REVISTA TÓPICOS
ISSN 2965-6672 | Qualis A2

VACINET: PLATAFORMA WEB ACESSÍVEL PARA O ACOMPANHAMENTO VACINAL DO CIDADÃO EM MANAUS

VACINET: AN ACCESSIBLE WEB PLATFORM FOR CITIZEN VACCINATION TRACKING IN MANAUS

Ciências Exatas e da Terra • 27/11/2026

REGISTRO DOI: 10.70773/revistatopicos/795667570

Arthur Gomes Fonseca[1]

Letícia Sofia Guimarães Ramos[2]

Marcelo do Vale Moura de Souza[3]

Yasmin Corrêa Barros[4]

RESUMO

A queda da cobertura vacinal no Brasil está associada, entre outros fatores, ao esquecimento das datas de imunização, à dificuldade de compreender o calendário vacinal e à circulação de desinformação sobre vacinas. Este artigo apresenta o desenvolvimento do Vacinet, plataforma web acessível que centraliza as informações de vacinação do cidadão de Manaus. A pesquisa, aplicada e de natureza tecnológica, combinou revisão bibliográfica e desenvolvimento incremental de software ao longo de dez semanas. O sistema utiliza HTML, CSS e JavaScript no front-end e o Supabase no back-end, com banco de dados PostgreSQL e regras de acesso por usuário aplicadas no próprio banco. O protótipo reúne carteira de vacinação digital com cálculo automático da situação de cada vacina, lembretes da próxima dose, consulta de postos de vacinação e checagem de boatos, com interface orientada pelas diretrizes WCAG 2.1. A verificação foi estruturada em 15 casos de teste funcionais, de segurança e de acessibilidade, com os fluxos principais automatizados no Cypress. Todos os 14 casos executados foram aprovados, e os defeitos identificados ao longo do desenvolvimento, como problemas de responsividade da tela inicial, foram corrigidos; o caso restante aguarda a conclusão do envio de lembretes por e-mail. Conclui-se que a integração dessas funcionalidades em um único ambiente acessível aproxima a informação vacinal do cidadão, embora a integração com sistemas oficiais e a validação com usuários ainda representem desafios.

Palavras-chave: Vacinação; Sistemas de informação; Acessibilidade digital; Saúde digital.

ABSTRACT

The decline in vaccination coverage in Brazil is associated, among other factors, with forgotten immunization dates, difficulty in

understanding the vaccination schedule, and the spread of vaccine misinformation. This article presents the development of Vacinet, an accessible web platform that centralizes vaccination information for citizens of Manaus. The applied technological research combined a literature review with incremental software development over ten weeks. The system uses HTML, CSS, and JavaScript on the front end and Supabase on the back end, with a PostgreSQL database and per-user access rules enforced in the database itself. The prototype brings together a digital vaccination card with automatic calculation of each vaccine's status, next-dose reminders, a search for vaccination sites, and fact-checking of vaccine rumors, with an interface guided by the WCAG 2.1 guidelines. Verification was structured into 15 functional, security, and accessibility test cases, with the main flows automated in Cypress. All 14 executed test cases passed, and the defects found during development, such as responsiveness issues on the home page, were fixed; the remaining case awaits the completion of e-mail reminders. It is concluded that integrating these features into a single accessible environment brings vaccination information closer to citizens, although integration with official systems and validation with users remain challenges.
Keywords: Vaccination; Information systems; Digital accessibility; Digital health.

1. INTRODUÇÃO

Os Sistemas de Informação (SI) transformam dados em informação útil para apoiar decisões e serviços, e seu uso na saúde vem se expandindo em todas as frentes do cuidado. No campo da vacinação, essas tecnologias são empregadas tanto em atividades administrativas, como o registro, o controle e o acompanhamento

de dados vacinais, quanto em ações educativas e comunicacionais voltadas à população (Nunes *et al.*, 2025). Nesse sentido, a literatura recente conclui que "as tecnologias digitais são ferramentas estratégicas para ampliar a cobertura vacinal" (Nunes *et al.*, 2025, p. 21).

A vacinação "é uma das intervenções de saúde pública mais eficazes e custo-efetivas do mundo, contribuindo significativamente para a melhoria da qualidade de vida da população" (Owada; Mota, 2024, p. 2). No Brasil, segundo o Ministério da Saúde (Brasil, 2023), o Programa Nacional de Imunizações (PNI) garante o acesso gratuito aos imunobiológicos por meio do Sistema Único de Saúde (SUS). Apesar dessa ampla oferta, a cobertura vacinal tem apresentado queda: entre 2017 e 2021, a média nacional foi de 68,57%, abaixo da meta de 90% a 95% (Mendes *et al.*, 2023 *apud* Nunes *et al.*, 2025).

Entre os fatores que explicam esse cenário, destacam-se dificuldades ligadas à informação e ao acompanhamento individual. Nunes *et al.* (2025, p. 4) apontam que, "apesar da ampla oferta de vacinas, desafios como a hesitação vacinal e o esquecimento das datas de imunização comprometem a cobertura vacinal ideal". A Tabela 1 resume as principais dificuldades relatadas em pesquisa realizada em 2023 com mães de crianças e adolescentes.

Tabela 1. Dificuldades relatadas no acompanhamento vacinal

Dificuldade	Percentual
Desejo de receber ajuda para lembrar e organizar as datas	79%
Falta de compreensão do calendário vacinal	68%
Dificuldade de gerenciar a carteira de vacinação	59%

Esquecimento das datas de vacinação	56%

Fonte: Instituto Locomotiva (2023 *apud* Owada; Mota, 2024).

A isso se soma o modo como esses registros ainda são mantidos. Owada e Mota (2024, p. 1) destacam “a necessidade de modernizar o registro de vacinas, atualmente feito em papel e suscetível a danos e perdas de dados”. Também há a desinformação difundida nas redes sociais, que fortalece movimentos antivacinação e prejudica a tomada de decisão informada em saúde (Nunes *et al.*, 2025). Assim, o cidadão enfrenta, ao mesmo tempo, dificuldade de compreender o calendário, de lembrar as doses e de guardar seus comprovantes.

As soluções existentes tratam esse problema de forma fragmentada. A Carteira Nacional de Vacinação Digital concentra-se no registro oficial das doses e enfrenta barreiras de acesso entre idosos e pessoas com baixa escolaridade (Costa *et al.*, 2026), enquanto propostas acadêmicas, como o aplicativo Vacina+, permaneceram em estágio de protótipo (Owada; Mota, 2024). O Vacinet propõe reunir, em uma única plataforma web, quatro frentes que nessas soluções aparecem separadas:

- **Controle ativo da carteira:** além de guardar as doses, o sistema calcula a situação de cada vacina (em dia, pendente ou atrasada) e indica a data da próxima dose;

- **Lembretes da próxima dose:** o usuário ativa o lembrete de uma vacina pendente e acompanha, na própria plataforma, a lista de lembretes com a data prevista de cada dose;

- **Informação local e confiável:** consulta de postos de Manaus filtrados por zona, vacina e horário, e checagens de boatos classificadas como fato, falso ou falta contexto;

- **Acessibilidade desde o projeto:** interface baseada nas diretrizes WCAG 2.1, com navegação por teclado, ajuste do tamanho do texto e situação das vacinas sempre indicada por texto, e não apenas por cor.

Diante desse contexto, o problema que orienta a pesquisa é: como reunir, em um único ambiente web acessível, as informações de que o cidadão precisa para acompanhar a própria vacinação? O objetivo geral é desenvolver o Vacinet, sistema web acessível que centraliza as informações de vacinação do cidadão de Manaus. Os objetivos específicos são: levantar, na literatura, as dificuldades do acompanhamento vacinal e os requisitos de acessibilidade aplicáveis; especificar e modelar o sistema; implementar o protótipo; e verificá-lo por meio de testes funcionais, de segurança e de acessibilidade.

O trabalho justifica-se pela queda da cobertura vacinal e pela evidência de que lembretes e informação clara favorecem a adesão à vacinação (Nunes *et al.*, 2025). O artigo está organizado da seguinte forma: a seção 2 apresenta a fundamentação teórica e os trabalhos relacionados; a seção 3 descreve a metodologia; a seção 4 apresenta e discute os resultados; e a seção 5 traz as considerações finais.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Sistemas de Informação e Tecnologias Digitais no Monitoramento Vacinal

Os sistemas de informação aplicados à saúde vêm sendo incorporados às ações de imunização em diferentes frentes. Em uma revisão integrativa de 16 estudos, Nunes *et al.* (2025) identificaram sistemas de informação eletrônicos, plataformas de gerenciamento, aplicativos móveis, painéis interativos, mensagens de texto (SMS) e mídias sociais, empregados tanto para fins administrativos quanto em ações educativas voltadas à população.

No Brasil, os mesmos autores descrevem o avanço do Sistema de Informação do Programa Nacional de Imunizações (SIPNI): "A digitalização reduziu erros de transcrição, permitiu o monitoramento em tempo real da cobertura vacinal e facilitou a identificação de grupos vulneráveis" (Nunes *et al.*, 2025, p. 15). Persistem, contudo, desafios como conectividade limitada, falta de capacitação e integração insuficiente entre sistemas. Os autores relatam, ainda, que lembretes por SMS aumentaram de forma significativa as taxas de vacinação e que as tecnologias digitais se mostraram, na maioria dos casos, custo-efetivas.

Esse panorama evidencia que a tecnologia, isoladamente, não resolve o problema. O resultado depende de como a informação é organizada e de quão acessível ela chega a quem precisa dela, ou seja, ao cidadão.

2.2. Registro de Vacinação e Carteira Digital no Brasil

O PNI foi instituído pela Lei nº 6.259/1975 e orienta-se pelo Calendário Nacional de Vacinação, que contempla crianças, adolescentes, adultos, idosos, gestantes e povos indígenas (Costa *et al.*, 2026). O registro das doses, antes feito apenas de forma manual na caderneta, passou a integrar a Carteira Nacional de Vacinação

Digital (CNV Digital), disponível no aplicativo Meu SUS Digital (Costa *et al.*, 2026), que reunia, segundo o Ministério da Saúde, mais de 4,5 milhões de usuários ativos em 2024 (Brasil, 2024).

Para Costa *et al.* (2026, p. 16), a CNV Digital "possibilita que os usuários consultem, de maneira centralizada, seus registros de imunização". Os autores também apontam limites do modelo, ao afirmar que "a dependência tecnológica e a ausência de políticas consolidadas de preservação digital representam riscos à integridade, confiabilidade e autenticidade do documento" (Costa *et al.*, 2026, p. 15). As alternativas digitais disponíveis localmente também se mostraram limitadas: ao analisar cinco modelos de carteira de vacinação, Owada e Mota (2024) observaram que as versões digitais acessadas por meio da SEMSA Manaus e do ConecteSUS apresentavam apenas comprovantes de vacinação contra a Covid-19, o que mantinha o cidadão dependente da caderneta em papel para as demais vacinas.

2.3. Desinformação, Hesitação Vacinal e Comunicação em Saúde

A confiança nas vacinas é afetada pelo ambiente informacional. Oliveira *et al.* (2025) analisaram 1.550 comentários publicados em postagens de cinco grandes veículos de comunicação no Facebook sobre a chegada da vacina contra a dengue ao Brasil. Do total, 461 comentários (29,74%) continham algum elemento de desinformação, organizado em cinco categorias: desinfodemia, vetores de desinformação, polarização política da vacina, hesitação e recusa vacinal e experiências pessoais. Entre as medidas de enfrentamento, os autores afirmam que "é crucial o investimento em educação em saúde e alfabetização digital" (Oliveira *et al.*, 2025, p. 7).

No campo do design da informação, Owada e Mota (2024) reúnem boas práticas para materiais de saúde, como uso de fonte simples, organização em listas, linguagem concreta, ausência de jargões técnicos e apoio de ícones e pictogramas, recomendações particularmente relevantes para pessoas com baixa literacia em saúde.

2.4. Acessibilidade Digital em Serviços Públicos

Sistemas voltados ao cidadão precisam ser utilizáveis por todos. Santos, Moreira e Santos (2026) avaliaram portais governamentais com a ferramenta WAVE, com base nas diretrizes WCAG 2.2, e defendem que "a acessibilidade não deve ser tratada apenas como requisito técnico, mas como condição para o exercício da cidadania" (Santos; Moreira; Santos, 2026, p. 2). Entre os resultados, o portal gov.br registrou 8 erros, 18 alertas e 22 problemas de contraste. Os autores ressalvam que a avaliação automática não substitui validações manuais e testes com usuários.

A acessibilidade relaciona-se diretamente à inclusão de públicos específicos. Costa *et al.* (2026, p. 16) afirmam que "as limitações no acesso da população com baixa escolaridade, idosos e residentes em áreas remotas, por exemplo, produzem barreiras que afetam, diretamente, o exercício do direito à saúde".

2.5. Engenharia de Requisitos para Sistemas de Saúde Voltados a Idosos

Xiao, Grundy e Madugalla (2025), em revisão sistemática sobre engenharia de requisitos para software de saúde digital voltado a pessoas idosas, destacam a importância de compreender as características físicas, cognitivas e sociais desse público para definir

requisitos adequados. Khamaj e Ali (2024) identificaram, em aplicativos de saúde, dificuldades como fontes pequenas, navegação complexa e interfaces pouco intuitivas, que prejudicam o uso por idosos. Teixeira, Eusébio e Teixeira (2024), por sua vez, evidenciaram a importância de integrar os requisitos de acessibilidade ao longo de todo o processo de desenvolvimento de sistemas de informação, e não apenas após a implementação.

2.6. Trabalhos Relacionados

Além dos estudos já citados, há soluções voltadas ao registro vacinal pelo próprio cidadão. Farias, Gonçalves e Bett (2022) apresentaram o MEVACINEI, aplicativo móvel para digitalização da carteira de vacinação, motivado pelo fato de os usuários não terem acesso às doses registradas no sistema do governo, exceto as de Covid-19. No âmbito estadual, o Vacina e Confia, plataforma oficial de gestão da imunização do Espírito Santo integrada à Rede Nacional de Dados em Saúde (RNDS), permite que o cidadão consulte o próprio cartão de vacinação por meio do serviço Acesso Cidadão (Espírito Santo, 2025). O Quadro 1 sintetiza os trabalhos analisados e a relação de cada um com o Vacinet.

Quadro 1. Trabalhos relacionados ao Vacinet

Trabalho	Foco	Relação com o Vacinet
Owada e Mota (2024)	Protótipo do aplicativo Vacina+, com carteirinha digital, campanhas e localização de UBS; teste de usabilidade com 5 usuários (87,28% das tarefas concluídas de forma autônoma)	Referência mais próxima, porém restrita a um protótipo em estágio de conceito

Farias, Gonçalves e Bett (2022)	Aplicativo móvel MEVACINEI para digitalização da carteira de vacinação e controle dos imunizantes pelo usuário	Mesmo problema de registro pelo cidadão, em aplicativo que exige instalação
Espírito Santo (2025)	Vacina e Confia: plataforma estadual integrada à RNDS, com consulta do cartão de vacinação pelo cidadão	Solução oficial de registro, restrita a um estado e voltada principalmente à gestão
Costa *et al.* (2026)	CNV Digital no Meu SUS Digital como documento de arquivo digital	Base para pensar o registro e as barreiras de acesso do cidadão
Nunes *et al.* (2025)	Revisão integrativa sobre tecnologias digitais no monitoramento vacinal	Evidência de que ferramentas digitais podem ampliar a adesão
Oliveira *et al.* (2025)	Desinformação sobre a vacina contra a dengue em mídias sociais	Justifica a necessidade de informação confiável e clara
Santos, Moreira e Santos (2026)	Acessibilidade em portais governamentais com WAVE e WCAG 2.2	Critérios considerados na interface do Vacinet

Fonte: elaborado pelos autores (2026).

De forma geral, os trabalhos mostram soluções voltadas ao registro, propostas de aplicativo centradas em carteirinha e informação, estudos sobre o impacto das tecnologias na cobertura vacinal e análises sobre desinformação e acessibilidade. Entre os trabalhos analisados, essas frentes aparecem separadas, e nenhum reúne em um só lugar as quatro frentes apresentadas na introdução: o controle ativo das vacinas, os lembretes da próxima dose, as

informações locais sobre postos e checagens e a acessibilidade considerada desde o projeto. É nessa lacuna que o Vacinet se posiciona.

3. METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa aplicada, de natureza tecnológica, que resultou no desenvolvimento de um sistema web. O trabalho combinou a pesquisa bibliográfica, utilizada para fundamentar o problema e os requisitos, com o desenvolvimento incremental do software, executado em dez semanas, nas seguintes etapas: definição da proposta e do escopo; arquitetura e camada de dados; desenvolvimento; testes; e validação e entrega.

O público-alvo foi formado por adultos (20 a 59 anos) e idosos (60 anos ou mais) residentes em Manaus, incluindo pessoas com deficiência visual ou baixa familiaridade com tecnologia. Os requisitos foram definidos a partir do problema, do público-alvo e da literatura analisada. Nesta etapa, não foram realizadas entrevistas nem questionários com potenciais usuários: as necessidades do público foram extraídas dos estudos analisados, em especial das dificuldades relatadas na pesquisa do Instituto Locomotiva (2023 *apud* Owada; Mota, 2024) e das barreiras de uso por idosos descritas por Khamaj e Ali (2024), e a participação dos usuários ficou reservada para a avaliação de usabilidade. Foram definidas sete funcionalidades, que delimitaram o escopo do sistema:

- **Carteira digital:** registro de doses e visualização das vacinas em dia, pendentes ou atrasadas;
- **Lembretes:** ativação, listagem e cancelamento de lembretes da próxima dose, exibidos na plataforma;

- **Postos próximos:** consulta de unidades por zona, vacina e horário, com opção de ordenação por distância;
- **Notícias e checagens:** consulta de boatos sobre vacinas classificados como fato, falso ou falta contexto;
- **Conta:** cadastro, entrada e saída do sistema, com possibilidade de exclusão da conta;
- **Administração dos dados:** atualização de postos, vacinas disponíveis e checagens pela equipe (em desenvolvimento);
- **Acessibilidade:** ajuste do tamanho do texto em todas as telas, mantido durante a navegação.

Ficaram fora do escopo a integração com o sistema oficial do SUS, o agendamento de vacinação e o aplicativo nativo para celular. Os dados dos postos de vacinação foram simulados, pois a validação com fontes oficiais não coube no prazo do projeto. O conteúdo das checagens foi elaborado com base em publicações oficiais do Ministério da Saúde e de agências de checagem de fatos, indicadas por link em cada checagem. O Quadro 2 apresenta as ferramentas e tecnologias utilizadas no desenvolvimento.

Quadro 2. Ferramentas e tecnologias utilizadas

Ferramenta	Uso no Vacinet
HTML5, CSS e JavaScript	Construção das telas, das rotas por âncora e da regra de cálculo da situação das vacinas, sem framework
Supabase	Autenticação, API REST gerada a partir das tabelas e funções executadas no servidor (Edge Functions)

PostgreSQL	Armazenamento dos dados e aplicação das regras de acesso com Row Level Security (RLS)
pg_cron e pg_net	Agendamento diário do envio de lembretes por e-mail (em desenvolvimento)
Deno e TypeScript	Implementação da função enviar-lembretes (em desenvolvimento)
Resend	Entrega dos lembretes por e-mail (em desenvolvimento)
VS Code e Live Server	Edição do código e execução local do site
Git e GitHub	Versionamento, branches por tarefa e revisão por pull request
Cypress	Testes automatizados end-to-end
NVDA	Verificação do uso com leitor de tela
Netlify	Publicação do site com HTTPS

Fonte: elaborado pelos autores (2026).

A escolha do Supabase considerou o prazo do projeto: a alternativa de um back-end próprio em Node.js e Express exigiria escrever do zero o servidor de API e a autenticação. Como referência de acessibilidade, adotaram-se as WCAG 2.1 (W3C, 2018). As WCAG 2.2 (W3C, 2023), versão mais recente, estendem a 2.1 sem invalidar seus critérios, de modo que a adequação aos critérios acrescentados na versão 2.2 foi registrada como trabalho futuro.

Para a verificação, foram definidos 15 casos de teste, cobrindo funcionalidades, segurança e acessibilidade, executados de forma manual e, nos fluxos principais, automatizados com o Cypress. Para a avaliação do protótipo publicado, foram estabelecidas três metas:

pontuação mínima de 95, em 100, na categoria Acessibilidade do Google Lighthouse, que aplica as regras automáticas do axe-core, complementada pela ferramenta WAVE e pela verificação manual; tempo de carregamento da página inicial, medido pela métrica Largest Contentful Paint (LCP) do próprio Lighthouse, abaixo de 2 segundos; e nota de usabilidade de, no mínimo, 80 pontos em 100.

A avaliação de usabilidade foi planejada como etapa seguinte ao desenvolvimento: participantes do público-alvo executarão tarefas no sistema e responderão ao questionário System Usability Scale (Brooke, 1996), cuja pontuação varia de 0 a 100 pontos. Por envolver seres humanos, essa etapa depende da apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa, conforme a Resolução CNS nº 466/2012, e da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido pelos participantes.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Requisitos do Sistema

O levantamento de requisitos resultou em 18 requisitos funcionais, organizados pelas sete funcionalidades definidas na metodologia, conforme o Quadro 3.

Quadro 3. Requisitos funcionais por funcionalidade

Funcionalidade	Requisitos funcionais
Carteira digital	RF01 Registrar dose (data não futura); RF02 Consultar carteira; RF03 Calcular situação das vacinas; RF04 Exibir resumo na tela inicial
Lembretes	RF05 Ativar lembrete (um por vacina); RF06 Listar e cancelar lembretes; RF07 Enviar lembretes por e-mail

	(em desenvolvimento)
Postos próximos	RF08 Listar postos; RF09 Filtrar por zona, vacina e horário; RF10 Ordenar por distância
Notícias e checagens	RF11 Consultar checagens com veredito e fonte; RF12 Buscar e filtrar por veredito
Conta	RF13 Cadastrar conta; RF14 Entrar e sair; RF15 Excluir conta com doses e lembretes
Administração dos dados	RF16 Manter postos e vacinas disponíveis; RF17 Manter checagens
Acessibilidade	RF18 Ajustar o tamanho do texto em todas as telas

Fonte: elaborado pelos autores (2026).

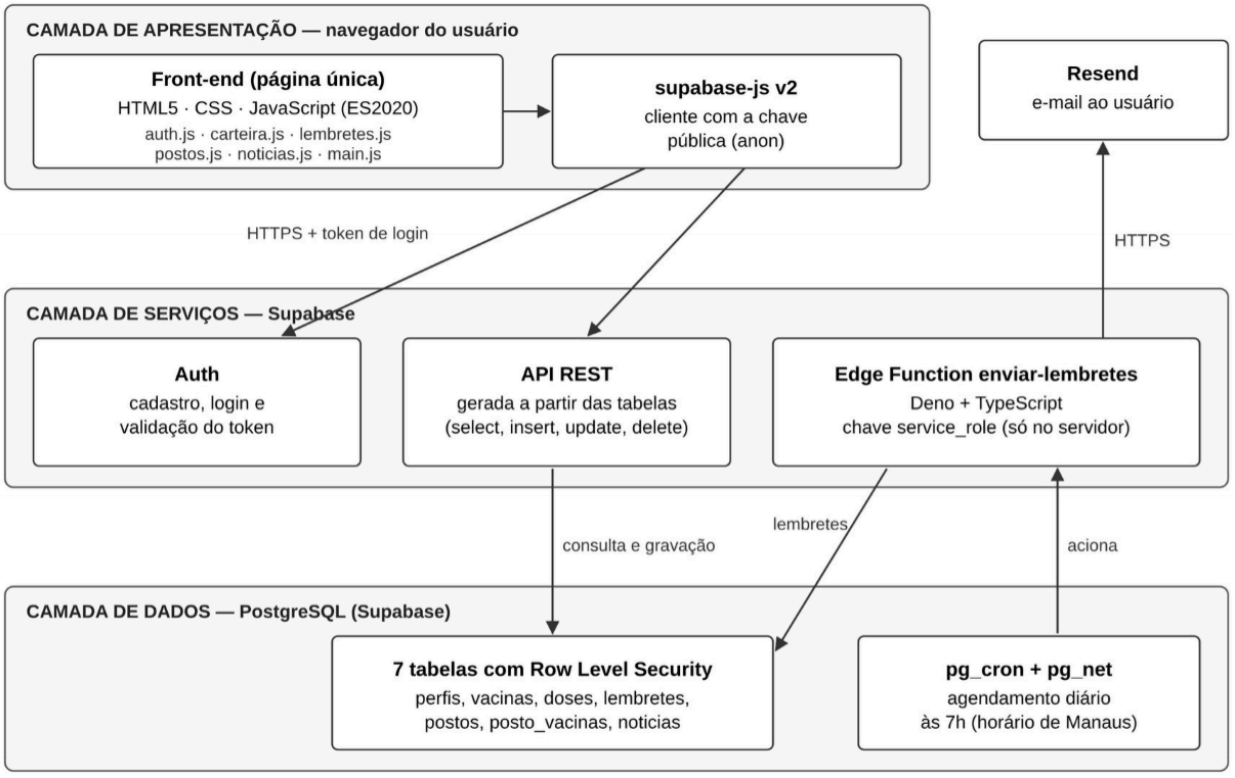
Os requisitos não funcionais contemplaram usabilidade, acessibilidade conforme as WCAG 2.1 (W3C, 2018), responsividade, segurança, privacidade conforme a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (Brasil, 2018), desempenho, confiabilidade das informações, integridade dos dados, compatibilidade e clareza das mensagens. Em consonância com Teixeira, Eusébio e Teixeira (2024), os requisitos de acessibilidade foram considerados desde o planejamento da interface: estrutura semântica em HTML5, link “Pular para o conteúdo”, navegação completa por teclado com foco visível, rótulos em todos os campos e mensagens de erro anunciadas para leitores de tela.

4.2. Arquitetura e Modelagem

O Vacinet foi construído em três camadas: a camada de apresentação, executada no navegador; a camada de serviços, fornecida pelo Supabase; e a camada de dados, no PostgreSQL. O navegador nunca acessa o banco diretamente: todo pedido passa

pelo Supabase, que identifica a pessoa por meio do token obtido no login (Figura 1).

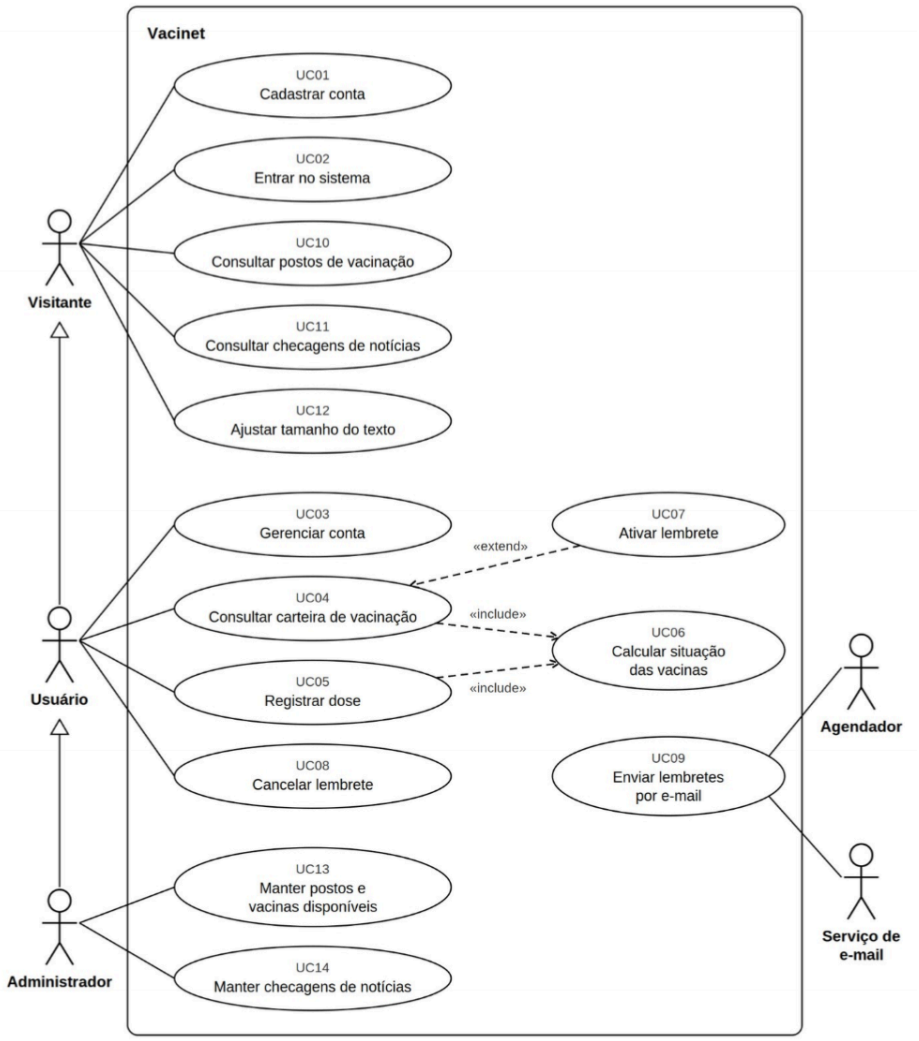
Figura 1. Arquitetura em camadas do Vacinet



Fonte: elaborado pelos autores (2026).

O comportamento esperado do sistema foi modelado com a técnica de casos de uso, que combina o diagrama da UML com descrições textuais das interações (Sommerville, 2018) e integra a modelagem baseada em cenários (Pressman, 2016). Foram definidos 14 casos de uso, distribuídos entre três atores humanos (Visitante, Usuário e Administrador), que correspondem aos níveis de acesso do banco, e dois atores não humanos, previstos para o envio automático de lembretes por e-mail, funcionalidade em desenvolvimento (Figura 2).

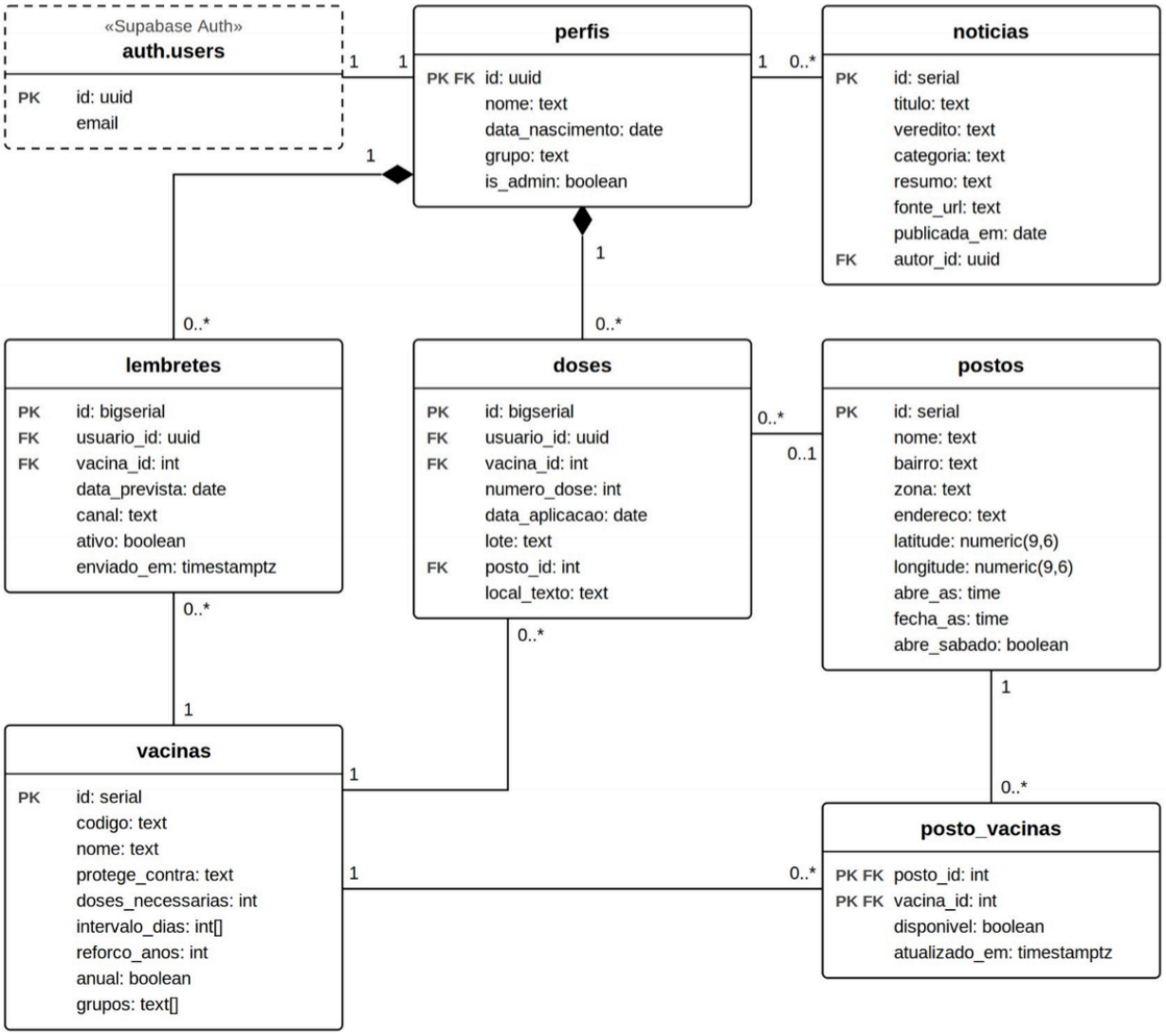
Figura 2. Diagrama de casos de uso do Vacinet



Fonte: elaborado pelos autores (2026).

O banco de dados possui sete tabelas: perfis, vacinas, doses, lembretes, postos, posto_vacinas e noticias (Figura 3). As composições entre perfis, doses e lembretes indicam que esses registros dependem da conta e são apagados em cascata quando ela é excluída. Como dados de vacinação são dados de saúde, tratados pela LGPD como dados pessoais sensíveis, as regras de acesso foram implementadas no próprio banco, por meio do Row Level Security (RLS), de modo que nem uma requisição feita fora do site consegue ler dados de outra pessoa.

Figura 3. Diagrama de classes do banco de dados

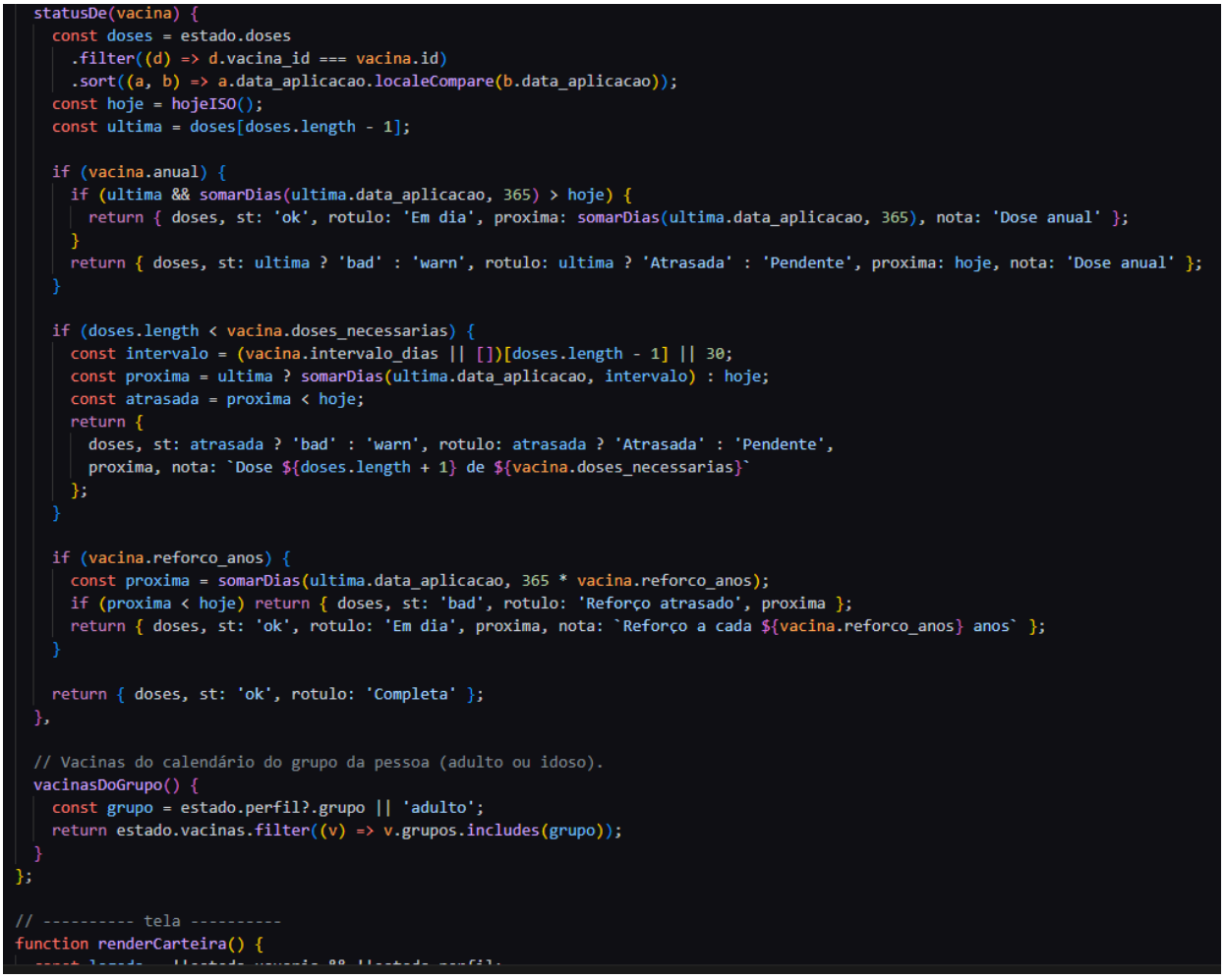


Fonte: elaborado pelos autores (2026).

4.3. Implementação

O front-end foi desenvolvido como página única em HTML, CSS e JavaScript, sem framework e sem etapa de build, com um módulo por tela (auth.js, carteira.js, lembretes.js, postos.js, noticias.js e main.js), além do utils.js, que reúne funções comuns e o estado da aplicação. A principal regra de negócio, o cálculo da situação de cada vacina, foi implementada na função statusDe, apresentada na Figura 4. Vacinas anuais, como Influenza e Covid-19, seguem um caminho próprio, baseado no intervalo de 365 dias desde a última dose; as demais consideram o número de doses, o intervalo entre elas e o prazo de reforço.

Figura 4. Código da regra de cálculo da situação das vacinas (carteira.js)

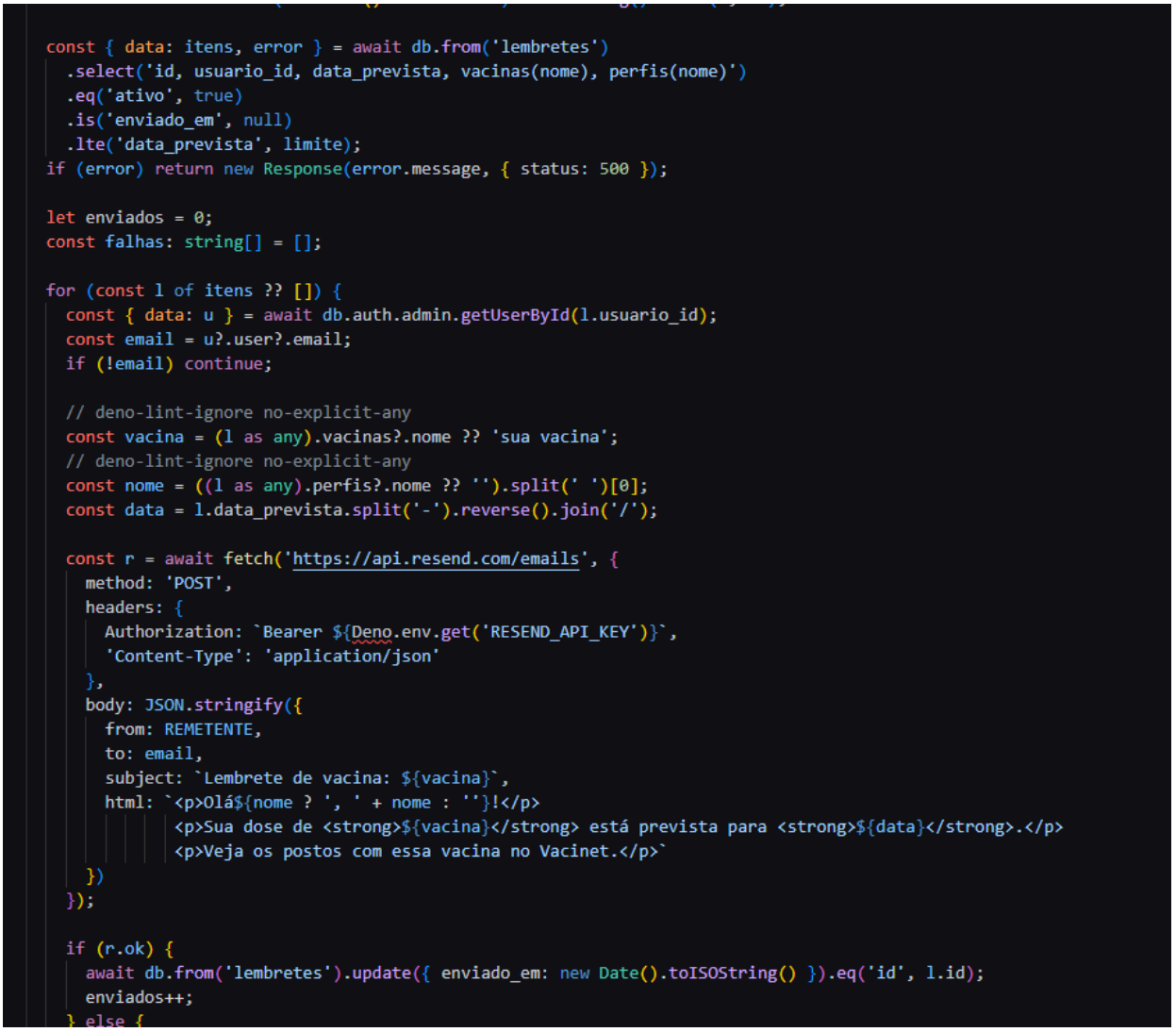


```
  statusDe(vacina) {
    const doses = estado.doses
      .filter((d) => d.vacina_id === vacina.id)
      .sort((a, b) => a.data_aplicacao.localeCompare(b.data_aplicacao));
    const hoje = hojeISO();
    const ultima = doses[doses.length - 1];

    if (vacina.anual) {
      if (ultima && somarDias(ultima.data_aplicacao, 365) > hoje) {
        return { doses, st: 'ok', rotulo: 'Em dia', proxima: somarDias(ultima.data_aplicacao, 365), nota: 'Dose anual' };
      }
      return { doses, st: ultima ? 'bad' : 'warn', rotulo: ultima ? 'Atrasada' : 'Pendente', proxima: hoje, nota: 'Dose anual' };
    }

    if (doses.length < vacina.doses_necessarias) {
      const intervalo = (vacina.intervalo_dias || [])[doses.length - 1] || 30;
      const proxima = ultima ? somarDias(ultima.data_aplicacao, intervalo) : hoje;
      const atrasada = proxima < hoje;
      return {
        doses, st: atrasada ? 'bad' : 'warn', rotulo: atrasada ? 'Atrasada' : 'Pendente',
        proxima, nota: `Dose ${doses.length + 1} de ${vacina.doses_necessarias}`
      };
    }

    if (vacina.reforco_anos) {
      const proxima = somarDias(ultima.data_aplicacao, 365 * vacina.reforco_anos);
      if (proxima < hoje) return { doses, st: 'bad', rotulo: 'Reforço atrasado', proxima };
      return { doses, st: 'ok', rotulo: 'Em dia', proxima, nota: `Reforço a cada ${vacina.reforco_anos} anos` };
    }

    return { doses, st: 'ok', rotulo: 'Completa' };
  },

  // Vacinas do calendário do grupo da pessoa (adulto ou idoso).
  vacinasDoGrupo() {
    const grupo = estado.perfil?.grupo || 'adulto';
    return estado.vacinas.filter((v) => v.grupos.includes(grupo));
  }
};

// ---------- tela ----------
function renderCarteira() {
```

Fonte: elaborado pelos autores (2026).

Na versão atual, os lembretes são gravados no banco de dados e exibidos ao usuário dentro da plataforma, na lista de lembretes ativos, com a data prevista de cada dose. O envio desses lembretes por e-mail encontra-se em desenvolvimento: a versão inicial da Edge Function enviar-lembretes, escrita em TypeScript, já busca os lembretes ativos com data prevista nos próximos sete dias, monta a mensagem com o nome do usuário, a vacina e a data e registra o envio para que o aviso não se repita (Figura 5). Sua entrada em operação depende da configuração do serviço de e-mail Resend e do agendamento diário com as extensões pg_cron e pg_net.

Figura 5. Envio de lembretes por e-mail, em desenvolvimento (index.ts)

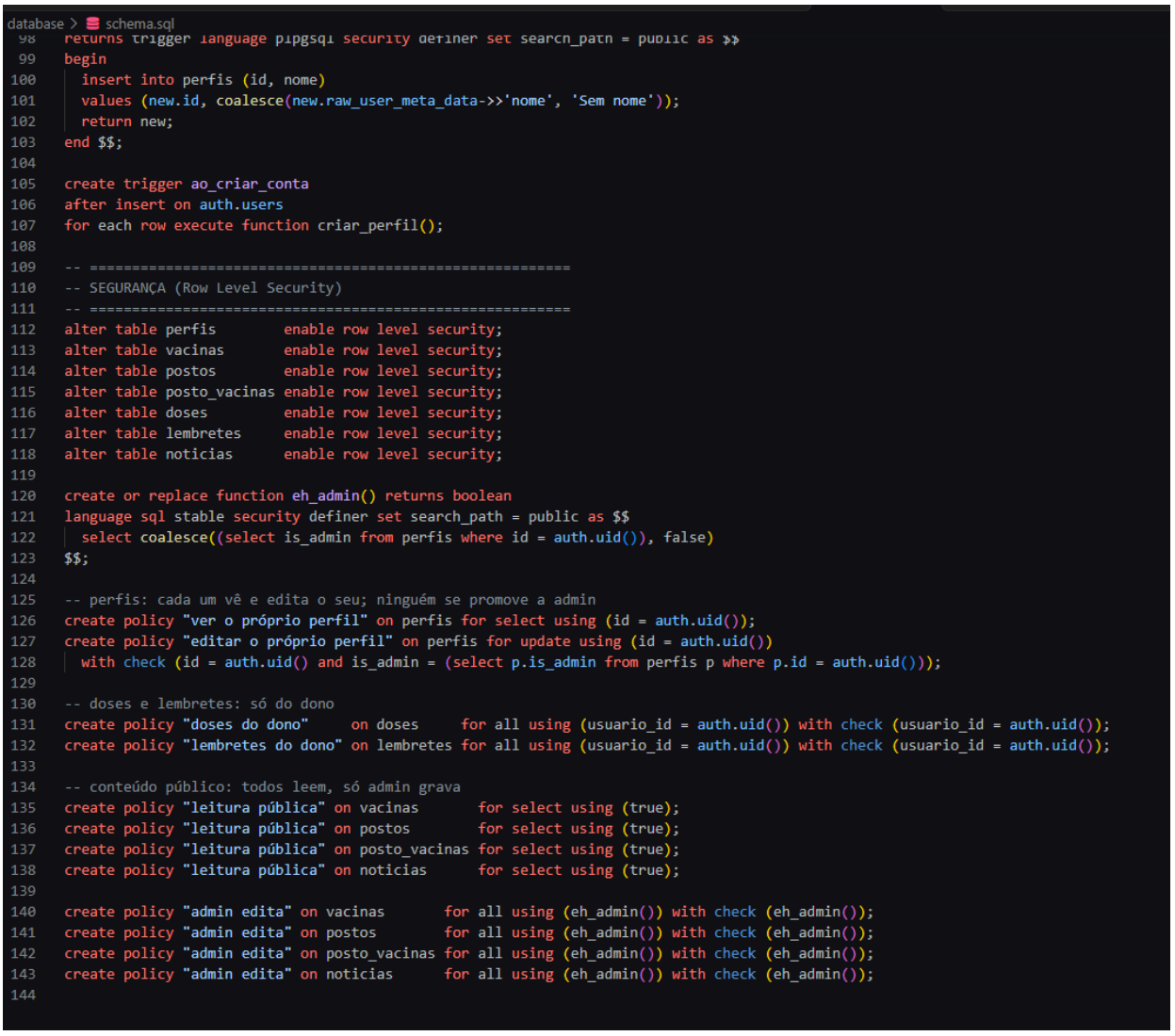


```
const { data: itens, error } = await db.from('lembretes')
  .select('id, usuario_id, data_prevista, vacinas(nome), perfis(nome)')
  .eq('ativo', true)
  .is('enviado_em', null)
  .lte('data_prevista', limite);
if (error) return new Response(error.message, { status: 500 });

let enviados = 0;
const falhas: string[] = [];

for (const l of itens ?? []) {
  const { data: u } = await db.auth.admin.getUserById(l.usuario_id);
  const email = u?.user?.email;
  if (!email) continue;

  // deno-lint-ignore no-explicit-any
  const vacina = (l as any).vacinas?.nome ?? 'sua vacina';
  // deno-lint-ignore no-explicit-any
  const nome = ((l as any).perfis?.nome ?? '').split(' ')[0];
  const data = l.data_prevista.split('-').reverse().join('/');

  const r = await fetch('https://api.resend.com/emails', {
    method: 'POST',
    headers: {
      Authorization: `Bearer ${Deno.env.get('RESEND_API_KEY')}`,
      'Content-Type': 'application/json'
    },
    body: JSON.stringify({
      from: REMETENTE,
      to: email,
      subject: `Lembrete de vacina: ${vacina}`,
      html: `<p>Olá${nome ? ', ' + nome : ''}!</p>
             <p>Sua dose de <strong>${vacina}</strong> está prevista para <strong>${data}</strong>.</p>
             <p>Veja os postos com essa vacina no Vacinet.</p>`
    })
  });

  if (r.ok) {
    await db.from('lembretes').update({ enviado_em: new Date().toISOString() }).eq('id', l.id);
    enviados++;
  } else {
```

Fonte: elaborado pelos autores (2026).

A segurança dos dados é garantida pelas políticas de RLS (Figura 6): perfis, doses e lembretes são lidos e gravados apenas pelo dono, nenhum usuário consegue se promover a administrador e as tabelas públicas (vacinas, postos, posto_vacinas e noticias) têm leitura aberta e escrita restrita aos administradores. Complementarmente, as senhas ficam apenas no serviço de autenticação, o front-end utiliza somente a chave pública e o site é servido por HTTPS.

Figura 6. Regras de acesso com Row Level Security (schema.sql)



```
database > schema.sql
 98   returns trigger language plpgsql security definer set search_path = public as $$
 99   begin
100     insert into perfis (id, nome)
101     values (new.id, coalesce(new.raw_user_meta_data->>'nome', 'Sem nome'));
102     return new;
103   end $$;
104
105   create trigger ao_criar_conta
106   after insert on auth.users
107   for each row execute function criar_perfil();
108
109   -- ======================================================
110   -- SEGURANÇA (Row Level Security)
111   -- ======================================================
112   alter table perfis        enable row level security;
113   alter table vacinas       enable row level security;
114   alter table postos        enable row level security;
115   alter table posto_vacinas enable row level security;
116   alter table doses         enable row level security;
117   alter table lembretes     enable row level security;
118   alter table noticias      enable row level security;
119
120   create or replace function eh_admin() returns boolean
121   language sql stable security definer set search_path = public as $$
122     select coalesce((select is_admin from perfis where id = auth.uid()), false)
123   $$;
124
125   -- perfis: cada um vê e edita o seu; ninguém se promove a admin
126   create policy "ver o próprio perfil" on perfis for select using (id = auth.uid());
127   create policy "editar o próprio perfil" on perfis for update using (id = auth.uid())
128     with check (id = auth.uid() and is_admin = (select p.is_admin from perfis p where p.id = auth.uid()));
129
130   -- doses e lembretes: só do dono
131   create policy "doses do dono"     on doses     for all using (usuario_id = auth.uid()) with check (usuario_id = auth.uid());
132   create policy "lembretes do dono" on lembretes for all using (usuario_id = auth.uid()) with check (usuario_id = auth.uid());
133
134   -- conteúdo público: todos leem, só admin grava
135   create policy "leitura pública" on vacinas       for select using (true);
136   create policy "leitura pública" on postos        for select using (true);
137   create policy "leitura pública" on posto_vacinas for select using (true);
138   create policy "leitura pública" on noticias      for select using (true);
139
140   create policy "admin edita" on vacinas       for all using (eh_admin()) with check (eh_admin());
141   create policy "admin edita" on postos        for all using (eh_admin()) with check (eh_admin());
142   create policy "admin edita" on posto_vacinas for all using (eh_admin()) with check (eh_admin());
143   create policy "admin edita" on noticias      for all using (eh_admin()) with check (eh_admin());
144
```

Fonte: elaborado pelos autores (2026).

4.4. Telas do Protótipo

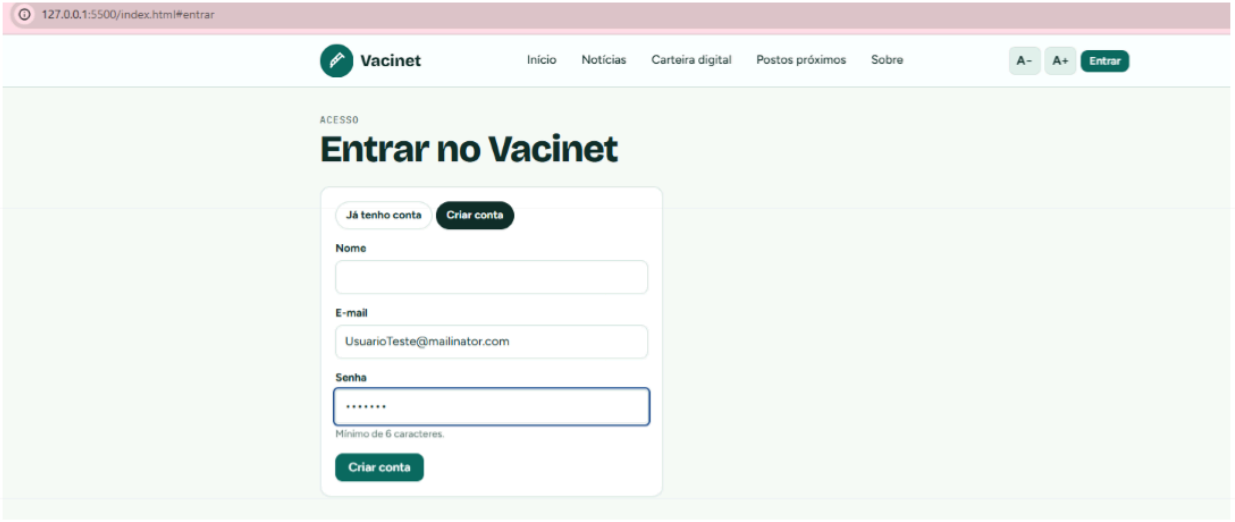
Todas as telas compartilham o menu de navegação, o link “Pular para o conteúdo” e os botões A− e A+ de ajuste do tamanho do texto. A tela inicial (Figura 7) exibe os atalhos para as funcionalidades principais, as checagens mais recentes e, para o usuário autenticado, o resumo da carteira com as vacinas pendentes (RF04, RF18). A tela de cadastro e login é apresentada na Figura 8 (RF13, RF14).

Figura 7. Tela inicial do Vacinet



Fonte: elaborado pelos autores (2026).

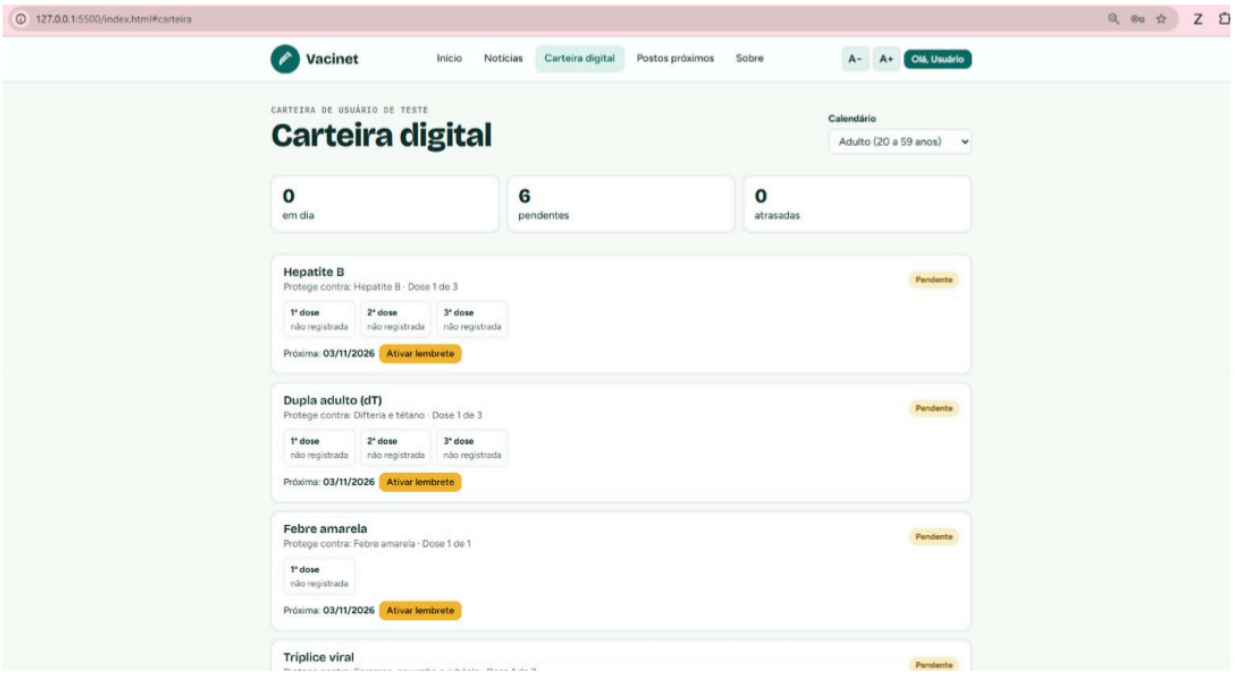
Figura 8. Tela de cadastro e login (RF13, RF14)



Fonte: elaborado pelos autores (2026).

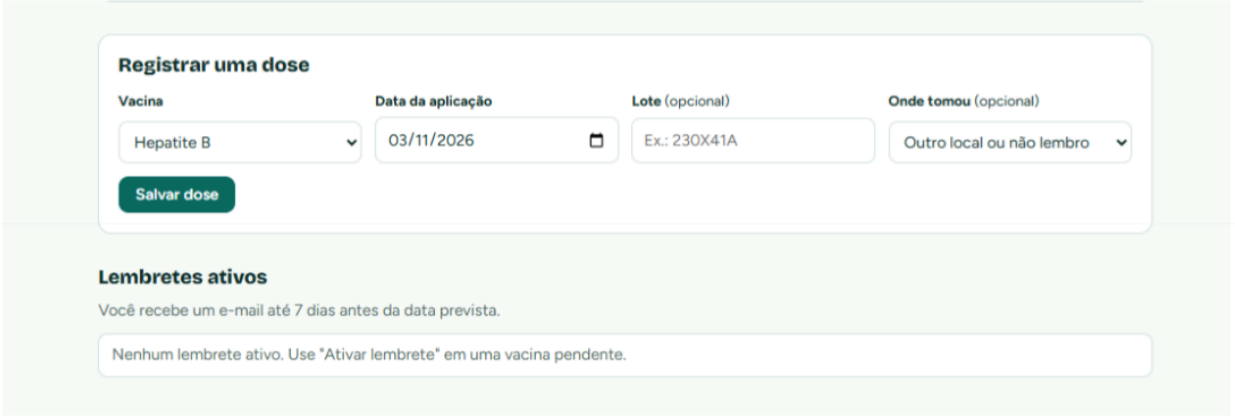
Na carteira digital (Figura 9), o usuário visualiza as vacinas do seu grupo (adulto ou idoso) em cartões com as doses registradas, a data e o lote, a etiqueta textual Em dia, Pendente ou Atrasada, a próxima dose prevista e o botão para ativar o lembrete, além do resumo com a quantidade de vacinas em cada situação (RF02, RF03). O registro de dose recusa datas no futuro (RF01; Figura 10), e os lembretes ativos podem ser consultados e cancelados (RF05, RF06; Figura 11).

Figura 9. Carteira digital com a situação das vacinas



Fonte: elaborado pelos autores (2026).

Figura 10. Formulário de registro de dose, que recusa datas futuras (RF01)



Fonte: elaborado pelos autores (2026).

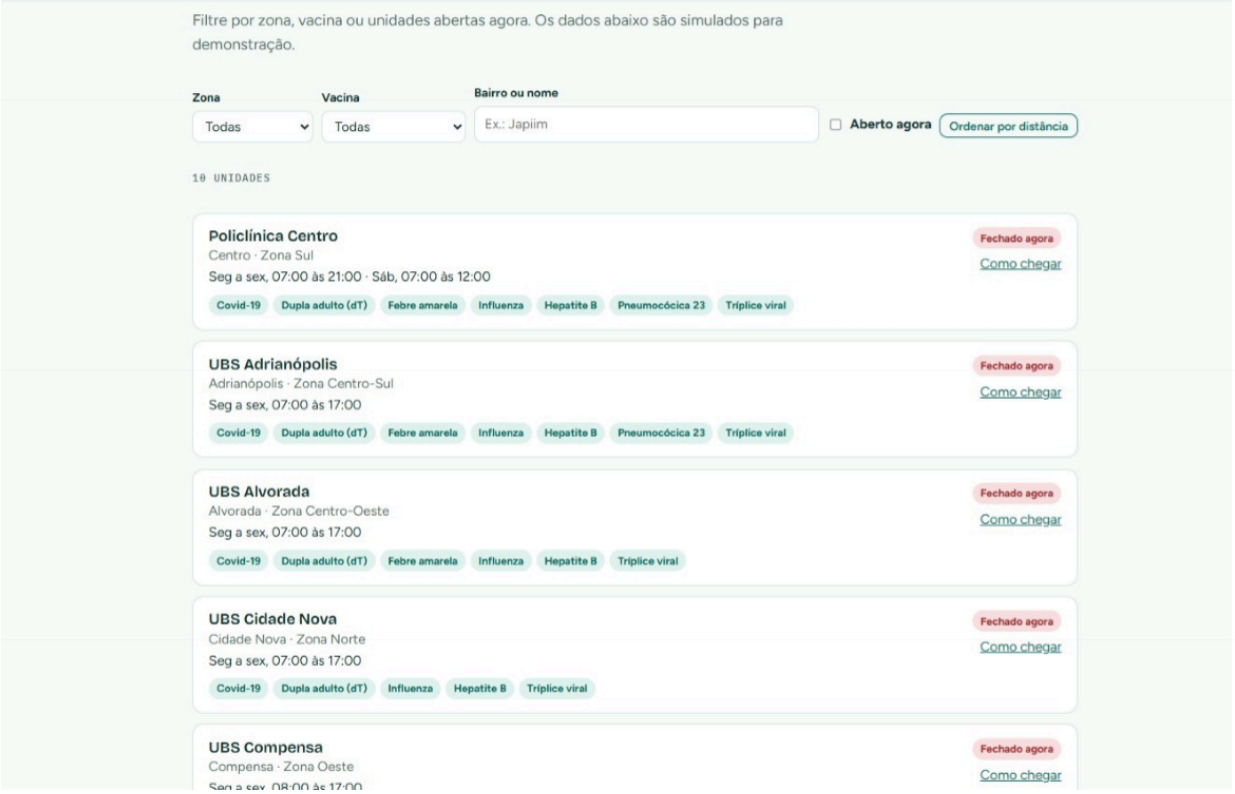
Figura 11. Lista de lembretes ativos (RF05, RF06)



Fonte: elaborado pelos autores (2026).

A tela de postos próximos (Figura 12) oferece filtros por zona, por vacina, por nome ou bairro e por postos abertos no momento, além do botão “Ordenar por distância”. Cada cartão traz o nome da unidade, o bairro, a zona, o horário de funcionamento, a situação (aberto ou fechado), o link “Como chegar” e as vacinas disponíveis (RF08, RF09, RF10). A própria tela informa ao usuário que os dados exibidos são simulados para demonstração.

Figura 12. Tela de postos próximos com filtros



Fonte: elaborado pelos autores (2026).

A tela de notícias e checagens (Figura 13) permite buscar por palavra e filtrar por veredito (Todos, Fato, Falso e Falta contexto). Cada cartão exibe a etiqueta do veredito, a categoria, a data, o resumo em “Ler a checagem” e o link para a fonte (RF11, RF12).

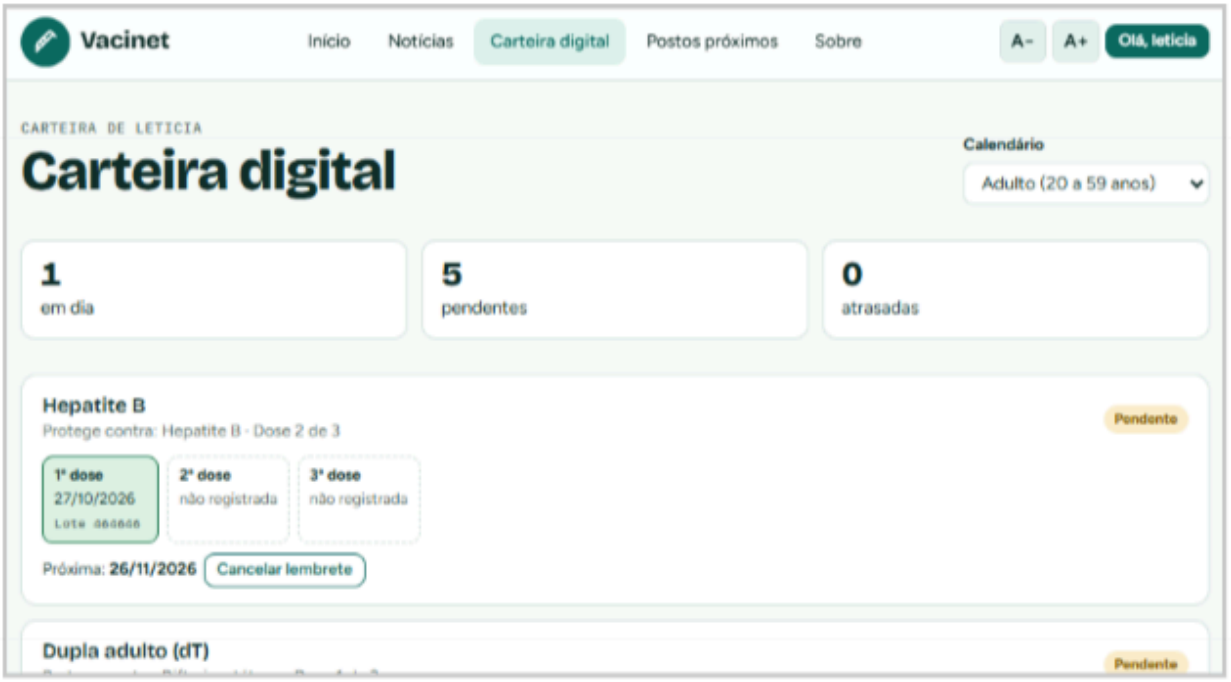
Figura 13. Tela de notícias e checagens



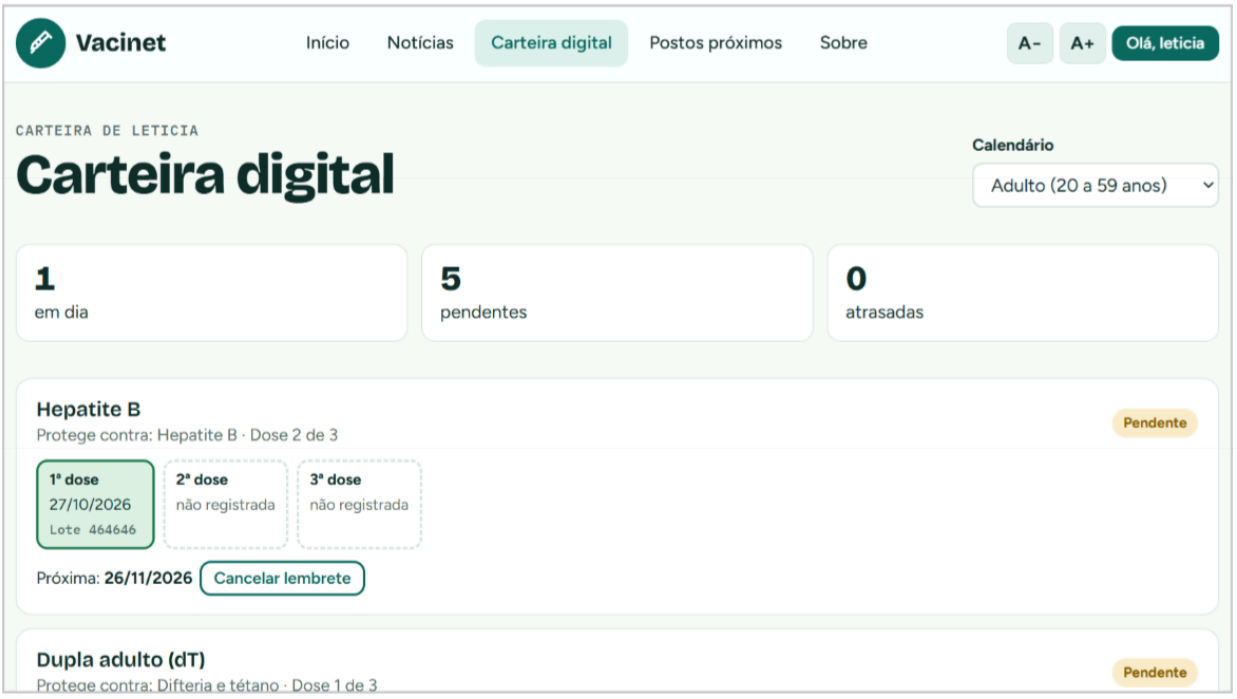
Fonte: elaborado pelos autores (2026).

O ajuste do tamanho do texto amplia o conteúdo sem perda da organização da página, e o tamanho escolhido é mantido nas demais telas durante a navegação (RF18; Figura 14). A área de administração dos dados (RF16, RF17) encontra-se em desenvolvimento, com a implementação do controle de permissões dos administradores, e por isso não é apresentada nesta versão do protótipo.

Figura 14. Carteira digital no tamanho padrão (a) e após o uso do botão A+ (b) (RF18)



(a) Tamanho padrão



(b) Após o botão A+

Fonte: elaborado pelos autores (2026).

4.5. Testes e Validação

Os 15 casos de teste definidos cobriram as funcionalidades do escopo, a segurança e a acessibilidade, conforme o Quadro 4. Os fluxos principais foram automatizados com o Cypress em três arquivos (carteira.cy.js, login.cy.js e postos.cy.js), que verificam, entre outros cenários, a recusa de dose com data no futuro, o registro de

dose válida, a ativação e o cancelamento de lembrete, a validação do login e os filtros de postos.

Quadro 4. Casos de teste do Vacinet e resultados obtidos

ID	Funcionalidade	Resultado esperado	Verificação	Resultado obtido
CT01	Conta	Conta criada e carteira aberta com o nome da pessoa	Manual	Aprovado
CT02	Conta	Mensagem de senha com menos de 6 caracteres	Automatizada (login.cy.js)	Aprovado
CT03	Conta	Mensagem pedindo e-mail válido; nada é enviado	Automatizada (login.cy.js)	Aprovado
CT04	Carteira	Dose com data futura recusada	Automatizada (carteira.cy.js)	Aprovado
CT05	Carteira	Dose válida registrada e situação recalculada	Automatizada (carteira.cy.js)	Aprovado
CT06	Carteira	dT com última dose há mais de 10 anos: reforço atrasado	Manual	Aprovado
CT07	Carteira	Influenza há menos de 365	Manual	Aprovado

		dias: em dia		
CT08	Lembretes	Lembrete exibido em Lembretes ativos com a data prevista	Automatizada (carteira.cy.js)	Aprovado
CT09	Lembretes	E-mail recebido e envio registrado, sem repetição	Manual, após a conclusão do envio por e-mail	Não executado (funcionalidade em desenvolvimento)
CT10	Segurança	Usuário A não consegue consultar doses do usuário B	Manual, pela API	Aprovado
CT11	Postos	Filtro por zona exibe apenas postos da zona escolhida	Automatizada (postos.cy.js)	Aprovado
CT12	Postos	“Aberto agora” no domingo: nenhum posto e sugestão de remover filtros	Automatizada (postos.cy.js)	Aprovado
CT13	Notícias	Busca retorna apenas checagens com o termo pesquisado	Manual	Aprovado
CT14	Acessibilidade	Todos os controles alcançáveis por teclado,	Manual, com teclado	Aprovado

		com foco visível		
CT15	Acessibilidade	Campos e erros anunciados pelo leitor de tela NVDA	Manual, com o NVDA	Aprovado

Fonte: elaborado pelos autores (2026).

Todos os 14 casos executados foram aprovados, o que corresponde a 100% de aprovação, tanto nos testes manuais quanto nos automatizados. O CT09 não foi executado porque depende da conclusão do envio de lembretes por e-mail. Ao longo do desenvolvimento, os testes revelaram defeitos que foram corrigidos e verificados novamente antes da entrega, entre eles problemas de responsividade da tela inicial. Os casos automatizados podem ser repetidos a cada alteração do código, antes da revisão por pull request, enquanto os manuais concentram as verificações de segurança pela API e de acessibilidade com teclado e leitor de tela, que dependem de interação humana.

As medições de acessibilidade com o Lighthouse e a ferramenta WAVE, de tempo de carregamento (LCP) e de usabilidade (SUS), com metas de 95 pontos, 2 segundos e 80 pontos, respectivamente, serão realizadas sobre a versão publicada do sistema, combinando a avaliação automática com a verificação manual e com usuários, já que a primeira não substitui as demais (Santos; Moreira; Santos, 2026).

4.6. Discussão

Em relação aos trabalhos relacionados, o Vacinet avança em dois pontos. Diferentemente da CNV Digital, cujo foco é o registro oficial das doses (Costa *et al.*, 2026), o sistema transforma o registro em orientação ativa, indicando ao usuário o que está pendente e quando tomar a próxima dose. Em comparação com o Vacina+ (Owada; Mota, 2024), que permaneceu como protótipo, e com o MEVACINEI (Farias; Gonçalves; Bett, 2022), distribuído como aplicativo móvel, o Vacinet foi implementado como sistema web funcional, com autenticação, banco de dados, regras de acesso e lembretes da próxima dose, sem exigir instalação.

Os lembretes dialogam com a evidência de que lembretes aumentam as taxas de vacinação (Nunes *et al.*, 2025), o que reforça a importância de concluir o envio por e-mail, e a área de checagens responde à necessidade de informação confiável apontada por Oliveira *et al.* (2025). Já a adoção das WCAG 2.1 desde o planejamento segue as recomendações de Khamaj e Ali (2024) e de Teixeira, Eusébio e Teixeira (2024) para sistemas utilizados por idosos. Quanto à usabilidade, a adoção da System Usability Scale permitirá situar o Vacinet em uma escala padronizada, embora o resultado não seja diretamente comparável ao de Owada e Mota (2024), que mediram a proporção de tarefas concluídas de forma autônoma (87,28%). Já a combinação de verificação automática e testes manuais de acessibilidade atende à ressalva de Santos, Moreira e Santos (2026) de que as ferramentas automáticas não substituem a validação manual e com usuários.

Como limitações, destacam-se o uso de dados simulados para os postos de vacinação, a ausência de integração com os sistemas oficiais do SUS, o registro manual das doses pelo próprio usuário, a exibição dos lembretes apenas dentro da plataforma, já que o envio

por e-mail ainda está em desenvolvimento, e a área de administração dos dados, cujo controle de permissões também está em desenvolvimento, além da avaliação com usuários e das medições de acessibilidade e desempenho, que ainda não foram realizadas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho, desenvolver um sistema web acessível que centraliza as informações de vacinação do cidadão de Manaus, foi atingido com o protótipo do Vacinet. A plataforma reúne a carteira de vacinação com cálculo automático da situação de cada vacina, os lembretes da próxima dose, a consulta de postos e a checagem de boatos, com requisitos de acessibilidade considerados desde o planejamento e regras de acesso aos dados de saúde aplicadas no próprio banco. A verificação foi organizada em 15 casos de teste, com os fluxos principais automatizados no Cypress: todos os 14 casos executados foram aprovados, e os defeitos encontrados durante o desenvolvimento, como os de responsividade da tela inicial, foram corrigidos. A medição das metas de acessibilidade, desempenho e usabilidade sobre a versão publicada constitui a próxima etapa do projeto.

Os resultados devem ser lidos à luz das limitações do sistema, em especial a dependência de dados simulados e a ausência de integração com os registros oficiais, bem como da necessidade de validação com usuários representativos do público-alvo.

Como trabalhos futuros, propõem-se a avaliação de usabilidade com usuários do público-alvo, a conclusão do envio dos lembretes por e-mail e da área de administração com controle de permissões, a

adequação aos critérios acrescentados nas WCAG 2.2, o perfil de cuidador, a digitalização da carteira física por fotografia, o modo de navegação simplificada, o alto contraste, a leitura de conteúdo por voz, as notificações push e a integração com fontes oficiais. Conclui-se que o Vacinet pode contribuir para a melhoria do acompanhamento vacinal, desde que sua evolução alie desenvolvimento tecnológico, segurança dos dados e acessibilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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: 12 nov. 2026.

BRASIL. Ministério da Saúde. App SUS Digital amplia funcionalidades e prepara prontuário médico eletrônico. **Agência Gov,** Brasília, DF, 16 jul. 2024. Disponível em: https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202407/sus-digital-estrategia-do-ministerio-da-saude-amplia-acesso-da-populacao-as-informacoes-de-saude-e-inicia-a-implantacao-de-prontuario-unificado. Acesso em: 12 nov. 2026.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Programa Nacional de Imunizações:** 50 anos. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2023. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/vacinacao/publicacoes/programa-nacional-de-imunizacoes-50-anos. Acesso em: 12 nov. 2026.

BROOKE, John. SUS: a “quick and dirty” usability scale. *In*: JORDAN, Patrick W. *et al.* (ed.). **Usability evaluation in industry.** London: Taylor & Francis, 1996. p. 189-194.

COSTA, Yago de Oliveira; TENAGLIA, Mônica; CÂNDIDO, Gilberto Gomes; LUTHULI, Lungile Precious. A Carteira de Vacinação Digital no acesso à saúde pública no Brasil: uma análise de seus desafios enquanto um documento de arquivo. **Revista Informação na Sociedade Contemporânea,** Natal, v. 10, n. 1, e41505, 2026. DOI: 10.21680/2447-0198.2026v10n1ID41505.

ESPÍRITO SANTO (Estado). Secretaria da Saúde. **Sistema Vacina e Confia amplia funcionalidades para qualificar estratégias de imunização no Espírito Santo.** Vitória: Sesa, 14 abr. 2025. Disponível em: https://www.es.gov.br/Noticia/sistema-vacina-e-confia-amplia-funcionalidades-para-qualificar-estrategias-de-imunizacao-no-espirito-santo. Acesso em: 9 nov. 2026.

FARIAS, Daniel Barreiros de; GONÇALVES, Fernando Silvano; BETT, Roberval Silva. MEVACINEI: aplicativo para o controle de vacinas. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE COMPUTAÇÃO DOS INSTITUTOS FEDERAIS (ENCOMPIF), 9., 2022, Niterói. **Anais** [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2022. p. 45-52. DOI: 10.5753/encompif.2022.222824.

KHAMAJ, Abdulrahman; ALI, Abdulelah M. Examining the usability and accessibility challenges in mobile health applications for older adults. **Alexandria Engineering Journal,** v. 102, p. 179-191, 2024. DOI: 10.1016/j.aej.2024.06.002.

NUNES, Dhaffny Rebeca do Santos; VIANA, Anna Victoria Almeida; PONTES, Alessandra do Nascimento; SOARES, Jandson de Oliveira. Digital technologies in vaccine monitoring: repercussions on immunization and professional nursing practice. **REMUNOM,** Teófilo Otoni, v. 11, n. 1, p. 1-25, 2025. DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4147.

OLIVEIRA, Iago Marafina de; PINHEIRO, Roseni; ORTEGA, Francisco; SANTANA, Emiliane Silva. Elementos de desinformação na percepção pública sobre a vacina contra a dengue no Brasil: uma análise de comentários em mídias sociais. **Cadernos de Saúde Pública,** v. 41, n. 3, e00097124, 2025. DOI: 10.1590/0102-311XPT097124.

OWADA, Fernanda Hideko do Nascimento; MOTA, Sheila Cordeiro. Carteirinha digital de vacinação: proposta de aplicativo utilizando princípios da experiência do usuário e design da informação. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN, 15., 2024, Manaus. **Anais** [...]. Manaus: UFAM, 2024. DOI: 10.29327/5457226.1-367.

PRESSMAN, Roger S. **Engenharia de software:** uma abordagem profissional. 8. ed. Porto Alegre: AMGH, 2016.

SANTOS, Caio Vinicius F. dos; MOREIRA, Edson Rodrigo P.; SANTOS, Ismayle S. Acessibilidade digital em websites governamentais: um estudo comparativo internacional com base nas diretrizes WCAG 2.2. *In*: LATIN AMERICAN SYMPOSIUM ON DIGITAL GOVERNMENT (LASDIGOV), 14., 2026, Gramado. **Anais** [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2026. p. 37-48. DOI: 10.5753/lasdigov.2026.23641.

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de software.** 10. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2018.

TEIXEIRA, Pedro; EUSÉBIO, Celeste; TEIXEIRA, Leonor. Understanding the integration of accessibility requirements in the development process of information systems: a systematic literature review. **Requirements Engineering,** v. 29, p. 143-176, 2024. DOI: 10.1007/s00766-023-00409-8.

W3C. **Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1.** [*S. l.*]: World Wide Web Consortium, 2018. Disponível em: https://www.w3.org/TR/WCAG21/. Acesso em: 12 nov. 2026.

W3C. **Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.2.** [*S. l.*]: World Wide Web Consortium, 2023. Disponível em: https://www.w3.org/TR/WCAG22/. Acesso em: 17 nov. 2026.

XIAO, Yuqing; GRUNDY, John; MADUGALLA, Anuradha. Requirements engineering for older adult digital health software: a systematic literature review. **Information and Software Technology,** v. 183, 107718, 2025. DOI: 10.1016/j.infsof.2025.107718.

---

[1] Discente do Curso Superior de Sistemas de Informação do Instituto Fametro *Campus* Zona Leste. E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail

[2] Discente do Curso Superior de Sistemas de Informação do Instituto Fametro *Campus* Zona Leste. E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail

[3] Discente do Curso Superior de Sistemas de Informação do Instituto Fametro *Campus* Zona Leste. E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail

[4] Discente do Curso Superior de Sistemas de Informação do Instituto Fametro *Campus* Zona Leste. E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail