UFSM

EXTENSÃO RURAL

ISSN 2318-1796
Acesso aberto

Exten. Rur., Santa Maria, v. 33, e95115, p. 01-25, 2026 • https://doi.org/10.5902/23181795115
Submissão: 13/01/2026 • Aprovação: 27/04/2026 • Publicação: 29/07/2026

Desenvolvimento Rural

Geotecnologias na gestão rural municipal: das estradas, das águas, da assistência técnica e um WebSIG em Serra Talhada-PE

Geotechnologies in municipal rural management: roads, water, technical assistance and a WebSIG in Serra Talhada-PE

Alan Cezar Bezerra [I], Araci Farias Silva, Raphaell Aymá Alves Nogueira de Carvalho [I], Andrelina Fernandes da Silva [I], Bruno Arthsson Silva, Elisiane Alb

[I] Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra Talhada, PE, Brasil

RESUMO

O programa de extensão "Geotecnologias na Gestão Rural Municipal" visou subsidiar o aprimoramento da gestão pública do município de Serra Talhada, por meio da implementação de geotecnologias. Dividido em três projetos, um objetivou o mapeamento das estradas rurais; outro utilizou ferramentas geotecnológicas para a gestão hídrica; e o último desenvolveu um aplicativo e um WebSIG para auxiliar a gestão municipal. As técnicas de geoprocessamento permitiram a identificação precisa de estradas não pavimentadas e sua geolocalização, fornecendo informações valiosas para decisões administrativas sobre a manutenção e a construção dessas estradas. Na gestão hídrica, foi possível mapear redes de drenagem e nascentes, auxiliando na tomada de decisões sobre o uso e a distribuição de recursos hídricos no semiárido, bem como norteador na implementação e na ampliação de tecnologias sociais (Cisternas de Placas e Cisternas Calçadão). O desenvolvimento de um aplicativo para coleta de dados no campo e uma infraestrutura WebSIG, foi o facilitador na sincronização de informações, assim como suporte à transparência da administração pública. O programa demonstrou as potencialidades das geotecnologias na melhoria da gestão rural, destacando a necessidade de estudos adicionais para avaliar as condições das estradas, bem como a implementação contínua de tecnologias para atualizar as informações coletadas. Além disso, garantiu a conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), assegurando a privacidade e a segurança dos dados dos usuários.

Palavras-chave: Gestão hídrica; Sistema de Informação Geográfico; Semiárido

Artigo publicado por Extensão Rural sob uma licença CC BY-NC-SA 4.0.

ABSTRACT

The extension program “Geotechnologies in Municipal Rural Management” aimed to help improve public management in the municipality of Serra Talhada by implementing geotechnologies. Divided into three projects, the program aimed to map rural roads, use geotechnical tools for water management, and develop a WebSIG to help manage the rural extension activities carried out by municipal government technicians. The geoprocessing techniques enabled precise identification and geolocation of unpaved roads, providing valuable information for administrative decisions on road maintenance and construction. In water management, it was possible to map drainage networks and springs, helping inform decisions on the use and distribution of water resources in the semi-arid region and guiding the implementation and expansion of social technologies (Plate Cisterns and Sidewalk Cisterns). Developing an application for field data collection and a WebSIG infrastructure facilitated information synchronization and enhanced transparency in public administration. The program demonstrated the potential of geotechnologies to improve rural management, highlighting the need for additional studies to assess road conditions and for continuous implementation of technologies to update the collected information. It also ensured compliance with the General Personal Data Protection Law (LGPD), guaranteeing the privacy and security of user data.

Keywords: Geographic Information System; Semi-arid region; Water management

1 INTRODUÇÃO

A pesquisa em Geografia dedica-se à análise da dinâmica espacial, considerando suas transformações ao longo do tempo e as marcas históricas presentes na paisagem e no planejamento territorial (Junior, 2023). Para Raffestin (1993), a compreensão do território parte de uma distinção em relação ao espaço. Conforme define o autor em Por uma Geografia do Poder: "É essencial compreender bem que o espaço é anterior ao território. O território se forma a partir do espaço; é o resultado de uma ação conduzida por um ator sintagmático (ator que realiza um programa) em qualquer nível." Raffestin enfatiza que essa produção revela "relações marcadas pelo poder", pois ao se apropriar de um espaço, o ator o "territorializa". Essa visão ressalta o território como um campo dinâmico de forças sociais, indo além de uma mera demarcação física.

Complementar a essa abordagem, Haesbaert (2004) propõe uma visão multifacetada do território. Para Haesbaert, o território nasce com uma "dupla conotação, material e simbólica", pois está etimologicamente ligado tanto à dominação concreta da terra quanto ao "terror, ao medo" que a exclusão inspira. Assim, ele afirma que o "território, em qualquer acepção, tem a ver com poder", mas um poder que se

manifesta em múltiplas dimensões: a jurídico-política, a cultural e a econômica. Essa visão amplia a noção de Raffestin, ao incorporar os aspectos simbólicos e identitários, mostrando que o poder não é apenas exercido, mas também sentido e apropriado pelos grupos sociais.

É nesse diálogo entre a produção do território pelo poder (Raffestin, 1993) e a sua natureza material e simbólica (Haesbaert, 2004) que o conceito de Inteligência Territorial ganha uma base sólida. A evolução desse conceito, que hoje abrange dimensões socioeconômicas e sustentáveis, promovendo a participação democrática e a inteligência coletiva, encontra eco na visão do território como um espaço de relações de poder, negociações e identidades (Girardot, 2008; Bertacchini, 2010; Madurga; Mendéz; Navarro, 2020). Em suma, a perspectiva geográfica sobre o território, ao integrar as contribuições de Raffestin (1993) e Haesbaert (2004), oferece um quadro robusto para entender como o poder e a identidade moldam o espaço, informando práticas de planejamento e gestão que são, por excelência, inteligentes.

Nesse cenário, as geotecnologias, como Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e Sensoriamento Remoto, desempenham papel central no monitoramento e no gerenciamento de dados geográficos e ambientais. Essas ferramentas permitem o mapeamento de recursos hídricos, áreas de preservação ambiental e zonas de expansão urbana (Andrade; Capel; Schmitz, 2022), favorecendo a integração e análise espacial de informações sobre elementos naturais. Além disso, elas auxiliam na tomada de decisões estratégicas, tanto para gestores públicos quanto para privados (Peluzio *et al*., 2020).

Estudos recentes destacam a utilidade, as limitações e o potencial dessas tecnologias em diferentes contextos. Junior (2023) abordou os fundamentos de inteligência territorial que sustentaram o Projeto de Segurança Hídrica (PSH). Silva e Costa (2022) exploraram o papel das geotecnologias na análise de vulnerabilidades sociais e ambientais. Outros trabalhos investigaram a identificação de propriedades rurais, ocupações irregulares e fontes de poluição (Andrade; Capel; Schmitz, 2022), bem como a dinâmica da ocupação de cafezais (Peluzio *et al*., 2020) e o desenvolvimento de geotecnologias para geovisualização e geocolaboração no monitoramento de

propriedades rurais em microbacias (Improta *et al*., 2020). Apesar desses avanços, observa-se uma lacuna em estudos que explorem as aplicações, limitações e potencialidades das geotecnologias em regiões semiáridas, especialmente em áreas rurais.

Diante desse contexto, a principal contribuição deste artigo consiste em refletir sobre o desenvolvimento e aplicação dos conceitos de geotecnologias na gestão rural municipal, a partir da experiência de uma ação de extensão realizada entre setembro de 2021 e dezembro de 2022, fruto de uma parceria entre a Universidade Federal Rural de Pernambuco - Unidade Acadêmica de Serra Talhada e a Prefeitura Municipal de Serra Talhada. O estudo busca evidenciar as potencialidades, limitações e desafios associados ao uso dessas ferramentas na administração pública local, especialmente no contexto do semiárido, ao passo que apresenta possibilidades de integração entre universidade, gestão municipal e tecnologias geoespacias para subsidiar a tomada de decisão e planejamento territorial.

2 PRINCÍPIOS METODOLÓGICOS DO PROGRAMA DE EXTENSÃO

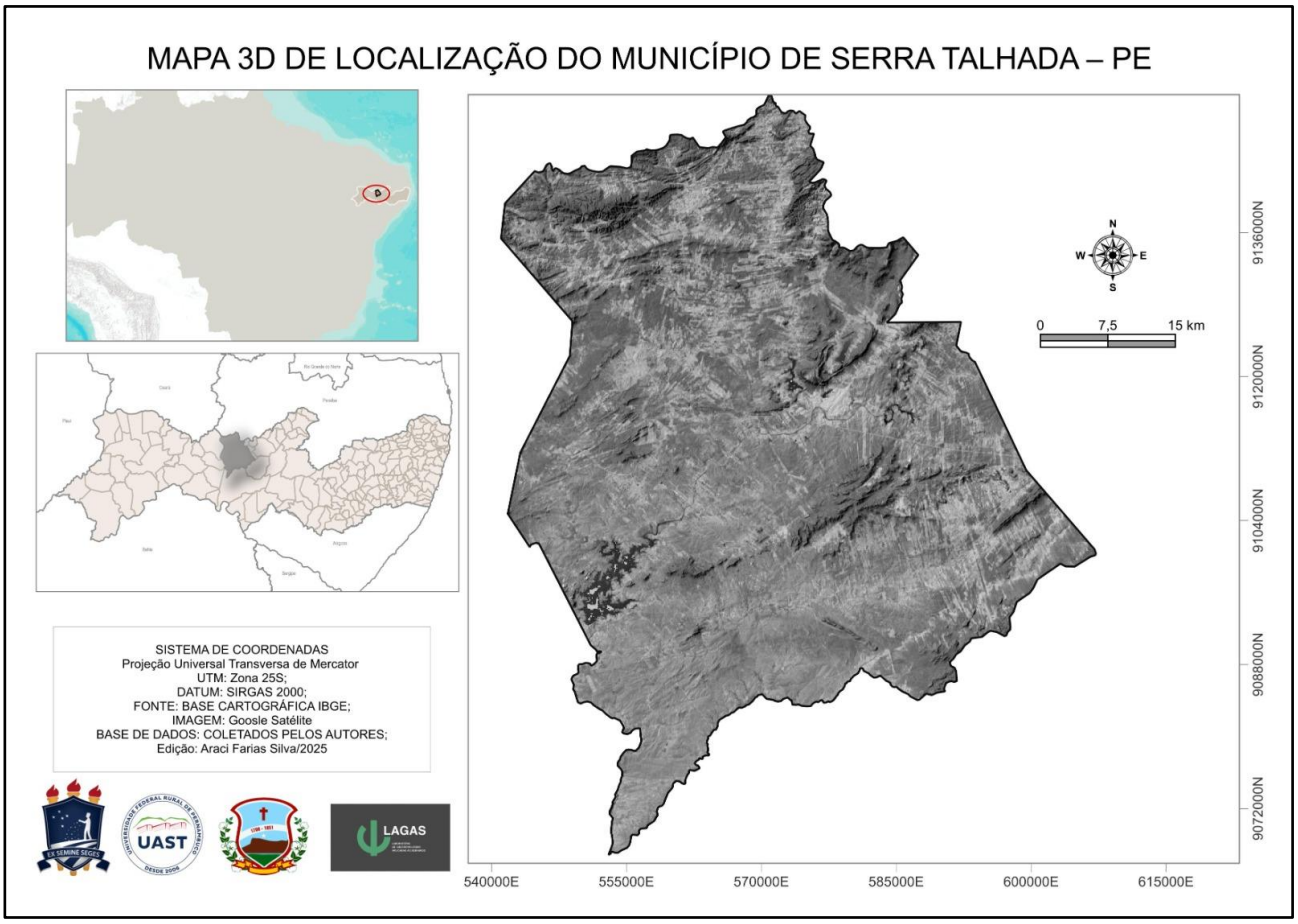
O percurso metodológico descrito diz respeito às ações de mapeamento realizadas e detalhadas referentes às estradas e Recursos Hídricos, seguida da disponibilização via WebSIG, das informações desenvolvidas com as geotecnologias no município de Serra Talhada.

2.1 Área de Estudo

A área de estudo deste artigo está situada no município de Serra Talhada, a 415 km ao oeste da capital pernambucana, Recife, ao longo da principal rodovia que liga a capital ao interior, sendo um polo econômico regional. Localizada a uma latitude de 07º59'31" Sul e longitude de 38º17'54" Oeste, faz parte da Microrregião do Pajeú, inserida no Nordeste brasileiro, mais especificamente no Sertão pernambucano, caracterizado por uma zona semiárida, com precipitação irregular ao longo do ano, conforme as variações inter e intra-anuais, e com índices elevados de evapotranspiração na maior parte do ano. De acordo com a classificação climática de

Köppen, a região apresenta clima BSh (semiárido quente), com temperatura média de 25,2 °C. Serra Talhada está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú (Alvares et al., 2013; Lins *et al*., 2017).

Figura 1 – Mapa de Localização do Município de Serra Talhada



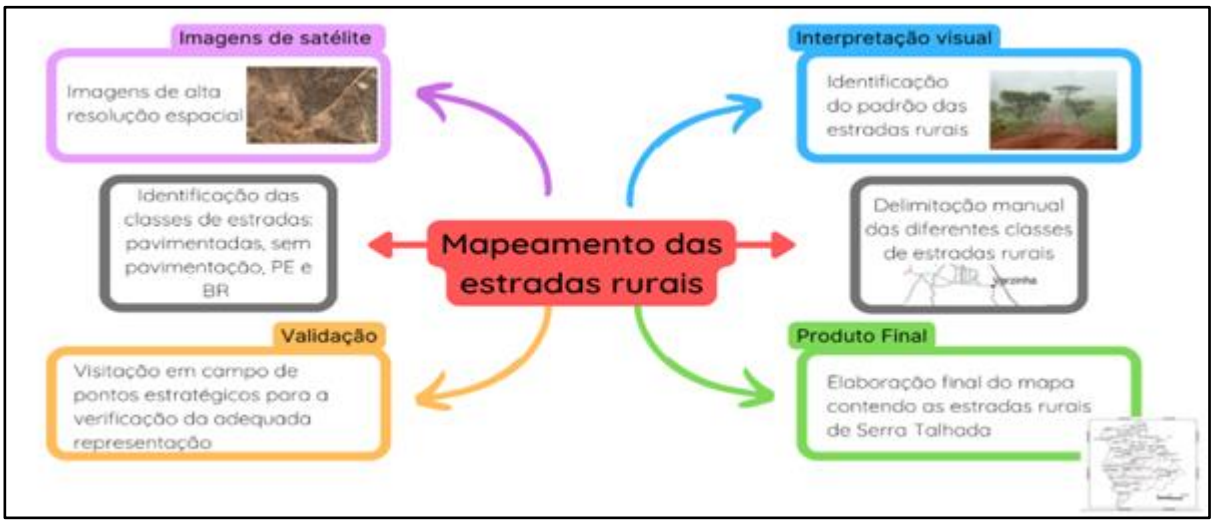
Fonte: Autores (2026)

2.2 Mapeamento das estradas

O mapeamento das estradas rurais em Serra Talhada foi realizado com base em dados geográficos fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), incluindo a delimitação vetorial do município e do sistema viário do estado de Pernambuco, com foco nas informações municipais.

Os procedimentos metodológicos adotados estão representados na Figura 2. As principais etapas envolveram: 1) Observação das estradas por meio de imagens de alta resolução espacial; 2) Interpretação visual; 3) Validação; 4) Elaboração do produto.

Figura 2 – Procedimentos metodológicos para o mapeamento de estradas rurais



Fonte: Autores (2026)

Na etapa inicial, foram utilizadas imagens de alta resolução espacial do Google Earth, acessadas pelo software QGIS, versão 3.16.11, com o auxílio do plugin QuickMapService. A partir dessas imagens, foram criados vetores correspondentes às diferentes classes de estradas rurais, classificadas em: Estradas sem pavimentação, Estradas pavimentadas, BR-232, PE-418, PE-390, PE-365 e PE-320.

Considerando a extensão da área rural do município, optou-se por vetorizar apenas as estradas rurais principais, excluindo as vias de acesso às propriedades rurais e as vias secundárias de acesso às comunidades.

A etapa seguinte consistiu na identificação das estradas rurais, na verificação de seu enquadramento e na delimitação dos vetores. Para facilitar a visualização e organização, o município foi dividido em quadrantes. Os dados geográficos foram criados no sistema de projeção UTM – Fuso 24S e Datum SIRGAS2000.

Após a vetorização da malha viária rural, realizou-se a validação dos dados visitando in loco algumas rotas elaboradas para confirmar a existência das estradas principais. Para isso, utilizou-se o aplicativo CR Campeiro 7 geopontos para coleta de pontos de áreas visitadas na validação (Araújo *et al*., 2018). Por fim, a última etapa envolveu o refinamento dos vetores elaborados para eliminar representações incorretas de vias e organizar o produto.

2.3 Mapeamento da Infraestrutura Hídrica

Para a determinação da infraestrutura hídrica, compreendida como composta por elementos naturais e artificiais, desenvolvemos uma metodologia específica para cada um deles. A metodologia do estudo foi dividida em duas etapas distintas: Coleta de dados e Pré-processamento das imagens obtidas; Cálculo dos índices de vegetação e água; e determinação dos elementos naturais da infraestrutura hídrica.

Para a determinação dos elementos naturais da infraestrutura hídrica, considerando cursos d'água e nascentes, foram utilizados dados de radar interferométrico da Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), com resolução espacial de 30 metros, disponibilizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (Valeriano; Rossetti, 2012). Após a inserção dos dados no software QGIS, utilizamos as ferramentas do SAGA, especificamente a "Channel Network and Drainage Basins", para realizar análises de relevo e fornecer estimativas de cursos d'água e de nascentes.

Por sua vez, para compreensão dos elementos artificiais, consideramos os dados de localização das cisternas e poços coletados na Prefeitura de Serra Talhada e na PMST/CECOR. Esses dados foram organizados em um banco de dados antes de serem projetados no QGIS, no qual foram gerados mapas de localização, que foram posteriormente vinculados ao WebSIG.

2.4 WebSIG da Gestão Rural Municipal

O WebSIG é uma plataforma voltada à visualização de informações geográficas. Gallis *et al*. (2018) ressalta o destaque que esta tecnologia tem recebido, especialmente na distribuição de dados espaciais usuários por meio de navegadores web. Nesse contexto, as aplicações e os trabalhos desenvolvidos para o município de Serra Talhada utilizam dados geoespaciais para disponibilizar mapas digitais, imagens de satélite e informações sobre estadas rurais, facilitando o acesso à informação espacial e oferecendo suporte à tomada de decisão.

2.4.1 Fonte dos dados

Os dados georreferenciados utilizados na construção do aplicativo WebSIG foram coletados pelos técnicos da Secretaria de Agricultura e Recursos Hídricos do município de Serra Talhada, por meio do aplicativo do Programa de Assistência Técnica ao Agricultor (PAST). Esses dados incluem informações socioeconômicas, de infraestrutura hídrica, de produção agropecuária, coordenadas geográficas, entre outras. Além disso, foram utilizados dados no formato shapefile, que armazena informações vetoriais sobre a forma, os atributos e a posição de feições geográficas.

2.4.2 Desenvolvimento da aplicação WebSIG

O acesso ao sistema foi projetado para ocorrer por meio de duas plataformas: o aplicativo móvel PAST, para o cadastro de dados, e o WebSIG, para a visualização e análise dos dados. Ambas as plataformas foram desenvolvidas separadamente e integradas posteriormente. Utilizou-se o modelo incremental, uma abordagem de desenvolvimento de software adequada a projetos com entregas de curto prazo e mudanças frequentes. Esse modelo permite a entrega de resultados parciais no curto prazo, possibilitando que os clientes acompanhem o progresso do projeto e realizem ajustes quando necessário. Essa flexibilidade e adaptabilidade são úteis em projetos com requisitos voláteis ou prazos apertados (Lima *et al*., 2023).

De acordo com Sommerville (2019), o desenvolvimento incremental baseia-se na ideia de desenvolver uma implementação inicial, obter feedback dos usuários ou terceiros e fazer o software evoluir por meio de várias versões até alcançar o sistema necessário. As atividades de especificação, desenvolvimento e validação são intercaladas, em vez de separadas, com feedback rápido ao longo de todas elas.

2.4.3 Levantamento dos requisitos

Inicialmente, foram identificados os principais requisitos e necessidades dos usuários para a construção dos aplicativos PAST e WebSIG. Isso incluiu a necessidade de uma aplicação que permitisse o uso offline, considerando que a coleta de dados ocorre em áreas remotas sem acesso à internet. Também foi identificado um questionário aplicado aos agricultores assistidos pelo PAST, cujas respostas foram

utilizadas na construção do banco de dados. Com base no levantamento dos requisitos, identificou-se que o sistema poderia ser dividido em dois módulos: o subsistema do administrador e o subsistema do técnico (usuário comum), diferenciados pelo controle interno que verifica o tipo de usuário: técnico ou administrador. Os requisitos foram classificados em funcionais (RF), não funcionais (RNF) e de domínio (RD).

Para o desenvolvimento do WebSIG, foram definidas funcionalidades, como a visualização de dados por meio de mapas interativos, mapas de calor, gráficos e filtros de pesquisa, para atender às necessidades dos usuários e permitir a análise completa e detalhada dos dados espaciais coletados.

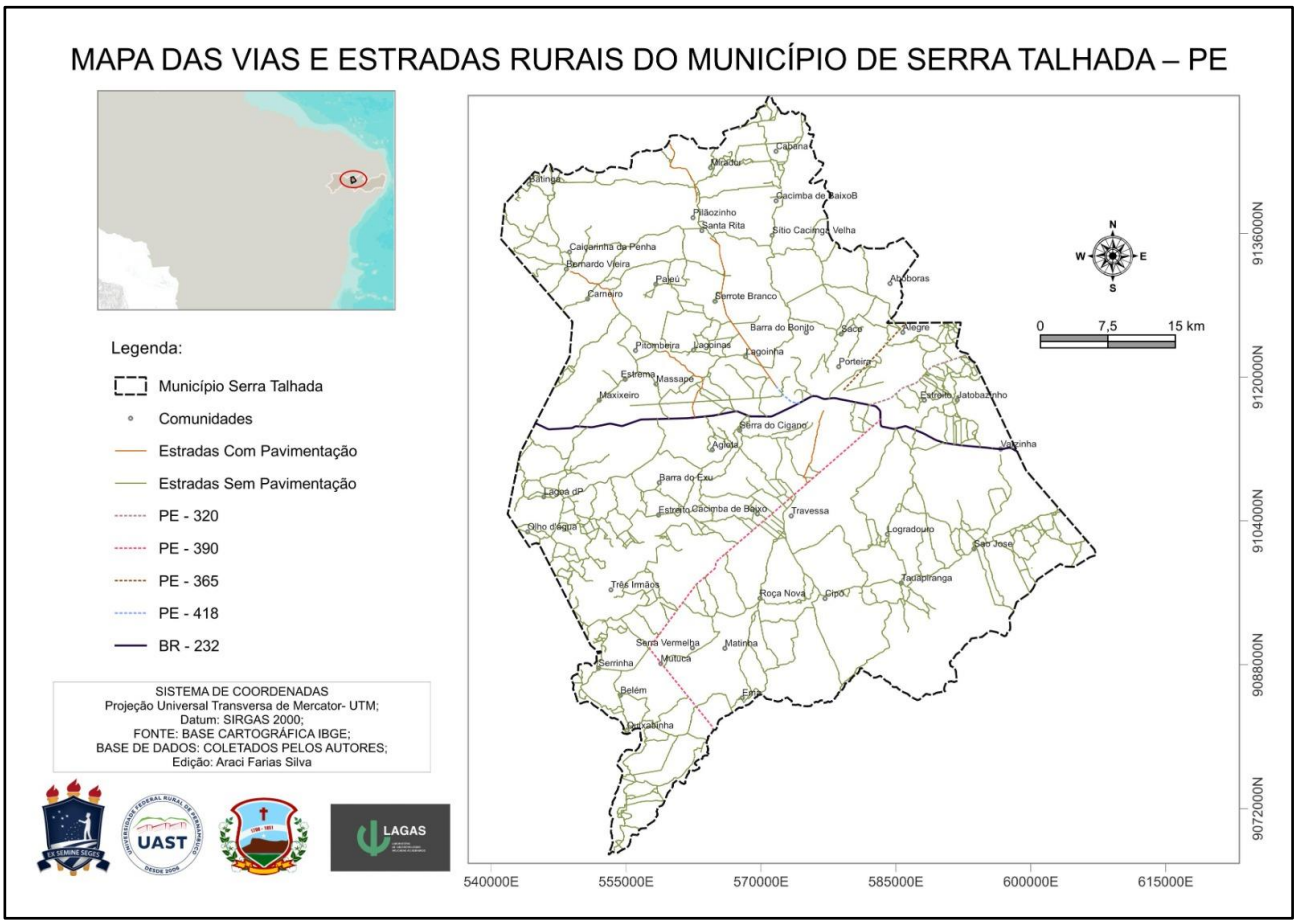
3 PRODUTOS GERADOS PELO PROGRAMA

3.1 Mapeamento das Estradas

Durante o mapeamento das estradas rurais do município de Serra Talhada, foram identificados diversos elementos que dificultaram a vetorização, como estradas vicinais, acessos, cercas, porteiras, vegetação densa, erosão do solo e caminhos sem saída. Esses fatores exigiram cuidado na interpretação das imagens e na análise configurativa, assegurando que as vetorizações refletissem fielmente a realidade local.

Um desafio relevante foi o desencontro de estradas, decorrente do uso de imagens do Google Satélite, compostas por mosaicos de fotos capturadas em momentos distintos. Esse fator gerou inconsistências em alguns caminhos que não puderam ser corrigidas. Na Figura 3, apresenta-se o produto com a delimitação das estradas rurais do município de Serra Talhada.

Figura 3 – Mapeamento das estradas rurais para o município de Serra Talhada – PE



Fonte: Autores (2026)

A inclusão dos principais distritos na representação gráfica permitiu identificar as regiões rurais mais povoadas e os pontos prioritários para manutenção das estradas. Essas áreas são essenciais tanto para o acesso às escolas quanto para o escoamento da produção agrícola.

Os trechos validados abrangem as regiões próximas aos distritos de Logradouro, Tauapiranga, São José, Varzinha, Estreito, Santa Rita, Sítio Cacimba Velha, Cacimba de Baixo e Luanda, garantindo que a vetorização das estradas rurais reflita com precisão a realidade local.

A extensão das estradas rurais do município, conforme sua classificação, é apresentada na Tabela 1. Observa-se o predomínio das estradas sem pavimentação, que totalizam aproximadamente 1.697 km e correspondem a cerca de 90% da malha viária mapeada, evidenciando a forte dependência do município desse tipo de infraestrutura para o deslocamento da população rural e o escoamento da produção

agropecuária. Destaca-se ainda a BR-232, principal eixo rodoviário regional, com aproximadamente 57 km de extensão no território municipal.

Tabela 1 – Quantificação da extensão das estradas rurais de acordo com sua classificação

Classificação da estrada rural	km
Estradas rurais sem pavimentação	1.697,10
Estradas rurais com pavimentação	54,14
PE-320	12,61
PE-390	48,08
PE-365	10,13
PE-418	3,42
BR-232	57,25

Fonte: autores (2026)

É importante enfatizar que a delimitação das estradas requer atualizações contínuas devido às alterações na paisagem e à criação de novos acessos. Para facilitar a gestão municipal, a vetorização apresentada será integrada ao WebSIG, permitindo o cruzamento de informações e a melhoria dos serviços prestados à comunidade.

Os resultados reforçam a relevância das estradas não pavimentadas para a dinâmica territorial do município. Entretanto, além da análise quantitativa, torna-se necessária uma avaliação qualitativa das condições de trafegabilidade dessas vias. Estudos como o de Rocha Júnior *et al*. (2024), realizados na Região Geográfica Imediata de Marechal Cândido Rondon, identificaram problemas recorrentes em estradas rurais, como excesso de poeira, ausência de regularização da seção transversal, deficiência de drenagem, formação de trilhas de rodas e ocorrência de buracos, fatores que comprometem a mobilidade e a segurança dos usuários.

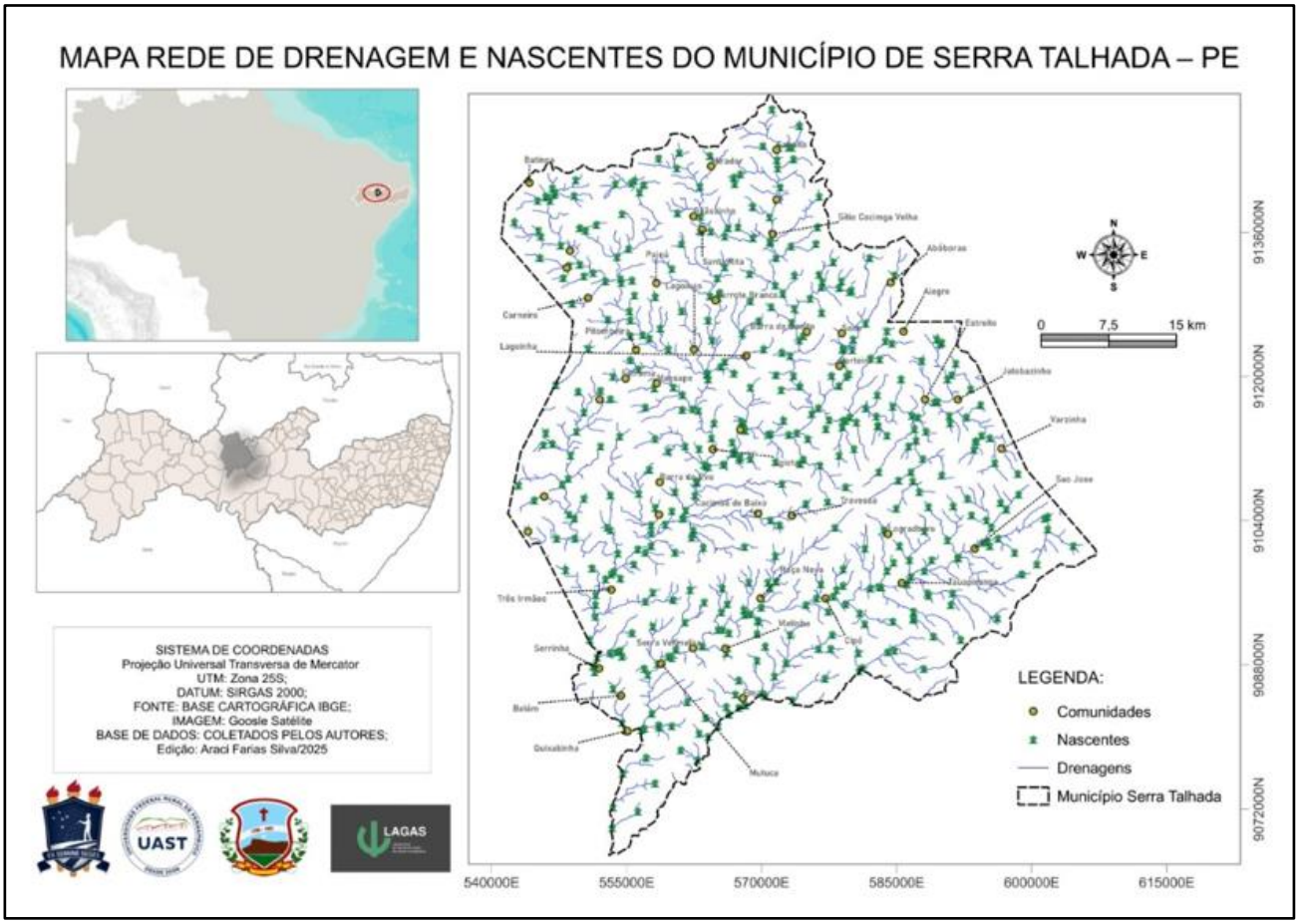
A análise qualitativa das estradas rurais pode contribuir para o planejamento da infraestrutura viária, o monitoramento da expansão urbana, a ampliação do acesso a mercados e oportunidades econômicas, bem como para a melhoria do acesso aos serviços de saúde e educação. Dessa forma, o fortalecimento da infraestrutura rural pode reduzir as desigualdades entre populações rurais e urbanas, melhorar a

qualidade de vida das comunidades e favorecer a estabilidade econômica das famílias agricultoras. Além disso, condições adequadas de mobilidade podem contribuir para a permanência dos jovens no meio rural, fortalecendo as dinâmicas socioeconômicas locais (Menon; Stéfani, 2022).

3.2 Mapeamento dos Recursos Hídricos

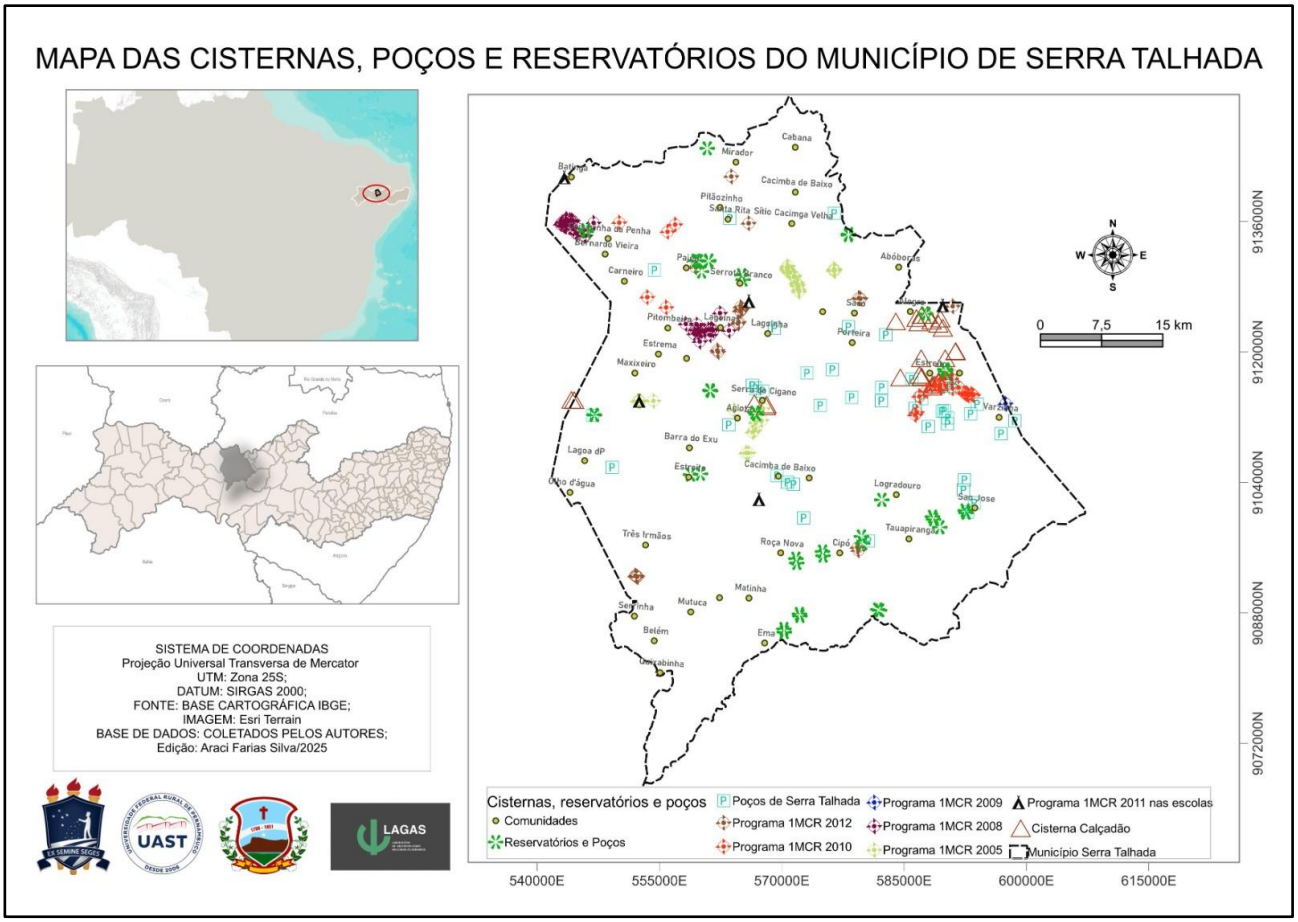
Os resultados do mapeamento da infraestrutura hídrica estão ilustrados na Figura 4. Em relação à rede de drenagem natural, foram identificadas 1.199 nascentes e um comprimento total de 2.561.552 metros dos cursos d'água.

Figura 4 – Rede de drenagem, nascentes, reservatórios, cisternas e poços em Serra Talhada



Fonte: autores (2026)

Figura 4 – Rede de drenagem, nascentes, reservatórios, cisternas e poços em Serra Talhada



Fonte: autores (2026)

No âmbito da infraestrutura hídrica artificial, foram catalogados 75 poços, 24 reservatórios e um conjunto expressivo de cisternas. Entre elas, destacam-se:

- 150 cisternas calçadão do Programa Pernambuco Mais Produtivo, projetadas para maximizar a captação de água da chuva;
- 684 cisternas de 16 mil litros, conhecidas como cisternas pequenas, do Programa Um Milhão de Cisternas, destinadas ao atendimento das necessidades básicas das comunidades;
- 5 cisternas de maior capacidade (52 mil litros cada), instaladas em escolas, para abastecer estudantes e funcionários com água potável.

Além disso, a drenagem e as nascentes foram georreferenciadas, possibilitando o planejamento eficiente dos recursos hídricos e promovendo o acesso equitativo à água potável em toda a região.

O esforço de catalogação abrangeu desde a assessoria técnica na criação de um software híbrido para captura de dados digitais até o desenvolvimento de mapeamentos online e de informações geoespaciais detalhadas sobre cisternas, poços e reservatórios.

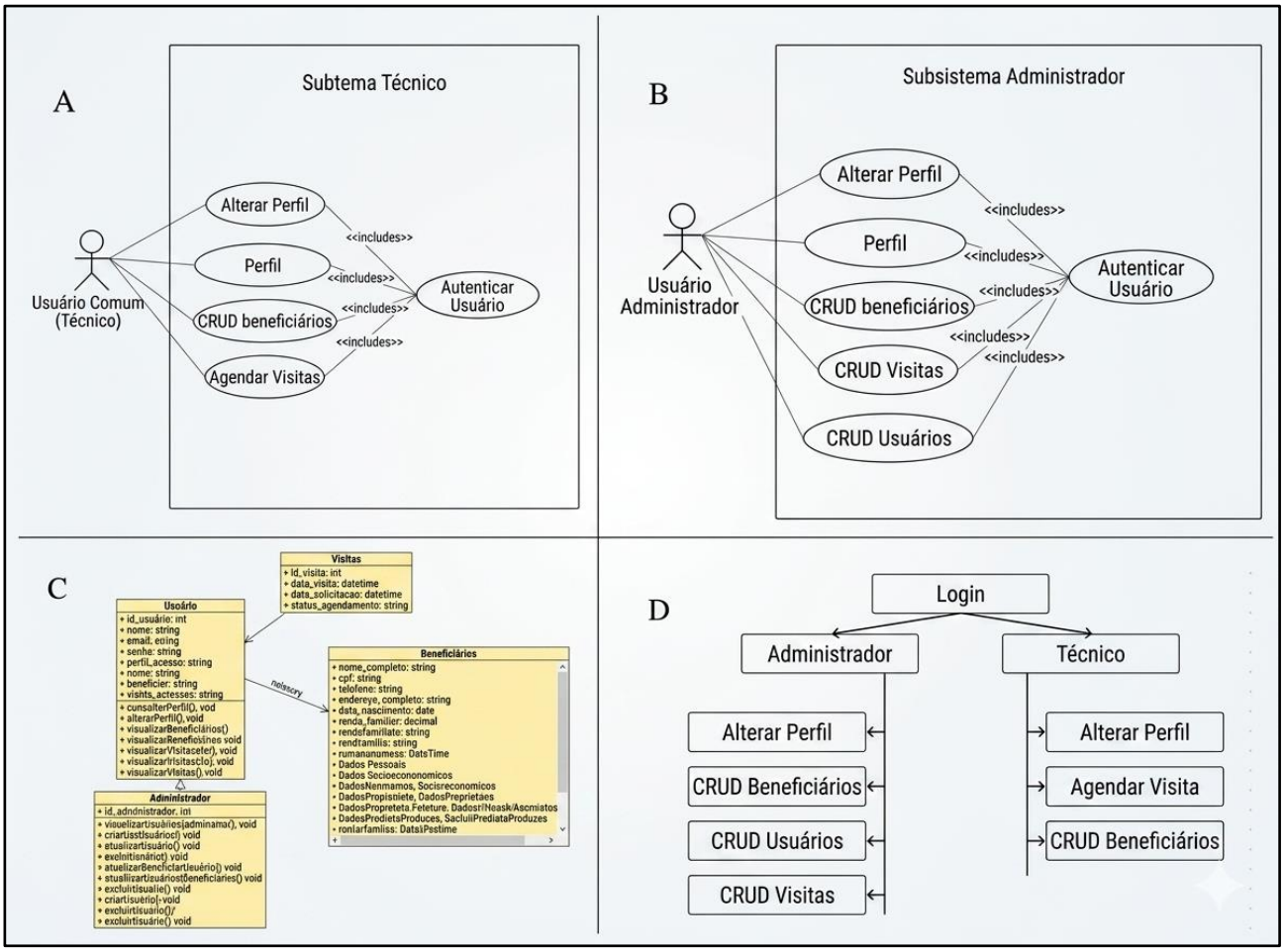
3.3 WebSIG da Gestão Rural Municipal

3.3.1 CADPAST - aplicativo do programa de assistência rural da prefeitura de Serra Talhada

O CADPAST é uma plataforma desenvolvida para a gestão da assistência técnica rural da Prefeitura de Serra Talhada. Seus módulos de usuário e de administrador (Figura 5) foram definidos com base em um diagrama de caso de uso simplificado, destacando as funcionalidades essenciais para técnicos e administradores. Os atores representados no diagrama são abstrações de usuários logados, diferenciados em técnicos e administradores, o que determina o acesso às funcionalidades.

No subsistema técnico (Figura 5A), destacam-se funcionalidades como "Alterar Perfil", "Perfil", "CRUD Beneficiários" e "Agenda de Visitas", que otimizam a coleta e a organização de dados. Já o subsistema administrador (Figura 5B) expande essas funcionalidades, permitindo o gerenciamento de usuários ("CRUD de Usuários") e de visitas ("CRUD de Visitas"). A modelagem inicial do sistema identificou as classes e relações fundamentais (Figura 5C), orientando o desenvolvimento.

Figura 5 – Resumo gráfico dos segmentos da plataforma CADPAST: (A) Caso de uso técnico; (B) Caso de uso administrador; (C) Diagrama de classes simples; (D) Fluxo de navegação



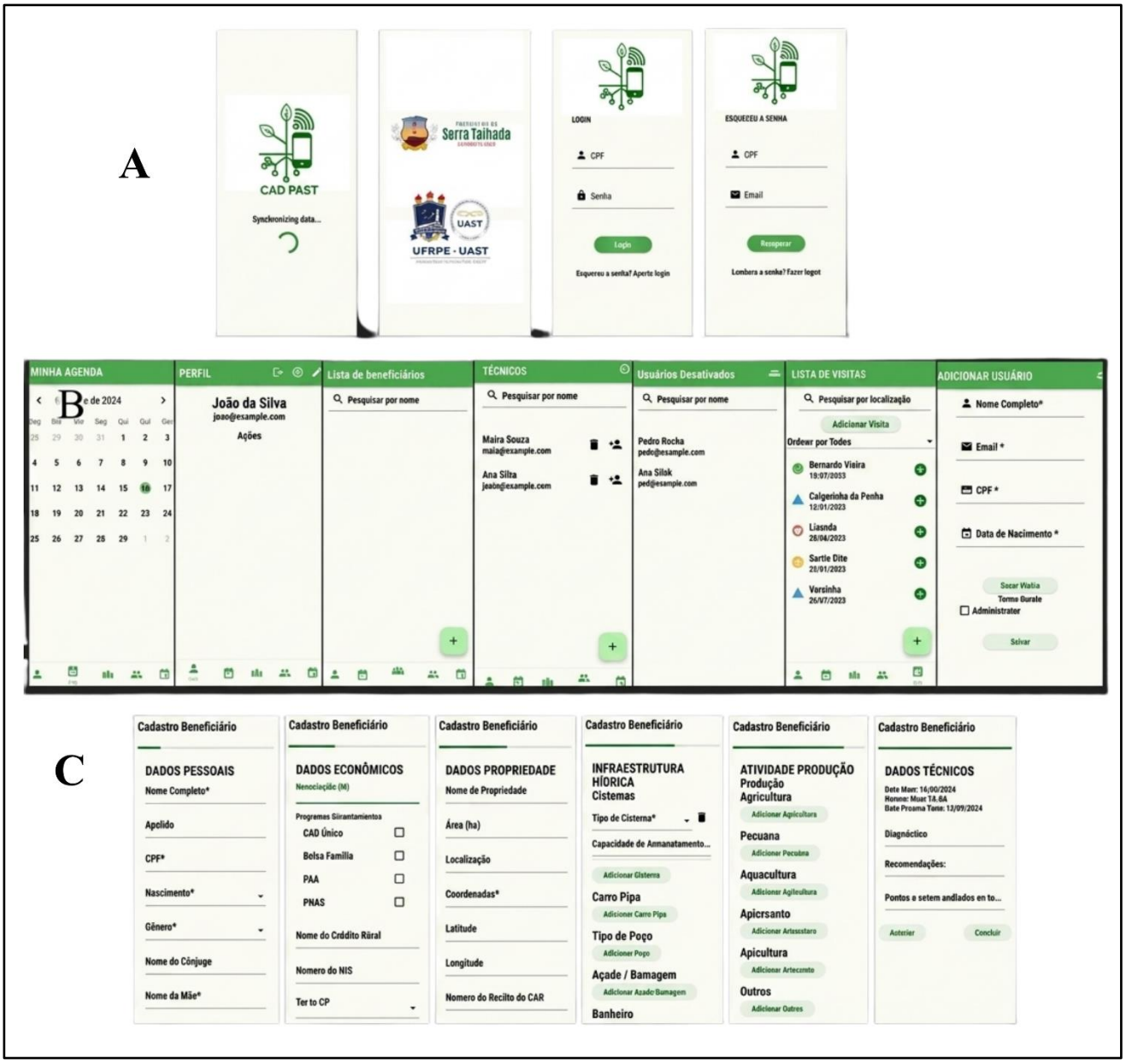
Fonte: autores (2026)

A plataforma foi desenvolvida no Visual Studio Code com Flutter, possibilitando o desenvolvimento de um aplicativo multiplataforma. Após a definição dos wireframes e do fluxo de navegação (Figura 5D), a prototipação avançou com o uso do Figma. A interface inicial do aplicativo é representada pela tela de Splash Screen, seguida da tela de login, ambas projetadas para garantir acessibilidade e reforçar a identidade visual do sistema.

O sistema CadPAST é composto por três módulos principais: Usuário, Beneficiários e Visitas (Figura 6). O módulo de Usuário gerencia perfis, garantindo segurança e controle de acesso. O módulo de Beneficiários organiza dados detalhados dos produtores atendidos, permitindo a personalização dos serviços de assistência

técnica. Já o módulo de Visitas é dedicado ao agendamento e ao registro de visitas técnicas, integrando todas as interações realizadas com os beneficiários.

Figura 6 – Telas do App CADPAST: (A) Iniciais; (B) Menu; (C) Formulário dos Beneficiários



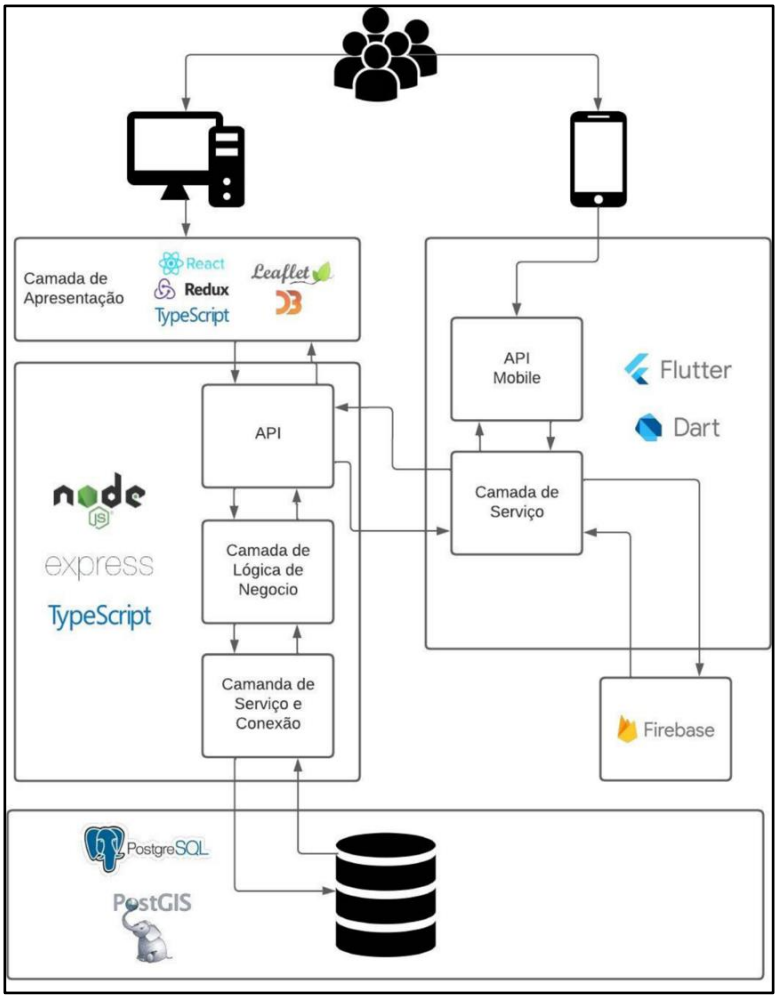
Fonte: autores (2026)

O backend do CadPAST utiliza o Firebase, escolhido por sua integração nativa com Flutter, suporte a múltiplos serviços, escalabilidade e confiabilidade. Essa escolha facilita operações críticas, como o armazenamento e o gerenciamento de dados em tempo real.

4.3.2 WebSIG do programa de assistência técnica da prefeitura de Serra Talhada

O WebSIG foi desenvolvido com uma arquitetura moderna e multifuncional, utilizando diversas ferramentas e tecnologias para garantir eficiência. A interface foi construída com React.js e TypeScript, assegurando uma experiência responsiva. O Redux gerencia estados, enquanto o Leaflet e o D3.js possibilitam visualizações interativas de mapas e gráficos. No backend, utilizamos Node.js, Express e o banco de dados PostgreSQL com a extensão PostGIS, especializada em dados geográficos.

Figura 7 – Arquitetura do WebSIG em conjunto com CADPAST



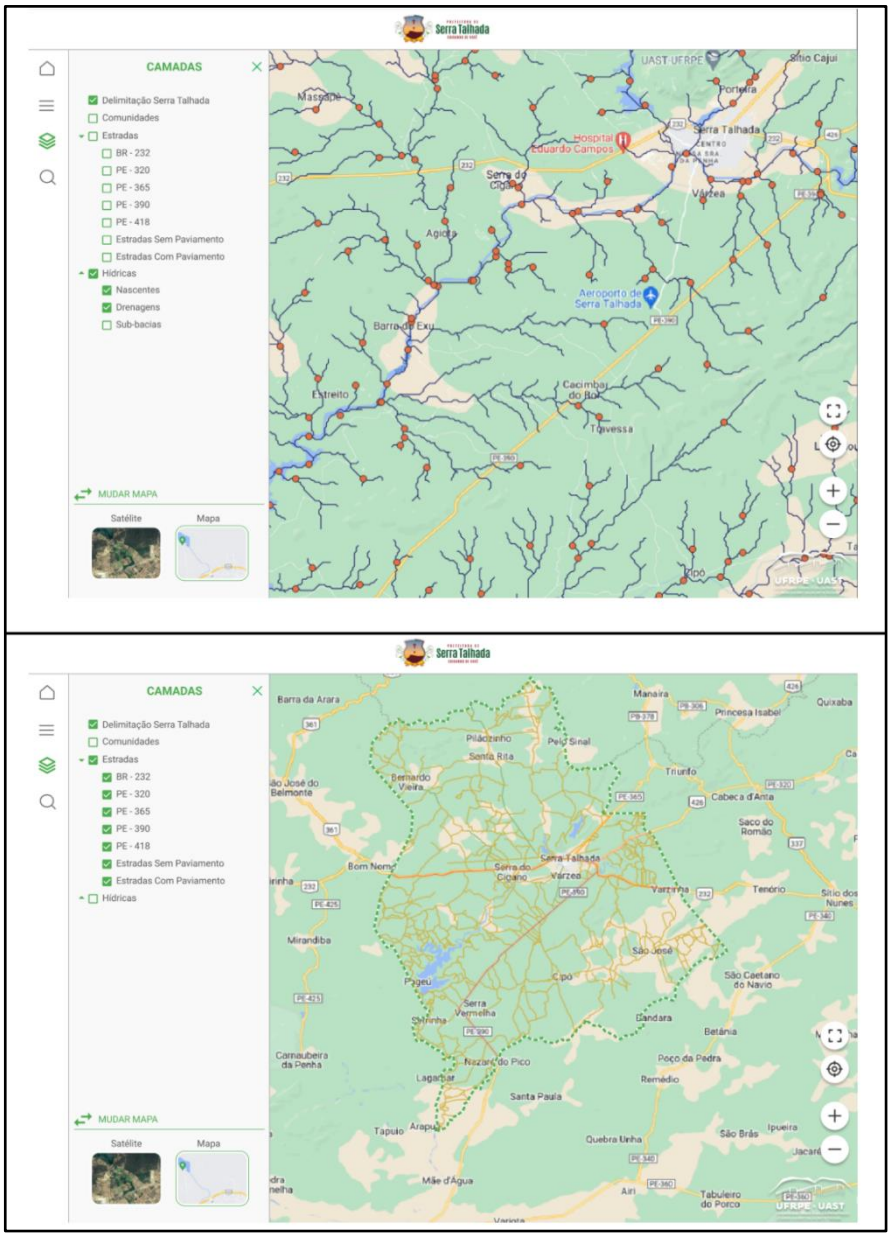
Fonte: autores (2026)

A arquitetura do WebSIG (Figura 7) é estruturada em camadas: Apresentação: Constrói a interface gráfica e possibilita a interação com dados geográficos; API: Expõe endpoints para comunicação entre a interface e a lógica de negócio; Lógica de Negócio: Implementa regras específicas, realiza validações e gerencia dados geográficos e

análises espaciais; Serviço de Conexão: Gerencia consultas ao banco de dados e integra serviços externos; Banco de Dados: Utiliza PostgreSQL com PostGIS para armazenar e processar dados geoespaciais.

A API estabelece a comunicação com o aplicativo mobile, permitindo sincronização eficiente de dados. O gerenciamento do backend é otimizado pelo Node.js, que suporta operações intensivas, como processamento gráfico. A interação entre usuário e banco de dados é ilustrada nas telas do sistema (Figura 8), projetadas para facilitar a visualização de informações geográficas e administrativas.

Figura 8 – Telas do sistema do WebSIG para visualização dos dados



Fonte: autores (2026)

A arquitetura em camadas adotada oferece uma clara separação de responsabilidades, facilitando a manutenção e escalabilidade da aplicação (Liu; Heo; Sha, 2005). Essa abordagem proporciona um ambiente robusto para o desenvolvimento contínuo do WebSIG, integrando funcionalidades que contribuem para o manejo eficiente da assistência técnica rural em Serra Talhada.

5 DIFICULDADES E POTENCIALIDADES

O conhecimento dos principais sistemas produtivos, em conjunto com informações sobre as estradas disponíveis, pode contribuir significativamente para a logística e para o desenvolvimento de ferramentas voltadas à economia e ao aumento da produção agrícola. Conforme enfatizado por Buainain e Garcia (2013), a infraestrutura disponível desempenha papel fundamental na viabilidade, influenciando as condições de produção e a competitividade dos produtores, além de afetar as oportunidades de inserção nos mercados locais e as possibilidades de inovação.

No entanto, o presente trabalho permitiu apenas a identificação da localização das estradas rurais, exigindo uma atividade complementar para avaliar suas condições de trafegabilidade. Recomenda-se seguir as sugestões de Martins *et al.* (2020) que utilizaram a metodologia de avaliação da Unsurfaced Road Condition Index (URCI). Além disso, diversos métodos automatizados, como sistemas baseados em visão computacional, e o uso de aeronaves remotamente pilotadas (ARP) de baixo custo pode ser empregados para avaliar as condições das superfícies das estradas (Zhang; Elaksher, 2012; Khilji; Loures; Azar, 2021).

Os dados coletados junto aos agricultores durante a pesquisa podem fornecer subsídios para políticas públicas no setor, além de auxiliar na gestão hídrica, especialmente considerando a responsabilidade municipal pela distribuição de água por meio de caminhões-pipa. Conforme ressaltado por Galizoni et al. (2020), é no âmbito municipal que se concentram e são implementados os principais programas de acesso à água, destacando-se os desafios relacionados à escassez hídrica e à gestão dos recursos hídricos. Com isso, é possível estabelecer controle e histórico dos pedidos

de água das famílias, contribuindo para uma gestão mais transparente e equitativa desse recurso.

A construção das infraestruturas geotecnológicas enfrentou uma série de desafios técnicos que exigiram tempo e recursos humanos para serem superados. Durante o período de execução do projeto, de agosto de 2021 a dezembro de 2022, foi possível desenvolver a estrutura básica do aplicativo e do WebSIG. Entretanto, devido às atualizações de algumas bibliotecas, foram necessárias modificações que impediram o desenvolvimento da validação dos aplicativos e do WebSIG. Portanto, a continuidade deste trabalho é fundamental para a conclusão e o aprimoramento desses produtos.

Outro aspecto relevante na construção dessa infraestrutura diz respeito à conformidade com a Lei nº 13.709/2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). A LGPD (Brasil, 2018) estabelece regras e diretrizes para o tratamento de dados pessoais por organizações públicas e privadas, visando proteger a privacidade e a liberdade dos indivíduos. No contexto do projeto CadPAST, a LGPD desempenha papel essencial na proteção dos dados pessoais de usuários e beneficiários da aplicação. Diversas medidas foram adotadas para garantir o cumprimento da LGPD, incluindo o consentimento dos usuários, a transparência e a segurança na coleta e no processamento dos dados, o respeito aos direitos dos titulares dos dados e a prestação de contas, conforme exigido pela legislação.

Em suma, a aplicação da LGPD no projeto CadPAST assegura que o tratamento de dados pessoais seja realizado de forma ética, transparente e em conformidade com as leis de proteção de dados, proporcionando aos usuários e beneficiários do aplicativo maior confiança e segurança quanto à privacidade de suas informações pessoais.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O propósito do programa consistia em aplicar os conhecimentos gerados na academia para colaborar com a gestão pública municipal e disponibilizar informações para projetos de organizações não governamentais (ONGs). Para alcançar tais metas,

foram concebidos três projetos interligados: 1. Mapeamento de Estradas Rurais, 2. Utilização de Ferramentas Geotecnológicas na Gestão dos Recursos Hídricos na Zona Rural e 3. WebSIG para a Administração das Ações de Extensão Rural de Serra Talhada.

As técnicas e ferramentas abrangidas pelas geotecnologias possibilitaram o mapeamento preciso das estradas rurais, categorizando-as em diferentes classes. Isso levou à observação de um considerável número de estradas sem pavimentação no município, além de proporcionar conhecimento sobre sua localização geográfica. Tais informações serão úteis aos gestores, possibilitando decisões mais assertivas e um planejamento mais eficaz dos serviços prestados à população rural, incluindo a identificação de áreas que demandam intervenções imediatas, reparos, manutenção ou a construção de novas estradas.

No que tange à gestão hídrica, foi viável identificar a rede de drenagem e as nascentes, como elementos naturais, bem como elementos artificiais de convivência no semiárido, como cisternas, poços e reservatórios. Esses dados podem contribuir significativamente para a tomada de decisões do poder público.

Por fim, o desenvolvimento do aplicativo para coleta de informações do Programa de Assistência Técnica da Prefeitura do Município de Serra Talhada, em conjunto com uma infraestrutura de WebSIG, promoverá maior transparência e subsidiará as tomadas de decisão no âmbito municipal. Como próximos passos, sugere-se a implementação de mecanismos de atualização contínua das informações e a realização de estudos complementares para aprimorar ainda mais a eficiência dos projetos em questão.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer à Universidade Federal Rural de Pernambuco pelo fomento financeiro aos bolsistas e pelo custeio das atividades que viabilizaram a realização deste programa, por meio do Edital BEXT 2021. Assim como, as instituições parceiras pela disponibilidade e colaboração.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; *et al* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift,** v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013. DOI: https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507.

ANDRADE, L. J. G.; CAPEL, M. M.; SCHMITZ, M. H. Avaliação da dinâmica da expansão antrópica sobre as áreas naturais do município de Maringá-PR, Brasil. **Boletim de Geografia,** v. 39, p. 306–319, 2022. DOI: https://doi.org/10.4025/bolgeogr.v39.a2021.e61239.

ARAÚJO, G. M.; *et al.* Avaliação da precisão de diferentes dispositivos GNSS. **Revista Brasileira de Engenharia de Biossistemas**, v. 12, n. 2, p. 212–222, 2018. DOI: https://doi.org/10.18011/bioeng2018v12n2p212-222.

BERTACCHINI, Y. Intelligence territoriale: une lecture retro-prospective. **Revue Internationale d'intelligence Économique,** v. 2, n. 1, p. 65–97, 2010. DOI: https://doi.org/10.3166/r2ie.2.65-97.

BRASIL**. Lei nº 13.709**, de 14 de agosto de 2018. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 15 ago. 2018. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm. Acesso em: 10 fev 2026.

BUAINAIN, A. M.; GARCIA, J. R. Desenvolvimento rural do semiárido brasileiro: transformações recentes, desafios e perspectivas. **Confins,** n. 19, 2013. DOI: https://doi.org/10.4000/confins.8633.

GALIZONI, F. M.; *et al*. "Vozes da seca": lavradores, mediadores e poder público frente à estiagem no Semiárido do Jequitinhonha mineiro. **Desenvolvimento e Meio Ambiente,** v. 55, p. 54–74, 2020. DOI: https://doi.org/10.5380/dma.v55i0.73756.

GALLIS, R.; *et al*. WebSIG alimentado com dados coletados com sistema de mapeamento móvel terrestre. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 70, n. 5, p. 1644–1663, 2018. DOI: https://doi.org/10.14393/rbcv70n5-44562.

GIRARDOT, J. J. Evolution of the concept of territorial intelligence within the coordination action of the European network of territorial intelligence. In: **Res-Ricerca e Sviluppo per le politiche sociali.** v. 1-2, p. 11–29, 2008.

HAESBAERT, R. **O mito da desterritorialização**: do "fim dos territórios" à multiterritorialidade. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

IMPROTA, F. M.; *et al*. Geotecnologia aplicada à gestão de programas de pagamento de serviços ambientais: o caso de Rio Claro, Rio de Janeiro. **Revista Tamoios,** v. 16, n. 2, 2020. DOI: https://doi.org/10.12957/TAMOIOS.2020.43666.

JUNIOR, R. N. Geografia e Inteligência Territorial: conceitos, métodos e práticas aplicados à pesquisa em Segurança Hídrica. **Confins**, n. 60, 2023. DOI: https://doi.org/10.4000/confins.54235.

KHILJI, T. N.; LOURES, L. L. A.; AZAR, E. R. Distress recognition in unpaved roads using unmanned aerial systems and deep learning segmentation. **Journal of Computing in Civil Engineering**, v. 35, n. 2, p. 04020061, 2021. DOI: https://doi.org/10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000952.

LIMA, C. R. C.; *et al.* The incremental model in software development: a structured and interactive way to deliver quality products. **Research, Society and Development,** v. 12, n. 4, p. e7512440934, 2023. DOI: https://doi.org/10.33448/RSD-V12I4.40934.

LINS, F. A. C.; *et al*. Quantile technique to precipitation, rainfall anomaly index and biophysical parameters by remote sensing in Serra Talhada, Pernambuco**. Journal of Hyperspectral Remote Sensing**, v. 7, n. 6, p. 334–344, 2017. DOI: https://doi.org/10.29150/jhrs.v7.6.p334-344.

LIU, X.; HEO, J.; SHA, L. Modeling 3-tiered web applications. In: IEEE International symposium on modeling, analysis, and simulation of computer and telecommunications systems (mascots), 13., 2005. **Anais** [...]. [S.l.]: IEEE, 2005. p. 307–310. DOI: https://doi.org/10.1109/MASCOTS.2005.40.

MADURGA, M. Á. G.; MÉNDEZ, A. J. G.; NAVARRO, M. Á. E. Territorial Intelligence, a Collective Challenge for Sustainable Development: A Scoping Review. **Social Sciences**, v. 9, n. 7, p. 126, 2020. DOI: https://doi.org/10.3390/SOCSCI9070126.

MARTINS, A. S.; *et al*. Unpaved back roads: evaluation of traffic conditions on a stretch contained in a community in the Sertão de Pernambuco, Brazil**. Research, Society and Development,** v. 9, n. 10, p. e4409108652, 2020. DOI: 10.33448/RSD-V9I10.8652.

MENON, R. A.; STÉFANI, S. R. Desenvolvimento sustentável e a permanência da juventude no meio rural em um município da região centro-sul do Paraná. **Acta Scientiarum:** Human and Social Sciences, v. 44, p. 55 – 59, e65400, 2022. DOI: https://doi.org/10.4025/actascihumansoc.v44i2.65400.

PELUZIO, T. M. D. O.; *et al*. Uso da geotecnologia para o mapeamento da cafeicultura no Caparaó Capixaba. **Revista Ifes Ciência**, v. 6, n. 4, p. 92–104, 2020. DOI: https://doi.org/10.36524/ric.v6i4.733.

RAFFESTIN, C. **Por uma geografia do poder**. Tradução de Maria Cecília França. São Paulo: Ática, 1993.

ROCHA JUNIOR, W. F.; *et al*. Quantificação e qualificação das estradas rurais na Região Geográfica Imediata de Marechal Cândido Rondon**. Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 20, n. 59, p. 143-159, 2024. DOI: https://doi.org/10.3895/rts.v20n59.17650.

SILVA, J. L. B.; COSTA, F. R. Aplicabilidade das geotecnologias na análise de vulnerabilidades ambientais e sociais. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS),** v. 24, n. 2, p. 389–407, 2022. DOI: https://doi.org/10.35701/RCGS.V24.855.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de software**. 10. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2019.

VALERIANO, M. M.; ROSSETTI, D. F. Topodata: Brazilian full coverage refinement of SRTM data. **Applied Geography,** v. 32, n. 2, p. 300–309, 2012. DOI: https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2011.05.004.

ZHANG, C.; ELAKSHER, A. An unmanned aerial vehicle-based imaging system for 3D measurement of unpaved road surface distresses. **Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering**, v. 27, n. 2, p. 118–129, 2012. DOI: https://doi.org/10.1111/J.1467-8667.2011.00727.X.

CONTRIBUIÇÕES DE AUTORIA

1– Alan Cezar Bezerra
Doutor em Engenharia Agrícola na Universidade Federal Rural de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0002-9986-9464 • alan.bezerra@ufrpe.br
Contribuição: Conceitualização, Metodologia, Recebimento de financiamento, Administração do projeto, Recursos, Redação do manuscrito original, Redação - revisão e edição

2 – Araci Farias Silva
Doutor em Geografia pela Universidade Federal da Paraíba
https://orcid.org/0000-0002-4377-2209 • araci.farias@ufrpe.br
Contribuição: Supervisão, Validação e Redação - revisão e edição

3 – Andrelina Fernandes da Silva
Graduanda de Engenharia de Pesca pela Universidade Federal Rural de Pernambuco
https://orcid.org/0009-0003-6299-2746 • andrelinafernandes1995@gmail.com
Contribuição: Curadoria de dados, Análise de dados, Pesquisa e Visualização

4 – Raphaell Aymá Alves Nogueira de Carvalho
Bacharel em Agronomia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco
https://orcid.org/0009-0004-8228-5325 • raphaellalves88@gmail.com
Contribuição: Curadoria de dados, Análise de dados, Pesquisa e Visualização

5 – Bruno Arthsson Silva
Bacharel em Sistemas de Informação pela Universidade Federal Rural de Pernambuco
https://orcid.org/0009-0009-8519-2219 • arthzzon@gmail.com
Contribuição: Curadoria de dados, Análise de dados, Pesquisa e Visualização

6 – Elisiane Alba
Mestre e Doutora em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
https://orcid.org/0000-0001-6210-4559 • Elisiane.alba@ufrpe.br
Contribuição: Supervisão, Validação e Visualização

Como citar este artigo

BEZERRA, A. C.; SILVA, A. F.; CARVALHO, R. A. A. N.; SILVA, B. A.; ALBA, E. Geotecnologias na gestão rural municipal: das estradas, das águas, da assistência técnica e um WebSIG em Serra Talhada-PE. **Extensão Rural**, Santa Maria, v. 33, p. 01-25, 2026. DOI 10.5902/2318179695115. Disponível em: https://doi.org/10.5902/2318179695115. Acesso em: dia mês abreviado. ano.