Cadastro georreferenciado de ocupações formais em faixas de domínio rodoviárias: uma ferramenta para mitigação de riscos e apoio ao planejamento de obras viárias.

Georeferenced registry of authorized third-party installations within highway rights-of-way: a tool for risk mitigation and roadworks planning.

Elyverson Antonio Angelo Oliveira de Jesus[1]

Prof. Dra. Juciela Cristina dos Santos[2]

Prof. Dra. Rafaela Faciola Coelho de Souza Ferreira [3]

RESUMO: As faixas de domínio rodoviárias recebem redes, acessos e outras ocupações cuja localização deve integrar o planejamento de obras. Este artigo analisa a aplicabilidade de um cadastro georreferenciado de ocupações formais, estruturado no Sistema Integrado de Gestão da Faixa de Domínio (SIGFAD), como apoio à identificação de interferências. A pesquisa é aplicada, qualitativa, exploratória e descritiva, combinando revisão bibliográfica e documental, análise funcional do protótipo WebGIS e comparação qualitativa de procedimentos. No caso da AL-220, havia registro do comunicado municipal de arborização, mas os registros das redes subterrâneas não foram localizados. A sobreposição em planta entre arborização e drenagem em todo o segmento analisado motivou orientação sobre a seleção de espécies. O cadastro permite reunir a representação espacial, os documentos disponíveis e as pendências, com potencial de apoio à decisão e à rastreabilidade. Não houve avaliação experimental com usuários nem mensuração da redução de riscos, custos ou prazos. Conclui-se que a aplicabilidade depende de validação, atualização, qualidade e governança dos dados, cabendo a estudos posteriores avaliar o desempenho da solução.
Palavras-chave: Faixa de domínio; cadastro georreferenciado; WebGIS; interferências; planejamento rodoviário.

ABSTRACT: Highway rights-of-way accommodate utility networks, accesses and other installations whose locations should inform roadworks planning. This paper examines the applicability of a georeferenced register of authorized installations, implemented in the Integrated Right-of-Way Management System (SIGFAD), to support the identification of potential conflicts. The research is applied, qualitative, exploratory and descriptive, combining bibliographic and documentary review, functional analysis of the WebGIS prototype and a qualitative comparison of workflows. In the AL-220 case, a municipal tree-planting notification was available, whereas records of the existing underground networks could not be located. The plan-view overlap between planting and drainage throughout the analyzed segment prompted guidance on species selection. The register brings together spatial representations, available documents and outstanding information gaps, potentially supporting decisions and traceability. No experimental user evaluation or measurement of reductions in risks, costs or project duration was conducted. Applicability depends on data validation, updating, quality and governance; subsequent studies should assess the solution's performance.

Keywords: Right-of-way; georeferenced register; WebGIS; utility conflicts; road planning.

[1] Universidade Federal de Alagoas - Campus de Engenharias e Ciências Agrárias / elyverson.jesus@ceca.ufal.br

[2] Universidade Federal de Alagoas - Campus de Engenharias e Ciências Agrárias / juciela.santos@ceca.ufal.br

[3] Universidade Federal de Alagoas - Campus de Engenharias e Ciências Agrárias / rafaela.ferreira@ceca.ufal.br

1 INTRODUÇÃO

As faixas de domínio rodoviárias constituem espaços estratégicos para a implantação, a operação, a manutenção e a ampliação da infraestrutura viária. Além dos elementos diretamente relacionados à rodovia, esses espaços podem receber redes de energia elétrica, abastecimento de água, telecomunicações, dutos, acessos, equipamentos e outras ocupações de terceiros, desde que submetidas à análise e à autorização do órgão responsável. A coexistência dessas estruturas exige controle técnico e administrativo capaz de compatibilizar diferentes usos e preservar as condições de segurança, operação e expansão do sistema rodoviário (DNIT, 2005; BRASIL, 2021).

Embora as ocupações formais sejam vinculadas a processos administrativos, projetos e documentos de autorização, essas informações nem sempre são organizadas em uma base espacial integrada. Em muitos órgãos, os registros permanecem distribuídos entre processos digitais, arquivos físicos, plantas isoladas e documentos produzidos em diferentes períodos. Essa fragmentação dificulta a visualização conjunta das instalações existentes e reduz a capacidade de recuperação das informações durante a elaboração de projetos, a execução de obras, a fiscalização e a análise de novas solicitações (QUIROGA et al., 2002; POLZL; POLZL, 2023).

A ausência ou desatualização de informações é especialmente relevante em duplicações, drenagem, alargamentos e acessos. Redes subterrâneas não são reconhecidas apenas por inspeção visual, e seu desconhecimento pode ocasionar alterações de projeto, retrabalho, paralisações e exposição a riscos. A experiência de engenharia de utilidades subterrâneas apresentada pela FHWA (2021) fundamenta a importância da identificação prévia dessas instalações; seus resultados não constituem evidência de desempenho do SIGFAD.

O cadastro georreferenciado associa localização, atributos, documentos, responsáveis e histórico, permitindo consultas e sobreposição com projetos. Na perspectiva do Cadastro Territorial Multifinalitário, corresponde a um cadastro temático rodoviário apoiado em referência territorial comum (LOCH; ERBA, 2007; BRASIL, 2022). Sua utilidade depende de reconhecer tanto as informações disponíveis quanto as lacunas de documentação e de qualidade posicional.

A integração geoespacial de infraestrutura possui antecedentes: Quiroga et al. (2002) associaram redes, atributos e procedimentos de autorização em um modelo cadastral rodoviário; Mazhindu e Madamombe (2022) desenvolveram WebGIS para consulta de ativos viários com PostgreSQL/PostGIS. Na gestão de redes subterrâneas, Doshi (2026) descreve a padronização, a atualização pelos responsáveis e a integração do National Underground Asset Register (NUAR) aos procedimentos existentes. Assim, a contribuição aqui examinada é a articulação dessas abordagens às rotinas de faixa de domínio do DER/AL, reunindo processo administrativo, geometria, fiscalização e histórico. Os trabalhos brasileiros de Albuquerque (2023) e Polzl e Polzl (2023) situam a discussão na gestão rodoviária nacional.

Investiga-se como um cadastro georreferenciado de ocupações formais pode apoiar a identificação de interferências e o planejamento de obras em faixas de domínio. O objetivo é analisar sua aplicabilidade à integração de informações territoriais e administrativas e ao apoio à decisão. Para isso, articulam-se revisão de fontes, análise de rotinas institucionais, estudo de caso da AL-220 e exame funcional de um protótipo WebGIS. A mitigação de riscos é tratada como finalidade potencial, não como efeito medido.

2 METODOLOGIA

O percurso compreendeu revisão bibliográfica e documental, identificação de requisitos, modelagem cadastral, desenvolvimento do protótipo e análise qualitativa de aplicabilidade. A Figura 1 sintetiza esse encadeamento e o horizonte de avaliação da proposta. Os testes de usabilidade nela indicados integram a agenda de validação futura; não foram executados nesta pesquisa. A governança orienta a definição de responsabilidades, a procedência e a atualização dos dados.

Figura 1 – Etapas de desenvolvimento do cadastro e horizonte de avaliação; testes de usabilidade previstos para estudos posteriores.



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

2.1 Natureza, abordagem e procedimentos da pesquisa

A pesquisa é aplicada por propor uma solução para a gestão territorial rodoviária; exploratória por examinar sua aplicabilidade; e descritiva por sistematizar dados,

procedimentos e funcionalidades. Adota abordagem qualitativa, sem desenho experimental ou mensuração de efeitos sobre obras.

A revisão abordou Cadastro Territorial Multifinalitário, gestão de faixas de domínio, GIS/WebGIS para infraestrutura e integração de redes subterrâneas. A análise documental considerou normas, manuais e informações institucionais disponíveis, incluindo o comunicado municipal de arborização da AL-220. O desenvolvimento do protótipo e seu exame funcional foram relacionados a essas necessidades informacionais.

As fontes subsidiaram requisitos, classes de geometria e relações entre ocupações, documentos e fiscalizações. A indisponibilidade de registros das redes no caso analisado foi tratada como limitação da base, sem presumir a recuperação de documentos ou características técnicas ausentes.

2.2 Levantamento dos requisitos cadastrais

Os requisitos foram definidos a partir da análise das informações normalmente necessárias à gestão de ocupações formais. Foram considerados quatro grupos principais: dados administrativos, dados técnicos, dados espaciais e dados temporais. Os dados administrativos incluem número de processo, responsável, tipo de autorização e situação da análise. Os dados técnicos abrangem características da instalação, extensão, profundidade, altura, material, diâmetro, tensão, capacidade e demais elementos aplicáveis a cada tipo de ocupação.

Os dados espaciais correspondem à geometria e ao sistema de referência da ocupação, permitindo sua representação por ponto, linha ou polígono. Os dados temporais incluem datas de solicitação, autorização, implantação, validade, alteração, fiscalização, remoção ou desativação. Também foram considerados documentos associados, histórico de modificações, registros de auditoria e vínculo com ações de fiscalização.

2.3 Estruturação da base geoespacial e do protótipo

O modelo associa geometrias a atributos e documentos: linhas para redes e dutos, pontos para equipamentos e ocorrências e polígonos para áreas ocupadas. No SIGFAD, dados recebidos em outros sistemas de referência, quando corretamente identificados, são convertidos para WGS84 (EPSG:4326) no fluxo de importação. Essa normalização não substitui a conferência do sistema de origem e da qualidade posicional.

O protótipo contempla cadastro de ocupações, associação com processos e documentos, visualização cartográfica, importação de dados geoespaciais, histórico de alterações, alertas, fiscalização, auditoria, relatórios e exportação de informações. O desenvolvimento foi orientado pela necessidade de centralizar registros anteriormente dispersos e permitir consultas espaciais e administrativas em uma mesma interface.

2.4 Procedimentos de análise

A análise foi conduzida pelos autores mediante exame funcional do protótipo e comparação qualitativa dos fluxos convencional e apoiado pelo SIGFAD. Os critérios foram localização da ocupação, recuperação de documentos, identificação de interferências, consulta ao histórico, registro de fiscalizações e suporte à decisão. Trata-se de comparação descritiva, sem sessões de teste com usuários.

No fluxo convencional, examina-se a busca em processos, plantas e registros separados, com cruzamento manual. No SIGFAD, examinam-se consulta por trecho, sobreposição de camadas e vínculos documentais. O caso da AL-220 situa esses critérios em uma demanda real, distinguindo documentação disponível, registros não localizados e encaminhamento técnico. Os demais cenários de obras ilustram possibilidades de uso, sem constituírem aplicações avaliadas individualmente.

2.5 Limitações do estudo

Não houve experimento com técnicos, teste de usabilidade ou medição de custos, acidentes, prazos e retrabalho. A comparação explicita diferenças funcionais e informacionais, sem demonstrar ganho de desempenho. Na AL-220, não se avaliou o resultado da orientação de manejo, e a ausência de registros das redes limita a reconstituição de suas características e a comprovação cadastral.

A análise preserva a distinção entre observação, representação espacial e benefício esperado. Sua reprodução exige documentar a procedência e a qualidade das geometrias e explicitar as lacunas da base. O estudo não estabelece precisão posicional ou profundidade das redes representadas.

3 PROPOSTA DO CADASTRO GEORREFERENCIADO

3.1 Estrutura informacional e representação espacial

Cada ocupação é representada por unidade cadastral com geometria, atributos, documentos e histórico, vinculada ao processo quando disponível. A proposta prioriza ocupações formais; infraestruturas preexistentes sem documentação localizada devem ser identificadas como pendentes de verificação, sem presumir regularidade ou irregularidade. Os atributos abrangem responsável, situação documental, datas e características aplicáveis, como extensão, profundidade, material, diâmetro e tensão.

Os elementos documentais incluem requerimentos, projetos, memoriais, anotações de responsabilidade técnica, autorizações e relatórios de vistoria. Os dados temporais permitem registrar implantação, alterações, fiscalizações, renovações, remoções e desativações, preservando o histórico da ocupação ao longo de seu ciclo de vida.

A representação espacial varia conforme a natureza da instalação. Feições pontuais são aplicadas a equipamentos, caixas, postes e ocorrências localizadas; feições lineares representam redes, cabos, dutos e outras estruturas longitudinais ou transversais; e feições

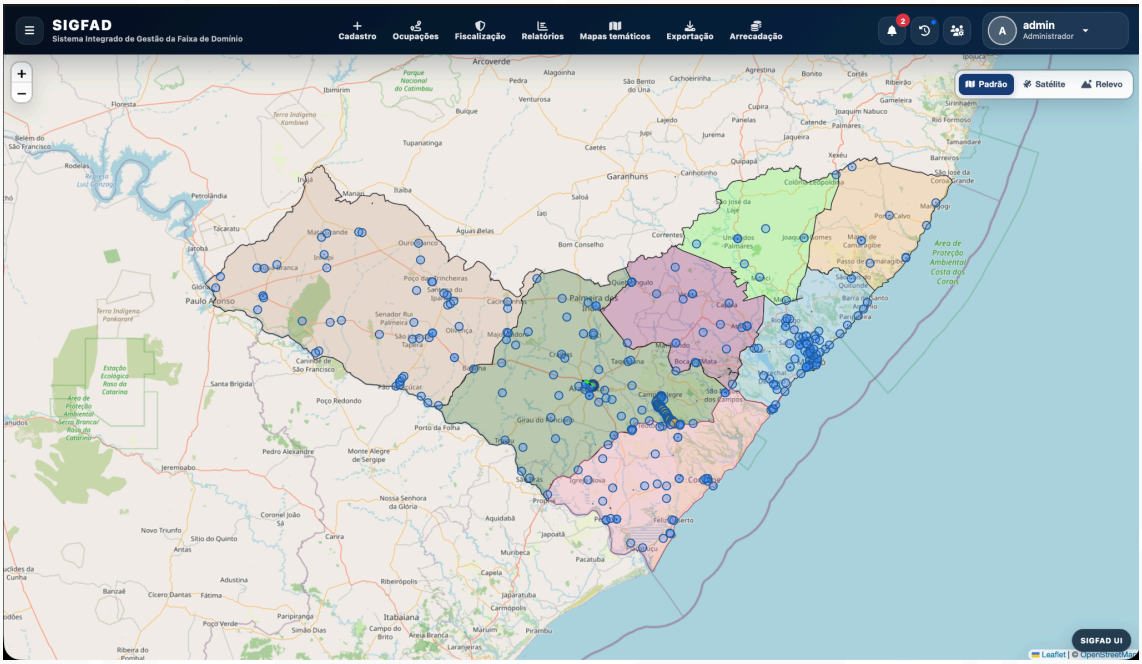
poligonais são utilizadas para áreas ocupadas por empreendimentos, estruturas ou faixas de intervenção.

A adoção de um sistema de referência padronizado favorece a integração entre diferentes fontes e a visualização no WebGIS. Também devem ser registrados a procedência, o sistema de referência original e, quando necessário, os procedimentos de transformação dos dados, acompanhados de mecanismos de validação geométrica, identificação de duplicidades e controle de qualidade.

3.2 Arquitetura funcional do WebGIS

A Figura 2 apresenta a interface cartográfica do protótipo, utilizada para visualizar as ocupações em relação à malha rodoviária e aos demais elementos territoriais disponíveis.

Figura 2 – Interface cartográfica do protótipo SIGFAD.



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

O SIGFAD adota interface HTML/CSS/JavaScript com Leaflet e Bootstrap, servidor de aplicação Node.js/Express e banco PostgreSQL/PostGIS. A API atende cadastro, documentos, fiscalização, auditoria, alertas e relatórios; JWT e perfis controlam o acesso. As geometrias são armazenadas em EPSG:4326 e fornecidas em GeoJSON. O fluxo de importação admite GeoJSON, KML/KMZ e Shapefile e interpreta estilos QML/SLD. A conversão de dados de origem para WGS84 é realizada pelo fluxo do SIGFAD, não pelo Leaflet isoladamente. Coordenadas geográficas de entrada não se confundem com a projeção cartográfica padrão do Leaflet, EPSG:3857 (LEAFLET, s.d.). O mapa da Figura 4 informa grade SIRGAS 2000 / UTM 24S; a saída cartográfica e as transformações devem ser verificadas separadamente. As camadas temáticas incluem ocupações, malha viária, canteiro central, drenagem, rede elétrica e arborização, conforme disponibilidade, com

vínculos aos processos e documentos. A descrição não caracteriza o provedor de hospedagem ou a infraestrutura física de produção.

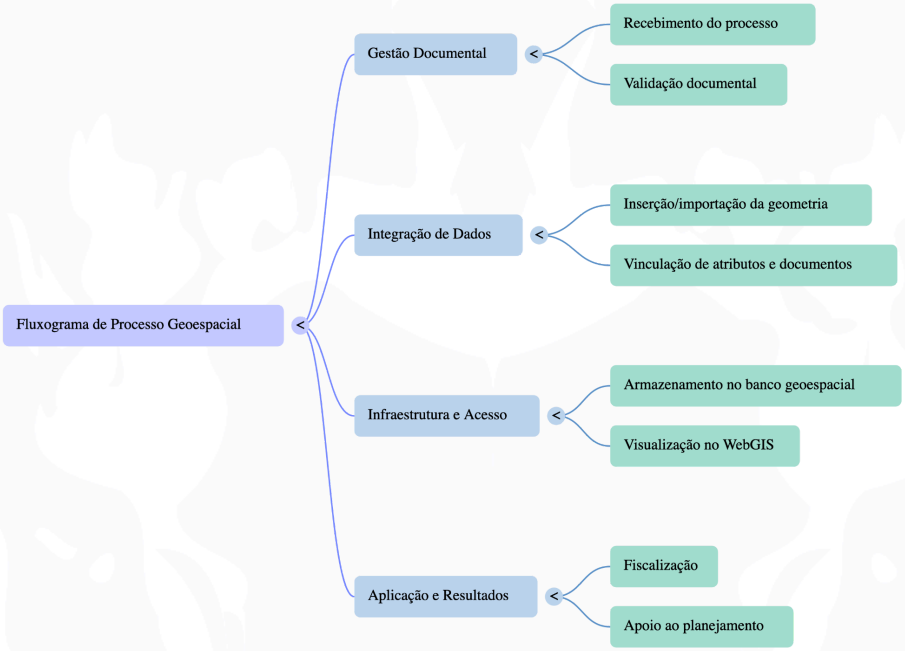
O cadastro compreende inserção ou importação da geometria, preenchimento de atributos e vinculação documental. Alterações geram histórico e trilha de auditoria com usuário, data e natureza da modificação. Perfis de consulta, análise, fiscalização e administração delimitam as operações. Documentos ausentes devem permanecer como pendências explícitas.

3.3 Fluxo conceitual de cadastro e uso

O fluxo proposto compreende cinco etapas principais: recebimento e validação da documentação; inserção ou importação da geometria; consolidação dos atributos técnicos e administrativos; disponibilização no WebGIS; e utilização nas atividades de análise, fiscalização e planejamento. Esse encadeamento permite que a informação produzida durante a autorização permaneça disponível ao longo do ciclo de vida da ocupação.

Esse encadeamento é sintetizado na Figura 3, que relaciona a gestão documental, a integração dos dados, o armazenamento geoespacial e as aplicações destinadas à fiscalização e ao planejamento.

Figura 3 – Fluxo conceitual para cadastramento e utilização das ocupações formais em faixa de domínio.



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A integração entre cadastro e fiscalização é especialmente relevante. Durante a vistoria, podem ser registrados localização, fotografias, observações, situação da implantação e eventuais divergências em relação ao projeto autorizado. Esses dados

atualizam a situação cadastral e contribuem para manter a base compatível com as condições observadas em campo.

3.4 Requisitos de governança e atualização

O Sistema Integrado de Gestão da Faixa de Domínio (SIGFAD) é desenvolvido para o Departamento de Estradas de Rodagem de Alagoas (DER/AL), responsável pela governança institucional da proposta. Cabe ao órgão definir perfis de acesso, qualidade, segurança e responsabilidades; o setor de faixa de domínio atua como custodiante operacional, recebendo, validando e atualizando os registros. A manutenção da aplicação, do banco de dados e das cópias de segurança deve ser atribuída à área de tecnologia da informação do órgão ou a suporte formalmente designado. Essas atribuições precisam ser institucionalizadas para assegurar continuidade.

Atualmente, empresas públicas e privadas encaminham projetos e dados por processos de solicitação de autorização no Sistema Eletrônico de Informações (SEI); comunicações municipais também integram esse fluxo. O intercâmbio com o SIGFAD ocorre pelo recebimento, conferência e inserção ou importação dos arquivos pelo custodiante, mantendo o vínculo ao processo de origem, sem sincronização automática entre plataformas. Para implantação, propõe-se que concessionárias e demais responsáveis forneçam dados de suas redes, municípios informem suas intervenções e setores de projetos, obras e fiscalização do DER/AL comuniquem alterações. A atualização deve ocorrer a cada autorização, revisão, vistoria, alteração ou desativação, com procedência, data e responsável registrados. Integrações futuras por API dependerão de acordos e regras de acesso, formatos e validação. Registros não localizados devem permanecer identificados como pendências documentais.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Integração cadastral, identificação de interferências e mitigação de riscos

A comparação descritiva evidencia que o fluxo convencional depende de consultas separadas e cruzamento manual, enquanto o SIGFAD reúne consulta por trecho, camadas, atributos e vínculos documentais. Essa diferença organiza o acesso às informações existentes, mas não recupera documentos perdidos nem assegura a completude da base. Na AL-220, a representação conjunta deve preservar a indicação dos registros das redes que não foram localizados.

A associação entre geometria, atributos e gestão administrativa aproxima-se do modelo de Quiroga et al. (2002). O acesso cartográfico a ativos viários também está presente em Mazhindu e Madamombe (2022); no SIGFAD, a aplicação se orienta ao acompanhamento de ocupações, documentos e fiscalizações da faixa de domínio. Essas aproximações sustentam a pertinência da arquitetura, sem transferir ao protótipo benefícios observados ou esperados em outros contextos.

A sobreposição entre ocupações cadastradas e projetos viários pode identificar preliminarmente conflitos com áreas destinadas a duplicações, drenagem, acostamentos, acessos e outras intervenções. Em relação às estruturas subterrâneas, esse potencial é particularmente relevante, pois essas instalações não são reconhecidas somente por inspeção visual. Sua representação georreferenciada pode apoiar a avaliação de alternativas de projeto, medidas de proteção, realocação ou remoção antes do início da obra.

A mitigação de riscos constitui benefício potencial, condicionado à precisão, atualização e confiabilidade dos registros. A análise permite discutir apoio à identificação preliminar de interferências e rastreabilidade; reduções de retrabalho, paralisações e custos dependem de avaliação operacional posterior.

4.2 Estudo de caso: arborização sobre redes subterrâneas na AL-220

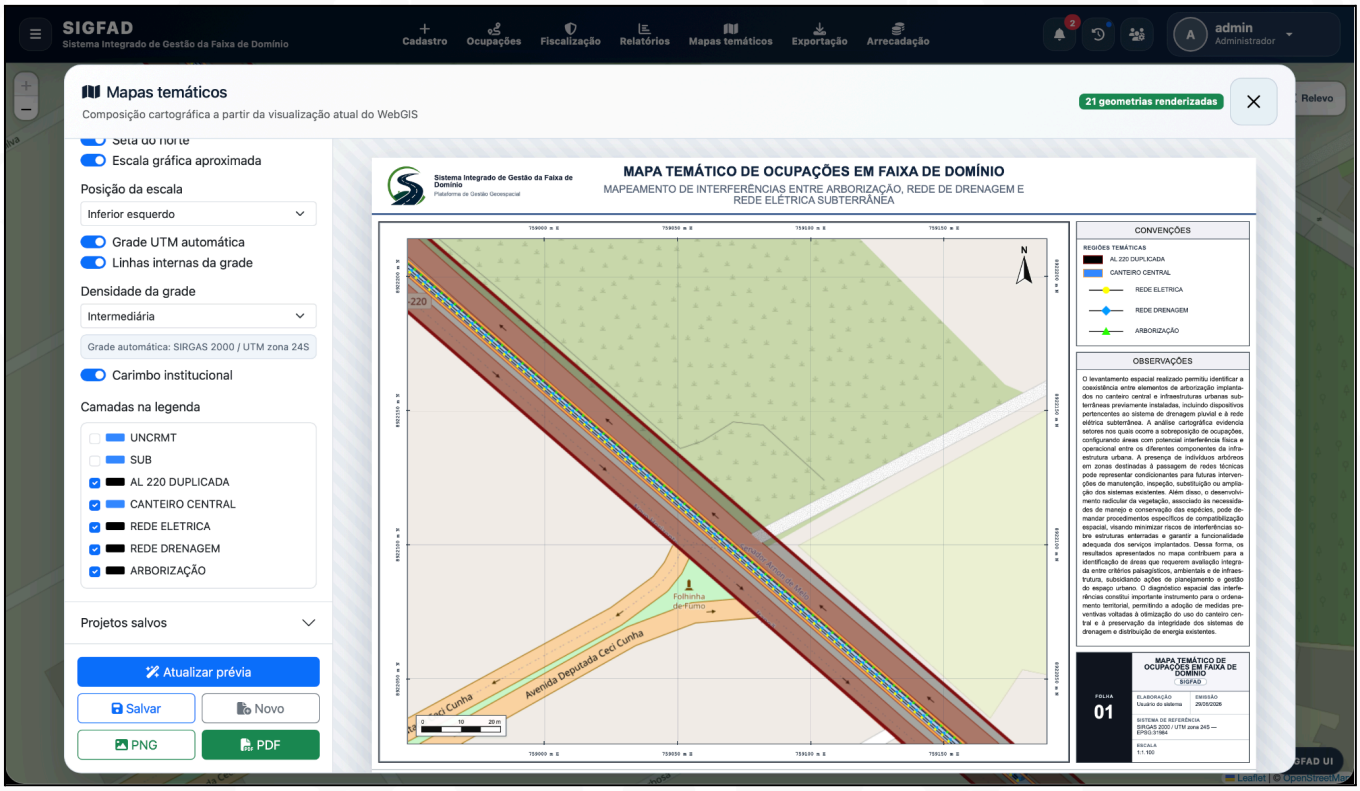
O caso da AL-220 surgiu de processo no qual a prefeitura comunicou a implantação de arborização na rodovia. Esse era o único registro documental disponível para a análise; os registros da rede elétrica subterrânea e da drenagem não foram localizados no acervo consultado. A ausência documental impede reconstituir integralmente características e histórico dessas instalações, sem permitir afirmar que nunca houve registro ou autorização. O problema, portanto, envolvia lacunas cadastrais das redes preexistentes, além da necessidade de compatibilizar o plantio com o uso do canteiro central.

No segmento analisado, a arborização apresentava sobreposição em planta com a rede de drenagem ao longo de toda a extensão considerada. A rede elétrica subterrânea também compunha o contexto de interferências. Essa coincidência espacial indica necessidade de avaliação técnica, mas não comprova contato entre raízes e redes nem dano às instalações. A representação no SIGFAD reúne as camadas de arborização, drenagem, rede elétrica e canteiro central; os registros não localizados devem ser assinalados como pendentes, sem atribuir às geometrias precisão, profundidade ou comprovação documental não demonstradas.

O encaminhamento técnico consistiu em restringir o emprego de espécies arbóreas e sugerir espécies arbustivas cujo desenvolvimento radicular não ultrapassasse 0,60 m de profundidade. Trata-se do critério pretendido para esse caso, sujeito à seleção técnica das espécies e à verificação das condições locais e das redes, e não de limite normativo geral ou profundidade radicular comprovada no estudo. No procedimento convencional, o comunicado municipal e a busca pelos registros ausentes não forneciam uma referência espacial integrada. O SIGFAD permite reunir a representação das interferências, o documento disponível e a orientação de manejo, preservando as pendências para consultas posteriores. Não se acompanhou a implantação da recomendação nem se compararam decisões de equipes com e sem o sistema; o caso demonstra aplicabilidade, sem comprovar redução de riscos, custos ou prazos.

A Figura 4 mantém a captura da plataforma para demonstrar o módulo gerador de mapas e a composição das camadas do caso. A imagem conserva a referência geográfica do trecho, sem apresentar o processo administrativo. O mapa ilustra a sobreposição em planta; não substitui levantamento cadastral das redes nem validação de sua profundidade.

Figura 4 – Módulo gerador de mapas do SIGFAD: sobreposição entre arborização, drenagem e rede elétrica subterrânea na AL-220.



Fonte: Captura do SIGFAD elaborada pelos autores (2026).

4.3 Apoio à fiscalização e à gestão documental

O protótipo pode apoiar a programação e o registro das fiscalizações. A equipe de campo consulta a localização das ocupações, registra evidências e atualiza a situação observada. A associação entre fotografias, relatórios e geometrias pode melhorar a rastreabilidade das ações e facilitar a identificação de divergências entre projeto, autorização e implantação.

Na gestão documental, a vinculação entre arquivos e ocupações pode reduzir o risco de perda de contexto. Um documento deixa de ser apenas um arquivo em diretório ou processo e passa a integrar o histórico de uma feição territorial. Essa estrutura permite consultas por trecho, tipo de ocupação, situação, responsável ou período.

4.4 Limitações e condições para efetividade

Apesar do potencial identificado, o cadastro não elimina a necessidade de levantamentos de campo, consultas às concessionárias e verificações específicas durante a

elaboração dos projetos. Uma base incompleta ou desatualizada pode produzir falsa percepção de segurança. Por isso, o sistema deve ser entendido como instrumento de apoio à decisão, e não como substituto absoluto das atividades técnicas de investigação.

A continuidade depende de treinamento, responsabilidades e rotinas de atualização. No NUAR, a integração é associada à participação dos responsáveis pelas redes, à padronização e à comunicação sobre intervenções (DOSHI, 2026). Para o SIGFAD, essa experiência reforça a necessidade de articular a entrada documental via SEI à validação cadastral e à consulta aos detentores das infraestruturas.

4.5 Potencial de replicação

A proposta pode ser adaptada a outros órgãos rodoviários, respeitando normas, fluxos e bases locais. Sua ampliação pode incluir projetos, limites de faixa de domínio e desapropriações, condicionada à disponibilidade e validação dos dados.

5 CONCLUSÃO

O cadastro proposto articula geometrias, atributos, processos, documentos e histórico das ocupações para apoiar a análise de interferências. A comparação qualitativa explicita diferenças de organização e acesso à informação, mas não constitui validação experimental nem comprova redução de riscos, custos, prazos ou retrabalho.

Na AL-220, havia registro do comunicado municipal de arborização, enquanto os registros das redes subterrâneas não foram localizados. A sobreposição da arborização com a drenagem em todo o segmento analisado motivou a orientação de restringir espécies arbóreas e considerar arbustivas com desenvolvimento radicular limitado a 0,60 m, sujeito à verificação técnica. O caso evidencia a necessidade de registrar interferências e lacunas documentais, sem permitir atribuir ao WebGIS a eficácia de uma medida cujo resultado não foi acompanhado.

A efetividade da proposta depende de qualidade, atualização, governança e validação dos dados recebidos via SEI ou outras fontes institucionalmente definidas. Como etapa seguinte, recomenda-se comparar tarefas equivalentes com e sem o SIGFAD, utilizando a mesma base e técnicos dos setores envolvidos, registrando informações recuperadas, conflitos identificados, dificuldades e tempos de execução. A ampliação da base e a automatização de análises devem acompanhar essa avaliação.

Referências

ALBUQUERQUE, Rafael Terhoch de. Padronização e geoespacialização de informações rodoviárias na gestão da faixa de domínio do DNIT/SC: um estudo de caso. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção Civil) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2023.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Resolução nº 7, de 2 de março de 2021. Dispõe sobre o uso das faixas de domínio de rodovias federais sob circunscrição do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, 4 mar. 2021.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Portaria nº 3.242, de 9 de novembro de 2022. Aprova as diretrizes para a criação, a instituição e a atualização do Cadastro Territorial Multifinalitário nos municípios brasileiros. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, 11 nov. 2022.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES — DNIT. Manual para ordenamento do uso do solo nas faixas de domínio e lindeiras das rodovias federais. 2. ed. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Rodoviárias, 2005. 106 p. IPR Publicação 712.

DOSHI, Mehul. Towards a comprehensive National Underground Asset Register, integrated into the existing ecosystem. Geospatial Insights, Government Digital Service, 2026.

FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION. Subsurface utility engineering saves time and costs in Delaware. FHWA-HIF-22-002. Washington, DC, 2021.

LOCH, Carlos; ERBA, Diego Alfonso. Cadastro técnico multifinalitário: rural e urbano. Cambridge, MA: Lincoln Institute of Land Policy, 2007. Disponível em:https://www.lincolninst.edu/app/uploads/2024/04/cadastro-tecnico-multifinalitario-rural-e-urbano-full.pdf. Acesso em: 24 jun. 2026.

MAZHINDU, Aldridge Nyasha; MADAMOMBE, Honest K. Design and Implementation of a Web-GIS for the management of road infrastructure in Zimbabwe. South African Journal of Geomatics, v. 11, n. 1, p. 53–64, 2022. DOI: 10.4314/sajg.v11i1.5.

POLZL, Willian Borelli; POLZL, Priscilla F. Klingelfus. Três bases da gestão fundiária em rodovias. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO RODOVIÁRIA, 25.; REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO, 48., 2023. Anais [...], 2023. DOI: 10.29327/1304307.48-26.

QUIROGA, Cesar; ELLIS, Christopher; SHIN, Sang-Young; PINA, Robert. A data platform for managing utilities along highway corridors. College Station: Texas Transportation Institute, 2002. Report 2110-1.