

# SCMR: Um Sistema Colaborativo para Monitoramento de Situações Críticas no Meio Rural

Wiliam Frison Ribeiro\*

Adilso Nunes de Souza<sup>†</sup>

2025

## Resumo

Este artigo apresenta o desenvolvimento do Sistema Colaborativo para Controle de Situações Críticas no Meio Rural (SCMR), uma aplicação web construída como Produto Mínimo Viável (MVP). O sistema tem como objetivo facilitar a comunicação entre produtores rurais por meio do registro estruturado de ocorrências como pragas, alagamentos e incêndios. Com base nesses registros, o SCMR gera indicadores que subsidiam análises e apoiam a tomada de decisões em contextos críticos. Desenvolvido com Vue.js, ArcGIS, Golang e PostgreSQL, o sistema já dispõe de funcionalidades operacionais descritas neste trabalho. Futuramente, novas extensões poderão ser incorporadas para ampliar seu impacto e escalabilidade.

**Palavras-chave:** sistema colaborativo, meio rural, Vue.js, ArcGIS, Golang.

## Introdução

O meio rural brasileiro enfrenta uma série de desafios recorrentes que afetam diretamente a produção agrícola, a sustentabilidade das propriedades e a segurança das comunidades locais. Situações como infestações de pragas, alagamentos, incêndios, erosões e crimes rurais demandam respostas rápidas e coordenadas. No entanto, a ausência de ferramentas tecnológicas eficazes para o registro, a comunicação e a gestão dessas ocorrências compromete a capacidade de reação por parte dos produtores, técnicos e autoridades.

Nesse cenário, torna-se urgente a adoção de soluções digitais que promovam a organização das informações em campo, aprimorem o fluxo de comunicação entre os diferentes atores envolvidos e subsidiem a tomada de decisão com base em dados confiáveis. Este trabalho propõe o desenvolvimento do Sistema Colaborativo para Monitoramento de Situações Críticas no Meio Rural (SCMR), uma aplicação web concebida como Produto

---

\*frisonribeirowilliam@gmail.com

<sup>†</sup>adilsoSouza@ifsul.edu.br

Mínimo Viável (MVP), voltada ao registro, visualização e análise de ocorrências críticas no contexto rural brasileiro.

O sistema busca oferecer uma solução tecnológica acessível e colaborativa que permita a produtores rurais cadastrar, mapear e acompanhar eventos críticos de forma georreferenciada. Para isso, a plataforma foi desenvolvida utilizando tecnologias modernas, como Vue.js, ArcGIS, Golang e PostgreSQL, integrando dados geoespaciais com informações operacionais. Além disso, a aplicação estabelece um fluxo estruturado de comunicação entre produtores e autoridades, viabilizando a emissão de pareceres técnicos e o acompanhamento do status das ocorrências, ao mesmo tempo em que gera indicadores espaciais que apoiam a análise estratégica e a gestão de riscos.

Este artigo descreve os fundamentos conceituais que embasaram o projeto, as tecnologias e metodologias utilizadas, o processo de desenvolvimento do MVP, os resultados parciais obtidos e as funcionalidades futuras planejadas para a evolução do sistema.

## 1 Fundamentação Teórica

O avanço da tecnologia da informação tem proporcionado soluções inovadoras para o monitoramento, análise e resposta a eventos críticos em diversas áreas, inclusive no meio rural. A utilização de sistemas colaborativos, tecnologias geoespaciais e aplicações web progressivas tem se mostrado eficaz na ampliação da comunicação entre diferentes atores e na melhoria da tomada de decisões em contextos descentralizados. Esta seção apresenta os principais conceitos que fundamentam o desenvolvimento do Sistema Colaborativo para Controle de Situações Críticas no Meio Rural (SCMR).

### 1.1 Sistemas Colaborativos

A contemporaneidade é marcada pela Revolução da Internet, a qual transformou profundamente as estruturas sociais, culturais e econômicas. Nesse novo contexto, emergiu a chamada Sociedade em Rede, caracterizada pela interconexão global proporcionada pelas tecnologias digitais. Os sistemas colaborativos configuram-se como ferramentas essenciais para atender às demandas dessa sociedade, facilitando a interação, a cooperação e a construção coletiva de conhecimento.

Segundo [Costa e Pimentel \(2020\)](#), os sistemas colaborativos podem ser compreendidos como ambientes digitais de convivência — ciberespaços que favorecem experiências intensas, a construção de significados e a interação contínua entre os usuários. Nesses ambientes, o ser humano contemporâneo, cada vez mais inserido no universo digital, passa a moldar sua identidade por meio de perfis, avatares e outras representações simbólicas. Essa nova configuração exige que os sistemas colaborativos sejam concebidos como espaços habitáveis, capazes de promover formas inovadoras de trabalho, aprendizagem e relacionamento.

No contexto rural, os sistemas colaborativos desempenham um papel vital ao integrar produtores, autoridades e especialistas na identificação, registro e resolução de problemas ambientais e produtivos. Ao promover a descentralização da informação e ampliar a capacidade de resposta coletiva, esses sistemas contribuem para a sustentabilidade e resiliência das comunidades rurais.

## 1.2 Gestão de Riscos no Meio Rural

A gestão de riscos no meio rural envolve a identificação, avaliação e mitigação de ameaças que impactam direta ou indiretamente a produção agropecuária, os recursos naturais e as comunidades locais. Entre os riscos mais frequentes estão as pragas, os eventos climáticos extremos (como secas e enchentes), a erosão do solo e os crimes rurais [CLAPP \(2023\)](#).

De acordo com o [Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento \(2023\)](#), a ausência de sistemas estruturados de monitoramento e comunicação compromete a capacidade de prevenção e resposta rápida a essas situações. Por isso, a integração de tecnologias que viabilizem o mapeamento em tempo real e a gestão descentralizada da informação torna-se uma estratégia fundamental para a segurança e sustentabilidade das atividades agrícolas.

## 1.3 Sistemas de Informação Geográfica

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG ou GIS, do inglês *Geographic Information System*) são tecnologias fundamentais para capturar, armazenar, analisar e visualizar dados geoespaciais. Esses sistemas permitem a compreensão de padrões, relacionamentos e contextos espaciais em diversos domínios, como agricultura, meio ambiente, gestão urbana e resposta a emergências. De acordo com a [Esri \(2025\)](#), o GIS integra mapas, camadas de dados e ferramentas analíticas, possibilitando uma tomada de decisão mais eficaz e baseada em evidências, sendo essencial para o desenvolvimento de soluções inteligentes e territorialmente contextualizadas. Com base nessas capacidades, os SIG têm sido amplamente utilizados como ferramentas estratégicas em políticas públicas, planejamento territorial e gestão de recursos naturais. Sua capacidade de integrar dados de diferentes fontes — como imagens de satélite, sensores remotos, informações cadastrais e meteorológicas — permite análises multidimensionais que vão além da simples visualização espacial. No contexto do meio rural, isso se traduz em um poderoso instrumento para mapear áreas de risco, monitorar fenômenos naturais, otimizar o uso da terra e identificar padrões que impactam diretamente a produtividade agrícola e a segurança das comunidades. Assim, os SIG não apenas fortalecem a governança ambiental, mas também promovem uma atuação preventiva, fundamentada em dados empíricos e em tempo real.

## 1.4 Produto Mínimo Viável (MVP)

O Produto Mínimo Viável (do inglês *Minimum Viable Product*) é uma abordagem estratégica no desenvolvimento de software que busca lançar a versão mais simples e funcional de um produto, contendo apenas os recursos essenciais para resolver um problema específico ou validar uma hipótese de valor junto aos usuários. A ideia central é oferecer algo que funcione de forma eficaz, mesmo que com recursos limitados, permitindo testes rápidos no mercado real, antes de investimentos mais pesados em desenvolvimento e infraestrutura.

Segundo o portal [Engenharia de Software Moderna \(2023\)](#), o *Minimum Viable Product* (MVP) não se limita a protótipos ou simulações, mas sim a uma versão realmente utilizável do produto, que entrega valor ao usuário, mesmo que com um conjunto mínimo de funcionalidades. Essa abordagem possibilita a coleta de feedbacks autênticos com usuários reais, reduzindo riscos e orientando a evolução do sistema de forma iterativa e fundamentada em dados empíricos. Além disso, o MVP desempenha um papel fundamental em ambientes

ágeis e lean, pois favorece entregas incrementais, aprendizado validado e ajustes contínuos com base na experiência prática.

O uso do MVP tem sido amplamente adotado em startups e projetos inovadores, permitindo que as equipes validem ideias, aprendam com os erros e evoluam os produtos de forma adaptativa, o que se alinha aos princípios modernos de desenvolvimento centrado no usuário.

## 2 Trabalhos Relacionados

Esta seção apresenta uma análise de sistemas similares já disponíveis no mercado, que utilizam dados geoespaciais e podem ter sido criados com ferramentas como Vue.js e ArcGIS. Esses sistemas serviram como referência para identificar e definir as principais funcionalidades da solução proposta. A análise desses sistemas permitiu compreender as melhores práticas para visualização e análise de dados geoespaciais, além de identificar recursos essenciais, como a interatividade do mapa e o processamento em tempo real.

### 2.1 VFogo

O VFogo é uma plataforma web desenvolvida para o monitoramento ambiental, com foco na detecção de focos de calor e incêndios sob linhas de transmissão de energia elétrica. O sistema integra dados provenientes de imagens de satélites como Sentinel-2, Landsat-8, Terra, Aqua, GOES-16 e NPP, combinando informações meteorológicas e modelos probabilísticos para estimar a ocorrência, propagação e impacto dos incêndios.

A plataforma oferece uma interface responsiva e amigável, acessível por dispositivos diversos, e disponibiliza funcionalidades como visualização de mapas temáticos, camadas de dados dinâmicos e estáticos, índice de propagação de incêndios (IPI) e densidade de desligamentos históricos por trecho de linha. Além disso, permite a visualização de imagens com atualização em tempo quase real, com base em rotinas automatizadas de ingestão de dados.

Segundo [Pereira et al \(2019\)](#), “o sistema VFogo permite o cruzamento de informações e dados estáticos e dinâmicos, associado a um banco relacional de focos de calor de diferentes fontes como NASA e INPE”. Com isso, a plataforma se consolida como uma ferramenta estratégica para instituições que atuam na prevenção de queimadas e na manutenção da infraestrutura elétrica nacional, como o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), principal usuário da solução.

A integração entre dados geoespaciais e modelos de risco torna o VFogo uma referência nacional em sistemas de monitoramento de incêndios, contribuindo para ações preventivas mais precisas e redução de danos ambientais e econômicos.

### 2.2 Recooperar

Segundo [Ibama \(2024\)](#), o Recooperar é um sistema do Ibama que utiliza Big Data e inteligência artificial para monitoramento e controle de áreas degradadas no país. O sistema, que processa dados de imagens de satélite, sensores remotos e demais fontes de dados ambientais, permite ao órgão identificar e analisar áreas atingidas por desmatamento e manipulação criminosas. Com isso, o Ibama consegue analisar igualmente áreas monitoradas em tempo real, com vantagem de identificar os locais mais críticos e responder rapidamente quando é possível para diminuir o dano. Recooperar foi desenvolvido

para tornar a fiscalização ambiental mais do que apenas eficiente, mas sistemática e sistêmica e atualizada sobre as condições ambientais em todo o território nacional. Das análises de conjuntos de dados massivos, o Recooperar pode interpretar padrões e tendências de degradação que auxiliem a elaboração de instrumentos orientados à recomposição e conservação de ecossistemas.

Em outras palavras, Recooperar é uma peça-chave para que se atendam as normas ambientais e consolidação das práticas de conservação do Ibama. Através disso, o sistema permite uma melhoria e gestão ambiental mais eficiente e eficaz.

### 2.3 AlertaDis

Segundo [Cgpd \(2023\)](#), o AlertaDis é um sistema desenvolvido pelo Centro de Geoprocessamento e Pesquisa em Informações Georreferenciadas (CGPDI) em parceria com a Copel Distribuição (Copel DIS), para monitoramento de desastres naturais, com especial atenção a eventos que impactem a infraestrutura de energia elétrica. O departamento integra dados geoespaciais e usa imagens de satélite para identificar em tempo real as áreas em risco de desastres, como deslizamentos e enchentes, que possam comprometer a rede de distribuição de energia. A Copel, o AlertaDis permite antecedência de medidas preventivas e respostas rápidas para minimizar os danos sofridos nas áreas prejudicadas, além de aumentar a eficiência e a segurança de fornecimento de energia elétrica. O programa do CGPDI utiliza tecnologias de análise espacial aliadas a modelagem preditiva para emitir alertas que prevejam com precisão os responsáveis pelos desastres, de modo a tornar, de maneira preventiva, possibilitando que as operações de manutenção e resposta da Copel sejam acionadas.

### 2.4 Infohidro

Segundo [Paraná \(2023\)](#), o Infohidro é um sistema de monitoramento de bacias hidrográficas criado pela Sanepar e cedido ao comando da Defesa Civil do Estado do Paraná. O sistema fornece dados precisos em tempo real sobre as condições hídricas das principais bacias situadas em território paranaense. Conforme o descritivo do Governo do Paraná, os dados de estações hidrometeorológicas coletados pelo InfHidro possibilitam ao órgão de defesa civil planejar ações preventivas em casos de riscos como enchentes e secas. A ferramenta utiliza tecnologia de geoprocessamento e facilita o acompanhamento das condições hídricas, atuando na segurança e preservação da população, além da preservação dos recursos hídricos. Sobre isso, a ferramenta permite decisões mais rápidas, reduzindo possíveis impactos ambientais e sociais a partir de eventos climáticos severos. Pode-se perceber que essa realidade ajuda os usuários a estarem mais bem preparados.

## 3 Tecnologias e Ferramentas Utilizadas

Para desenvolver a aplicação foi necessária a utilização de diversas tecnologias que serão descritas a seguir.

### 3.1 Vue.js

Vue.js é um framework JavaScript progressivo frequentemente usado para criar interfaces de usuário dinâmicas e responsivas. Sua simplicidade e modularidade tornam-no adequado para projetos de qualquer tamanho, desde pequenas aplicações até sistemas de

larga escala. Um dos aspectos mais marcantes do Vue.js é seu sistema reativa, que ajusta automaticamente a interface conforme as alterações nos dados, resultando em uma experiência otimizada para o usuário. Além disso, é conhecido pela aprendizagem fácil, facilitando a integração com as equipes de desenvolvimento. Algumas das principais características do Vue.js incluem: Componentes Reutilizáveis; Integração Gradual; Compatibilidade com Ferramentas Modernas [Garcia \(2021\)](#).

### 3.2 API JavaScript do ArcGIS

Para a visualização e análise de dados geoespaciais, sistema integra a API JavaScript do ArcGIS, uma ferramenta que permite a criação de mapas interativos e detalhados das áreas monitoradas. A API oferece uma ampla gama de funcionalidades, como camadas personalizadas, manipulação de dados espaciais em tempo real e integração com fontes de dados geográficos [Esri \(2024\)](#).

### 3.3 Go (Golang)

Go, também conhecida como Golang, é uma linguagem de programação desenvolvida pela Google com foco em simplicidade, concorrência eficiente e desempenho. No projeto SCMR, a linguagem foi utilizada para implementação da API de backend, priorizando aspectos como segurança, escalabilidade e manutenibilidade.

Entre os recursos relevantes para o sistema, destaca-se o suporte ao uso de JSON Web Tokens (JWT), que permite autenticação baseada em tokens sem a necessidade de controle de sessão no servidor. Conforme destaca [Boscardin \(2020\)](#), “com JSON Web Tokens, o usuário autenticado inclui dados de sessão em todas as solicitações, eliminando os registros de sessão do servidor”. Essa abordagem contribui para uma comunicação segura e sem estado entre cliente e servidor.

A linguagem também possui bibliotecas para manipulação de dados, validação de entradas e criptografia, além de integração eficiente com bancos relacionais como o PostgreSQL. Esses aspectos justificaram a escolha do Go no contexto do SCMR, atendendo às exigências de desempenho e segurança da aplicação.

### 3.4 PostgreSQL

O PostgreSQL é um sistema de gerenciamento de banco de dados relacional, altamente escalável, compatível com a linguagem SQL padrão e com extensões avançadas. Ele é amplamente utilizado para lidar com grandes volumes de dados e consultas complexas, oferecendo alto desempenho em aplicações críticas.

Entre seus principais recursos estão o suporte a transações ACID, controle de concorrência multiversão (MVCC), ampla variedade de tipos de dados, inclusive tipos definidos pelo usuário, além de extensibilidade nativa. Essas características tornam o PostgreSQL uma solução confiável e eficiente para sistemas de larga escala e com altas exigências de integridade e desempenho ([HABBEMA, 2023](#)).

### 3.5 API REST

As APIs REST (Representational State Transfer) são amplamente utilizadas no desenvolvimento de sistemas distribuídos devido à sua simplicidade, escalabilidade e aderência aos padrões da Web. Elas funcionam como uma interface de comunicação entre

diferentes sistemas, permitindo o acesso e a manipulação de dados por meio do protocolo HTTP. Cada recurso é identificado por uma URL única e pode ser acessado utilizando métodos HTTP padronizados, como GET (para leitura), POST (para criação), PUT (para atualização) e DELETE (para remoção), seguindo os princípios da arquitetura REST.

Segundo a [IBM \(2024\)](#), uma característica fundamental das APIs REST é a ausência de estado (stateless), ou seja, cada requisição é independente e carrega todas as informações necessárias para sua execução. Isso contribui para a escalabilidade do sistema e facilita o desenvolvimento e manutenção de aplicações que consomem a API. Além disso, por utilizar formatos amplamente aceitos como JSON e XML nas requisições e respostas, a integração entre sistemas desenvolvidos em diferentes linguagens e plataformas torna-se mais simples e eficiente.

As APIs REST desempenham um papel central em arquiteturas modernas, como microsserviços e aplicações móveis, pois permitem a separação entre o cliente e o servidor, promovendo a modularidade e a reutilização de serviços. No contexto deste trabalho, a API REST implementada viabiliza a comunicação entre o front-end (aplicação web) e o back-end (servidor de dados), garantindo uma estrutura, segura e de fácil manutenção para o sistema proposto.

## 4 Metodologia

A metodologia adotada para o desenvolvimento do Sistema Colaborativo para Monitoramento de Situações Críticas no Meio Rural (SCMR) seguiu uma abordagem incremental, orientada à construção de um *MVP* funcional, conforme os objetivos propostos. A seguir, são descritas as etapas realizadas durante o processo.

### 4.1 Estudo e seleção das tecnologias

Inicialmente, realizou-se um levantamento técnico das tecnologias mais adequadas para atender aos requisitos do sistema. Essa escolha considerou critérios como curva de aprendizado, comunidade ativa, suporte a aplicações *Single Page Application* (SPA) e integração com APIs geoespaciais.

A linguagem de programação Go (Golang) foi escolhida para o backend devido ao seu desempenho, simplicidade e suporte a APIs REST. Para o frontend, optou-se pelo Vue.js, por sua facilidade na criação de interfaces reativas e sua compatibilidade com a ArcGIS API for JavaScript, essencial para renderizar dados geoespaciais. O PostgreSQL, com extensão PostGIS, foi adotado para o armazenamento dos dados espaciais, possibilitando consultas e análises geográficas eficientes.

### 4.2 Levantamento de requisitos

O levantamento de requisitos foi realizado de forma qualitativa e exploratória, com base na experiência profissional do autor em projetos anteriores relacionados à gestão de ocorrências e ao monitoramento de dados geoespaciais em contextos reais. A observação empírica de sistemas privados nos quais o autor atuou diretamente permitiu a identificação de padrões recorrentes, boas práticas e limitações técnicas frequentemente enfrentadas por usuários e gestores em plataformas dessa natureza.

A análise considerou aspectos como fluxo de entrada de dados, perfis de usuários, estrutura de formulários, processos de validação, bem como formas de visualização e análise das ocorrências registradas.

Com base nessa investigação, foram definidos os seguintes requisitos funcionais principais:

- Cadastro e análise de ocorrências por diferentes perfis de usuários;
- Visualização das ocorrências em mapa interativo com indicadores geoespaciais;
- Atualização de status e controle de rastreabilidade por autoridades.

Além dos requisitos funcionais, também foram identificados os seguintes requisitos não funcionais, essenciais para garantir a qualidade, segurança e escalabilidade da aplicação:

- Desempenho: o sistema deve responder às requisições do usuário em até 2 segundos em condições normais de operação;
- Segurança: as comunicações entre cliente e servidor devem ser protegidas por HTTPS; a autenticação deve utilizar tokens JWT;
- Escalabilidade: a aplicação deve ser compatível com ambientes containerizados, permitindo sua replicação horizontal;
- Usabilidade: a interface deve ser responsiva, acessível em dispositivos móveis.
- Confiabilidade: o sistema deve garantir integridade dos dados registrados, mesmo em casos de falhas parciais;
- Portabilidade: a aplicação deve ser implantável em diferentes provedores de nuvem, com configuração via variáveis de ambiente.

### 4.3 Definição da arquitetura

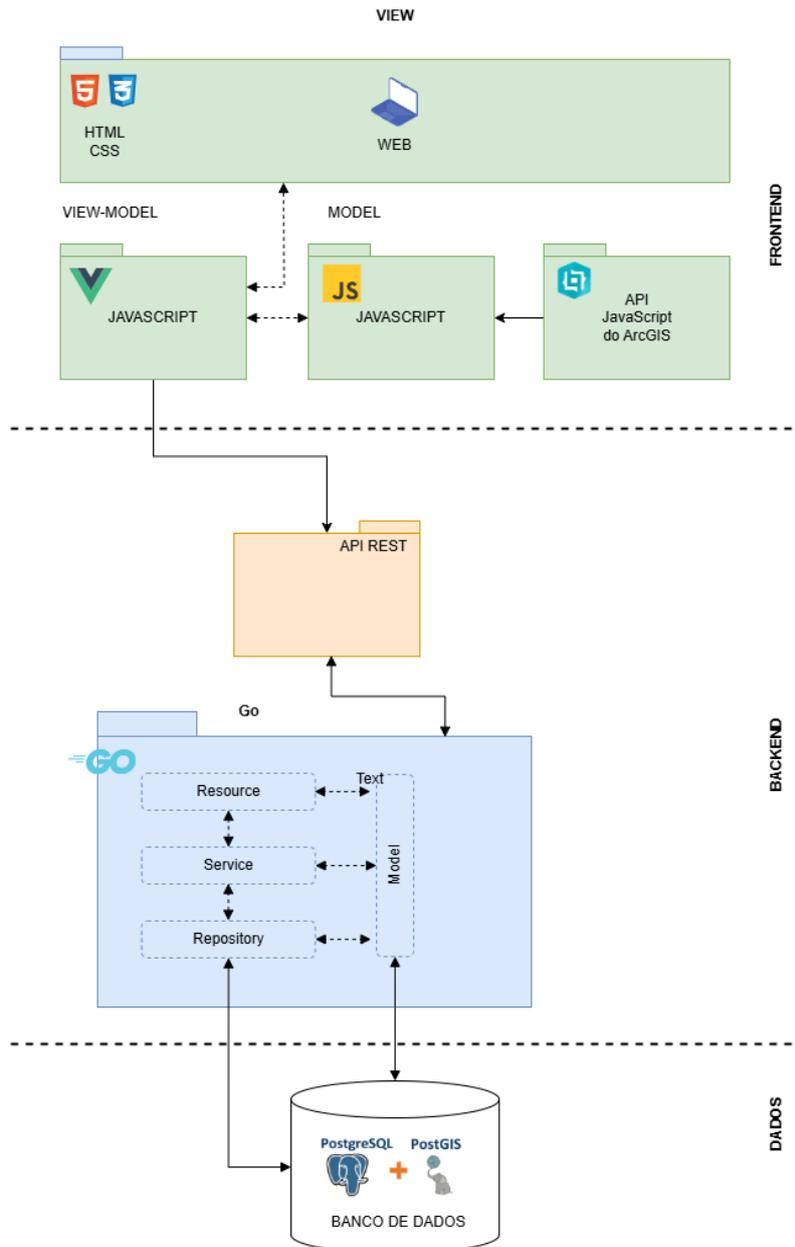
A arquitetura foi definida com base no padrão *cliente-servidor* desacoplado, com comunicação via APIs REST. Avaliaram-se alternativas como uso de sistemas monolíticos e microsserviços, optando-se por uma arquitetura modular baseada em *MVP*, com foco em simplicidade e escalabilidade futura.

A Figura 1 ilustra a arquitetura geral do sistema SCMR, organizada em três camadas principais: cliente, aplicação e persistência. No lado do cliente, o frontend desenvolvido com Vue.js fornece uma interface responsiva e interativa, integrando-se diretamente à *ArcGIS API for JavaScript* para manipulação de dados geoespaciais. A camada intermediária é composta pela API REST desenvolvida em Golang, que atua como intermediária entre o cliente e o banco de dados, realizando o controle de autenticação, validações e lógica de negócio. Por fim, a camada de persistência utiliza o PostgreSQL com extensão PostGIS para armazenamento das informações relacionais e espaciais. A comunicação entre os componentes ocorre via requisições HTTP e o sistema é containerizado com Docker, o que garante portabilidade e facilidade na implantação.

As ações mapeadas para cada componente foram:

- O frontend, desenvolvido com Vue.js, é responsável pela interface e comunicação com a API;
- O backend, implementado em Golang, recebe as requisições, valida os dados e executa a lógica de negócio;
- O banco de dados armazena tanto os dados relacionais quanto as geometrias, manipuladas por meio do PostGIS;
- A API do ArcGIS é integrada diretamente no cliente para renderização e edição de feições no mapa.

Figura 1 – Arquitetura do sistema



Fonte: Do Autor, 2025.

#### 4.4 Modelagem e desenvolvimento do MVP

Com base nos requisitos definidos, foi elaborado um modelo mínimo viável (*MVP*), priorizando funcionalidades essenciais: cadastro de ocorrências, análise por autoridades, visualização geográfica e geração de indicadores.

As etapas de desenvolvimento incluíram:

1. Configuração do ambiente com Docker Compose;
2. Implementação das APIs em Go e conexão com PostgreSQL;

3. Integração da API REST com o frontend Vue.js;
4. Implementação de recursos geográficos no mapa (camadas, símbolos, filtros e edição);
5. Testes exploratórios para validação da interface e usabilidade geral.

#### 4.5 Avaliação e testes

A avaliação do sistema foi realizada em ambiente de desenvolvimento, por meio de testes manuais exploratórios conduzidos pela equipe responsável pela implementação. Esses testes envolveram a simulação de ocorrências e a execução dos fluxos principais do sistema, como o cadastro de novos eventos, a análise técnica pelas autoridades e a visualização geoespacial das ocorrências no mapa interativo. Foram utilizados diferentes perfis de usuário (produtor rural e autoridade) para validar o comportamento da plataforma em situações variadas, com o objetivo de verificar a consistência das funcionalidades, a integridade dos dados registrados e o desempenho geral da aplicação durante as interações com a API e a interface gráfica.

## 5 Desenvolvimento e Funcionalidades Implementadas

O Sistema Colaborativo para Controle de Situações Críticas no Meio Rural (SCMR) foi desenvolvido para oferecer uma plataforma eficiente e acessível ao monitoramento colaborativo de eventos críticos no meio rural. A implementação do sistema seguiu a arquitetura modular proposta, integrando tecnologias modernas como Vue.js, ArcGIS API for JavaScript, Golang e PostgreSQL .

### 5.1 Plataforma Geral de Visualização

A Plataforma Geral corresponde à área pública do sistema, onde qualquer usuário pode acessar informações sobre as ocorrências registradas. Nessa seção, são disponibilizados indicadores como o total de ocorrências, o total de análises realizadas e a quantidade de registros por status, incluindo pendentes, em andamento e concluídos.

Além disso, é possível visualizar as ocorrências mais recentes e as últimas análises adicionadas ao sistema. Na área do mapa, o usuário pode consultar todas as ocorrências registradas de forma geográfica. Ao interagir com o mapa — por exemplo, clicando em um ponto de ocorrência — uma janela pop-up é exibida com as seguintes informações: tipo da ocorrência, responsável pela criação, responsável pelo parecer, status atual, autor da última atualização e data da atualização.

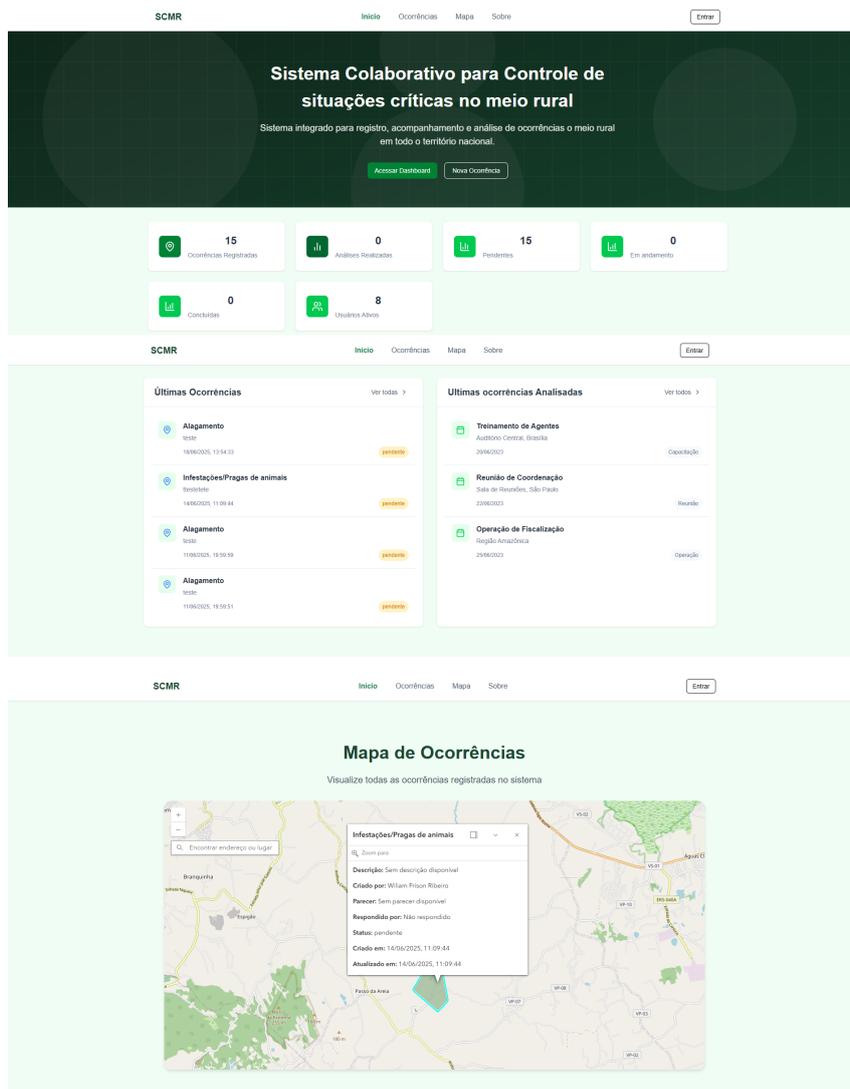
Adicionalmente, o usuário pode interagir com o mapa realizando buscas por cidade ou endereço. Isso permite localizar rapidamente ocorrências em uma determinada região e verificar se há registros próximos à sua localidade, como em sua cidade ou bairro.

Também é por meio dessa interface que o usuário acessa o sistema, podendo realizar o cadastro caso ainda não possua uma conta. Após autenticação, o sistema direciona o usuário para o painel principal (dashboard), onde é possível gerenciar suas informações e, se desejar, registrar uma nova ocorrência diretamente.

A plataforma contempla dois perfis principais de usuários: o produtor rural e a autoridade responsável pela análise das ocorrências. O produtor é o usuário que realiza o cadastro de novas ocorrências, podendo acompanhar o andamento dos seus registros

por meio do dashboard. Já o usuário com perfil de autoridade possui acesso ampliado, incluindo a visualização de todas as ocorrências registradas no sistema, com a possibilidade de emitir parecer técnico e alterar o status de cada caso. Na visualização geral, mesmo sem estar autenticado, qualquer visitante da plataforma pode consultar os dados públicos agregados das ocorrências, o que reforça a transparência e o caráter colaborativo da solução proposta. Veja na Figura 2, abaixo, a interface da Plataforma Geral.

**Figura 2 – Interface da Plataforma Geral**



*Fonte: Do Autor, 2025.*

## 5.2 Dashboard do usuário

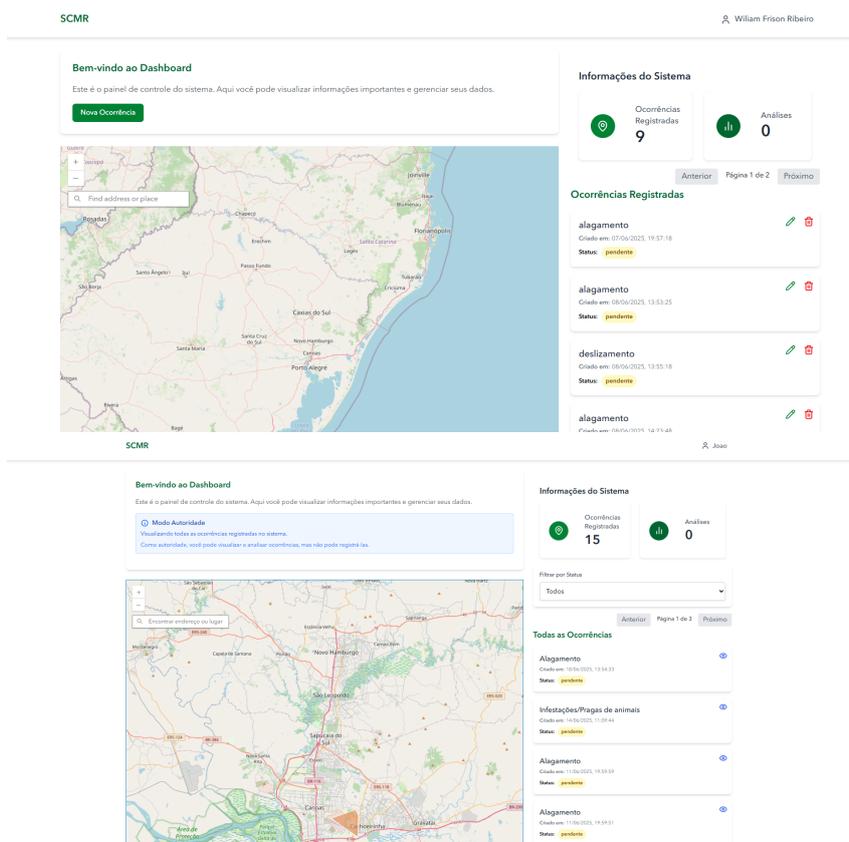
O dashboard do usuário apresenta uma listagem organizada das ocorrências registradas, contendo informações como tipo, status e data de criação. A partir dessa interface, o usuário pode acessar o mapa com suas áreas cadastradas, bem como criar, editar ou excluir ocorrências. A exclusão é permitida apenas para o autor da ocorrência e somente enquanto ela estiver com o status “pendente”. Após a atualização de status por uma autoridade, a

ocorrência torna-se permanente no sistema, contribuindo para a geração de indicadores, métricas históricas e maior transparência ao longo do tempo.

Para usuários com perfil de autoridade, o dashboard exibe todas as ocorrências registradas no sistema. No entanto, a autoridade tem acesso apenas à tela de análise, onde pode inserir seu parecer técnico e alterar o status da ocorrência, sem permissão para editar ou excluir os registros.

A Figura 3 apresenta as interfaces do dashboard disponibilizadas para os perfis de usuário comum e de autoridade.

**Figura 3 – Dashboard do sistema (usuário e autoridade)**



*Fonte: Do Autor, 2025.*

### 5.3 Cadastro, Edição e Análise de Ocorrências

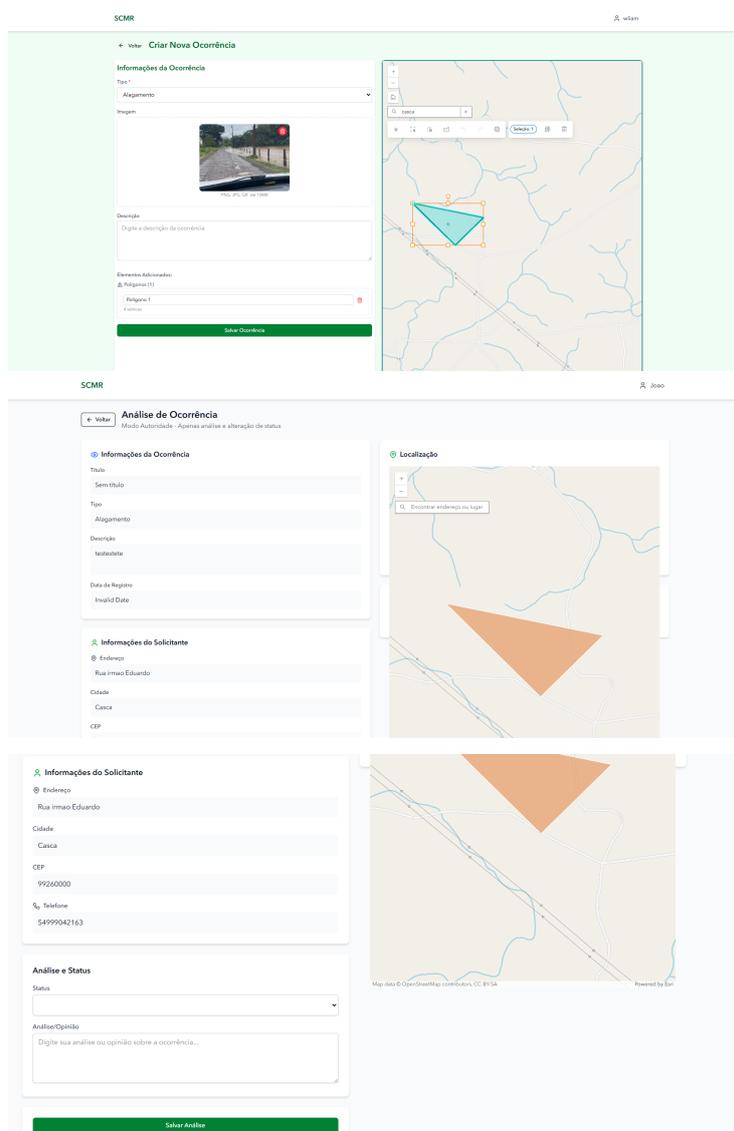
O cadastro de ocorrência é o processo em que o usuário preenche os dados referentes ao evento identificado. Os campos obrigatórios incluem o tipo de ocorrência, a descrição detalhada e a delimitação geográfica da área afetada, que deve ser desenhada diretamente sobre o mapa interativo disponibilizado pela plataforma. Além disso, o formulário permite o envio de imagens como evidência, possibilitando ao usuário anexar fotos que comprovem a situação relatada.

Em relação à edição de ocorrências, usuários com perfil de produtor podem modificar os dados de uma ocorrência somente enquanto o status estiver como “pendente” ou “em andamento”. Caso a ocorrência esteja com o status “em análise”, a edição é bloqueada, uma vez que a avaliação por parte da autoridade já foi iniciada.

Para usuários com perfil de autoridade, a plataforma disponibiliza uma tela exclusiva de análise. Ao acessar uma ocorrência, a autoridade pode adicionar seu parecer técnico e alterar o status conforme o andamento da apuração. Por exemplo, ao iniciar a verificação, o status pode ser alterado para “em andamento”, e, após a análise, para “concluído”. Adicionalmente, o usuário autoridade tem acesso às informações do solicitante, incluindo nome, endereço, cidade e telefone, o que facilita a comunicação e a tomada de decisões durante o processo de análise. Essa funcionalidade visa garantir rastreabilidade, transparência e eficiência no tratamento das ocorrências registradas.

A Figura 4 apresenta, de forma conjunta, as interfaces de cadastro, edição e análise de ocorrências, conforme disponibilizadas aos diferentes perfis de usuário na plataforma.

**Figura 4 – Interfaces de Cadastro, Edição e Análise de Ocorrências na Plataforma**



*Fonte: Do Autor, 2025.*

## 5.4 Processo de Desenvolvimento e Integrações Técnicas

O desenvolvimento do SCMR foi conduzido de forma iterativa, combinando práticas de prototipação com testes exploratórios frequentes a cada nova funcionalidade entregue. Todas as etapas foram conduzidas pelo autor, que acumulou as responsabilidades de análise, modelagem, codificação e validação do sistema. O foco foi garantir a viabilidade técnica do MVP, priorizando funcionalidades essenciais e uma arquitetura modular, escalável e segura.

No back-end, implementado com a linguagem Go (Golang), foram desenvolvidos diversos endpoints REST responsáveis pelo gerenciamento das ocorrências, autenticação JWT e controle de permissões conforme o perfil do usuário. A manipulação dos dados espaciais foi viabilizada através do PostgreSQL com extensão PostGIS, que permitiu armazenar e consultar geometrias complexas diretamente no banco de dados.

Uma das funcionalidades mais relevantes integradas durante o desenvolvimento foi o upload de imagens associadas às ocorrências. Para garantir armazenamento seguro, escalável e compatível com os padrões da web moderna, foi realizada a integração com o Google Cloud Storage. Essa integração foi implementada no back-end, utilizando a biblioteca oficial do Google para Golang. A lógica consiste em receber os arquivos enviados pelo front-end, gerar um identificador único para cada imagem e transferi-la diretamente para o bucket configurado na nuvem. Após o envio, a URL pública da imagem é gerada e armazenada no banco de dados, permitindo sua exibição posterior na interface do usuário.

Para garantir segurança e organização, as imagens foram armazenadas em subpastas específicas por tipo de entidade (ex: ocorrências), e o acesso ao bucket foi controlado por meio de credenciais de serviço (Service Account), devidamente protegidas por variáveis de ambiente no servidor.

No front-end, desenvolvido em Vue.js, foi necessário adaptar os formulários de cadastro e edição para permitir o envio das imagens por meio de multipart/form-data, garantindo compatibilidade com o serviço de armazenamento externo. Essa implementação proporcionou uma experiência fluida ao usuário, permitindo anexar evidências visuais diretamente no momento do registro da ocorrência.

A adoção dessa abordagem baseada em armazenamento em nuvem agregou robustez à aplicação, eliminando a necessidade de manter arquivos em disco local no servidor e favorecendo futuras escalabilidades da aplicação.

## 6 Avaliação e Resultados Parciais

Mesmo estando em fase de desenvolvimento inicial, com escopo voltado para a entrega de um Produto Mínimo Viável (MVP), o sistema SCMR já apresenta resultados relevantes quanto à estruturação de funcionalidades essenciais e à viabilidade técnica da solução proposta.

Durante a implementação, foram realizados testes em ambiente de desenvolvimento com foco na validação da integridade das funcionalidades principais, como o cadastro de ocorrências, visualização geoespacial por meio do mapa interativo, painel de indicadores e análise por parte das autoridades. Os testes envolveram simulações de uso com múltiplos perfis (produtor e autoridade), garantindo a correta segmentação de permissões, fluxo de atualização de status e integridade dos dados inseridos.

O sistema demonstrou estabilidade na comunicação entre o front-end e a API REST em Golang, com respostas eficientes mesmo em interações com camadas geográficas complexas. A renderização das ocorrências no mapa, utilizando a API JavaScript do ArcGIS, confirmou a capacidade de representar dados espaciais em tempo real com clareza e boa usabilidade.

O layout responsivo, construído com Tailwind CSS, também se mostrou eficaz na adaptação para diferentes tamanhos de tela, validando o uso da plataforma em dispositivos móveis. As funcionalidades básicas operam conforme esperado, com destaque para a fluidez da interface e a separação adequada entre os perfis de usuário.

Embora ainda não tenham sido realizados testes com usuários reais em campo, os resultados parciais obtidos em ambiente controlado indicam que a arquitetura adotada é sólida e escalável, oferecendo uma base consistente para as futuras evoluções do sistema.

## 7 Limitações e Funcionalidades Futuras

Embora o Sistema Colaborativo para Controle de Situações Críticas no Meio Rural (SCMR) esteja finalizado como um Produto Mínimo Viável (MVP), ainda apresenta limitações que deverão ser abordadas em versões futuras, a fim de ampliar sua escalabilidade, segurança, usabilidade e capacidade de integração com fontes externas.

As principais limitações identificadas são:

- O sistema ainda não foi submetido a testes de usabilidade com usuários reais em campo, o que impede a validação prática da interface, fluxo de navegação e aderência às necessidades cotidianas dos produtores e autoridades rurais;
- Ausência de notificações automáticas em tempo real para produtores ou autoridades, dificultando o acompanhamento contínuo de eventos relevantes;
- Painel administrativo limitado, sem recursos de auditoria, filtros avançados, exportação de dados ou geração automatizada de relatórios analíticos;
- Falta de um sistema de permissões mais granular, o que limita a personalização de acessos por papel ou instituição;
- Inexistência de autenticação multifator (MFA), o que representa uma vulnerabilidade de segurança, especialmente para perfis sensíveis como autoridades;
- Ausência de um histórico detalhado de alterações nas ocorrências (log de eventos), o que impacta a rastreabilidade de decisões e mudanças realizadas no sistema;
- Falta de recursos para anexar documentos adicionais, como PDFs, relatórios técnicos ou formulários complementares;
- A interface ainda não é plenamente acessível para pessoas com deficiência, o que compromete a inclusão digital de alguns usuários.

Diante dessas limitações, propõem-se as seguintes funcionalidades futuras, com o objetivo de ampliar a capacidade da plataforma, melhorar a experiência do usuário e aumentar a eficiência no controle de situações críticas:

- Implementação de alertas automáticos com base no tipo, localização e gravidade das ocorrências registradas, utilizando regras configuráveis;
- Integração com APIs públicas e privadas (por exemplo, INMET, Defesa Civil, IBGE, MapBiomias) para enriquecimento do mapa e das análises geoespaciais;
- Criação de um sistema de notificações em tempo real (e-mail, push ou SMS), com base em eventos personalizados e perfis de interesse;
- Geração de relatórios personalizados em PDF, exportação de dados CSV e dashboards com gráficos dinâmicos;
- Inclusão de um painel público de indicadores com filtros geográficos e temporais, acessível a qualquer cidadão;
- Desenvolvimento de um sistema interno de mensagens entre usuários e autoridades, incluindo histórico de comunicação e envio de atualizações sobre as ocorrências;
- Suporte multilíngue e regionalização, permitindo adaptação da interface e dados conforme idioma, estado ou município;
- Implementação de controle de versões das ocorrências, permitindo consultar alterações feitas ao longo do tempo com identificação do autor;
- Inclusão de novos perfis de usuário, como técnicos de campo, pesquisadores ou agentes comunitários, com permissões específicas;
- Adaptação da interface com foco em acessibilidade (WCAG), garantindo compatibilidade com leitores de tela, teclados e alto contraste.

## Considerações Finais

O desenvolvimento do Sistema Colaborativo para Controle de Situações Críticas no Meio Rural (SCMR) atendeu de forma efetiva aos objetivos propostos neste trabalho. A aplicação foi concebida como um Produto Mínimo Viável (MVP) com o propósito de facilitar o registro estruturado de ocorrências críticas — como pragas, alagamentos e incêndios — por produtores rurais, promovendo a organização, a rastreabilidade e a visualização geográfica de eventos relevantes que afetam diretamente a realidade do campo.

A partir dos objetivos específicos, foi possível: (i) propor uma solução tecnológica acessível e colaborativa voltada ao contexto rural brasileiro; (ii) implementar uma plataforma modular utilizando tecnologias modernas como Vue.js, ArcGIS, Golang e PostgreSQL; (iii) estruturar um fluxo de comunicação entre produtores e autoridades por meio de emissão de pareceres técnicos; e (iv) gerar indicadores espaciais com base nos registros realizados. Essas metas foram concretizadas ao longo do processo de desenvolvimento, demonstrando a viabilidade técnica e funcional da solução proposta.

Durante a implementação, optou-se por tecnologias que permitissem um alto grau de modularidade e integração, como a utilização da ArcGIS API para visualização geoespacial e a construção de uma API REST com Golang. A infraestrutura de dados, baseada em PostgreSQL com suporte à extensão PostGIS, assegurou consultas eficientes e consistência nas operações. A escolha por uma arquitetura baseada em contêineres com Docker também contribuiu para a escalabilidade e portabilidade do sistema. Além disso, foi

implementada a integração com o Google Cloud Storage no backend para o armazenamento de imagens, o que reforça o comprometimento com a escalabilidade e a persistência de dados multimídia.

Apesar dos avanços alcançados, foram identificadas limitações importantes, como a ausência de testes com usuários reais, a carência de recursos analíticos mais avançados, e a inexistência de integração com fontes externas de dados em tempo real. Tais aspectos representam oportunidades concretas para o aprimoramento da plataforma em ciclos futuros de desenvolvimento.

O SCMR mostra-se especialmente relevante diante da ausência de soluções acessíveis e georreferenciadas voltadas ao monitoramento colaborativo de eventos críticos no meio rural. Mais do que substituir sistemas já existentes, o SCMR busca preencher uma lacuna ao oferecer uma base tecnológica capaz de integrar informação, território e colaboração entre atores sociais distintos, fortalecendo a capacidade de resposta a situações adversas com base em evidências.

Como perspectivas futuras, recomenda-se a realização de testes de usabilidade com produtores rurais e autoridades, validações em campo com dados reais e a incorporação de funcionalidades como alertas automáticos, relatórios analíticos personalizáveis e um painel público interativo de indicadores. Além disso, parcerias com instituições públicas, privadas e acadêmicas poderão fortalecer o sistema e ampliar seu alcance, consolidando o SCMR como uma plataforma sustentável, escalável e útil para o monitoramento descentralizado de riscos no meio rural brasileiro.

# SCMR: A Collaborative System for the Management of Critical Situations in Rural Areas

Wiliam Frison Ribeiro\*

Adilso Nunes de Souza<sup>†</sup>

2025

## Abstract

This article presents the development of the Collaborative System for Monitoring Critical Situations in Rural Areas (SCMR), a web-based application built as a Minimum Viable Product (MVP) that integrates modern technologies such as Vue.js, ArcGIS, Golang, and PostgreSQL. The system is designed to facilitate the registration, visualization, and management of rural incidents, including pests, floods, fires, and wildlife invasions. Through a responsive interface and role-based access control, the platform enables rural producers to autonomously report occurrences, track their status, and access relevant indicators. The solution fosters transparency and coordination among producers, authorities, and the general public. The implemented functionalities demonstrate the system's potential to support rural risk management strategies and encourage further advancements in monitoring and decision-making tools.

**Keywords:** rural monitoring; web application; geospatial data; Vue.js; ArcGIS; Golang.

## Referências

Agência Estadual de Notícias do Paraná. *Sanepar disponibiliza sistema de monitoramento de bacias para Defesa Civil do Paraná*. 2023. Citado na página 16. Disponível em: <<https://www.aen.pr.gov.br/Noticia/Sanepar-disponibiliza-sistema-de-monitoramento-de-bacias-para-Defesa-Civil-do-Parana>>. Citado na página 5.

---

\*frisonribeirowilliam@gmail.com

<sup>†</sup>adilsoSouza@ifsul.edu.br

BOSCARDIN, V. *Golang, JWT e Postgres. Como deixar sua API segura?* 2020. Citado na página 12. Disponível em: <<https://booscaaa.medium.com/golang-jwt-e-postgres-como-deixar-sua-api-segura-fb7569718d7c>>. Citado na página 6.

CGPDI. *Aplicação de Classificação de Riscos de Desligamentos em Redes de Distribuição de Energia utilizando Previsões Meteorológicas de Curto Prazo*. 2023. Citado na página 16. Disponível em: <<https://www.cgpdi.org.br/projetos/copel-dis-ii/>>. Citado na página 5.

CLAPP, J. *Agronegócio enfrenta roubos e furtos no meio rural*. 2023. Acesso em: 23 ago. 2024. Disponível em: <<https://hmlg-revistadeseguros.cnseg.org.br/agronegocio-enfrenta-roubos-efurtos-no-meio-rural/>>. Citado na página 3.

COSTA, A. M. N. d.; PIMENTEL, M. *Sistemas colaborativos para uma nova sociedade e um novo ser humano*. 2020. Acesso em: 21 maio 2025. Disponível em: <<https://sistemascolaborativos.uniriotec.br/sistemas-colaborativos-para-uma-nova-sociedade-e-um-novo-ser-humano/>>. Citado na página 2.

Engenharia de Software Moderna. *MVP – Produto Mínimo Viável*. 2023. Acesso em: 10 jun. 2025. Disponível em: <<https://engsoftmoderna.info/artigos/mvp.html>>. Citado na página 3.

ESRI. *Uma introdução ao ArcGIS Online*. [S.l.], 2024. Citado na página 8. Disponível em: <<https://doc.arcgis.com/pt-br/arcgis-online/get-started/what-is-ago.html>>. Citado na página 6.

Esri. *O que é GIS?* 2025. Acesso em: 10 jun. 2025. Disponível em: <<https://www.esri.com/pt-br/what-is-gis/overview>>. Citado na página 3.

HABBEMA, H. *PostgreSQL*. 2023. Citado na página 12. Disponível em: <<https://medium.com/@habbema/postgresql-badfbba3e533>>. Citado na página 6.

IBAMA. *IBAMA lança plataforma Recooperar, ferramenta de gestão de áreas degradadas*. 2024. Citado na página 15. Disponível em: <<https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/noticias/2024/ibama-lanca-plataforma-recooperar-ferramenta-de-gestao-de-areas-degradadas>>. Citado na página 4.

IBM Corporation. *REST APIs*. 2024. Acesso em: 10 jun. 2025. Disponível em: <<https://www.ibm.com/br-pt/think/topics/rest-apis>>. Citado na página 7.

MAZZAROLO, V.; SILVA, R. S. d. *Progressive Web Apps: Uma nova abordagem no desenvolvimento de aplicações Web*. 2021. Citado na página 9. Disponível em: <<https://ifrs.edu.br/veranopolis/wp-content/uploads/sites/10/2022/04/Artigo-TCC-Vinicius-Mazzarolo-2021-Pub.pdf>>. Citado na página 6.

PEREIRA GABRIEL HENRIQUE DE ALMEIDA; FRONZA, G. C. J. C. D. F. L. E. A. *Sistema de Vigilância de Incêndios e de Focos de Calor (VFogo): plataforma para monitoramento ambiental sob linhas de transmissão de energia*. 2019. Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), Santos, Brasil. INPE. Acesso em: 19 jun. 2025. Disponível em: <<http://marte2.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/marte2/2019/10.01.16.21/doc/thisInformationItemHomePage.html>>. Citado na página 4.