v7.n9.2026

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

SISTEMA WEB PARA LOCALIZAÇÃO DE MÉDICOS UTILIZANDO GEOCODIFICAÇÃO E MAPAS INTERATIVOS

WEB SYSTEM FOR LOCATING PHYSICIANS USING GEOCODING AND INTERACTIVE MAPS

SISTEMA WEB PARA LA LOCALIZACIÓN DE MÉDICOS MEDIANTE GEOCODIFICACIÓN Y MAPAS INTERACTIVOS

Lucas Cabrio[1]; Felipe Diniz Dallilo[2]

e799006
https://doi.org/10.47820/recima21.v7i9.9006

PUBLICADO: 09/2026

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um protótipo de sistema web para cadastro, armazenamento, filtragem e representação cartográfica de médicos simulados. O estudo caracteriza-se como pesquisa aplicada, exploratória e descritiva, orientada ao desenvolvimento tecnológico e acompanhada de verificação funcional. A aplicação foi implementada em arquitetura cliente-servidor, com tecnologias web, banco de dados e bibliotecas cartográficas, utilizando geocodificação de endereços para posicionar os registros no mapa. O sistema permite cadastrar, visualizar e excluir registros, filtrar os profissionais por especialidade e agrupar marcadores próximos. A verificação funcional foi realizada com dados fictícios e contemplou os fluxos de cadastro por endereço, persistência, recuperação, filtragem, exclusão, apresentação das informações e agrupamento dos marcadores. Os resultados indicaram a execução das funcionalidades previstas e a correspondência entre os registros persistidos e sua representação na interface. Conclui-se que o protótipo demonstrou viabilidade técnica para integrar dados cadastrais, geocodificação e mapas interativos. A avaliação não incluiu usuários externos nem métricas quantitativas de usabilidade, desempenho ou precisão.

PALAVRAS-CHAVE: Geocodificação. Mapas interativos. Médicos. Sistema web. Visualização geográfica.

ABSTRACT

This study presents the development of a web-based prototype for registering, storing, filtering, and cartographically representing simulated physician records. The study is characterized as applied, exploratory, and descriptive research focused on technological development and accompanied by functional verification. The application was implemented using a client-server architecture, web technologies, a database, and cartographic libraries, employing address geocoding to position records on the map. The system enables users to register, visualize, and delete records, filter physicians by specialty, and cluster nearby markers. Functional verification was performed with fictitious data and covered address-based registration, persistence, retrieval, filtering, deletion, information display, and marker clustering. The results indicated the execution of the expected functionalities and consistency between the persisted records and their representation in the interface. It is concluded that the prototype demonstrated the technical feasibility of integrating registration data, geocoding, and interactive maps. The evaluation did not include external users or quantitative metrics of usability, performance, or accuracy.

KEYWORDS: *Geocoding. Interactive maps. Physicians. Web system. Geographic visualization.*

[1] Universidade de Araraquara, Graduando em Sistemas de Informação.
[2] Universidade de São Paulo, Doutor em Engenharia de Software.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

RESUMEN
Este trabajo presenta el desarrollo de un prototipo de sistema web para el registro, almacenamiento, filtrado y representación cartográfica de registros simulados de médicos. El estudio se caracteriza como una investigación aplicada, exploratoria y descriptiva, orientada al desarrollo tecnológico y acompañada de una verificación funcional. La aplicación se implementó con una arquitectura cliente-servidor, tecnologías web, una base de datos y bibliotecas cartográficas, empleando la geocodificación de direcciones para posicionar los registros en el mapa. El sistema permite registrar, visualizar y eliminar registros, filtrar a los médicos por especialidad y agrupar marcadores cercanos. La verificación funcional se realizó con datos ficticios y abarcó los flujos de registro mediante dirección, persistencia, recuperación, filtrado, eliminación, presentación de la información y agrupamiento de marcadores. Los resultados indicaron la ejecución de las funcionalidades previstas y la correspondencia entre los registros almacenados y su representación en la interfaz. Se concluye que el prototipo demostró viabilidad técnica para integrar datos de registro, geocodificación y mapas interactivos. La evaluación no incluyó usuarios externos ni métricas cuantitativas de usabilidad, rendimiento o precisión.

PALABRAS CLAVE: *Geocodificación. Mapas interactivos. Médicos. Sistema web. Visualización geográfica.*

INTRODUÇÃO

O avanço das tecnologias da informação e comunicação tem impulsionado o desenvolvimento de soluções digitais destinadas à organização e à disponibilização de informações. No setor da saúde, sistemas computacionais são empregados para armazenar, processar e visualizar dados, oferecendo suporte à consulta e à gestão da informação (OMS, 2021; Epizitone *et al.*, 2023).

Entre os recursos tecnológicos empregados nesse contexto, destacam-se os serviços de geocodificação e os mapas digitais interativos. A geocodificação permite converter endereços em coordenadas, enquanto os mapas possibilitam representar e consultar espacialmente informações sobre serviços e profissionais de saúde, especialmente em análises nas quais o componente territorial é relevante (ANA, 2017; Chishtie *et al.*, 2022).

No contexto da saúde, a busca por médicos especializados pode envolver a consulta a fontes distintas, como mecanismos de busca, indicações pessoais e plataformas digitais. Quando especialidade, endereço e posição geográfica não são apresentados de forma integrada, essas informações precisam ser consultadas separadamente. Estudos sobre busca online em saúde e sistemas geográficos interativos destacam a relevância de organizar e representar os dados de modo acessível e espacialmente explorável (Jia *et al.*, 2021; Nicholson *et al.*, 2023).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Os estudos consultados abrangem a busca digital em saúde e aplicações de visualização interativa voltadas principalmente à análise populacional, ao planejamento de serviços e ao apoio à decisão (Jia *et al.*, 2021; Chishtie *et al.*, 2022; Nicholson *et al.*, 2023). Nesse conjunto, não se identifica como foco a integração, em uma prova de conceito reproduzível, de cadastro de médicos simulados, geocodificação de endereços, filtragem por especialidade e representação em mapa interativo. Diante dessa delimitação, este trabalho desenvolve e verifica funcionalmente um sistema *web* que reúne esses componentes. O escopo restringe-se ao cadastro, à consulta cartográfica, à filtragem e à exclusão dos registros, sem avaliação de usabilidade ou emprego de dados reais.

O objetivo geral é desenvolver e verificar funcionalmente um protótipo de sistema *web* para localização e representação cartográfica de registros simulados de médicos, utilizando geocodificação e mapas interativos. Como objetivos específicos, pretende-se implementar o cadastro, a visualização e a exclusão de registros; converter endereços em coordenadas geográficas; armazenar e recuperar os dados em banco de dados; filtrar os registros por especialidade; agrupar marcadores próximos; e verificar a correspondência entre os dados persistidos e sua apresentação na interface.

A justificativa fundamenta-se na importância da organização e da disponibilização de informações sobre profissionais de saúde. Em contextos urbanos marcados por desigualdades territoriais, a representação espacial permite examinar a distribuição dos serviços e relacionar especialidade e localização em uma mesma interface. Nesse sentido, mapas interativos e serviços de geocodificação constituem recursos pertinentes para estruturar a consulta cartográfica desses dados, sem que o protótipo pretenda medir seus efeitos sobre o acesso ao atendimento (OMS, 2021; Nicholson *et al.*, 2023).

Além de seu potencial de aplicação, o tema apresenta relevância acadêmica ao articular conhecimentos de desenvolvimento *web*, bancos de dados, geocodificação e visualização cartográfica. A contribuição técnica consiste em documentar o encadeamento entre entrada de endereços, obtenção de coordenadas, persistência dos registros, filtragem por especialidade e representação em mapa. Essa integração permite examinar, no âmbito de uma prova de conceito, a viabilidade da arquitetura proposta.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

A questão de pesquisa consiste em investigar se a integração entre geocodificação de endereços, armazenamento de dados, filtragem por especialidade e mapas interativos é tecnicamente viável para representar registros simulados de médicos em uma aplicação *web*. Parte-se da hipótese de que essa integração permite executar, de forma funcionalmente consistente, o cadastro, a persistência, a recuperação, a filtragem e a representação cartográfica dos registros.

A pesquisa caracteriza-se como exploratória e descritiva, de natureza aplicada e orientada ao desenvolvimento tecnológico. Os procedimentos compreendem pesquisa bibliográfica, implementação de uma prova de conceito e verificação funcional descritiva com registros simulados de médicos. A análise considera a correspondência entre os comportamentos esperados e os resultados observados nos cenários de teste, sem coleta de dados com participantes ou aplicação de análise estatística.

1. REFERENCIAL TEÓRICO

1.1. Sistemas *web* e tecnologias digitais aplicadas à saúde

O avanço das tecnologias da informação e comunicação tem transformado a forma como os serviços de saúde organizam e disponibilizam informações. Nesse contexto, os sistemas de informação coletam, armazenam, processam e apresentam dados que subsidiam decisões clínicas, gerenciais e institucionais. A saúde digital assume, assim, papel estratégico na ampliação do acesso e no apoio à tomada de decisão baseada em dados (OMS, 2021; Epizitone *et al.*, 2023).

Os sistemas *web* permitem o acesso remoto e a centralização de informações em diferentes dispositivos. A busca online por informações de saúde inclui a procura por serviços e orientações, mas a utilidade dessas soluções depende de fatores como acessibilidade, infraestrutura, qualidade dos dados e adequação às necessidades dos usuários (Jia *et al.*, 2021; Erku *et al.*, 2023; OMS, 2021).

No caso da localização de médicos, a integração proposta relaciona especialidade, endereço e coordenadas geográficas em uma única interface. A geocodificação converte o endereço cadastrado em dados espaciais, posteriormente representados no mapa, enquanto o filtro permite selecionar os registros conforme a especialidade. Esses recursos definem a estrutura funcional examinada no protótipo.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

A consistência da representação cartográfica depende da atualização e da qualidade dos registros. Endereços incompletos, coordenadas incorretas e especialidades preenchidas de formas diferentes podem comprometer a filtragem e o posicionamento dos marcadores no mapa. Por isso, mesmo em um protótipo com dados simulados, a definição de campos obrigatórios e a validação das entradas constituem etapas importantes para a consistência dos dados apresentados.

Com base nesses fundamentos, este trabalho propõe um sistema *web* que integra dados cadastrais e recursos cartográficos para representar registros simulados de médicos. A análise concentra-se no funcionamento do cadastro, da persistência, da filtragem e da visualização em mapa, sem avaliar a intuitividade da interface ou seus efeitos sobre a experiência dos usuários.

1.2. Geolocalização, geocodificação e serviços baseados em localização

A geolocalização corresponde à identificação da posição geográfica de dispositivos, objetos ou usuários, normalmente representada por latitude e longitude. Os serviços baseados em localização utilizam essa posição para oferecer funcionalidades contextualizadas, como navegação e recomendação de serviços (Huang *et al.*, 2018). No ambiente *web*, a Geolocation API permite obter a posição do dispositivo mediante autorização do usuário e exige conexão segura (HTTPS), condição relevante para privacidade e segurança (MDN Web Docs, 2026).

A geocodificação converte endereços textuais em coordenadas geográficas, permitindo sua interpretação por sistemas cartográficos e sua representação em mapas (ANA, 2017). Na saúde, essa conversão viabiliza a espacialização de endereços de médicos e serviços, embora a precisão dependa da qualidade dos dados de entrada (Google Developers, 2026). Entre os serviços disponíveis, o Nominatim, baseado no OpenStreetMap, realiza busca por endereços e geocodificação reversa, sendo adequado para estruturar dados utilizados em mapas digitais (Nominatim, s.d.).

Geolocalização e geocodificação, portanto, desempenham funções distintas. A primeira pode indicar a posição de um dispositivo ou usuário, desde que exista consentimento, enquanto a segunda determina as coordenadas associadas a um endereço. A aplicação desenvolvida utiliza a geocodificação do endereço cadastrado para posicionar os registros no mapa e não obtém a localização geográfica do usuário.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Serviços externos de geocodificação introduzem restrições que devem ser consideradas, como disponibilidade, limites de requisições, políticas de uso e variações de precisão. Em uma implantação real, seria necessário tratar respostas inexistentes ou ambíguas, confirmar o endereço retornado e adotar mecanismos de *cache*, evitando consultas repetidas e reduzindo a dependência do serviço externo.

1.3. Mapas interativos e visualização geográfica em saúde

Mapas interativos representam informações espaciais de forma dinâmica e permitem operações como *zoom*, deslocamento, seleção de pontos e aplicação de filtros. Na saúde, essas características favorecem o mapeamento, a análise da acessibilidade aos serviços e o planejamento de recursos, auxiliando na compreensão de padrões territoriais (Chishtie *et al.*, 2022; Chandran e Roy, 2024).

Quando muitos pontos são exibidos simultaneamente, o agrupamento de marcadores reúne elementos próximos em um único indicador visual e reduz a sobreposição no mapa. No protótipo, essa funcionalidade é implementada pela biblioteca React Leaflet Cluster e reorganiza os agrupamentos de acordo com o nível de aproximação utilizado (React Leaflet Cluster, s.d.).

Na aplicação desenvolvida, o mapa representa as coordenadas associadas aos registros, o filtro seleciona os médicos de determinada especialidade e as janelas informativas apresentam nome, telefone e endereço. Esses componentes combinam dados espaciais e cadastrais em uma mesma interface. A verificação realizada limitou-se ao funcionamento desses recursos, sem comparação com listagens convencionais ou avaliação da experiência dos usuários.

1.4. Arquitetura e tecnologias para aplicações cartográficas

Aplicações *web* podem ser organizadas em arquitetura cliente-servidor. A interface executada no cliente apresenta os dados e recebe as interações, enquanto o servidor processa requisições, aplica regras e se comunica com o banco de dados. A separação dessas responsabilidades contribui para a modularidade e a manutenção do *software* (Pressman e Maxim, 2021; Sommerville, 2019).

Nesse contexto, React permite construir interfaces por componentes reutilizáveis, Node.js oferece o ambiente de execução do servidor, MongoDB armazena documentos com estrutura flexível e Leaflet integra mapas interativos às páginas *web* (React, s.d.; Node.js, s.d.; MongoDB, s.d.; Leaflet, 2025). A combinação dessas tecnologias sustenta aplicações que associam registros cadastrais a coordenadas geográficas.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

A comunicação entre cliente e servidor pode ser organizada por uma interface de programação de aplicações baseada em princípios REST. Cada operação utiliza uma rota e um método HTTP compatível com sua finalidade, o que torna explícito o fluxo de criação, leitura e exclusão dos registros. O formato JSON simplifica a troca de dados entre a interface em JavaScript e o servidor.

No armazenamento, o modelo documental é compatível com registros que agrupam dados cadastrais e coordenadas. O banco não relacional permite representar cada médico em um único documento e facilita a evolução do esquema durante a prototipação. Ainda assim, a flexibilidade do modelo não dispensa validações na aplicação e no servidor, especialmente para impedir registros incompletos ou coordenadas inválidas.

O Mongoose fornece recursos de modelagem, validação e definição de esquemas para o MongoDB, auxiliando na organização e consistência dos dados armazenados (Mongoose, s.d.). De forma complementar, React Leaflet integra os componentes do mapa à aplicação React, enquanto TypeScript contribui para explicitar os tipos manipulados no *frontend* (React Leaflet, 2025; Microsoft, 2026).

1.5. Clusterização em mapas interativos

Em mapas com numerosos registros, a exibição simultânea de marcadores pode provocar sobreposição visual. O agrupamento de marcadores reúne pontos próximos em um único indicador e reorganiza sua apresentação conforme o nível de aproximação do mapa. No protótipo, esse comportamento foi implementado com React Leaflet Cluster e verificado funcionalmente com os registros simulados (React Leaflet Cluster, s.d.).

A verificação realizada não incluiu testes de carga nem comparação de tempo de renderização com diferentes volumes de registros. Portanto, os resultados não permitem concluir sobre o desempenho ou a escalabilidade do agrupamento. A avaliação dessas propriedades sob conjuntos maiores de dados permanece como possibilidade de trabalho futuro.

2. METODOLOGIA

2.1. Caracterização e procedimentos da pesquisa

A pesquisa caracteriza-se como exploratória e descritiva, de natureza aplicada e orientada ao desenvolvimento tecnológico. Seu objetivo metodológico consiste em implementar uma prova de conceito e examinar o funcionamento das funcionalidades previstas, sem coleta de dados com participantes ou aplicação de métodos estatísticos.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Quanto aos procedimentos técnicos, foram realizadas pesquisa bibliográfica sobre saúde digital, sistemas *web*, geocodificação, mapas interativos e bancos de dados; implementação do protótipo; e verificação funcional descritiva em cenários simulados. Como não foi delimitada uma organização, população ou situação real como unidade de análise, o trabalho não é classificado como estudo de caso.

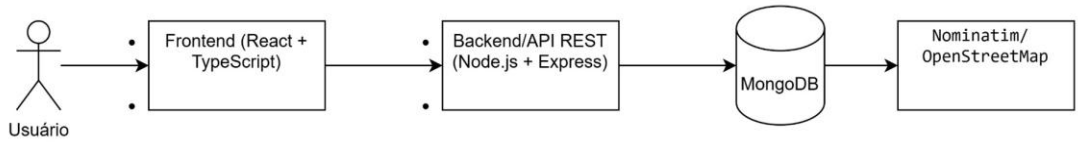
Foram utilizados registros fictícios contendo nome, especialidade, endereço, telefone, latitude e longitude. Os dados simulados permitiram executar os fluxos sem expor informações pessoais de profissionais reais. A verificação abrangeu cadastro por endereço, persistência, recuperação, filtragem, exclusão, tratamento das situações previstas, apresentação dos dados e agrupamento de marcadores próximos.

2.2. Arquitetura e implementação

O sistema foi estruturado em arquitetura cliente-servidor. O *frontend*, desenvolvido com React, TypeScript e Vite, concentra a interface, o formulário, o filtro e a exibição do mapa. O *backend* utiliza Node.js e Express para disponibilizar uma API REST responsável pelas operações de cadastro, listagem e exclusão. Os registros são persistidos no MongoDB por meio do Mongoose.

A comunicação entre as camadas ocorre por requisições HTTP. Para a visualização geográfica, foram empregados Leaflet e React Leaflet. O Nominatim converte endereços em coordenadas e o React Leaflet Cluster organiza marcadores próximos. A arquitetura geral é apresentada na Figura 1.

Figura 1. Arquitetura geral do sistema

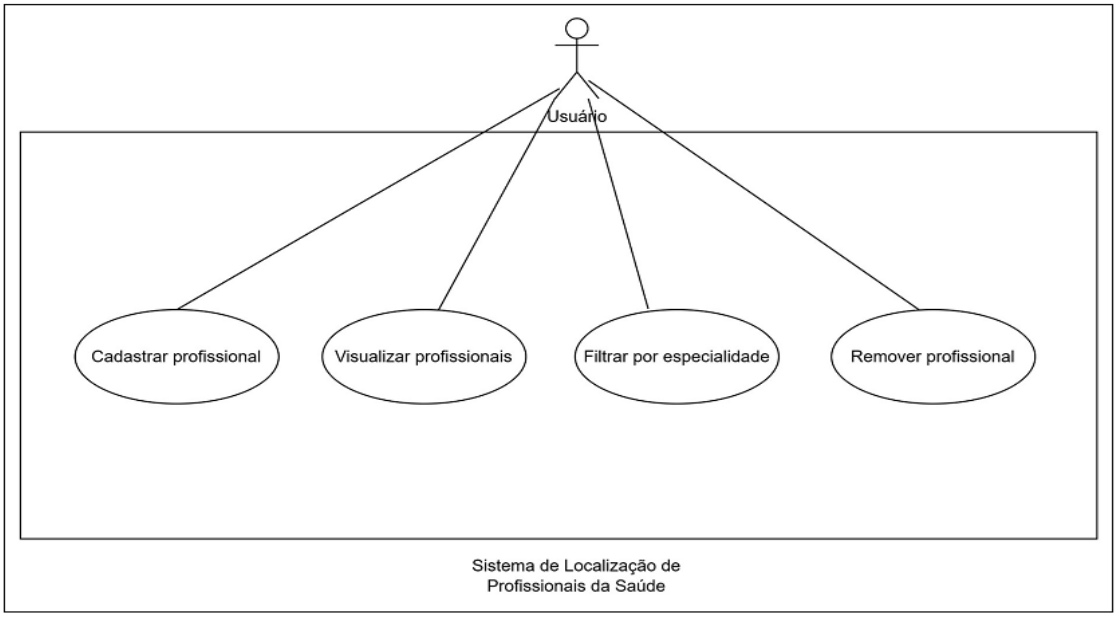


Fonte: Elaboração própria, 2026.

O sistema foi estruturado de forma modular, com separação entre as camadas de *frontend* e *backend*. No *frontend*, a aplicação foi organizada em componentes reutilizáveis responsáveis pela interface e interação. No *backend*, a estrutura foi definida por rotas encarregadas do gerenciamento das operações relacionadas aos médicos. As principais funcionalidades disponibilizadas ao usuário podem ser observadas no diagrama de caso de uso apresentado na Figura 2.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Figura 2. Diagrama de caso de uso com as principais funcionalidades



Fonte: Elaboração própria, 2026.

No *backend*, as rotas recebem requisições do *frontend*, processam os dados e interagem com o banco de dados. Foram implementadas operações de cadastro, listagem e exclusão, conforme ilustrado na Figura 3. Essa estrutura mantém o gerenciamento dos registros separado da camada de apresentação.

Figura 3. Implementação das rotas da API para gerenciamento dos médicos

Fonte: Elaboração própria, 2026.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

2.3. Tecnologias utilizadas

O desenvolvimento do sistema utilizou tecnologias voltadas à construção de aplicações *web* interativas, integrando recursos de *frontend*, *backend*, banco de dados e visualização geográfica.

No *frontend*, foram utilizados React, TypeScript e Vite para construção da interface da aplicação (React, s.d.; Microsoft, 2026; Vite, 2026). A visualização geográfica foi implementada com Leaflet e React Leaflet, permitindo a exibição dos médicos em mapas interativos (Leaflet, 2025; React Leaflet, 2025).

Para melhorar a organização visual em cenários com maior volume de dados, utilizou-se a biblioteca React Leaflet Cluster, responsável pelo agrupamento de marcadores próximos no mapa. A componentização separou o mapa, o formulário, a legenda e o filtro por especialidade, favorecendo a manutenção e a reutilização do código.

No *backend*, utilizou-se Node.js com Express para implementar a API responsável pelo gerenciamento das operações do sistema, incluindo cadastro, listagem e exclusão dos médicos (Node.js, s.d.; OpenJS Foundation, s.d.). A troca de dados foi realizada em formato JSON por meio de requisições HTTP entre o *frontend* e as rotas da aplicação.

O armazenamento das informações foi realizado no MongoDB, com utilização do Mongoose para modelagem e manipulação dos dados. O Nominatim, baseado em dados do OpenStreetMap, foi empregado na conversão de endereços em coordenadas geográficas, possibilitando sua representação espacial no mapa.

2.4. Estrutura dos dados e etapas de validação

Cada registro de médico foi modelado como um documento composto por campos cadastrais, coordenadas e datas de controle. Nome, especialidade, endereço e telefone são utilizados para identificação e apresentação ao usuário; latitude e longitude permitem posicionar o marcador; e as datas de criação e atualização auxiliam no acompanhamento do registro. A Tabela 1 sintetiza essa estrutura.

Tabela 1. Estrutura dos dados armazenados para cada médico

Campo	Tipo	Descrição
name	String	Nome do médico
specialty	String	Especialidade médica
address	String	Endereço informado no cadastro
phone	String	Telefone para contato

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

latitude	Double	Coordenada de latitude
longitude	Double	Coordenada de longitude
createdAt	Date	Data de criação do registro
updatedAt	Date	Data da última atualização

Fonte: Elaboração própria, 2026.

O fluxo de cadastro inicia-se com o preenchimento dos campos obrigatórios. Ao informar um endereço, a interface solicita ao serviço de geocodificação as coordenadas correspondentes. Após a confirmação, os dados são enviados ao *backend*, validados e armazenados. Em seguida, a interface solicita novamente a lista de médicos para apresentar o novo registro no mapa.

A verificação funcional foi conduzida por cenários derivados dos objetivos específicos. Foram examinados o cadastro por endereço, a recuperação após recarregar a página, a apresentação das informações no marcador, a filtragem por especialidade, a exclusão e o agrupamento de registros próximos. Para cada cenário, compararam-se o comportamento esperado, a resposta observada na interface e, quando aplicável, o registro persistido.

Também foram examinados os comportamentos diante de campos obrigatórios vazios, endereço não localizado e indisponibilidade da API. Nos dois primeiros casos, a interface impediu o cadastro e apresentou orientação ao usuário. Com o *backend* interrompido, o mapa permaneceu disponível, porém sem marcadores e sem mensagem explícita de erro; após o reinício do servidor, os registros voltaram a ser exibidos. A ausência desse retorno visual foi registrada como limitação do protótipo.

A verificação final foi executada em computador com Windows 11 Pro 25H2, compilação 26200.9168, utilizando Google Chrome 153.0.8010.28, Node.js 24.14.0, npm 11.9.0 e MongoDB 8.2.5. O *frontend* empregou React 19.2.4, TypeScript 5.9.3, Vite 7.3.1, Leaflet 1.9.4, React Leaflet 5.0.0 e React Leaflet Cluster 4.0.0. O *backend* utilizou Express 5.2.1 e Mongoose 9.2.4. O Thunder Client 2.41.1 foi utilizado como ferramenta auxiliar nas requisições à API. Os cenários foram executados com aproximadamente 20 registros simulados. A Tabela 2 sintetiza os cenários verificados e os resultados observados.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Tabela 2. Cenários e resultados da verificação funcional

Cenário	Entrada / condição	Esperado	Observado	Status
Carga inicial	Cerca de 20 registros	Exibir mapa e registros	Mapa, marcadores e agrupamentos exibidos	Aprovado
Cadastro por endereço	Dados válidos e endereço real	Geocodificar, gravar e exibir	Coordenadas obtidas e marcador exibido	Aprovado
Persistência	Página atualizada após o cadastro	Recuperar o registro gravado	Registro permaneceu disponível	Aprovado
Dados do marcador	Seleção de um marcador	Exibir os dados cadastrados	Nome, especialidade, endereço e telefone exibidos	Aprovado
Filtro por especialidade	Especialidade Cardiologista	Exibir apenas a especialidade selecionada	Somente os marcadores correspondentes ficaram visíveis	Aprovado
Exclusão	Registro criado no teste	Remover do mapa e do banco	Marcador removido e ausente após atualizar a página	Aprovado
Obrigatoriedade	Formulário vazio	Impedir o envio e indicar a pendência	Envio bloqueado; mensagem “Preencha este campo”	Aprovado
Endereço inválido	Endereço inexistente	Impedir o cadastro e informar o erro	Mensagem orientou a verificar o endereço	Aprovado
Falha da API	*Backend* interrompido	Informar a indisponibilidade da API	Mapa ficou sem marcadores e sem mensagem; dados reapareceram após o reinício	Reprovado

Fonte: Elaboração própria, 2026.

No processo de geocodificação, o Nominatim, baseado em dados do OpenStreetMap, foi utilizado para converter endereços em coordenadas geográficas (OpenStreetMap Wiki, 2026; Nominatim, s.d.). A resposta do serviço fornece os valores necessários ao posicionamento espacial do registro. A Figura 4 apresenta o formulário com o endereço informado e as coordenadas encontradas.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Figura 4. Interface do formulário para cadastro com inserção de endereço

Fonte: Elaboração própria, 2026.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Estrutura e fluxo da aplicação

A implementação integrou *frontend*, *backend*, banco de dados e serviço de geocodificação em um fluxo único. A interface foi dividida em componentes reutilizáveis para o mapa, o formulário de cadastro e o filtro por especialidade. No servidor, rotas específicas processam as requisições e interagem com a coleção de médicos, permitindo que os registros sejam recuperados e atualizados na interface.

O cadastro é realizado pelo preenchimento de um endereço, posteriormente convertido em coordenadas pelo serviço de geocodificação. Após a gravação, o registro é apresentado no mapa. A Figura 5 mostra o formulário integrado à interface cartográfica.

A separação entre interface, API e persistência correspondeu à organização prevista para o protótipo. As operações visuais permaneceram no *frontend*, enquanto o acesso aos dados ocorreu por rotas do *backend*. Dessa forma, a interface não se conecta diretamente ao banco, e as verificações anteriores à gravação ou à exclusão ficam centralizadas no servidor.

Durante a execução dos cenários, o cadastro bem-sucedido resultou na inclusão do novo marcador. A recuperação da lista após a operação manteve a correspondência entre o mapa e os dados persistidos. Quando o serviço não encontrou coordenadas para o endereço informado, o cadastro não foi concluído e a interface permaneceu disponível para correção dos dados.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Figura 5. Formulário de cadastro integrado ao mapa

Fonte: Elaboração própria, 2026.

3.2. Visualização, filtragem e gerenciamento dos médicos

Após o cadastro, os registros são representados por marcadores posicionados conforme as coordenadas obtidas. A aplicação recupera os documentos armazenados no MongoDB e apresenta no mapa as informações associadas de nome, especialidade, endereço e telefone. O filtro por especialidade altera o conjunto de marcadores exibidos, conforme a Figura 6.

A seleção de um marcador abre uma janela com os dados cadastrados e a opção de exclusão do registro. A Figura 7 apresenta esse comportamento na interface cartográfica. A verificação confirmou a abertura da janela e a correspondência dos dados exibidos com o registro persistido, sem avaliar redução de etapas de navegação ou facilidade de uso.

O filtro foi aplicado sobre a coleção recuperada e provocou a renderização apenas dos médicos cuja especialidade correspondia à opção selecionada. Quando nenhum filtro estava ativo, todos os registros eram apresentados. O comportamento observado correspondeu à funcionalidade prevista de possibilitar uma consulta temática sem alterar os dados armazenados.

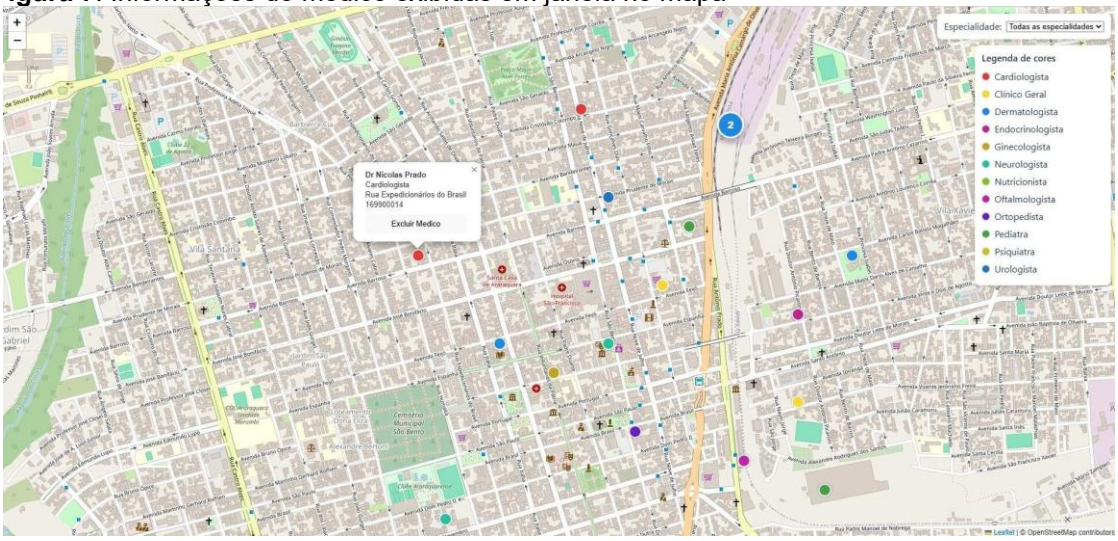
A exclusão utiliza o identificador único do documento. Após a operação, a lista foi atualizada, o marcador deixou de ser exibido e permaneceu ausente depois da atualização da página, confirmando a remoção do registro persistido.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Figura 6. Exibição dos médicos no mapa interativo

Fonte: Elaboração própria, 2026.

Figura 7. Informações do médico exibidas em janela no mapa



Fonte: Elaboração própria, 2026.

3.3. Agrupamento de marcadores e análise dos resultados

Nos cenários com maior concentração de registros, o agrupamento reuniu pontos próximos em indicadores numéricos, reorganizados conforme o nível de *zoom*, como apresentado na Figura 8. No conjunto simulado, esse comportamento reduziu a sobreposição visual entre os marcadores. Como não foram realizados testes de desempenho nem avaliação com usuários, não são inferidos ganhos de legibilidade, usabilidade ou escalabilidade.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

A verificação funcional demonstrou a execução do cadastro por endereço, da persistência e recuperação dos dados, da filtragem por especialidade, da apresentação das informações e da exclusão de registros. Também foi observado o agrupamento de marcadores próximos. Esses resultados se restringem aos cenários e ao conjunto de dados simulados utilizados.

Os resultados sustentam a hipótese restrita de viabilidade técnica da integração entre cadastro, geocodificação, persistência, filtragem e representação cartográfica. A avaliação não incluiu usuários externos nem métricas quantitativas de usabilidade, desempenho ou precisão. Portanto, as conclusões referem-se ao funcionamento observado na prova de conceito, e não à eficiência da busca ou ao impacto sobre o acesso real ao atendimento médico.

Figura 8. Agrupamento de marcadores no mapa interativo

Fonte: Elaboração própria, 2026.

3.4. Síntese dos objetivos, contribuições e limitações

A análise dos cenários indica que o objetivo geral foi alcançado no escopo proposto: foi construída uma aplicação *web* capaz de associar médicos simulados a posições geográficas e apresentá-los em mapa interativo. Os objetivos específicos também foram contemplados pelas funções de cadastro, visualização, exclusão, filtragem por especialidade, persistência e agrupamento de marcadores.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Em relação ao problema de pesquisa, o sistema reúne em uma mesma interface informações que poderiam estar dispersas em diferentes registros. As funcionalidades implementadas permitem observar a distribuição espacial simulada, restringir os marcadores por especialidade e consultar os dados associados sem sair do mapa. Essa forma de representação é compatível com estudos que discutem o uso de visualizações geográficas interativas para organizar e explorar informações em saúde (Chishtie *et al.*, 2022; Nicholson *et al.*, 2023).

A principal contribuição técnica consiste na integração de tecnologias acessíveis em uma arquitetura reproduzível para fins acadêmicos. O trabalho demonstra o encadeamento entre entrada textual, geocodificação, armazenamento, API e renderização cartográfica. A contribuição prática está na organização visual dos registros e na possibilidade de adaptar a solução a outros serviços localizáveis.

A interpretação dos resultados deve considerar que as verificações ocorreram em ambiente controlado, com volume reduzido e dados fictícios. Não foram avaliados tempo de execução das tarefas, taxa de sucesso de usuários, satisfação, acessibilidade, precisão da geocodificação ou desempenho sob carga. Também não houve comparação experimental com mecanismos tradicionais de busca. Durante a indisponibilidade do *backend*, o mapa permaneceu sem marcadores e não apresentou mensagem explícita de erro, evidenciando a necessidade de aprimorar o retorno visual da interface. Portanto, os resultados demonstram o funcionamento técnico observado nos cenários executados, sem comprovar superioridade em clareza, eficiência ou usabilidade.

Uma aplicação pública exigiria ainda processos de verificação profissional, atualização periódica, consentimento e proteção de dados. Seria necessário definir responsabilidades sobre a exatidão dos endereços, disponibilidade de atendimento e uso das informações de contato. Essas exigências não invalidam o protótipo, mas delimitam a diferença entre uma prova de conceito acadêmica e um serviço pronto para operação em escala.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho desenvolveu um sistema *web* para localização de médicos utilizando geocodificação e mapas interativos. A solução integrou cadastro, banco de dados, conversão de endereços em coordenadas, filtragem por especialidade e representação espacial dos registros, atendendo aos objetivos definidos para a prova de conceito.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Em resposta à questão de pesquisa, verificou-se que a integração desenvolvida possibilita reunir registros simulados em uma interface cartográfica, apresentar sua distribuição espacial, aplicar filtros por especialidade e consultar as informações associadas aos marcadores. Nos cenários executados, essas funcionalidades apresentaram o comportamento esperado. Como não houve avaliação com usuários nem comparação experimental, os resultados não permitem afirmar que o sistema torna a identificação mais fácil, eficiente ou clara.

Como limitações, destacam-se o uso de dados fictícios, a dependência de serviço externo de geocodificação e a ausência de testes com usuários. O sistema também não contempla edição de registros nem recomendação em tempo real com base na localização do usuário. Trabalhos futuros podem incorporar bases reais autorizadas, mecanismos de atualização, avaliação de usabilidade e recursos de proximidade, observando requisitos de privacidade, segurança e qualidade dos dados.

A continuidade do projeto pode incluir autenticação, perfis administrativos, edição cadastral, confirmação de endereços e cálculo de distância a partir da posição autorizada do usuário. Recomenda-se, antes de qualquer disponibilização pública, realizar testes de usabilidade e acessibilidade com participantes, estabelecer critérios de governança dos dados e avaliar a capacidade da infraestrutura sob maior volume de registros.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Disseminação e uso de dados geográficos na Web**. Brasília, DF: ANA, 2017. Apresentação realizada na Oficina sobre o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos — SNIRH. Disponível em: https://progestao.ana.gov.br/destaque-superior/eventos/oficinas-de-intercambio-1/snirh-1/snirh-1/oficina-snirh-em-brasilia-turma-3. Acesso em: 23 ago. 2026.

CHANDRAN, Anupama; ROY, Pankaj. Applications of geographical information system and spatial analysis in Indian health research: a systematic review. **BMC Health Services Research**, v. 24, p. 1448, 2024. DOI: https://doi.org/10.1186/s12913-024-11837-9.

CHISHTIE, Jawad *et al.* Interactive visualization applications in population health and health services research: systematic scoping review. **Journal of Medical Internet Research**, v. 24, n. 2, e27534, 2022. DOI: https://doi.org/10.2196/27534.

EPIZITONE, Ayogeboh; MOYANE, Smangele Pretty; AGBEHADJI, Israel Edem. A systematic literature review of health information systems for healthcare. **Healthcare**, v. 11, n. 7, p. 959, 2023. DOI: https://doi.org/10.3390/healthcare11070959.

ERKU, Daniel *et al.* Digital health interventions to improve access to and quality of primary health care services: a scoping review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 20, n. 19, p. 6854, 2023. DOI: https://doi.org/10.3390/ijerph20196854.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

GOOGLE DEVELOPERS. **Geocoding request and response**. 2026. Disponível em: https://developers.google.com/maps/documentation/geocoding/requests-geocoding. Acesso em: 22 mar. 2026.

HUANG, Haosheng *et al.* Location-based services: ongoing evolution and research agenda. **Journal of Location Based Services**, v. 12, n. 2, p. 63-93, 2018. DOI: https://doi.org/10.1080/17489725.2018.1508763.

JIA, Xiaoyun; PANG, Yan; LIU, Liangni Sally. Online health information seeking behavior: a systematic review. **Healthcare**, v. 9, n. 12, p. 1740, 2021. DOI: https://doi.org/10.3390/healthcare9121740.

LEAFLET. **Leaflet**: a JavaScript library for interactive maps. 2025. Disponível em: https://leafletjs.com/. Acesso em: 22 mar. 2026.

MDN WEB DOCS. **Geolocation API**. 2026. Disponível em: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/Geolocation_API. Acesso em: 22 mar. 2026.

MICROSOFT. **TypeScript Documentation**. 2026. Disponível em: https://www.typescriptlang.org/docs/handbook/typescript-in-5-minutes.html. Acesso em: 22 mar. 2026.

MONGODB. **MongoDB Manual**. [s.d.]. Disponível em: https://www.mongodb.com/docs/manual/. Acesso em: 22 mar. 2026.

MONGOOSE. **Schemas**. [s.d.]. Disponível em: https://mongoosejs.com/docs/guide.html. Acesso em: 22 mar. 2026.

NICHOLSON, Calum; HANLY, Mark; CELERMAJER, David S. An interactive geographic information system to inform optimal locations for healthcare services. **PLOS Digital Health**, v. 2, n. 5, e0000253, 2023. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pdig.0000253.

NODE.JS. **Node.js**. [s.d.]. Disponível em: https://nodejs.org/en. Acesso em: 22 mar. 2026.

NOMINATIM. **Nominatim**. [s.d.]. Disponível em: https://nominatim.org/. Acesso em: 22 mar. 2026.

OPENJS FOUNDATION. **Express – Hello world example**. [s.d.]. Disponível em: https://expressjs.com/en/starter/hello-world.html. Acesso em: 22 mar. 2026.

OPENSTREETMAP WIKI. **About OpenStreetMap**. 2026. Disponível em: https://wiki.openstreetmap.org/wiki/About_OpenStreetMap. Acesso em: 22 mar. 2026.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Global strategy on digital health 2020–2025**. Geneva: World Health Organization, 2021. Disponível em: https://www.who.int/publications/i/item/9789240020924. Acesso em: 23 ago. 2026.

PRESSMAN, Roger S.; MAXIM, Bruce R. **Engenharia de software**: uma abordagem profissional. 9. ed. Porto Alegre: AMGH, 2021.

REACT. **React**. [s.d.]. Disponível em: https://react.dev/. Acesso em: 22 mar. 2026.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REACT LEAFLET. **Introduction**. 2025. Disponível em: https://react-leaflet.js.org/docs/start-introduction/. Acesso em: 22 mar. 2026.

REACT LEAFLET CLUSTER. **React Leaflet Cluster**. [s.d.]. Disponível em: https://akursat.gitbook.io/marker-cluster. Acesso em: 23 maio 2026.

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de software**. 10. ed. São Paulo: Pearson, 2019.

VITE. **Why Vite**. 2026. Disponível em: https://vite.dev/guide/why. Acesso em: 22 mar. 2026.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.