA DA LITERATURA

MOBILE TECHNOLOGIES, GEOLOCATION AND CITIZEN PARTICIPATION IN FIRE MONITORING: A NARRATIVE LITERATURE REVIEW

TECNOLOGÍAS MÓVILES, GEOLOCALIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN CIUDADANA EN EL MONITOREO DE INCENDIOS: UNA REVISIÓN NARRATIVA DE LA LITERATURA

Jhannyfer Sweyvezes Rodrigues Biângulo
Graduanda, Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, Brasil
E-mail: jhannyfer.biangulo@estudante.ifgoiano.edu.br

Rafael de Souza Teixeira
Graduando, Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, Brasil
E-mail: rafael.teixeira1@estudante.ifgoiano.edu.br

Vilson Soares de Siqueira
Doutor, Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, Brasil
E-mail: vilson.soares@ifgoiano.edu.br

Resumo

O avanço das tecnologias móveis e dos recursos de geolocalização ampliou as possibilidades de coleta e compartilhamento de informações geográficas pela população. No contexto de queimadas e incêndios florestais, esses recursos podem complementar mecanismos institucionais de monitoramento ao permitir o registro de localização, imagens e relatos produzidos próximos às ocorrências. Este estudo teve como objetivo analisar, por meio de revisão narrativa, as possibilidades de utilização de tecnologias móveis, geolocalização e participação cidadã no monitoramento de incêndios. Foram abordados o monitoramento orbital, o posicionamento por sistemas globais de navegação por satélite, a Informação Geográfica Voluntária, aplicações colaborativas de gestão de desastres e iniciativas brasileiras de denúncia georreferenciada, além de aspectos de conectividade, proteção de dados e responsabilização. Sob a perspectiva de Sistemas de Informação, os achados foram organizados em requisitos funcionais e não funcionais para aplicações móveis participativas, como captura de metadados de posicionamento, validação dos registros em estados, integração com bases oficiais, operação com conectividade limitada e proteção de dados pessoais. Os estudos consultados indicam que dispositivos móveis podem favorecer a obtenção de informações de campo e ampliar a participação social, mas apresentam limitações relacionadas à precisão posicional, à heterogeneidade dos dados, à conectividade desigual e à necessidade de validação. Conclui-se que essas tecnologias têm maior potencial quando utilizadas de forma complementar às fontes oficiais e ao sensoriamento remoto, e não como substitutas desses mecanismos.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/w75c2e75
Pages: 1-31

Palavras-chave: Geolocalização; Participação cidadã; Informação Geográfica Voluntária; Incêndios florestais; Sistemas de informação.

Abstract

The advance of mobile technologies and geolocation resources has expanded the possibilities for collecting and sharing geographic information by the public. In the context of wildfires and forest fires, these resources can complement institutional monitoring mechanisms by allowing the recording of location, images and reports produced close to the events. This study aimed to analyze, through a narrative review, the possibilities of using mobile technologies, geolocation and citizen participation in fire monitoring. The review covered orbital monitoring, positioning by global navigation satellite systems, Volunteered Geographic Information, collaborative disaster-management applications and Brazilian georeferenced reporting initiatives, as well as connectivity, data protection and accountability issues. From an Information Systems perspective, the findings were organized into functional and non-functional requirements for participatory mobile applications, such as capturing positioning metadata, validating records through states, integrating with official databases, operating under limited connectivity and protecting personal data. The consulted studies indicate that mobile devices can facilitate the collection of field information and broaden social participation, but they have limitations related to positional accuracy, data heterogeneity, uneven connectivity and the need for validation. It is concluded that these technologies have greater potential when used to complement official sources and remote sensing, rather than as substitutes for them.

Keywords: Geolocation; Citizen participation; Volunteered Geographic Information; Wildfires; Information systems.

Resumen

El avance de las tecnologías móviles y de los recursos de geolocalización ha ampliado las posibilidades de recopilación y difusión de información geográfica por parte de la población. En el contexto de los incendios forestales y las quemas, estos recursos pueden complementar los mecanismos institucionales de monitoreo al permitir el registro de la ubicación, imágenes e informes producidos cerca de los eventos. Este estudio tuvo como objetivo analizar, mediante una revisión narrativa, las posibilidades de uso de tecnologías móviles, geolocalización y participación ciudadana en el monitoreo de incendios. Se abordaron el monitoreo orbital, el posicionamiento mediante sistemas globales de navegación por satélite, la Información Geográfica Voluntaria, aplicaciones colaborativas de gestión de desastres e iniciativas brasileñas de denuncia georreferenciada, además de aspectos de conectividad, protección de datos y responsabilidad. Desde la perspectiva de los Sistemas de Información, los hallazgos se organizaron en requisitos funcionales y no funcionales para aplicaciones móviles participativas, como la captura de metadatos de posicionamiento, la validación de los registros mediante estados, la integración con bases oficiales, el funcionamiento con conectividad limitada y la protección de datos personales. Los estudios consultados indican que los dispositivos móviles pueden facilitar la obtención de información de campo y ampliar la participación social, pero presentan limitaciones relacionadas con la precisión posicional, la heterogeneidad de los datos, la conectividad desigual y la necesidad de validación. Se concluye que estas tecnologías tienen mayor potencial cuando se utilizan de forma complementaria a las fuentes oficiales y a la teledetección, y no como sustitutas de estos mecanismos.

Palabras clave: Geolocalización; Participación ciudadana; Información Geográfica Voluntaria; Incendios forestales; Sistemas de información.

1. Introdução

Queimadas e incêndios florestais são eventos capazes de produzir impactos ambientais, sociais e econômicos, especialmente quando atingem grandes extensões territoriais ou áreas próximas a comunidades. No Brasil, o acompanhamento dessas

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/w75c2e75
Pages: 1-31

ocorrências conta com o Programa Queimadas, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), que utiliza dados de satélites para identificar focos de calor, estimar o risco de fogo e produzir informações de apoio ao monitoramento do território. O sensoriamento remoto permite observar áreas extensas de forma sistemática e constitui uma das principais bases técnicas para o acompanhamento do fogo em escala regional e nacional (INPE, 2025).

O tema tem relevância particular no Cerrado, bioma que abrange grande parte do estado de Goiás e no qual o fogo se relaciona tanto a dinâmicas naturais quanto ao uso agropecuário. Segundo relatório do governo estadual, mais da metade das queimadas registradas em Goiás ocorreu em áreas de produção agropecuária (Goiás, 2024), o que indica que parte significativa das ocorrências se dá em ambiente rural, onde a presença de equipes institucionais é limitada.

Apesar da importância do monitoramento orbital, nenhuma fonte de informação representa isoladamente todos os aspectos de uma ocorrência. A passagem dos satélites, a resolução dos sensores, a presença de nuvens e as características do próprio evento influenciam a detecção, e um foco registrado por satélite não deve ser interpretado automaticamente como a delimitação completa de um incêndio. Nesse sentido, informações produzidas em campo podem complementar a leitura obtida por sistemas orbitais, principalmente quando acrescentam registros visuais, descrição da ocorrência e localização aproximada.

A evolução dos dispositivos móveis criou novas possibilidades para essa coleta. Telefones inteligentes reúnem câmera, conexão à internet, receptores de sistemas globais de navegação por satélite (GNSS) e diferentes sensores em um único equipamento. Gomes et al. (2022) descrevem como a incorporação dessas tecnologias ampliou o uso dos dispositivos móveis em atividades de posicionamento e obtenção de informações geográficas. Assim, um registro feito em campo pode reunir coordenadas, fotografia, data, horário e descrição textual.

A participação da população nesse processo aproxima-se do conceito de Informação Geográfica Voluntária (IGV), caracterizada pela produção colaborativa de dados geográficos por usuários. Teixeira e Ventorini (2026) observam que esse tipo de produção tem aplicações em diferentes áreas e pode contribuir para reduzir

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/w75c2e75
Pages: 1-31

lacunas de informação, embora a heterogeneidade dos dados exija análise antes de seu uso. Olivatto (2023) aponta a consolidação da IGV como campo de pesquisa associado ao crescimento das plataformas abertas e ao acesso a informações geográficas por dispositivos móveis.

No Brasil, já existem iniciativas que recebem denúncias ambientais georreferenciadas da população, como o aplicativo Radar Ambiental, do Conselho Nacional do Ministério Público (CNMP, 2024), e soluções de cadastro colaborativo de informações de desastres, como o BDGeo Desastres - ES (Passos et al., 2019). Entretanto, a possibilidade de qualquer usuário produzir informações georreferenciadas também introduz problemas de qualidade. Oliveira et al. (2019) indicam que a acurácia obtida por telefones inteligentes varia conforme as condições de coleta e as características dos aparelhos. Esse aspecto é relevante para incêndios, pois a posição registrada pelo dispositivo pode representar apenas o local em que o observador se encontra, e não a posição do fogo observado à distância.

Do ponto de vista de Sistemas de Informação, o problema não se resume à captura de um dado. Um registro de campo só se transforma em informação útil quando um sistema consegue coletá-lo, armazená-lo com sua estrutura geográfica, avaliá-lo, integrá-lo a outras fontes e apresentá-lo de forma compreensível a quem precisa decidir. Isso envolve modelagem de dados, arquitetura de aplicações móveis, qualidade da informação, interoperabilidade, segurança e proteção de dados pessoais, temas tradicionais da área e que atravessam toda a discussão deste trabalho.

Diante desse cenário, esta pesquisa parte da seguinte questão: de que forma tecnologias móveis, recursos de geolocalização e participação cidadã podem contribuir para o monitoramento e o registro de ocorrências de incêndios, e quais limitações devem ser consideradas em sua utilização? O objetivo geral é analisar, por meio de revisão bibliográfica narrativa, as possibilidades de emprego dessas tecnologias como fontes complementares de informação. Especificamente, busca-se: (a) compreender o papel do monitoramento orbital; (b) identificar recursos presentes em dispositivos móveis; (c) discutir a contribuição da IGV e de experiências brasileiras de denúncia georreferenciada; (d) analisar benefícios e limitações relacionados à

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/w75c2e75
Pages: 1-31

qualidade, precisão, conectividade, validação e aspectos legais dos dados; e (e) organizar, sob a perspectiva de Sistemas de Informação, os requisitos que aplicações móveis participativas de registro de incêndios devem considerar.

O trabalho está organizado em cinco partes: esta introdução; o referencial teórico, que apresenta os conceitos centrais; a metodologia, que descreve o processo de revisão; os resultados e a discussão, que analisam as publicações consultadas de forma comparativa; e a conclusão.

2. Referencial teórico

2.1 Monitoramento de incêndios e sensoriamento remoto

O Programa Queimadas do INPE mantém uma estrutura de acompanhamento baseada em imagens de diferentes satélites e disponibiliza produtos relacionados a focos de fogo ativo, áreas queimadas e risco de incêndio, ampliando o acesso público a informações sobre ocorrências de fogo no território brasileiro (INPE, 2025). Setzer e Ferreira (2021) apresentam o monitoramento orbital como instrumento relevante para a conservação e a gestão dos recursos naturais, com aplicações como detecção de focos, avaliação de áreas queimadas e análise do risco meteorológico de fogo. Uma de suas principais vantagens é a possibilidade de observar áreas extensas, inclusive regiões remotas nas quais a presença contínua de equipes de campo seria inviável.

A interpretação dos focos, contudo, exige cautela. A detecção depende das características do sensor, da resolução espacial, do horário de passagem do satélite, das condições atmosféricas e da intensidade e duração da fonte de calor. Dessa forma, nem todo incêndio é necessariamente detectado em todas as passagens, e uma mesma ocorrência pode gerar mais de um registro. Essas limitações não reduzem a importância do sensoriamento remoto, mas indicam a utilidade de integrar diferentes fontes quando se busca uma visão mais detalhada. Informações de campo, como fotografias de observadores, descrição visual da fumaça e condições de acesso, são exemplos de elementos que o satélite não registra diretamente.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/w75c2e75
Pages: 1-31

2.2 Tecnologias móveis e geolocalização

Os dispositivos móveis atuais concentram recursos de comunicação, processamento, armazenamento e sensoriamento. Entre eles destaca-se o receptor GNSS, que permite obter coordenadas geográficas e associá-las a outros dados coletados pelo aparelho. Gomes et al. (2022) descrevem a evolução do posicionamento por telefones inteligentes e indicam que o acesso a observações de navegação por satélite ampliou o uso desses equipamentos em aplicações geoespaciais.

Para o monitoramento, a geolocalização permite vincular um registro a um ponto do território. Uma fotografia de fumaça ou fogo pode ser armazenada com as coordenadas do usuário, data, horário e descrição da situação, o que a torna mais útil do que um relato sem referência espacial, pois permite representá-la em mapas e relacioná-la a outras bases geográficas.

A precisão, porém, não é constante. Oliveira et al. (2019) avaliaram coordenadas coletadas por cinco telefones inteligentes em diferentes condições e observaram uma faixa segura de acurácia planimétrica entre aproximadamente 5 e 20 metros no contexto estudado, ressaltando que o desempenho depende das condições do levantamento e das características e configurações dos dispositivos. Em contrapartida, Gomes et al. (2022) relatam que, a partir do Android 7 (Nougat), determinados dispositivos passaram a disponibilizar dados GNSS brutos, incluindo informações da fase da onda portadora, e que, com receptores multi-GNSS e determinados métodos de posicionamento, já é possível obter acurácia centimétrica com smartphones. Esse resultado depende de aparelhos compatíveis e de procedimentos especializados de coleta e processamento e, por isso, não deve ser confundido com o desempenho esperado na coleta cotidiana por aplicativos, como a avaliada por Oliveira et al. (2019). Coordenadas de aparelhos de uso cotidiano devem, portanto, ser interpretadas conforme a finalidade da aplicação.

No caso de incêndios, há ainda uma diferença conceitual entre a posição do observador e a posição do evento. Se o usuário estiver próximo ao fogo, a coordenada pode funcionar como aproximação útil; se estiver a centenas de metros ou quilômetros observando apenas uma coluna de fumaça, registrar sua posição não equivale a

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/w75c2e75
Pages: 1-31

localizar o incêndio. Uma aplicação responsável deve deixar claro o significado da coordenada coletada e, quando possível, combiná-la com direção de observação, fotografia, descrição ou outras fontes de confirmação.

2.3 Informação Geográfica Voluntária e participação cidadã

A IGV corresponde à produção de dados espaciais de forma colaborativa por indivíduos, normalmente com apoio de tecnologias digitais. Teixeira e Ventorini (2026) destacam que esse tipo de informação é utilizado em diferentes áreas e pode contribuir especialmente onde existem lacunas de dados geográficos. Olivatto (2023) identifica o crescimento e a diversificação das pesquisas sobre o tema entre 2011 e 2020 e o relaciona à popularização de plataformas abertas e ao acesso facilitado a informações geográficas por telefones inteligentes, o que ampliou o número de pessoas capazes de produzir dados espaciais em um cenário antes concentrado em instituições e profissionais especializados.

Em situações de desastre, a participação cidadã pode assumir diferentes formas. Margoto e Fernandes (2017) descrevem aplicações das tecnologias da informação e comunicação na gestão de desastres e indicam que a colaboração coletiva pode apoiar a construção de mapas, a localização de necessidades e a circulação rápida de informações. Passos et al. (2019) apresentam o BDGeo Desastres - ES, concebido para permitir o cadastro e o gerenciamento de informações por telefone inteligente, *tablet* ou computador. Embora não seja exclusivo para incêndios, ele mostra que informações produzidas por usuários podem ser cadastradas e gerenciadas em um sistema georreferenciado, com mapas e alertas, para apoiar ações relacionadas a desastres.

2.4 Qualidade e confiabilidade das informações colaborativas

A ampliação da participação social não elimina a necessidade de controle de qualidade. Dados colaborativos podem apresentar diferenças de precisão, preenchimento incompleto, duplicidade, erros de interpretação e distribuição espacial desigual. Teixeira e Ventorini (2026) ressaltam que a heterogeneidade é característica importante da IGV e que a análise dos dados é necessária para sua incorporação a outras estruturas de informação. Joaquim et al. (2024), ao analisarem dados

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/w75c2e75
Pages: 1-31

colaborativos do OpenStreetMap sobre o ciclone Idai, indicam que um grande volume de informação não garante, por si só, completude e adequação local, e identificam limitações de toponímia e de participação das comunidades locais.

2.5 Sistemas de informação para o registro participativo de ocorrências

Sob a perspectiva de Sistemas de Informação, um sistema participativo de registro de ocorrências pode ser descrito como um conjunto de componentes que coleta, armazena, processa e distribui informação para apoiar decisões. Em uma organização conceitual usual, distinguem-se: (i) uma aplicação cliente móvel, que captura localização, fotografia, data, horário e descrição; (ii) uma camada de comunicação, geralmente uma interface de programação de aplicações (API), que transmite os dados ao servidor; (iii) um banco de dados capaz de armazenar e consultar dados geográficos; (iv) um módulo de validação e moderação dos registros; (v) uma interface de visualização em mapa e de notificação para quem atua na resposta; e (vi) mecanismos de integração com fontes oficiais. Trata-se de uma descrição conceitual apresentada para organizar a discussão, e não de uma arquitetura extraída de uma publicação específica.

Nessa organização, cada registro pode ser entendido como uma entidade com atributos como coordenadas, estimativa de acurácia informada pelo dispositivo, data e horário, mídia anexada, descrição, categoria e estado de validação. Registrar a acurácia junto à coordenada, e não apenas a coordenada, permite que o sistema e os analistas considerem a incerteza do posicionamento discutida na seção 2.2. Do mesmo modo, os estados de um registro, tratados na seção 4.4, podem ser vistos como o seu ciclo de vida dentro do sistema, o que torna a validação parte do modelo de dados e do fluxo de trabalho, e não uma etapa externa.

Além das funcionalidades, sistemas desse tipo estão sujeitos a requisitos não funcionais, como desempenho e disponibilidade em redes limitadas, segurança, privacidade, usabilidade e capacidade de crescimento com o aumento de usuários e registros. Esses requisitos se relacionam diretamente com a conectividade desigual, com a qualidade dos dados colaborativos e com o marco legal abordados nas demais seções deste referencial e com os resultados apresentados adiante.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/w75c2e75
Pages: 1-31

A literatura técnica brasileira registra protótipos que materializam parte dessa organização. Bernardo et al. (2022) propõem um aplicativo móvel para que usuários relatem incêndios no Distrito Federal, com envio de localização, natureza do incêndio, descrição e fotografia, desenvolvido com React Native, banco de dados Firebase e recursos de mapa do Google. Silva (2022) apresenta, em trabalho de conclusão de curso, um protótipo de aplicativo para apoio ao registro de ocorrências de incêndios do Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Norte, construído na plataforma de baixo código Glide, com ênfase em praticidade e baixo custo de desenvolvimento. Rocha et al. (2025), por sua vez, descrevem um sistema modular de monitoramento e contenção de incêndios que integra sensores, API, banco de dados e mapa interativo, com um protótipo físico baseado em Arduino. Esses trabalhos ilustram escolhas distintas de arquitetura (desenvolvimento multiplataforma com serviço em nuvem, plataforma de baixo código e sistema web com sensores), com implicações diferentes para custo, escalabilidade, controle sobre os dados e proteção de dados pessoais. Nos textos consultados, descrevem principalmente a concepção e a funcionalidade dos protótipos, sem avaliações sistemáticas com usuários em campo. Em contexto distinto, Brandão et al. (2026) discutem o uso de Internet das Coisas, sensores e análise de dados na prevenção e no combate a incêndios em ambientes industriais, o que ilustra a aplicação dessas tecnologias fora do registro participativo.

2.6 Marco legal e aspectos éticos

A Política Nacional de Manejo Integrado do Fogo, instituída pela Lei nº 14.944/2024, prevê sua implementação pela União, estados, Distrito Federal, municípios, sociedade civil e entidades privadas, em regime de cooperação, e inclui entre seus objetivos prevenir e reduzir os impactos dos incêndios florestais e promover a responsabilização pelo uso não autorizado e indevido do fogo (Brasil, 2024). Esse marco indica que a participação de múltiplos atores é compatível com as diretrizes da política, sem, contudo, dispensar a atuação dos órgãos competentes.

Sistemas que coletam localização, fotografias e relatos de pessoas envolvem ainda a proteção de dados pessoais. A Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD) define dado pessoal como informação relacionada a pessoa natural

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/w75c2e75
Pages: 1-31

identificada ou identificável e estabelece, entre seus princípios, a finalidade e a necessidade do tratamento (Brasil, 2018). Coordenadas associadas a um usuário, bem como imagens em que apareçam pessoas, podem enquadrar-se nessa definição. Por fim, a comunicação de ocorrências falsas pode ter consequências jurídicas, como a prevista no art. 340 do Código Penal para quem provoca a ação de autoridade comunicando crime que sabe não ter ocorrido (Brasil, 1940). Uma análise jurídica detalhada foge ao escopo deste trabalho; os dispositivos são citados para indicar dimensões que o projeto de qualquer aplicação participativa precisa considerar.

3. Metodologia

3.1 Tipo de pesquisa

A pesquisa caracteriza-se como revisão bibliográfica de caráter narrativo, com abordagem qualitativa e finalidade descritiva e exploratória. Optou-se por esse tipo de revisão por permitir integrar estudos de natureza distinta, como cartografia, sistemas de informação, gestão de desastres e monitoramento ambiental. Trata-se de uma revisão narrativa, e não de uma revisão sistemática, de modo que não se pretende esgotar a produção científica sobre o tema. Conforme orientações metodológicas para esse tipo de revisão, a seleção das fontes não é sistematizada nem busca a reprodutibilidade integral, priorizando a relevância teórica para a discussão, mas recomenda-se explicitar os procedimentos adotados (Ogassavara et al., 2025). Nessa perspectiva, a validade de uma revisão narrativa depende menos da replicabilidade e mais da clareza metodológica, da qualidade das fontes e da coerência argumentativa (Moura et al., 2026), razão pela qual as buscas e as escolhas de seleção deste trabalho são registradas no Quadro 1.

3.2 Fontes e estratégia de busca

O levantamento priorizou artigos científicos publicados em periódicos brasileiros, dissertações e documentos técnicos de instituições públicas. As buscas foram realizadas no Google Acadêmico, no SciELO e nos sites de órgãos públicos (INPE, IBGE, CNMP, Governo de Goiás, Planalto e Senado Federal), com termos em português relacionados a monitoramento de incêndios, GNSS em dispositivos móveis,

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/w75c2e75
Pages: 1-31

Informação Geográfica Voluntária, mapeamento colaborativo e gestão de desastres. O Google Acadêmico foi utilizado também para localizar e confirmar fontes identificadas previamente, e três fontes foram identificadas por outras vias: dois artigos (Oliveira et al., 2019; Passos et al., 2019) e uma reportagem (Agência Brasil, 2020), esta lembrada a partir de um levantamento feito anteriormente pelos autores, sem relação direta com esta revisão, durante o desenvolvimento de um aplicativo com finalidade semelhante. Buscas no Google Acadêmico com a expressão "uso de aplicativos para combate a incendios", realizadas em 25/10/2026 com filtro de 2024 a 2026 (aproximadamente 5.040 resultados) e sem filtro de ano (aproximadamente 16.900 resultados), permitiram selecionar, por sua pertinência ao tema, quatro trabalhos sobre o desenvolvimento de aplicativos e sistemas para registro, monitoramento e combate a incêndios (Bernardo et al., 2022; Silva, 2022; Rocha et al., 2025; Brandão et al., 2026). Dois guias metodológicos sobre revisão narrativa foram indicados pelo orientador (Moura et al., 2026; Ogassavara et al., 2025). O Quadro 1 sintetiza o registro das buscas.

Quadro 1 – Registro do processo de busca e seleção

Fonte consultada	Termos e combinações utilizados	Data da busca	Registros encontrados	Selecionados após critérios
Google Acadêmico (2021–2026)	multi-gnss sensores remotos	08/04/2026	aprox. 48	1 (Gomes et al., 2022)
Google Acadêmico (2021–2026)	Informação geográfica voluntária, Mapeamento humanitário, Desastres climáticos	22/04/2026	aprox. 430	1 (Joaquim et al., 2024)
Google Acadêmico (2021–2026)	Informação Geográfica Coletiva, Mapeamento Colaborativo, Mapeamento Participativo, Bibliometria	06/05/2026	3	1 (Olivatto, 2023)
Google Acadêmico (2021–2026)	monitoramento orbital, queimadas monitoramento, participação cidadã	19/05/2026	aprox. 5.450	1 (Setzer e Ferreira, 2021)
Google Acadêmico (2021–2026)	OpenStreetmap informações geográficas mapeamento sistemático	03/06/2026	aprox. 129	1 (Teixeira e Ventorini, 2026)

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/w75c2e75
Pages: 1-31

Fonte consultada	Termos e combinações utilizados	Data da busca	Registros encontrados	Selecionados após critérios
Google Acadêmico (2024–2026)	uso de aplicativos para combate a incendios	25/10/2026	aprox. 5.040	2 (Rocha et al., 2025; Brandão et al., 2026)
Google Acadêmico (sem filtro de ano)	uso de aplicativos para combate a incendios	25/10/2026	aprox. 16.900	2 (Bernardo et al., 2022; Silva, 2022)
SciELO (coleção Brasil, sem filtro de ano)	Crowdsourcing	17/06/2026	18	1 (Margoto e Fernandes, 2017)
SciELO (todos os índices, sem filtro de ano)	queimadas AND geolocalização; queimadas georreferenciamento; incêndios smartphone; queimadas "informação geográfica"	09/07/2026	0; 0; 0; 1	0
INPE e demais órgãos públicos (documentos técnicos e legislação)	Consulta direta aos sites oficiais (INPE, IBGE, CNMP, Governo de Goiás, Planalto e Senado Federal)	12/08/2026 a 22/10/2026	Não se aplica	7 (INPE, 2025; CNMP, 2024; Goiás, 2024; IBGE, 2026; Brasil, 1940; Brasil, 2018; Brasil, 2024)
Outras vias	Fontes identificadas fora das buscas registradas; a reportagem foi lembrada a partir de levantamento anterior dos autores para o desenvolvimento de um aplicativo semelhante	16/09/2026 e 26/10/2026	Não se aplica	3 (Oliveira et al., 2019; Passos et al., 2019; Agência Brasil, 2020)
Guias metodológicos (não integram o corpus analisado)	Indicação do orientador	16/09/2026 e 26/10/2026	Não se aplica	2 (Moura et al., 2026; Ogassavara et al., 2025)

Fonte: elaborado pelos autores. Totais aproximados conforme exibidos pelas bases. Os trabalhos de 2017 e 2019 foram incluídos como base conceitual, fora do período principal de 2021 a 2026. A reportagem de 2020 e a legislação de 1940, 2018 e 2024 foram incluídas para contextualização. Corpus analisado: 20 fontes (10 + 7 + 3); os 2 guias metodológicos constam apenas das referências.

Considerando as rotas registradas no Quadro 1, o corpus analisado reúne 20 fontes: dez obtidas nas buscas no Google Acadêmico e no SciELO, sete documentos institucionais e legais obtidos por consulta direta (INPE, 2025; CNMP, 2024; Goiás, 2024; IBGE, 2026; Brasil, 1940; Brasil, 2018; Brasil, 2024) e três identificadas por outras vias. Essas 20 fontes correspondem às apresentadas no Quadro 2, em que as

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/w75c2e75
Pages: 1-31

três leis aparecem agrupadas em uma única linha. Os dois guias metodológicos (Moura et al., 2026; Ogassavara et al., 2025) orientaram o método e não integram a análise temática, o que explica as 22 entradas da lista de referências.

Nas buscas que retornaram centenas ou milhares de resultados, os registros não foram examinados individualmente em sua totalidade, pois o volume era incompatível com uma revisão narrativa. A seleção foi feita por pertinência temática: observou-se se os trabalhos se relacionavam aos objetivos da pesquisa e a pelo menos um dos eixos definidos na seção 3.3, priorizando produções brasileiras e, na busca sobre aplicativos, trabalhos que abordassem o desenvolvimento de aplicativos ou sistemas voltados ao registro, ao monitoramento ou ao combate a incêndios. Materiais sem relação direta com esses objetivos foram desconsiderados. Não foram registrados o número de resultados efetivamente percorridos nem os motivos individuais de exclusão, o que constitui uma limitação deste trabalho (seção 3.5). Os totais do Quadro 1 indicam, portanto, a amplitude das buscas, e não o número de textos examinados.

Além da literatura científica, foram incluídos documentos institucionais e legislação (por exemplo, comunicados do Conselho Nacional do Ministério Público, relatório do governo de Goiás e a pesquisa PNAD Contínua TIC, do IBGE), com a finalidade de contextualizar experiências aplicadas, condições de conectividade e o marco legal. Esse material é de natureza distinta dos estudos revisados por pares e não foi tratado como equivalente em rigor metodológico: os dados de uso de aplicativos, por exemplo, são informações divulgadas pelas próprias instituições e não resultam de avaliação independente.

3.3 Critérios de seleção

O período de 2021 a 2026 foi adotado como referência principal para a identificação de estudos recentes. Trabalhos anteriores foram admitidos quando necessários para fundamentar conceitos, métodos ou experiências brasileiras diretamente relacionadas ao tema, como os estudos sobre qualidade do posicionamento por telefones inteligentes, tecnologias de informação na gestão de

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/w75c2e75
Pages: 1-31

desastres e cadastro colaborativo de dados. A legislação foi consultada em suas versões oficiais vigentes.

Foram incluídas publicações que contribuíssem para ao menos um dos eixos: (a) monitoramento de incêndios e sensoriamento remoto; (b) posicionamento e sensores de dispositivos móveis; (c) produção colaborativa de informação geográfica; (d) tecnologias digitais na gestão de desastres; ou (e) condições de conectividade e marco legal aplicáveis a sistemas participativos. Priorizaram-se as produções brasileiras; referências em outros idiomas foram admitidas apenas quando necessárias para fundamentar conceitos centrais, como a IGV. Foram excluídos materiais sem relação com os objetivos e textos duplicados.

3.4 Procedimento de análise

Após a seleção, as publicações foram analisadas por meio de leitura qualitativa. Durante a leitura, observaram-se o objetivo de cada trabalho, as tecnologias abordadas, a forma de obtenção da localização, o tipo de informação produzida, a participação do usuário, a finalidade dos dados, os mecanismos de controle de qualidade e as limitações relatadas. A partir desses pontos, os conteúdos foram agrupados por afinidade temática, considerando os assuntos recorrentes na literatura: monitoramento de incêndios, geolocalização em dispositivos móveis, participação cidadã, qualidade e validação dos dados, conectividade e aspectos legais. Essas categorias orientaram a organização das seções de resultados. Quando as fontes apresentavam resultados distintos, como no caso da acurácia do posicionamento por telefones inteligentes, as diferenças foram apresentadas no texto com o contexto de cada estudo, em vez de serem reduzidas a uma conclusão única.

Os Quadros 3 e 4 resultam da interpretação e da comparação dos estudos. O Quadro 3 foi elaborado a partir da discussão sobre a confiabilidade das informações colaborativas, que evidenciou a necessidade de diferenciar um relato recebido de uma ocorrência efetivamente confirmada; daí a proposta de quatro estados para os registros, com o tratamento correspondente a cada um. O Quadro 4 foi construído relacionando os principais problemas e limitações apontados pelos autores às funcionalidades ou características que uma aplicação de registro participativo deveria

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/w75c2e75
Pages: 1-31

apresentar para lidar com eles; em seguida, os requisitos foram classificados conforme o critério descrito na seção 4.8 e associados ao componente correspondente da arquitetura conceitual (seção 2.5). Esses quadros são, portanto, elaborações dos autores fundamentadas na literatura, e não procedimentos ou modelos extraídos de uma fonte específica.

3.5 Limitações do método

O caráter narrativo da revisão e a priorização de fontes nacionais limitam a generalização dos resultados. As conclusões referem-se ao conjunto de publicações selecionadas e não pretendem representar de forma exaustiva a produção científica sobre o tema. Além disso, parte dos trabalhos de desenvolvimento incluídos tem natureza técnica, como um trabalho de conclusão de curso, e não passou necessariamente pelo mesmo processo de avaliação por pares dos artigos científicos. Também não foram registrados o número de resultados percorridos nas buscas mais amplas nem os motivos individuais de exclusão, o que limita a reconstituição da seleção.

4. Resultados e discussão

4.1 Panorama das publicações analisadas

O Quadro 2 apresenta as 20 fontes que sustentam a análise (as três leis agrupadas em uma linha), com sua natureza, tema e contribuição para a revisão. O conjunto reúne estudos sobre posicionamento por telefones inteligentes, IGV, gestão de desastres e monitoramento orbital, além de protótipos de aplicativos e sistemas para registro e monitoramento de incêndios e de documentos institucionais que descrevem iniciativas brasileiras e o contexto regional.

Na interpretação, as fontes foram consideradas de acordo com sua natureza e sua proximidade com a pergunta de pesquisa. Os estudos com resultados empíricos (Oliveira et al., 2019; Joaquim et al., 2024) sustentam as afirmações sobre limitações de precisão e de qualidade dos dados colaborativos. As sínteses e revisões (Gomes et al., 2022; Olivatto, 2023; Teixeira e Ventorini, 2026; Margoto e Fernandes, 2017; Brandão et al., 2026) e a obra organizada por Setzer e Ferreira (2021) fundamentam

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/w75c2e75
Pages: 1-31

conceitos e o contexto tecnológico. Os trabalhos de desenvolvimento (Passos et al., 2019; Bernardo et al., 2022; Silva, 2022; Rocha et al., 2025) e o documento técnico do INPE (2025) foram usados para descrever soluções e possibilidades técnicas, e não como evidência de eficácia. Os documentos institucionais, a reportagem, a pesquisa do IBGE e a legislação (CNMP, 2024; Agência Brasil, 2020; Goiás, 2024; IBGE, 2026; Brasil, 1940, 2018, 2024) foram empregados para contextualizar iniciativas existentes, condições de conectividade e o marco legal. Assim, as conclusões sobre limitações apoiam-se principalmente nos estudos empíricos e nas sínteses, enquanto as afirmações sobre iniciativas existentes limitam-se ao que essas fontes descrevem.

Quadro 2 – Publicações analisadas e contribuição para a revisão

Autor (ano)	Natureza	Tema	Contribuição para a revisão
Gomes et al. (2022)	Artigo	Posicionamento GNSS em telefones inteligentes	Evolução dos receptores GNSS em aparelhos móveis; acurácia centimétrica possível em dispositivos compatíveis, com dados brutos, fase da portadora e métodos de posicionamento específicos.
Oliveira et al. (2019)	Artigo	Qualidade posicional em aplicativos de IGV	Acurácia planimétrica de cinco aparelhos; faixa segura de cerca de 5 a 20 m no contexto estudado.
Olivatto (2023)	Artigo (bibliometria)	IGV	Consolidação do campo associada a plataformas abertas e dispositivos móveis.
Teixeira e Ventorini (2026)	Artigo	IGV e mapeamento sistemático	Aplicações da IGV; necessidade de analisar a heterogeneidade dos dados.
Joaquim et al. (2024)	Artigo	OpenStreetMap e ciclone Idai	Volume de dados não garante completude; limitações de toponímia e de participação local.
Margoto e Fernandes (2017)	Artigo	TICs na gestão de desastres	Colaboração coletiva apoia mapas, localização de demandas e circulação de informações.
Passos et al. (2019)	Artigo	BDGeo Desastres - ES	Cadastro e distribuição compartilhada de informações de desastres por dispositivos conectados.
Bernardo et al. (2022)	Artigo (protótipo)	Aplicativo para relatar incêndios no Distrito Federal	Aplicativo móvel (React Native, Firebase) para usuários relatarem incêndios com localização, natureza, descrição e foto; protótipo sem avaliação com usuários.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/w75c2e75
Pages: 1-31

Autor (ano)	Natureza	Tema	Contribuição para a revisão
Silva (2022)	Trabalho de conclusão de curso (protótipo)	Registro de ocorrências de incêndios (CBM/RN)	Aplicativo de baixo código (Glide) para registro de ocorrências pelo Corpo de Bombeiros; destaca praticidade e baixo custo; protótipo sem avaliação em campo.
Rocha et al. (2025)	Artigo (protótipo)	Monitoramento e contenção de incêndios	Sistema modular com sensores, API REST, banco de dados e mapa interativo; protótipo físico com Arduino; descreve a funcionalidade, sem avaliação com usuários.
Brandão et al. (2026)	Artigo (revisão)	Combate a incêndios com IoT na indústria	IoT, sensores e análise de dados na prevenção e no combate a incêndios em ambientes industriais; contexto distinto do registro participativo.
Setzer e Ferreira (2021)	Livro (org.)	Monitoramento orbital	Detecção de focos, áreas queimadas e risco de fogo.
INPE (2025)	Documento técnico	Programa Queimadas	Produtos de focos de calor, áreas queimadas e risco de fogo.
CNMP (2024)	Documento institucional	Aplicativo Radar Ambiental	Denúncias georreferenciadas pela população; volume recebido nos primeiros meses.
Agência Brasil (2020)	Reportagem jornalística	Aplicativo Guardiões da Amazônia	Denúncia de desmatamento, queimadas e garimpo ilegal, com foto, coordenada geográfica e possibilidade de anonimato.
Goiás (2024)	Relatório estadual	Queimadas em Goiás	Contexto regional, atendimentos do Corpo de Bombeiros e plataforma Monitor de Queimadas.
IBGE (2026)	Pesquisa oficial	PNAD Contínua TIC 2025	Cobertura móvel e acesso à internet em áreas urbanas e rurais.
Brasil (2018; 2024; 1940)	Legislação	LGPD; Lei 14.944/2024; Código Penal	Proteção de dados, política de manejo do fogo e comunicação falsa de crime.

Fonte: elaborado pelos autores a partir das publicações consultadas.

4.2 Dispositivos móveis como instrumentos de coleta geográfica

As publicações analisadas indicam que o principal potencial dos dispositivos móveis está na reunião de funções em um único equipamento. Geolocalização, câmera, conexão à internet e capacidade de processamento permitem produzir um registro geográfico mais informativo do que uma comunicação exclusivamente textual (Gomes et al., 2022). Para incêndios, essa integração pode estruturar registros com coordenada do usuário, fotografia, horário e descrição.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/w75c2e75
Pages: 1-31

A literatura analisada não permite afirmar que esse modelo substitui métodos profissionais de localização ou o monitoramento orbital. O que os estudos sustentam é a viabilidade de usar o telefone inteligente como instrumento de coleta de informações georreferenciadas, desde que a precisão e a finalidade do dado sejam consideradas. Os resultados de Oliveira et al. (2019) são centrais para essa leitura: como a acurácia varia entre aparelhos, o erro de alguns metros pode bastar para indicar uma área aproximada, mas pode ser inadequado quando se exige delimitação precisa do foco ou quando o observador está distante do evento.

4.3 Participação cidadã e experiências brasileiras

A IGV amplia o conjunto de pessoas capazes de registrar elementos do espaço e compartilhá-los por plataformas digitais (Olivatto, 2023; Teixeira e Ventorini, 2026). Na gestão de desastres, tecnologias colaborativas podem apoiar a construção de mapas e a organização de informações em situações em que rapidez e atualização são importantes (Margoto e Fernandes, 2017). Essa característica é compatível com o monitoramento de incêndios, pois moradores, viajantes ou trabalhadores próximos a uma ocorrência podem perceber fumaça ou fogo antes da chegada de uma equipe institucional.

Experiências brasileiras mostram que esse modelo já é praticado. O BDGeo Desastres - ES foi desenvolvido para o cadastro e o gerenciamento, em tempo real, de informações úteis à redução de riscos de desastres, com mapas ativos e alertas, por smartphone, tablet ou computador (Passos et al., 2019). O aplicativo Radar Ambiental, lançado nacionalmente pelo CNMP em setembro de 2024, permite denúncias georreferenciadas e o acompanhamento de seu andamento; segundo o órgão, recebeu 2,7 mil denúncias em três meses, das quais 698 se referiam a queimadas (CNMP, 2024). O aplicativo Guardiões da Amazônia, lançado em 2020 pela 17ª Brigada de Infantaria de Selva do Exército, permite denunciar desmatamento, queimadas e garimpo ilegal, registrando foto e coordenada geográfica, e admite denúncia anônima (Agência Brasil, 2020). Em Goiás, o relatório estadual registra a existência da plataforma Monitor de Queimadas, que recebeu 584 notificações em 2024 (Goiás, 2024).

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/w75c2e75
Pages: 1-31

Além das iniciativas institucionais, trabalhos de desenvolvimento descrevem protótipos de aplicativos e sistemas para relato e monitoramento de incêndios (Bernardo et al., 2022; Silva, 2022; Rocha et al., 2025), cujas características de arquitetura foram apresentadas na seção 2.5.

Esses exemplos indicam a existência de iniciativas institucionais de registro georreferenciado pela população, com utilização relatada pelos próprios órgãos, e a viabilidade técnica de protótipos de aplicativos e sistemas para essa finalidade. Eles não permitem, contudo, dimensionar a demanda não atendida, a sustentabilidade dessas operações ou sua utilidade para a resposta, e devem ser interpretados com cautela. Os números citados são divulgados pelas próprias instituições e informam volume de registros, não a proporção de relatos confirmados, a precisão das localizações ou o efeito sobre o combate ao fogo. Nos documentos consultados não foram encontradas avaliações independentes desses aspectos, o que reforça a lacuna discutida na seção 4.9.

4.4 Precisão, interpretação e validação dos registros

A principal limitação identificada está na confiabilidade dos dados. A facilidade de enviar uma informação não garante que ela esteja correta: o usuário pode escolher categoria inadequada, enviar fotografia antiga, produzir relato incompleto ou fornecer coordenada com erro, e várias pessoas podem registrar a mesma ocorrência. Por isso, a participação cidadã deve ser entendida como fonte complementar que necessita de tratamento. Em uma situação de incêndio soma-se o problema da distância: se uma pessoa fotografa fumaça no horizonte, o sistema conhece a posição do aparelho, mas não a da fumaça, e apresentar o ponto do usuário como se fosse o ponto do incêndio pode induzir a erro.

A literatura permite apontar estratégias coerentes para reduzir esse problema: informar ao usuário o que está sendo registrado; solicitar fotografia e descrição com a coordenada; registrar automaticamente data e horário; permitir confirmação por novas observações; comparar registros próximos; e relacionar as informações cidadãs a fontes institucionais. Essas estratégias não tornam um relato voluntário infalível, mas ampliam os elementos disponíveis para sua avaliação.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/w75c2e75
Pages: 1-31

Os estudos sobre mapeamento colaborativo reforçam que quantidade e qualidade não são equivalentes. No caso do ciclone Idai, a mobilização gerou grande volume de dados no *OpenStreetMap*, mas também revelou limitações de toponímia e o predomínio de dados gerados por usuários de outros países (Joaquim et al., 2024), o que sugere que o conhecimento de quem vive no território continua importante para interpretar nomes, acessos e referências. Em consonância com a observação de Teixeira e Ventorini (2026) sobre a heterogeneidade da IGV, relatos cidadãos podem receber níveis de confiança em vez de serem tratados como ocorrências confirmadas. O Quadro 3 sintetiza uma proposta de estados de registro derivada dessa discussão.

Quadro 3 – Proposta de estados de validação de um registro participativo

Estado	Significado	Tratamento sugerido
Relato recebido	Informação enviada pelo usuário, ainda não analisada.	Preservar o registro original e exibi-lo com identificação visual de baixa certeza.
Em análise	Registro em comparação com outros relatos, imagens e dados orbitais; pode receber corroboração, isto é, indícios convergentes que aumentam a confiança, sem ainda confirmá-lo.	Agrupar duplicidades próximas, registrar a origem de cada indício e solicitar complementação quando necessário.
Validado	Ocorrência confirmada por fonte independente do relato e compatível com ele no espaço e no tempo, como verificação de campo por equipe responsável ou dado oficial correspondente ao evento descrito.	Mudança de estado decidida por operador ou equipe do órgão responsável, com registro da fonte, do horário, da justificativa e da incerteza remanescente; exibir como ocorrência confirmada e disponibilizar aos responsáveis pela resposta.
Descartado	Registro inconsistente, duplicado sem informação nova ou sem relação com incêndio.	Manter histórico para auditoria, com acesso restrito e prazo de retenção definido, sem exibição como ocorrência.

Fonte: elaborado pelos autores, com base na discussão da literatura consultada. Trata-se de proposta conceitual, não de modelo validado empiricamente.

A proposta distingue corroboração de confirmação. Novos relatos próximos podem aumentar a confiança em um registro, mas não o validam por si sós, pois podem repetir a mesma observação, inclusive a partir de um mesmo ponto de vista ou de um mesmo usuário. Da mesma forma, um foco de calor detectado por satélite indica uma anomalia térmica na região, mas não resolve necessariamente a localização exata do evento relatado. Por isso, sugere-se que a transição para o estado Validado

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/w75c2e75
Pages: 1-31

exija, no mínimo, uma fonte independente do relato original, concordância espacial e temporal compatível com a incerteza de posicionamento discutida na seção 2.2 e a decisão de um responsável identificado, com registro da justificativa. Esses critérios são recomendações conceituais a serem testadas em estudos futuros, e não um protocolo avaliado.

Símbolos, cores e estados do registro devem comunicar se a informação está pendente, em análise ou confirmada. Embora a presente revisão não avalie uma aplicação específica, a literatura fundamenta que a qualidade de um sistema participativo depende tanto da coleta quanto da forma de interpretar e comunicar a incerteza associada aos dados.

4.5 Complementaridade com o monitoramento institucional

Os resultados indicam que o uso mais adequado das tecnologias móveis é complementar. O sensoriamento remoto oferece cobertura territorial ampla e sistemática, enquanto o cidadão pode fornecer observação localizada e contextualizada: o dado orbital pode indicar anomalias térmicas em uma região, e o registro de campo pode acrescentar fotografia e descrição da situação percebida. Um sistema participativo não possui, por si só, a cobertura de um programa nacional de satélites e depende da presença e do engajamento dos usuários; em contrapartida, sistemas orbitais não substituem todas as observações de campo.

A literatura sobre gestão de desastres sustenta a importância da integração. Margoto e Fernandes (2017) indicam que a organização das contribuições é essencial para que a grande quantidade de informações produzidas em situações críticas se converta em apoio efetivo. O desafio, portanto, não está apenas em receber relatos, mas em organizá-los, classificá-los e apresentá-los de forma compreensível para quem os analisa.

4.6 Conectividade e desigualdade de participação

A participação por aplicativos pressupõe cobertura de rede e acesso à internet. Segundo a PNAD Contínua TIC 2025, o serviço de rede móvel celular funcionava em 92,9% dos domicílios brasileiros, percentual que foi de 96,1% na área urbana e de 68,0% na área rural; entre os domicílios em que não havia utilização da internet, a

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/w75c2e75
Pages: 1-31

indisponibilidade do serviço na área do domicílio foi apontada em 8,9% dos rurais e em 0,4% dos urbanos (IBGE, 2026). O telefone móvel celular é o principal equipamento de acesso à internet, utilizado por 98,7% das pessoas que a acessam.

Como boa parte das queimadas em Goiás ocorre em áreas de produção agropecuária (Goiás, 2024), esses números sugerem, como inferência desta revisão, que justamente as áreas rurais, onde o fogo é frequente e as equipes são escassas, podem ter menor capacidade de gerar registros em tempo real. Isso reforça que a participação cidadã tende a ser espacialmente desigual e que a ausência de relatos em uma região não significa ausência de ocorrências. Funcionalidades que permitam registrar sem conexão e enviar posteriormente, discutidas em sistemas de coleta móvel, seriam um ponto a investigar em estudos futuros, pois não foram avaliadas nos trabalhos aqui analisados.

4.7 Implicações legais e éticas

À luz do marco apresentado na seção 2.6, sistemas participativos de registro de incêndios precisam considerar, no mínimo, três aspectos: a minimização da coleta de dados pessoais, de modo que a localização e as imagens sejam usadas apenas para a finalidade declarada; a clareza ao usuário sobre como seus dados serão tratados e compartilhados; e a orientação sobre o uso responsável da ferramenta, dado que relatos falsos podem gerar consequências jurídicas e consumir recursos de resposta. A possibilidade de denúncia anônima, presente em iniciativas como a descrita para o aplicativo Guardiões da Amazônia (Agência Brasil, 2020), ilustra um possível equilíbrio entre proteção do denunciante e necessidade de validação, ainda que a literatura consultada não discuta esse equilíbrio em profundidade.

A manutenção de histórico para auditoria, proposta nos Quadros 3 e 4, precisa ser compatibilizada com a minimização de dados. Para isso, sugere-se definir a finalidade do histórico, como apurar relatos falsos e reconstituir decisões de validação; restringir seu acesso a responsáveis identificados; revisar periodicamente o prazo de retenção; e separar os dados exibidos publicamente, como localização aproximada e estado do registro, dos dados preservados apenas para análise, como a identificação

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/w75c2e75
Pages: 1-31

do usuário e as imagens originais. Essas indicações orientam o projeto, mas não constituem garantia de conformidade jurídica, que depende de análise específica.

4.8 Requisitos de sistemas de informação derivados da literatura

Os achados discutidos nas seções anteriores permitem organizar, sob a perspectiva de Sistemas de Informação, um conjunto de requisitos para aplicações móveis de registro participativo de incêndios. O Quadro 4 relaciona cada achado da literatura a um requisito de sistema, ao seu tipo (funcional ou não funcional) e ao componente da arquitetura conceitual descrita na seção 2.5 que o atenderia. Para a classificação, considerou-se funcional o comportamento que o sistema deve executar e não funcional o atributo de qualidade que esse comportamento ajuda a atender; quando um requisito envolve ambos, o quadro indica a função e o atributo correspondente. A escolha das tecnologias de implementação, como as observadas nos protótipos de Bernardo et al. (2022), Silva (2022) e Rocha et al. (2025), é uma decisão de projeto posterior à definição desses requisitos: conforme descrito pelos autores, o Firebase favorece a sincronização de dados e o armazenamento de fotografias, plataformas de baixo código aceleram a prototipação com restrições de escala, e a combinação de API, banco de dados relacional e biblioteca de mapas (Leaflet com OpenStreetMap) oferece maior controle sobre o modelo de dados e a visualização.

Quadro 4 – Achados da literatura e requisitos de sistema correspondentes

Achado da literatura	Requisito de sistema	Tipo (função e atributo de qualidade atendido)	Componente
A acurácia do posicionamento varia entre aparelhos e a posição do observador difere da posição do fogo (Oliveira et al., 2019; Gomes et al., 2022).	Armazenar a coordenada junto à acurácia informada pelo dispositivo e permitir indicar direção ou distância aproximada do foco observado.	Funcional	Aplicação móvel e banco de dados
O registro de campo reúne coordenadas, fotografia, data, horário e descrição (Gomes et al., 2022).	Capturar data e horário automaticamente e exigir campos mínimos para que o registro seja analisável.	Funcional	Aplicação móvel

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/w75c2e75
Pages: 1-31

Achado da literatura	Requisito de sistema	Tipo (função e atributo de qualidade atendido)	Componente
Dados colaborativos são heterogêneos e volume não equivale a qualidade (Teixeira e Ventorini, 2026; Joaquim et al., 2024).	Agrupar registros próximos no espaço e no tempo e atribuir estados de validação aos registros (Quadro 3).	Funcional	Módulo de validação
A organização das contribuições é essencial para convertê-las em apoio efetivo (Margoto e Fernandes, 2017); sistemas orbitais e participativos são complementares.	Integrar os registros a fontes oficiais, como dados de focos de calor, e disponibilizá-los em formatos de intercâmbio adequados.	Funcional; atende à interoperabilidade	API e integração
A cobertura de rede é desigual, em especial em áreas rurais (IBGE, 2026).	Armazenar localmente o registro quando não houver conexão e sincronizá-lo quando a conexão for restabelecida (a investigar).	Funcional; atende à disponibilidade (não funcional)	Aplicação móvel
Coordenadas e imagens podem constituir dados pessoais (Brasil, 2018).	Informar ao usuário a finalidade da coleta, controlar o acesso aos dados conforme o perfil de quem consulta e avaliar a opção de denúncia anônima, coletando apenas os dados necessários.	Funcional; atende à privacidade e à segurança (não funcional)	Todo o sistema
Relatos falsos podem ter consequências jurídicas (Brasil, 1940).	Orientar o usuário sobre o uso responsável e manter histórico dos registros e das mudanças de estado, com acesso restrito e prazo de retenção definido.	Funcional; atende à confiabilidade e à auditabilidade (não funcional)	Aplicação móvel e módulo de moderação
A incerteza dos dados precisa ser comunicada a quem os interpreta.	Exibir no mapa o estado e o nível de confiança de cada registro, sem tratar relatos como ocorrências confirmadas.	Funcional; atende à usabilidade	Interface de visualização

Fonte: elaborado pelos autores, com base nas publicações analisadas. Trata-se de proposta conceitual, não de modelo validado empiricamente; os requisitos indicados como "a investigar" dependem de estudos específicos.

O quadro evidencia que a contribuição da área de Sistemas de Informação não se limita a capturar localização e imagem. Envolve decidir como o dado é modelado, como sua incerteza é registrada e comunicada, como ele se integra a outras fontes e como é protegido. Nesse sentido, a literatura analisada indica que o desafio central de

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/w75c2e75
Pages: 1-31

aplicações desse tipo está menos na coleta e mais na qualidade, na integração e na governança da informação produzida.

4.9 Síntese de benefícios e limitações

O Quadro 5 sintetiza os principais benefícios e limitações identificados, com estratégias de mitigação extraídas da literatura. Entre os benefícios, destacam-se a mobilidade, o registro no próprio local, a associação entre coordenadas e outros dados e a ampliação do número potencial de colaboradores. As limitações concentram-se na precisão variável do posicionamento, na dependência de conectividade, na heterogeneidade dos aparelhos e dos registros, na possibilidade de informações equivocadas ou duplicadas e na necessidade de validação.

Quadro 5 – Benefícios, limitações e estratégias de mitigação

Dimensão	Benefícios	Limitações	Estratégias de mitigação
Posicionamento	Coordenadas automáticas associadas a foto, data e horário.	Acurácia varia entre aparelhos; posição do observador difere da posição do fogo.	Explicitar o significado da coordenada; registrar direção e descrição.
Participação	Observação rápida e distribuída; cobertura onde não há equipe presente.	Participação desigual no território; depende de engajamento.	Integrar com dados orbitais e oficiais; não inferir ausência de fogo da ausência de relatos.
Qualidade dos dados	Informações visuais e contextuais complementares ao satélite.	Duplicidade, erro de categoria, registros incompletos ou antigos.	Campos obrigatórios, horário automático, comparação entre registros, estados de validação.
Conectividade	Alta penetração do celular entre usuários de internet.	Cobertura móvel menor em áreas rurais.	Estudar registro offline com envio posterior (a investigar).
Aspectos legais	Compatibilidade com a política de manejo integrado do fogo.	Dados pessoais e risco de denúncias falsas.	Minimização de dados, transparência e orientação ao usuário.

Fonte: elaborado pelos autores, com base nas publicações analisadas.

Um resultado adicional é a identificação de uma lacuna. Nas buscas registradas no Quadro 1, os estudos selecionados abordam separadamente o monitoramento orbital, o posicionamento por dispositivos móveis, a IGV e o mapeamento colaborativo para a gestão de desastres, além de iniciativas institucionais de denúncia

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/w75c2e75
Pages: 1-31

georreferenciada. Em contrapartida, no SciELO, as combinações de termos de queimadas com geolocalização, georreferenciamento e smartphone não retornaram estudos que atendessem aos critérios de seleção (nenhum registro nas três primeiras buscas e um registro da área da saúde na quarta, descartado por não se relacionar aos eixos da revisão). Os trabalhos de desenvolvimento localizados na busca sobre aplicativos para combate a incêndios (Bernardo et al., 2022; Silva, 2022; Rocha et al., 2025) mostram que já existem protótipos de aplicativos e sistemas para registro e monitoramento de incêndios; contudo, nos textos consultados, eles descrevem principalmente a concepção, as tecnologias e a funcionalidade dos protótipos, sem avaliar de forma integrada a precisão da localização, a validação dos relatos, a experiência do usuário e a integração com dados oficiais. Essa constatação deve ser interpretada dentro do recorte metodológico adotado, limitado às bases e aos termos registrados no Quadro 1 e à priorização de fontes nacionais, e não como ausência de pesquisas em âmbito internacional.

Assim, a literatura analisada oferece fundamentos para sustentar a aplicabilidade conceitual de soluções móveis participativas, mas indica que a confiabilidade dos dados deve ocupar posição central em seu projeto. A sequência mais coerente não é apenas coletar e exibir registros, mas coletar, contextualizar, avaliar e integrar as informações antes de utilizá-las como apoio à decisão.

5. Conclusão

Esta revisão analisou como tecnologias móveis, geolocalização e participação cidadã podem contribuir para o monitoramento de queimadas e incêndios florestais. Os estudos analisados indicam que os dispositivos móveis possuem recursos capazes de apoiar a coleta de informações georreferenciadas, reunindo localização, imagens, data, horário e descrições em um mesmo registro, e que a produção colaborativa de dados geográficos pode ampliar a participação social e reduzir determinadas lacunas de informação. Iniciativas brasileiras, como o Radar Ambiental, mostram que a coleta georreferenciada de denúncias da população já é praticada em escala nacional.

Entretanto, a utilidade desses registros depende de sua qualidade e interpretação. A precisão das coordenadas varia entre aparelhos e condições de uso,

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/w75c2e75
Pages: 1-31

e a localização do dispositivo não representa necessariamente a localização do incêndio observado. Informações voluntárias podem apresentar duplicidades, preenchimento incompleto e diferentes níveis de confiabilidade, e a participação tende a ser desigual, em especial onde a cobertura de rede é menor. Há ainda requisitos de proteção de dados pessoais e de uso responsável da ferramenta. Por esses motivos, mecanismos de validação e de classificação do estado dos registros são necessários para evitar que relatos não confirmados sejam apresentados como ocorrências verificadas.

Em resposta à questão de pesquisa, conclui-se que tecnologias móveis e participação cidadã têm potencial principalmente como fontes complementares de informação. O monitoramento orbital e os sistemas institucionais continuam fundamentais para a observação ampla do território, enquanto registros produzidos pela população podem acrescentar informações localizadas e contextuais. A integração entre essas fontes tende a ser mais adequada do que a substituição de uma pela outra.

Sob a perspectiva de Sistemas de Informação, a revisão permitiu organizar requisitos funcionais e não funcionais para aplicações móveis participativas de registro de incêndios (Quadro 4), como o armazenamento da acurácia junto à coordenada, a validação dos registros em estados, a integração com fontes oficiais, a operação com conectividade limitada e a proteção de dados pessoais. Os achados indicam que o desafio central dessas aplicações está na qualidade, na integração e na governança da informação, e não apenas na captura do dado.

No recorte adotado, embora existam protótipos de aplicativos para relato e monitoramento de incêndios (Bernardo et al., 2022; Silva, 2022; Rocha et al., 2025), ainda há espaço para estudos que avaliem de forma integrada aplicativos móveis destinados ao registro participativo de incêndios, considerando precisão da localização, qualidade das imagens, validação dos relatos, experiência dos usuários, funcionamento com conectividade limitada e integração com dados oficiais. Pesquisas futuras podem explorar esses aspectos por meio de protótipos, estudos de campo e avaliações com usuários, observados os procedimentos éticos e metodológicos aplicáveis. Para a área de Sistemas de Informação, a combinação entre

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/w75c2e75
Pages: 1-31

geotecnologias, dispositivos móveis e participação cidadã constitui um campo relevante para o desenvolvimento de soluções de apoio à gestão de riscos e à comunicação de ocorrências ambientais.

Aspectos éticos

Por se tratar de revisão narrativa baseada em publicações e documentos públicos, a pesquisa não envolveu a participação de seres humanos nem a coleta de dados pessoais, não requerendo, portanto, apreciação por comitê de ética em pesquisa.

Contribuição dos autores

As contribuições individuais, segundo a taxonomia CRediT, são informadas nos metadados da submissão, para preservar o anonimato da avaliação duplo-cega.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Financiamento

Pesquisa realizada sem financiamento específico de agência ou instituição.

Declaração de uso de IA generativa

Na preparação deste manuscrito, os autores utilizaram o assistente de inteligência artificial Claude (Anthropic) como apoio à organização da estrutura do texto, à revisão e reescrita de trechos, à conferência da formatação e das referências e à verificação da consistência entre texto, quadros e fontes. A definição do tema, a execução e o registro das buscas, a seleção e a leitura das fontes e as conclusões são de responsabilidade dos autores, que revisaram todo o conteúdo e verificaram as referências citadas. A ferramenta não foi utilizada para gerar dados, resultados ou referências fictícias, e não é considerada autora do trabalho.

Referências

Agência Brasil. “Aplicativo permite denúncias de crimes ambientais na Amazônia.” *Agência Brasil*, EBC, 9 jul. 2020, https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2020-

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/w75c2e75
Pages: 1-31

07/aplicativo-permite-denuncias-de-crimes-ambientais-na-amazonia. Acesso em: 1 out. 2026.

Bernardo, Claudio, et al. “Aplicativo Mobile para Relatar Incêndios Florestais no Distrito Federal.” *Revista FSA*, vol. 19, no. 3, 2022, pp. 135–49, https://doi.org/10.12819/2022.19.3.7.

Brandão, Jeovan Ariel Ribeiro, et al. “Gestão de Ativos na Indústria 4.0 – Combate ao Incêndio Utilizando IoT.” *Revista FT*, vol. 30, no. 158, 2026, https://doi.org/10.69849/qr7bk747.

Brasil. Decreto-Lei nº 2.848, de 7 de dezembro de 1940. Código Penal. *Diário Oficial da União*, 31 dez. 1940, https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del2848compilado.htm.

Brasil. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). *Diário Oficial da União*, 15 ago. 2018, https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm.

Brasil. Lei nº 14.944, de 31 de julho de 2024. Institui a Política Nacional de Manejo Integrado do Fogo e altera as Leis nºs 7.735, de 22 de fevereiro de 1989, 12.651, de 25 de maio de 2012 (Código Florestal), e 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 (Lei dos Crimes Ambientais). *Diário Oficial da União*, 1 ago. 2024, https://legis.senado.leg.br/norma/39388600/publicacao/39395463. Acesso em: 1 out. 2026.

Conselho Nacional do Ministério Público (CNMP). “Aplicativo Radar Ambiental Recebe 2,7 Mil Denúncias de Crimes Ambientais em Três Meses de Lançamento Nacional.” *CNMP*, 10 dez. 2024, https://cnmp.mp.br/portal/institucional/3-noticias/todas-as-noticias/18190-aplicativo-radar-ambiental-recebe-2-7-mil-denuncias-de-crimes-ambientais-em-tres-meses-de-lancamento-nacional. Acesso em: 1 out. 2026.

Goiás. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. *Relatório Consolidado de incêndios florestais ocorridos no estado de Goiás no ano de 2024*. 2024, https://goias.gov.br/meioambiente/wp-content/uploads/sites/33/2024/12/Versao-final-relatorio-incendios.pdf. Acesso em: 1 out. 2026.

Gomes, Allan, et al. “Posicionamento pelo GNSS via Smartphones: Breve Histórico e Contextualização de Novas Ferramentas e Tecnologias.” *Revista Brasileira de Cartografia*, vol. 74, no. 3, 2022, pp. 518–35, https://doi.org/10.14393/rbcv74n3-64507.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua: acesso à Internet e à televisão e posse de telefone móvel celular para uso pessoal 2025*. IBGE, 2026,

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/w75c2e75
Pages: 1-31

https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv102290_informativo.pdf. Acesso em: 22 out. 2026.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). *Programa Queimadas*. INPE, 2025, https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/queimadas/portal/. Acesso em: 29 set. 2026.

Joaquim, Idalécio Pascoal, et al. “Mapeamento Colaborativo em Caso de Desastres: Análise da Qualidade de Dados do OpenStreetMap e o Ciclone Idai em Moçambique.” *Revista do Departamento de Geografia*, vol. 44, 2024, e206736, https://doi.org/10.11606/eISSN.2236-2878.rdg.2024.206736.

Margoto, Julia Bellia, e Jorge Henrique Cabral Fernandes. “Usos e Aplicações de Novas TICs na Gestão de Desastres Naturais.” *Perspectivas em Ciência da Informação*, vol. 22, no. 3, 2017, pp. 3–15, https://doi.org/10.1590/1981-5344/2534.

Moura, Giovana Cristina de, et al. “Revisão Narrativa da Literatura: Guia Metodológico com Etapas, Critérios de Qualidade e Aplicação.” *Revista Científica RECIMA21*, vol. 7, no. 7, 2026, e778566, https://doi.org/10.47820/recima21.v7i7.8566.

Ogassavara, Dante, et al. “Trilhas Metodológicas para a Revisão Narrativa: Orientações Pragmáticas para sua Elaboração.” *Ensino & Pesquisa*, vol. 23, no. 3, 2025, pp. 308–18, https://doi.org/10.33871/23594381.2025.23.3.10317.

Olivatto, Tatiane Ferreira. “Informação Geográfica Voluntária: Uma Investigação Bibliométrica de 10 Anos.” *Revista do Departamento de Geografia*, vol. 43, 2023, e181687, https://doi.org/10.11606/eISSN.2236-2878.rdg.2023.181687.

Oliveira, Gabriel Araujo, et al. “Qualidade do Posicionamento em Aplicativos VGI Obtido por Sensores de Localização em Smartphones.” *Revista Brasileira de Cartografia*, vol. 71, no. 3, 2019, pp. 806–31, https://doi.org/10.14393/rbcv71n3-49478.

Passos, Mônica Regina da Silva, et al. “BDGeo Desastres - ES: Protótipo para Cadastro e Distribuição Compartilhada via Web.” *Revista Guará*, vol. 6, no. 10, 2019, pp. 51–59, https://doi.org/10.30712/guara.v6i10.16880.

Rocha, Emiliane Cecília Araújo, et al. “Projeto do Sistema de Monitoramento e Contenção de Incêndios.” *RETII – Revista de Engenharia, TI e Inovação*, vol. 2, no. 1, 2025, pp. 1–11, https://revistas.uniube.br/index.php/retii/article/download/1897/1726/6831.

Setzer, Alberto W., e Nelson Jesus Ferreira, organizadores. *Queimadas e incêndios florestais: mediante monitoramento orbital*. Oficina de Textos, 2021.

Silva, Guilherme Henrique Costa da. *Protótipo de um aplicativo móvel multiplataforma para apoio ao registro de ocorrências de incêndios do Corpo de Bombeiros Militar do RN*. 2022. Universidade Federal do Rio Grande do Norte,

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/w75c2e75
Pages: 1-31

Monografia (Graduação em Administração), https://repositorio.ufrn.br/server/api/core/bitstreams/8a5630be-a6b2-4cc5-ba33-9cc22aa066a9/content.

Teixeira, Ana Luísa, e Silvia Elena Ventorini. “Informação Geográfica Voluntária e Mapeamento Sistemático.” *Revista Eletrônica de Geografia Territorium Terram*, vol. 9, no. esp. 1, 2026, pp. 144–59, https://doi.org/10.19175/rtt.2317-5419.2026v9nesp.1p144-159.

CC BY