



MAPEAMENTO DE RISCOS AMBIENTAIS COM DRONES E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL EM ÁREAS RURAIS

Iryane Karolyne Ienke ¹, Emili Everz Golombiéski ²

¹Acadêmica do Curso de Engenharia de Software, Campus Ponta Grossa-PR, Universidade Cesumar – UNICESUMAR. Bolsista PIBIC/UniCesumar. iryaneienke@gmail.com

²Orientadora, Mestre, Docente no Curso de Engenharia de Software, UNICESUMAR. Pesquisadora do Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação – ICETI. emilieverz043@gmail.com

RESUMO

Este projeto tem como objetivo o desenvolvimento de um sistema inteligente de monitoramento ambiental voltado para áreas rurais suscetíveis a eventos climáticos extremos, como enchentes, queimadas e deslizamentos. Para isso, serão utilizados drones equipados com sensores ópticos e térmicos capazes de coletar dados geoespaciais em alta resolução, integrados a algoritmos de Inteligência Artificial (IA), como *Random Forest*, *Support Vector Machines* (SVM) e Redes Neurais Convolucionais (CNNs). Esses dados alimentarão um banco de dados geoespacial robusto, que servirá de base para a construção de dashboards e mapas interativos, permitindo análises acessíveis e detalhadas. Além disso, será desenvolvido um protótipo de sistema de alerta precoce, que emitirá notificações automáticas em tempo real para comunidades rurais e gestores ambientais. A expectativa é que a pesquisa contribua para reduzir riscos, apoiar decisões estratégicas e promover a sustentabilidade em regiões agrícolas.

PALAVRAS-CHAVE: Dados geoespaciais; Inteligência artificial; Monitoramento ambiental; Sustentabilidade.

1 INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas têm intensificado fenômenos como secas prolongadas, enchentes repentinas e incêndios florestais, impactando diretamente a produção agrícola, a disponibilidade de recursos hídricos e a qualidade de vida das populações rurais. Ao mesmo tempo, o avanço da degradação do solo, decorrente de práticas inadequadas de uso da terra, acelera processos de erosão, perda de fertilidade e desertificação, ampliando os riscos socioambientais (Silva et al., 2022). Esse cenário exige respostas emergenciais e a criação de sistemas preventivos que possibilitem identificar áreas vulneráveis antes que os impactos se tornem irreversíveis.

Estudos recentes têm explorado diferentes abordagens para o monitoramento ambiental em áreas rurais. Santos et al. (2021) utilizaram imagens de satélite combinadas com sensores terrestres para mapear a degradação do solo em regiões agrícolas, permitindo identificar áreas críticas, mas com baixa frequência de atualização, o que limita a previsão de eventos rápidos. De maneira complementar, Guebsi, Mami e Chokmani (2024) investigaram a integração entre drones, sensores inteligentes e sistemas de análise de dados para agricultura de precisão, mostrando alta eficiência na coleta de dados espaciais e na criação de mapas de risco em tempo real. No entanto, esses estudos ainda apresentam lacunas no que se refere à integração de análises quantitativas e qualitativas com o envolvimento direto das comunidades locais, o que limita a adoção de medidas preventivas mais eficazes e contextualizadas.

Portanto, a lacuna que o presente trabalho busca preencher refere-se à criação de um sistema integrado de monitoramento e alerta ambiental que combine dados de drones, sensores ópticos e térmicos, imagens de satélite e informações socioambientais, permitindo identificar áreas de risco e gerar recomendações práticas e acessíveis para gestores, cooperativas e comunidades locais. Ampliando o escopo dos estudos anteriores ao integrar análise espacial, inteligência artificial e participação comunitária, oferecendo uma solução mais abrangente e efetiva para a prevenção de desastres ambientais.



Diante desse contexto, o uso de tecnologias emergentes se apresenta como um aliado fundamental. Drones equipados com sensores ópticos e térmicos permitem o monitoramento de grandes extensões territoriais com baixo custo e alta precisão. Associados a algoritmos de aprendizado de máquina, os dados capturados podem ser processados para detectar padrões ocultos, gerar mapas de risco em tempo real e prever a evolução de eventos ambientais (Guebsi; Mami; Chokmani, 2024). Assim, a integração entre geotecnologia, sensoriamento remoto e inteligência artificial fortalece a gestão ambiental e democratiza o acesso à informação, permitindo que comunidades locais, cooperativas e órgãos públicos adotem medidas mais eficazes de prevenção e mitigação.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho trata-se de uma pesquisa aplicada, pois busca gerar soluções práticas voltadas ao monitoramento e prevenção de riscos ambientais em áreas rurais. Além disso, possui caráter qualitativo, ao interpretar contextos socioambientais e percepções das comunidades locais, e quantitativo, ao utilizar dados numéricos coletados por sensores, drones e imagens de satélite para análises estatísticas e modelagem preditiva. Entre os dados coletados, destacam-se: índice de vegetação (NDVI), temperatura do solo, umidade do solo, cobertura vegetal, presença de queimadas, topografia e imagens aéreas de alta resolução.

O desenvolvimento da pesquisa será conduzido em etapas estruturadas, contemplando desde a coleta até a análise e apresentação dos dados ambientais. Inicialmente, serão definidos os locais de estudo na zona rural de Bom Jardim do Sul, em Ivaí, Paraná, escolhidos por sua relevância ambiental e histórico de riscos, como queimadas e deslizamentos. Em seguida, serão coletados dados primários por meio de drones equipados com câmeras RGB, sensores ópticos (como NDVI) e sensores térmicos, complementados por imagens de satélite de fontes como Landsat e Sentinel-2, além de dados geográficos de institutos públicos. Estes dados permitirão mapear a vegetação, a umidade do solo, áreas de risco de erosão e variações de temperatura ao longo do tempo.

Os dados coletados serão processados em Sistemas de Informação Geográfica (SIG), como o QGIS (QGIS Development Team, 2025) e o Google Earth Engine (Gorelick et al., 2017), que permitem georreferenciar, organizar e cruzar múltiplas camadas de informação. Essa etapa possibilita análises espaciais detalhadas, identificação de padrões e preparação dos dados para integração com algoritmos de inteligência artificial. Essas tecnologias permitem identificar padrões ambientais e possibilitam análises preditivas de riscos, como queimadas, deslizamentos e desertificação (Zhang et al., 2020).

Após o processamento nos SIGs, os dados estruturados serão integrados a algoritmos de Inteligência Artificial (IA) para gerar previsões de eventos críticos. Serão utilizados Random Forest, Support Vector Machines (SVM) e Redes Neurais Convolucionais (CNNs). O Random Forest utiliza múltiplas árvores de decisão para classificar e prever eventos com base em diversas variáveis ambientais, reduzindo o risco de erros por outliers. O SVM separa os dados em classes distintas, permitindo detectar anomalias ou condições extremas. As CNNs processam imagens capturadas por drones e satélites, identificando mudanças na vegetação, surgimento de focos de queimadas e outros indicadores visuais. A escolha desses algoritmos baseia-se na robustez, capacidade de lidar com grandes volumes de dados e precisão na predição de eventos ambientais críticos.

Para apoiar a tomada de decisão, será desenvolvido um banco de dados geoespacial que integrará os resultados da IA, permitindo armazenar informações históricas e em tempo real. Serão criados dashboards interativos, exibindo mapas, gráficos e alertas que facilitam a interpretação rápida dos dados por gestores e comunidades locais. Um protótipo de



sistema de alerta precoce enviará notificações automáticas sempre que forem detectadas condições críticas, permitindo ações preventivas imediatas. A integração completa, desde a coleta e processamento de dados, passando pela análise com IA até a visualização interativa, garante que decisões ambientais sejam tomadas com base em informações precisas, atualizadas e contextualizadas, aumentando significativamente a eficácia na prevenção de riscos ambientais.

3 RESULTADOS ESPERADOS

O sistema proposto deverá coletar dados em tempo real e gerar previsões confiáveis sobre riscos ambientais, resultando em um banco de dados geoespacial continuamente atualizado. O banco de dados geoespacial é essencial para o sistema, pois permite armazenar de forma organizada e precisa os dados ambientais coletados em tempo real, associando cada informação a coordenadas geográficas. Ele possibilita a atualização contínua, mantém histórico de eventos para análise de tendências, e fornece uma base confiável para modelos de previsão de riscos ambientais. Além disso, suporta visualizações geográficas, facilitando a comunicação das informações, e permite decisões rápidas e precisas por autoridades e gestores, garantindo escalabilidade e integração com outros sistemas e fontes de dados.

Ainda, a pesquisa visa a criação de mapas interativos e dashboards acessíveis para diferentes públicos. Essas ferramentas facilitarão a interpretação das informações e apoiarão a tomada de decisões de forma ágil. Essas ferramentas facilitarão a interpretação das informações ao visualizar dados complexos de forma clara e intuitiva, permitindo identificar rapidamente áreas de risco, padrões e tendências ambientais. A acessibilidade é importante porque garante que diversos públicos, como gestores, comunidades afetadas e profissionais técnicos, possam consultar os mapas e dashboards sem barreiras, promovendo decisões mais rápidas, informadas e inclusivas, além de aumentar a transparência e a eficácia das ações de prevenção e mitigação de riscos.

Também será desenvolvido um sistema de alerta precoce baseado em Inteligência Artificial, capaz de processar dados em tempo real e enviar notificações automáticas e personalizadas para agricultores e gestores ambientais sobre possíveis riscos, como secas, enchentes ou pragas. Esse sistema se diferencia das soluções já existentes no mercado porque não depende apenas de informações históricas ou relatórios periódicos: ele antecipa eventos com maior precisão, considerando múltiplas variáveis ambientais e padrões espaciais complexos, permitindo ações preventivas imediatas. Como resultado, reduz perdas agrícolas, otimiza o uso de recursos e melhora a capacidade de resposta frente a situações de risco, tornando a gestão ambiental mais eficiente e proativa.

O projeto tem potencial para influenciar políticas públicas voltadas à gestão de riscos ambientais, agricultura sustentável, uso eficiente da água, prevenção de desastres naturais e planejamento territorial, fornecendo dados precisos e atualizados que embasam decisões governamentais mais eficazes. Além disso, ele pode servir como modelo replicável em outras regiões que enfrentam desafios semelhantes, especialmente aquelas com vulnerabilidade a eventos climáticos extremos ou com agricultura dependente de fatores ambientais. A necessidade dessa replicabilidade surge da demanda por soluções escaláveis e adaptáveis, que permitam que diferentes comunidades adotem sistemas inteligentes de monitoramento e prevenção, promovendo segurança, sustentabilidade e resiliência em larga escala.

REFERÊNCIAS



GORELICK, N. et al. Google Earth Engine: **Planetary-scale geospatial analysis for everyone**. *Remote Sensing of Environment*, v. 202, p. 18-27, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>.

GUEBSI, R.; MAMI, S.; CHOKMANI, K. **Drones in Precision Agriculture: A Comprehensive Review of Applications, Technologies, and Challenges**. *Drones*, v. 8, n. 11, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/drones8110556>.

LI, Z. et al. **Deep Learning for Remote Sensing Image Classification: A Review**. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, v. 10, n. 2, e1339, 2020. DOI: 10.1002/widm.1339.

PHANG, S. K.; CHIANG, T. H. A.; HAPPONEN, A.; CHANG, M. M. L. **From Satellite to UAV-Based Remote Sensing: A Review on Precision Agriculture**. *IEEE Access*, v. 11, p. 1-21, 2023. DOI: 10.1109/ACCESS.2023.3327812.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. *QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project, 2025*. Disponível em: <https://qgis.org/>. Acesso em: 29 set. 2025.

SMART SENSORS AND SMART DATA FOR PRECISION AGRICULTURE: A Review. *Sensors*, v. 21, n. 15, p. 5110, 2021. DOI: 10.3390/s21155110.

ZHANG, H. et al. **A deep learning framework for predicting environmental risks in large-scale regions**. *Ecological Indicators*, v. 114, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106288>.

ZHANG, L. et al. **Artificial Intelligence in Agriculture: A Review**. *Computers and Electronics in Agriculture*, v. 189, p. 106-418, 2021. DOI: 10.1016/j.compag.2021.106418.