

VIGILÂNCIA PARTICIPATIVA DE ARBOVIROSES E MALÁRIA NA AMAZÔNIA PARAENSE POR MEIO DE APLICATIVO MÓVEL COM FUNCIONALIDADE OFFLINE

**PARTICIPATORY SURVEILLANCE OF ARBOVIRUSES AND MALARIA IN THE
PARÁ AMAZON USING A MOBILE APPLICATION WITH OFFLINE
FUNCTIONALITY**

Ciências Exatas e da Terra, Ciências da Saúde • 21/10/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/792459640](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/792459640)

Ríkard Alves dos Santos¹

Luana Santos Araujo²

Wanderson Alexandre da Silva Quinto³

Armando José de Sá Santos⁴

Antonio Marcos Cardoso Silva⁵

Marilia Epaminondas Martins e Martins⁶

Luis Felipe de Melo Mendes⁷

Antônio Lourenço da Costa Neto⁸

Wangler Adenilto Vasconcelos de Assis⁹

Davi Costa Mendes da Silva¹⁰

Caue Renan Assunção Lopes¹¹

RESUMO

A vigilância epidemiológica na Amazônia paraense enfrenta desafios significativos devido à vasta extensão territorial e à precariedade das redes de comunicação, o que compromete o monitoramento de arboviroses e da malária. Diante desse cenário, este estudo teve como objetivo desenvolver e validar o aplicativo móvel EpidemiLog, uma ferramenta para o registro de sintomas com funcionalidade offline voltada à vigilância participativa em áreas remotas. Trata-se de uma pesquisa aplicada de desenvolvimento tecnológico, estruturada em quatro fases metodológicas: levantamento de requisitos, desenvolvimento ágil focado na persistência local de dados, validação de usabilidade com 20 participantes através da *System Usability Scale* (SUS) e avaliação qualitativa das percepções dos usuários via Análise Textual Discursiva. Os resultados quantitativos atestaram a viabilidade da ferramenta, que obteve média de 78,5 pontos na escala SUS (indicando usabilidade satisfatória) e obteve sucesso na sincronização de 98% dos registros realizados em modo offline. No âmbito qualitativo, observou-se que o retorno visual de informações e o design centrado no usuário promoveram forte adesão e engajamento no preenchimento do diário. Conclui-se que o desenvolvimento de ferramentas com funcionalidade offline supera barreiras de conectividade tecnológica, favorecendo a fidedignidade dos dados coletados, promovendo a equidade digital e transformando o cidadão amazônida em um agente ativo para o reconhecimento precoce de surtos epidemiológicos.

Palavras-chave: Vigilância Epidemiológica; Infecções por Arbovirus; Malária; Aplicativos Móveis; Saúde Pública.

ABSTRACT

Epidemiological surveillance in the Pará Amazon faces significant

challenges due to its vast territorial extension and precarious communication networks, which compromises the monitoring of arboviruses and malaria. Given this scenario, this study aimed to develop and validate the EpidemiLog mobile application, a tool for symptom recording with offline functionality focused on participatory surveillance in remote areas. This is an applied technological development research, structured in four methodological phases: requirements gathering, agile development focused on local data persistence, usability validation with 20 participants through the System Usability Scale (SUS), and qualitative evaluation of user perceptions via Discursive Textual Analysis. Quantitative results confirmed the feasibility of the tool, which obtained an average of 78.5 points on the SUS scale (indicating satisfactory usability) and successfully synchronized 98% of the records made in offline mode. In the qualitative scope, it was observed that the visual feedback of information and the user-centered design promoted strong adherence and engagement in filling out the diary. It is concluded that the development of tools with offline functionality overcomes technological connectivity barriers, favoring the reliability of collected data, promoting digital equity, and transforming the Amazonian citizen into an active agent for the early recognition of epidemiological outbreaks.

Keywords: Epidemiological Surveillance; Arbovirus Infections; Malaria; Mobile Applications; Public Health.

1. INTRODUÇÃO

A digitalização da saúde e a consolidação da epidemiologia digital redefinem as estratégias globais de vigilância e resposta a crises sanitárias. Segundo a Organização Mundial da Saúde (2017), o uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) é pilar essencial

para a cobertura universal, pois dados gerados em tempo real subsidiam decisões estratégicas. No Brasil, essa movimentação é recepcionada pela Estratégia e-Saúde, que integra o registro eletrônico e o apoio à mobilidade para fortalecer o Sistema Único de Saúde (BRASIL, 2017), embora a eficácia desses sistemas dependa da infraestrutura disponível e da adaptação às realidades locais, sobretudo em regiões com baixa conectividade.

Nesse panorama, as arboviroses emergem como desafio persistente, pois Dengue, Zika e Chikungunya apresentam padrões de transmissão influenciados por variáveis climáticas e demográficas. A notificação passiva tradicional muitas vezes falha em detectar surtos precocemente, gerando o "silêncio epidemiológico" que compromete as ações de controle (Sousa e Lopes, 2024).

Tal cenário é agravado em regiões tropicais, onde a reprodução do *Aedes aegypti* encontra condições favoráveis. Segundo Beserra et al. (2006), o ciclo do vetor é diretamente condicionado pelas exigências térmicas do ambiente, de modo que temperaturas elevadas aceleram a maturação das fases aquáticas e ampliam a capacidade reprodutiva das fêmeas.

De acordo com Araújo, Uchôa e Alves (2019), séries históricas de casos em Fortaleza evidenciaram forte correlação entre a incidência dessas doenças e variáveis meteorológicas como precipitação e umidade relativa do ar, confirmando que períodos chuvosos e quentes concentram novos agravos.

Essa sensibilidade climática do vetor impõe à vigilância um monitoramento contínuo e capilar, pois a janela entre a eclosão dos focos e a dispersão viral é reduzida. Segundo Goto et al. (2016), no

Paraná a digitação e o encerramento das notificações de dengue no SINAN consumiam dezenas de dias, intervalo incompatível com a velocidade de dispersão do vetor. Essa lentidão evidencia a necessidade de captação em tempo real e direciona o foco para as tecnologias móveis em saúde, conhecidas como m-Health.

O conceito de m-Health permite que o próprio cidadão registre dados de saúde, superando barreiras físicas e temporais. Segundo Costa e Botelho (2020), aplicativos móveis possuem grande potencial na saúde pública, ao mapear e monitorar sintomas, embora sua implementação no Brasil enfrente obstáculos socioeconômicos e geográficos que dificultam a adesão em larga escala.

Dentro desse campo, a vigilância participativa qualifica a proposta deste estudo: segundo Wójcik et al. (2014), ela captura sintomas submetidos voluntariamente pela população geral, agregados e comunicados em tempo quase real, com maior sensibilidade e oportunidade que os sistemas tradicionais, além de menor custo e maior escalabilidade.

É nessa intersecção entre o registro voluntário e a alimentação dos sistemas oficiais que o EpidemiLog se insere, transformando o participante em agente ativo da vigilância. Essa potencialidade, todavia, encontra seu teste mais rigoroso nos territórios de infraestrutura digital precária, o que conduz ao contexto amazônico.

Na Amazônia, as disparidades no acesso à saúde decorrem da extensão territorial e da precariedade das redes de comunicação. Segundo Genésio, Rodriguez e Braga (2024), o Pará convive com o desafio de monitorar arboviroses em comunidades onde a

notificação manual ainda predomina, pois, a falta de conectividade estável impede sistemas dependentes de internet e gera lacunas críticas nos bancos de dados epidemiológicos.

Nesse contexto, a literatura identifica uma lacuna (gap): a escassez de ferramentas de m-Health validadas que operem robustamente em modo offline. Da superação dessa barreira decorre a pergunta que norteia o estudo: de que maneira uma ferramenta móvel com funcionalidade offline pode otimizar a vigilância epidemiológica de arboviroses em áreas remotas do interior do Pará?

A investigação busca compreender se a descentralização da coleta de dados reduz o tempo de resposta das autoridades e como a interface e a usabilidade influenciam a adesão de usuários com diferentes níveis de letramento digital. A proposição que sustenta o estudo defende que a funcionalidade offline, aliada a um design centrado no usuário, favorece a adesão ao registro diário e a fidedignidade das informações, pois elimina a dependência de conectividade no momento do agravo, e sua verificação ocorrerá por indicadores de usabilidade e pela Análise Textual Discursiva dos relatos dos participantes.

Diante dessa problematização, o objetivo geral deste estudo é desenvolver e validar uma ferramenta móvel de registro de sintomas de arboviroses e malária com funcionalidade offline, destinada à vigilância epidemiológica participativa em áreas remotas do interior do Pará. Como objetivos específicos, propõe-se descrever a arquitetura técnica de persistência local de dados e de sincronização posterior, avaliar a usabilidade da interface pela escala System Usability Scale aplicada a usuários da região amazônica e analisar,

qualitativamente, as percepções dos participantes sobre a adesão ao monitoramento diário.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A fundamentação da saúde digital no Brasil está alicerçada na estratégia e-Saúde, que define diretrizes para a transformação tecnológica do Sistema Único de Saúde, buscando a melhoria da qualidade e da segurança dos processos pelo uso adequado das TIC (BRASIL, 2017). Entendemos que esse arcabouço normativo é essencial para que novos dispositivos móveis operem em harmonia com os sistemas nacionais de informação, e Oliveira e Ebole (2025) confirmam que a integração dessas tecnologias no cotidiano dos serviços permite gestão mais eficiente de dados epidemiológicos em larga escala.

Nesse movimento, a modalidade de m-Health (saúde móvel) surge como braço operacional estratégico da vigilância contemporânea. De acordo com Costa e Botelho (2020), a revisão integrativa das autoras evidencia que os aplicativos móveis em saúde se organizam em categorias distintas, do apoio à decisão clínica ao monitoramento de agravos, o que posiciona a saúde móvel como campo consolidado de investigação.

Segundo BRASIL (2015), a Política Nacional de Informação e Informática em Saúde orienta a adoção de tecnologias móveis para ampliar a capilaridade dos sistemas de informação do SUS, facilitando a coleta de dados fora das unidades de saúde, mobilidade crucial para agravos transmissíveis de dispersão rápida, como as arboviroses, alvo principal dessas ferramentas.

O combate ao *Aedes aegypti* exige métodos que superem a lentidão da notificação manual, pois, conforme Sousa e Lopes (2024), sistemas de mapeamento colaborativo permitem que usuários reportem locais suspeitos, com criadouros ou casos confirmados. Segundo Miguel, Bressan e Hornink (2020), esse engajamento gera dados georreferenciados que auxiliam as autoridades na identificação de áreas de risco em tempo real, sustentando, pela capacidade de geolocalização dos dispositivos modernos, a transição da vigilância passiva para a participativa.

A efetividade dessa colaboração depende da captação da diversidade de sintomas manifestados pelos pacientes. Genésio, Rodriguez e Braga (2024) argumentam que soluções baseadas em software podem prevenir a proliferação de doenças ao integrar dados relatados por cidadãos às aplicações da vigilância municipal, e ferramentas como o MoniPaEp demonstram que o registro sistemático de sintomas auxilia na identificação precoce de surtos.

Essa coleta capilarizada, porém, exige tradução espacial dos dados brutos, e os mapas de calor e a análise de dispersão georreferenciada são uma das principais contribuições das ferramentas de m-Health, pois, de acordo com Miguel, Bressan e Hornink (2020), a visualização de dados georreferenciados em tempo real possibilita análise mais precisa da dispersão de doenças como Dengue, Zika e Chikungunya.

Aplicativos como o AedesMap materializam essa colaboração espacial, unindo agentes de saúde e população na alimentação de bancos de dados unificados, transparência informacional que fortalece as ações de bloqueio vetorial em territórios específicos. Todavia, a implementação dessas soluções em contextos de

vulnerabilidade tecnológica, como a Amazônia, requer protocolos rigorosos de governança.

Desde a aprovação da Política Nacional de Informação e Informática em Saúde pela Resolução CIT nº 46, em 2015 (BRASIL, 2015), estabelecem-se fundamentos para que a coleta e o tratamento de dados respeitem princípios éticos e de segurança. Oliveira e Ebole (2025) reforçam que a governança envolve práticas que garantem a integridade dos dados e o cumprimento da LGPD, vital em contextos marcados pela infodemia.

Em áreas remotas, onde o fluxo de informação pode ser fragmentado, a governança sólida assegura que o dado coletado offline mantenha validade jurídica e científica ao ser sincronizado, elo de confiança entre Estado e cidadão. Nosso entendimento é de que a funcionalidade offline garante que o usuário não perca o registro de seus sintomas no momento do agravo, sincronizando as informações quando a conexão for detectada, solução fundamental para a equidade digital, que impede a exclusão de populações remotas dos benefícios da e-Saúde.

Para que tal ferramenta seja adotada, é necessário considerar, segundo Quinto e Pimentel (2022), os aspectos subjetivos da interação humana com a tecnologia, com design centrado no humano que considere os hábitos da população local, distanciando a solução de ferramentas puramente burocráticas e aproximando-a de soluções de impacto social.

Além do design, a incorporação de soluções de TIC ao SUS deve observar, conforme a PNIIS, padrões de interoperabilidade e segurança da informação (BRASIL, 2015), o que exige testar novos

aplicativos em condições reais antes de integrá-los às rotinas de vigilância. Validar no contexto amazônico significa testar resistência técnica e clareza comunicacional em condições extremas de isolamento geográfico, e resultados positivos servem de evidência científica para a escalabilidade de políticas de saúde móvel, consolidando a necessidade de uma metodologia simultaneamente técnica e participativa.

Em suma, o referencial demonstra que a convergência entre TIC, vigilância epidemiológica e governança de dados é o caminho para uma saúde pública resiliente, fundamentação que sustenta os métodos de desenvolvimento e validação detalhados na seção subsequente, dedicada ao percurso metodológico desta intervenção tecnológica.

3. METODOLOGIA

A presente investigação caracteriza-se como pesquisa aplicada de desenvolvimento tecnológico, com abordagem quantitativa e qualitativa. Segundo Genésio, Rodriguez e Braga (2024), a pesquisa aplicada busca resolver problemas concretos, como o silêncio epidemiológico em áreas remotas, por meio de artefatos digitais funcionais. O artefato deste estudo é o EpidemiLog, aplicativo móvel de registro de sintomas de arboviroses e malária com funcionalidade offline, e o percurso metodológico foi organizado em quatro fases sequenciais: levantamento de requisitos, desenvolvimento da ferramenta, validação de usabilidade e análise qualitativa das percepções dos participantes.

O levantamento de requisitos resultou da triangulação entre revisão bibliográfica, demandas operacionais da vigilância no Pará e

observação direta das rotinas de monitoramento. Costa e Botelho (2020) destacam que as funcionalidades essenciais em saúde móvel devem considerar a infraestrutura disponível no território, o que orientou as capacidades centrais do sistema: registro diário de sintomas, visualização geográfica do risco, orientação educativa, avaliação preliminar de risco e gerenciamento de dados pessoais.

A decisão que estruturou o desenvolvimento foi a adoção de um ciclo ágil, no qual cada funcionalidade era implementada, testada e ajustada antes da fase seguinte, pois o público-alvo apresenta letramento digital heterogêneo e falhas detectadas tardiamente comprometeriam a adesão ao registro diário. As escolhas tecnológicas obedeceram aos critérios de multiplataforma, infraestrutura em nuvem e georreferenciamento nativo. Conforme Miguel, Bressan e Hornink (2020), interfaces georreferenciadas otimizam a cooperação em saúde ao vincular sintomas a coordenadas precisas, o que fundamentou a adoção do Flutter e do FlutterFlow como ambiente de desenvolvimento e do Firebase como infraestrutura de autenticação e persistência.

A decisão central foi a implementação da funcionalidade offline como requisito não negociável, pois, conforme preconizado pela Política Nacional de Informação e Informática em Saúde (BRASIL, 2015), operar sem dependência de conectividade configura condição de equidade digital para o público deste estudo. Essa escolha implicou modelar o fluxo de dados em duas camadas: a persistência local, com registros disponíveis no aparelho mesmo sem rede, e a sincronização posterior com o banco em nuvem, acionada quando a conexão é restabelecida, mecanismo detalhado na seção de Descrição do Artefato.

Encerradas a concepção e o desenvolvimento, a validação seguiu protocolos padronizados de teste com usuários reais da região amazônica. Segundo Brooke (1996), a escala System Usability Scale (SUS) permite avaliação quantitativa da satisfação, complementando as observações qualitativas de campo. Os testes envolveram 20 participantes, de 18 a 65 anos, residentes em áreas urbanas e ribeirinhas de Redenção e do entorno do Campus da Universidade do Estado do Pará (UEPA), no período de agosto a outubro de 2025, com letramento digital variado.

As tarefas críticas abrangeram a criação de conta, o registro diário de sintomas e temperatura, o ajuste da localização no mapa e a consulta ao histórico de risco. Adotou-se como critério de aceitabilidade a média SUS igual ou superior a 68 pontos, conforme Bangor, Kortum e Miller (2008), calculando-se média, desvio padrão e taxa de conclusão por tarefa, sendo a navegação autônoma pelos módulos o principal indicador de sucesso da interface.

A análise das percepções foi conduzida por meio da Análise Textual Discursiva, aplicada ao corpus formado pelos relatos das sessões e pelo diário de campo, perspectiva que, segundo Moraes e Galiuzzi (2007), compreende a desmontagem dos textos em unidades de significado, seguida da unitarização e do agrupamento em categorias emergentes, de modo que a nova compreensão emerge do metatexto, e não de categorias previamente fixadas.

O recorte analítico privilegiou a adesão ao registro diário, investigada pelas justificativas dos participantes para continuar ou abandonar o uso, e a fidedignidade das informações, examinada pelas dificuldades no preenchimento dos campos. A preferência por essa abordagem, em vez da análise de conteúdo clássica, decorre do

referencial filosófico do estudo: sob a ótica da fenomenologia e da hermenêutica, a linguagem é mediação simbólica da experiência vivida, e o arco hermenêutico, conforme Ricoeur (1977), articula a explicação e a compreensão, dupla via adequada ao objeto, pois a adesão se expressa também nos discursos produzidos sobre o uso.

As trocas intergeracionais também foram consideradas, pois Quinto e Pimentel (2022) evidenciam que os idosos tiveram o contato inicial com o digital por meio dos jovens. Por isso, as sessões ocorreram em ambientes familiares, para observar o uso assistido, o que permitiu ajustes de acessibilidade e tornou a metodologia um processo híbrido entre engenharia e ciências sociais, exigindo rigor redobrado no plano ético.

A dimensão ética foi assegurada em dois planos. No institucional, a pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Estado do Pará, sob CAAE nº 90811725.1.0000.0131, em conformidade com as resoluções do Conselho Nacional de Saúde, com consentimento formalizado antes de qualquer interação com o sistema. No plano da arquitetura, Oliveira e Ebole (2025) reforçam que dados sensíveis em saúde exigem conformidade com a LGPD, o que orientou controles nativos ao próprio usuário, descritos na seção seguinte. Registre-se, como limitação, que o fluxo de cadastro ainda não exibe termo de aceite de política de privacidade, de modo que o consentimento permanece garantido no instrumento de coleta, ponto retomado na discussão.

Em síntese, o percurso articulou levantamento de requisitos por triangulação, desenvolvimento ágil orientado pela funcionalidade offline, validação pela escala SUS e análise qualitativa sob referencial fenomenológico, assegurando evidências confiáveis sobre a adesão

e a fidedignidade do registro de sintomas em condições reais de conectividade. Procede-se, então, à descrição do artefato resultante desse percurso.

4. DESCRIÇÃO DO ARTEFATO

O EpidemiLog materializa as decisões metodológicas da seção anterior, traduzindo em interface concreta o requisito de vigilância participativa offline para arboviroses e malária. A arquitetura interna segue o padrão Model View Controller, conforme a Figura 1: a camada de apresentação concentra a interação com o usuário, a de controle abriga as regras de funcionamento e a de dados gerencia a persistência local e em nuvem. Ao nosso modo de ver, essa organização expressa a lógica da vigilância participativa: o dado nasce na interação do cidadão, é transformado em informação e retorna como alerta, gráfico ou relatório, fechando o ciclo de devolução que fundamenta a proposta.

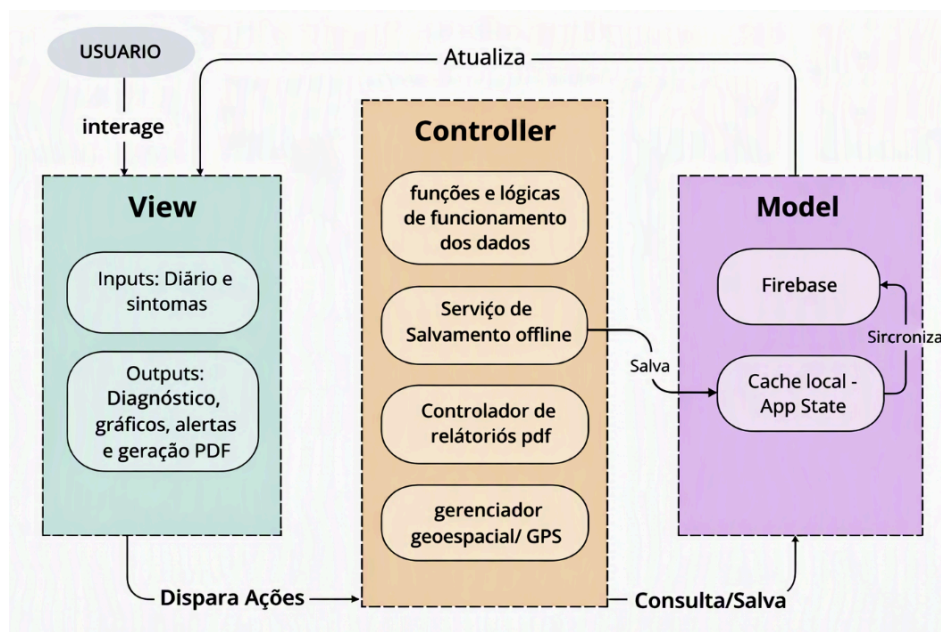


FIGURA 1. Diagrama da arquitetura MVC do EpidemiLog.

Fonte: Os autores (2026)

A camada de apresentação reúne as interfaces pelas quais o usuário insere e recebe informações, organizadas em cinco módulos

acessíveis por barra de navegação fixa: Registro Diário, Alertas, Educação e Prevenção, Diagnóstico e Conta, aos quais se soma o fluxo de autenticação que precede o acesso. Segundo Nielsen e Mack (1994), sistemas intuitivos devem minimizar o esforço de memória do usuário, premissa que orienta a navegação única entre módulos e a autenticação federada por provedor externo, que dispensa novas credenciais. Registre-se, em coerência com a limitação apontada na metodologia, que a tela de cadastro ainda não exibe termo de aceite de política de privacidade, permanecendo o consentimento a cargo do instrumento de coleta, conforme a Figura 2.

FIGURA 2. Tela de login e cadastro.

Fonte: Os autores (2026)

O Registro Diário, porta de entrada do dado epidemiológico, concentra a coleta com o menor esforço possível de preenchimento, conforme a Figura 3, organizada em blocos de sintomas, temperatura e medicamentos. Dois elementos de design revelam

decisões centradas no usuário: o botão de alteração da localização reconhece que o sintoma pode manifestar-se fora da residência habitual, e a declaração de temperatura não medida evita que a ausência do termômetro interrompa o registro do dia. Essa tolerância é deliberada, pois um registro incompleto, mas presente, tem mais valor epidemiológico do que a ausência total.

21:33

Registro Diário

Mudar Localização do Registro

Sintomas 2 marcados

Em tratamento para: Temperatura

Dengue

37.0

Não consegui medir

Medicamentos Usados 2 marcados

Medicamentos	Período
Dipirona	4
Paracetamol	4

Observações

Diário Alertas Educ.&Pre. Diagnóst.. Conta

FIGURA 3. Tela de Registro Diário.

Fonte: Os autores (2026)

A camada de controle, núcleo operacional do sistema, abriga três serviços que definem a identidade técnica do EpidemiLog. O primeiro é o serviço de salvamento offline, que intercepta cada registro da camada de apresentação e o direciona ao armazenamento local do aparelho, garantindo que nada se perca em rede intermitente. O segundo é o gerenciador geoespacial, que captura e trata as coordenadas de cada registro, funcionalidade que, conforme Miguel, Bressan e Hornink (2020), otimiza a cooperação em saúde ao vincular sintomas a posições precisas. O terceiro é o

controlador de relatórios, que converte o histórico do participante em documento PDF, devolvendo-lhe um registro portátil do próprio acompanhamento, útil em atendimentos presenciais.

O módulo de Diagnóstico constitui o principal output dessa camada: a Figura 4 apresenta a avaliação atual, com indicadores de risco codificados por cores para Dengue e Malária, e a Figura 5, o histórico longitudinal, com a evolução de temperatura e sintomas ao longo dos dias. Segundo Genésio, Rodriguez e Braga (2024), o registro sistemático de sintomas acompanhado de visualizações auxilia na identificação precoce de surtos e no apoio à autopercepção de saúde, o que confere ao módulo dupla função: serve ao participante na gestão do próprio estado e alimenta a leitura territorial. A interface exibe o aviso de que o resultado é apenas um alerta de risco e não substitui a avaliação médica, decisão ética que posiciona a ferramenta como apoio à triagem.

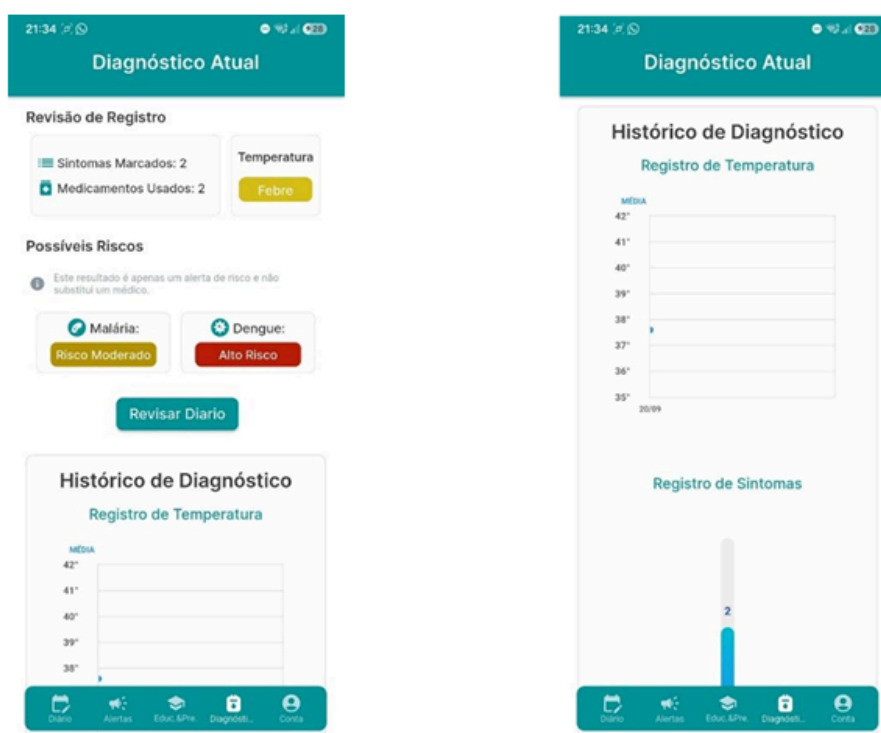


FIGURA 4. Tela de Diagnóstico Atual / **FIGURA 5:** tela de Histórico de Diagnóstico.

O painel de Alertas materializa a dimensão geográfica da vigilância ao transformar os registros individuais em informação espacial, conforme a Figura 6, com mapa interativo, legenda cromática e painel quantitativo por agravo. De acordo com Miguel, Bressan e Hornink (2020), a visualização de dados georreferenciados em tempo real possibilita análise mais precisa da dispersão de Dengue, Zika e Chikungunya, lógica que o EpidemiLog estende à malária, agravo de alta carga endêmica no território paraense. A centralização do mapa na posição do usuário permite avaliar o entorno imediato, de modo que o dado fornecido retorna como informação acionável sobre o lugar onde se vive.

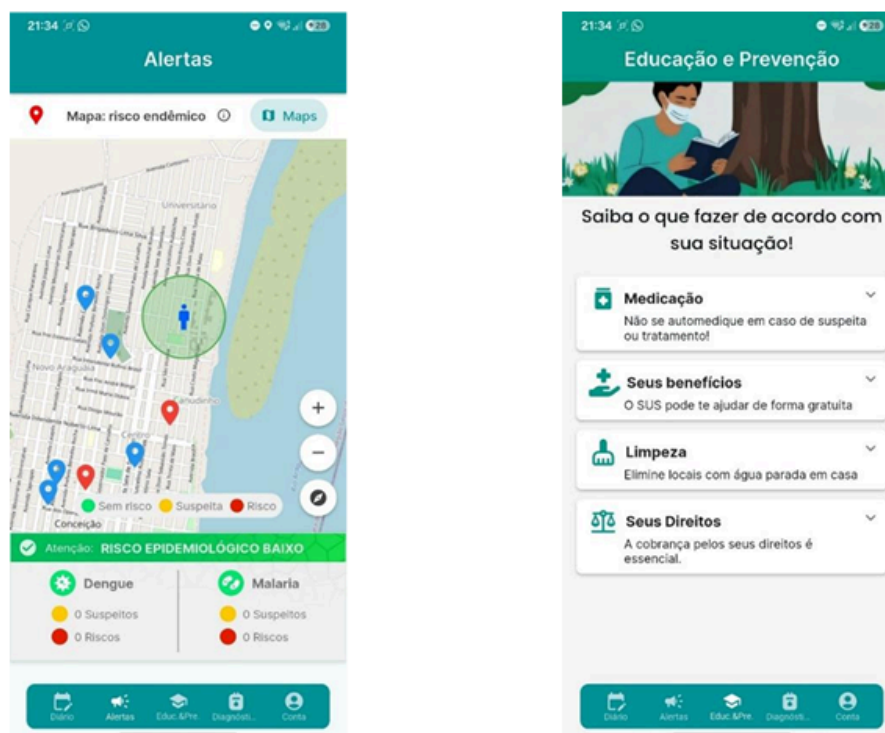


FIGURA 6. Tela de Alertas. **FIGURA 7:** tela de Educação e Prevenção.

Essa devolução conecta-se à dimensão educativa do sistema, visível na Figura 7, que organiza orientações sobre automedicação, benefícios do SUS, eliminação de criadouros e direitos do usuário em cartões expansíveis. O ciclo se completa com a área de Conta, apresentada na Figura 8, que assegura ao usuário o controle sobre

suas informações, com opções de alteração de credenciais, exclusão de dados e de conta e encerramento de sessão. De acordo com Oliveira e Ebole (2025), o tratamento de dados sensíveis em saúde exige conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados, e a existência desses controles nativos evidencia que a conformidade foi tratada como princípio de design.

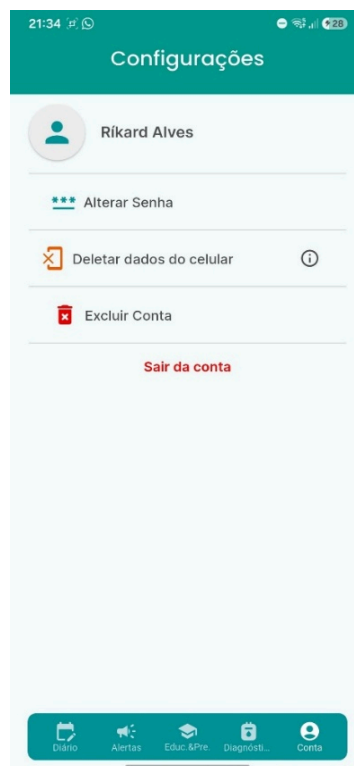


FIGURA 8. Tela de Conta.

A camada de dados, por fim, sustenta as duas anteriores por meio de uma dupla instância de persistência: o banco de dados em nuvem, hospedado no Firebase, e o cache local mantido no estado do aplicativo. Conforme preconizado pela Política Nacional de Informação e Informática em Saúde (BRASIL, 2015), que orienta a universalização do acesso às tecnologias de informação como resposta às desigualdades digitais, essa duplicidade configura condição de equidade digital, pois o fluxo de sincronização bidirecional entre o cache local e a nuvem garante que o registro realizado offline seja consolidado no banco assim que a conexão for

restabelecida, e que as informações atualizadas na nuvem retornem ao aparelho na próxima atualização da interface.

Em síntese, a arquitetura apresentada evidencia que o EpidemiLog não se resume a um formulário móvel, mas constitui um ecossistema de vigilância participativa no qual apresentação, controle e dados operam de forma integrada, com ou sem conectividade. As evidências sobre como os participantes perceberam e utilizaram esse ecossistema são o objeto da seção seguinte.

5. ANÁLISE

Os resultados da validação organizam-se em dois planos complementares, o quantitativo, derivado da aplicação da escala System Usability Scale, e o qualitativo, derivado da Análise Textual Discursiva aplicada aos relatos das sessões de teste, de modo que o primeiro dimensiona a aceitabilidade da interface e o segundo revela os sentidos que os participantes atribuem à experiência de uso, conforme o protocolo descrito na metodologia. Segundo Brooke (1996), a escala permite a mensuração padronizada da satisfação do usuário, e é essa mensuração que abre a apresentação dos achados.

No plano quantitativo, a aplicação da escala aos 20 participantes produziu média de 78,5 pontos, com desvio padrão de 6,2, resultado superior ao patamar de aceitabilidade de 68 pontos estabelecido por Bangor, Kortum e Miller (2008) como média de referência da escala, o que indica usabilidade satisfatória do EpidemiLog para o público avaliado. A análise por tarefa revelou que 95% dos participantes concluíram a criação de conta sem auxílio externo, 90% realizaram o

registro diário completo de sintomas e temperatura e 85% ajustaram a localização no mapa e consultaram o histórico no módulo de avaliação de risco, sendo que as maiores dificuldades concentraram-se na tabela de medicamentos, cujo período de uso exigiu duas ou três tentativas em parte da amostra. Esses números delimitam onde a interface cumpre sua promessa e onde ainda gera atrito, e é justamente esse atrito que o plano qualitativo ajuda a compreender.

No plano qualitativo, o processo de desmontagem, unitarização e categorização dos relatos, conduzido segundo Moraes e Galiuzzi (2007), fez emergir duas categorias centrais alinhadas à proposição deste estudo, a adesão ao registro diário e a fidedignidade das informações, às quais se somou uma categoria transversal sobre o uso assistido entre gerações.

Na categoria adesão, os participantes justificaram a continuidade do uso principalmente pelo retorno percebido, mencionando "Quando eu abro o gráfico e vejo a linha da febre descendo, percebo que o remédio está fazendo efeito, e isso me anima a registrar no dia seguinte", enquanto os motivos de abandono apontados concentraram-se no esquecimento nos dias de rotina intensa, sobretudo entre os participantes economicamente ativos, que relataram interromper o registro em semanas de trabalho acumulado. Na categoria fidedignidade, as dificuldades relatadas no preenchimento concentraram-se no preenchimento da tabela de medicamentos, em especial o campo do período de uso, que exigia consulta à bula ou à caixa do medicamento antes da digitação, e as estratégias espontâneas de contorno incluíram: registrar a temperatura aproximada de memória ou arredondá-la para o valor mais próximo quando o termômetro não estava acessível, além de fotografar a embalagem do medicamento para conferir o período de

uso. Essas unidades de significado, lidas sob o arco hermenêutico, revelam que a relação dos participantes com a ferramenta é mediada pelo discurso, e é nesse discurso que a dimensão intergeracional se manifestou de forma recorrente.

A categoria transversal do uso assistido confirmou a hipótese de trabalho das trocas intergeracionais, pois Quinto e Pimentel (2022) evidenciam que os idosos tiveram o contato inicial com as tecnologias digitais por meio dos jovens, que os auxiliam ou os iniciam na lida com o digital. O padrão observado foi o de idosos conduzidos ao aplicativo por filhos ou netos, que realizavam o primeiro cadastro e permaneciam por perto orientando os preenchimentos iniciais, sobretudo nas primeiras semanas de uso. Esse padrão explica, em parte, a diferença de desempenho entre faixas etárias nos testes de tarefa. Os ajustes de fontes, cores e ícones realizados ao longo do desenvolvimento encontram nessa categoria sua justificativa empírica, pois a legibilidade da interface mostrou-se condição para que o uso assistido não se convertesse em dependência permanente. Resta apresentar o comportamento do diferencial técnico da proposta, a operação offline, cujos números fecham o quadro de resultados.

No que concerne à funcionalidade offline, os registros indicam que 100% dos participantes realizaram ao menos um registro sem conexão ativa e que 98% dos dados armazenados localmente foram sincronizados com o banco em nuvem após o restabelecimento da rede, sem perda de informação reportada, evidência direta de que a persistência local cumpre sua função de preservar o dado no momento do agravo. Esse desempenho técnico, somado às categorias emergentes dos relatos, compõe o conjunto de

evidências que a discussão agora confronta com a proposição central do estudo e com a literatura que a fundamenta.

6. DISCUSSÃO

O confronto entre os resultados e a proposição deste estudo indica que a funcionalidade offline, quando aliada a um design centrado no usuário, favoreceu a adesão ao registro diário e a fidedignidade das informações coletadas, pois a média de 78,5 pontos na escala de usabilidade e a sincronização integral dos registros locais demonstram que a eliminação da dependência de conectividade no momento do agravo não apenas preservou o dado, mas sustentou a disposição dos participantes em registrar.

Os trabalhos de Wójcik et al. (2014), Leal Neto et al. (2016) já apontavam que os sistemas de vigilância participativa apresentam maior sensibilidade e oportunidade que os sistemas tradicionais baseados em serviços de saúde, e o EpidemiLog confirma essa previsão em contexto amazônico, ao transformar o participante em agente ativo da vigilância em condições nas quais os sistemas dependentes de rede simplesmente não operam. Essa confirmação, contudo, ganha maior densidade quando confrontada com o problema temporal que motivou a investigação.

Segundo Goto et al. (2016), as etapas de digitação e encerramento das notificações de dengue no SINAN consumiam dezenas de dias após a notificação inicial, intervalo incompatível com a velocidade de dispersão do vetor, e é precisamente esse intervalo que a coleta descentralizada pelo aplicativo tende a comprimir, pois o registro nasce no aparelho do participante no momento do sintoma e sincroniza-se assim que a rede permite.

De acordo com Valdes Angues et al. (2018), a vigilância conduzida por agentes comunitários com smartphones e georreferenciamento em tempo real encurtou drasticamente o intervalo entre o surgimento do agravo e seu reconhecimento pelas autoridades em vilarejos remotos, e o resultado do presente estudo dialoga com essa evidência ao demonstrar que o mesmo princípio opera quando o repórter é o próprio cidadão, o que amplia o alcance da estratégia para além das redes formais de captadores. A leitura territorial que resulta desse processo remete à dimensão geoespacial da ferramenta.

Conforme Miguel, Bressan e Hornink (2020), a visualização de dados georreferenciados em tempo real possibilita uma análise mais precisa da dispersão de doenças como Dengue, Zika e Chikungunya, e os resultados do painel de Alertas sugerem que essa precisão se estende à malária, agravo cuja carga endêmica no Marajó, documentada por Figueiredo et al. (2026), reforça a pertinência do escopo duplo adotado pelo sistema.

Segundo Costa e Botelho (2020), aplicativos móveis possuem grande potencial quando aplicados à saúde pública no mapeamento e monitoramento de sintomas, mas os resultados deste estudo qualificam essa afirmação ao demonstrar que o potencial só se converte em adesão quando a ferramenta devolve algo ao participante, seja o gráfico da própria temperatura, seja a orientação educativa, seja o relatório em PDF apresentável em atendimentos, achado que corrobora a leitura de Genésio, Rodriguez e Braga (2024) sobre o registro sistemático como apoio à autopercepção de saúde. Essa via de mão dupla, contudo, só se sustenta sobre um lastro ético que a discussão precisa examinar criticamente.

De acordo com Oliveira e Ebole (2025), o tratamento de dados sensíveis em saúde exige conformidade com a LGPD, e a existência de controles nativos de exclusão de dados e de conta na interface do EpidemiLog evidencia que a governança foi tratada como princípio de design, mas a limitação de projeto registrada na metodologia, a ausência de termo de aceite de política de privacidade no fluxo de cadastro, impõe uma ressalva que o estudo não pode elidir, pois o consentimento formalizado apenas no instrumento de coleta da pesquisa deixa exposta uma etapa do ciclo de vida do dado que a interface deveria cobrir.

Ao nosso modo de ver, essa é a principal fragilidade identificada e a primeira prioridade de evolução do artefato, coerente com a Política Nacional de Informação e Informática em Saúde (BRASIL, 2015), que elege a redução das desigualdades digitais como princípio, pois equidade sem autonomia informacional é equidade incompleta. Essa reflexão ética encontra contraponto na dimensão interpretativa que atravessou toda a investigação.

A leitura dos relatos sob o arco hermenêutico, conforme Ricoeur (1977), permitiu compreender que a adesão ao aplicativo não se esgota no ato técnico de preencher campos, mas se constitui no discurso que os participantes produzem sobre o uso, e é essa compreensão que distingue a abordagem adotada das avaliações puramente métricas de usabilidade, pois a categoria do uso assistido entre gerações, fundamentada em Quinto e Pimentel (2022), só emergiu porque os relatos foram tratados como mediação simbólica da experiência vivida e não como respostas a serem tabuladas.

Segundo Moraes e Galiazzi (2007), a nova compreensão do fenômeno emerge da escrita reflexiva do analista, e o metatexto deste estudo revela que a tecnologia de vigilância participativa, para funcionar na Amazônia, precisa ser simultaneamente engenharia resiliente e dispositivo de reconhecimento, no qual o cidadão percebe que seu registro produz efeito sobre o território que habita. Reconhecidos esses achados, cabe delimitar o alcance das conclusões.

Importa registrar que os resultados apresentados possuem limitações que condicionam sua generalização, pois a amostra de 20 participantes de um único município do sudeste do Pará não esgota a diversidade da Amazônia paraense, o período de coleta de dois meses não captura a sazonalidade completa das arboviroses, e a ausência de comparação direta com o fluxo tradicional de notificação impede quantificar com precisão a compressão do intervalo entre sintoma e informação disponível à vigilância.

Ao nosso modo de ver, essas limitações não fragilizam a proposição central, mas delimitam seu estatuto, pois o estudo demonstra viabilidade e aceitabilidade em contexto real, cabendo a estudos futuros a verificação longitudinal em múltiplos territórios e a integração formal do fluxo de dados do aplicativo aos sistemas oficiais de vigilância. É sobre esse conjunto de evidências e ressalvas que a conclusão do artigo se debruçará.

7. CONCLUSÃO

Este artigo partiu da constatação de que a vigilância tradicional de arboviroses e malária em áreas remotas do interior do Pará opera com intervalos incompatíveis com a velocidade de dispersão dos

vetores, e propôs-se a desenvolver e validar o EpidemiLog, aplicativo móvel de registro de sintomas com funcionalidade offline destinado à vigilância participativa, de modo que a pergunta que orientou a investigação, sobre de que maneira uma ferramenta móvel com essa característica pode otimizar a vigilância epidemiológica nessas condições territoriais, encontra resposta no conjunto de evidências produzido ao longo das seções precedentes, e é essa resposta que este fechamento sintetiza.

A proposição central do estudo, segundo a qual a funcionalidade offline aliada a um design centrado no usuário favorece a adesão ao registro diário e a fidedignidade das informações coletadas, foi corroborada pelos resultados, pois a média de 78,5 pontos na escala de usabilidade superou o patamar de referência de 68 estabelecido por Bangor, Kortum e Miller (2008), a sincronização de 98% dos registros locais ocorreu sem perda de informação e a Análise Textual Discursiva revelou que os participantes sustentam a continuidade do uso pelo retorno percebido na relação com a ferramenta, seja pelo gráfico da própria temperatura, seja pelas orientações educativas, seja pelo relatório exportável em PDF, conjunto que confirma, ao nosso modo de ver, que a eliminação da dependência de conectividade no momento do agravo não é apenas requisito técnico, mas condição de equidade digital coerente com a Política Nacional de Informação e Informática em Saúde (BRASIL, 2015).

As contribuições do estudo situam-se em três planos complementares: no plano acadêmico, o artigo demonstra a viabilidade da vigilância participativa em contexto amazônico, campo que, conforme Leal Neto et al. (2016), permanece em construção no Brasil; no plano prático, o EpidemiLog oferece aos territórios de conectividade precária um instrumento que

transforma o cidadão em agente ativo da vigilância, estendendo a lógica documentada por Wójcik et al. (2014) para além das redes formais de captadores; e no plano metodológico, a articulação entre engenharia e Análise Textual Discursiva, detalhada na discussão, evidencia que a compreensão da adesão exige ler os relatos como expressão da experiência vivida, e não como respostas a serem tabuladas.

As conclusões aqui apresentadas possuem estatuto delimitado pelas condições de validade detalhadas na seção precedente, de modo que cabe a este fechamento apenas reter o essencial, qual seja, que o estudo demonstra a viabilidade e a aceitabilidade do EpidemiLog em contexto real de conectividade precária, sem pretender generalizar seus resultados para a totalidade da Amazônia paraense nem para além do período avaliado.

Essa delimitação, longe de fragilizar a proposição, orienta a agenda que se segue, pois os passos futuros já identificados na discussão, a verificação longitudinal da adesão em múltiplos territórios, a integração formal do fluxo de dados do aplicativo aos sistemas oficiais de vigilância e a incorporação do consentimento informacional à própria interface, convertem as limitações reconhecidas em programa de trabalho, conduzindo o EpidemiLog de protótipo validado a instrumento consolidado da vigilância participativa no SUS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANGOR, Aaron; KORTUM, Philip; MILLER, James. An empirical evaluation of the System Usability Scale. *International Journal of Human-Computer Interaction*, v. 24, n. 6, p. 574-594, 2008. DOI:

<https://doi.org/10.1080/10447310802205766>. Disponível em:
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10447310802205766>.

Acesso em: 3 out. 2026.

BRASIL. Ministério da Saúde. Estratégia e-Saúde para o Brasil. Brasília: Ministério da Saúde, 2017. Disponível em:
https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/estrategia_esaude_brasil.pdf. Acesso em: 12 mar. 2026.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 589, de 20 de maio de 2015. Institui a Política Nacional de Informação e Informática em Saúde (PNIIS). Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 2015. Disponível em:
https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2015/prt0589_20_05_2015.html. Acesso em: 4 out. 2026.

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

COSTA, Leandro de Assis Santos da; BOTELHO, Nara Macedo. Aplicativos móveis e a saúde pública brasileira: uma revisão integrativa. Revista Conhecimento Online, Novo Hamburgo, a. 12, v. 3, p. 172 187, set./dez. 2020.

FIGUEIREDO, Roberto Carlos et al. A distribuição espacial da malária nas microrregiões do Marajó, estado do Pará, Brasil: um estudo transversal e ecológico. RECIMA21: Revista Científica Multidisciplinar, v. 7, n. 6, e768880, 2026. DOI:
<https://doi.org/10.47820/recima21.v7i6.7880>.

GENÉSIO, Vinícius L. S.; RODRIGUEZ, Lina Garces; BRAGA, Rosana T. Vaccare. MoniPaEp: um sistema para monitoramento de sintomas de doenças endêmicas. In: Anais Estendidos do XXIII Simpósio Brasileiro de Computação Aplicada à Saúde. [S.l.]: SBC, 2024.

GOTO, Dora Yoko Nozaki; LAROCCA, Liliana Müller; FÉLIX, Jorge Vinícius Cestari; KOBAYASHI, Vera Lúcia; CHAVES, Maria Marta Nolasco. Avaliação da oportunidade de notificação da dengue no Estado do Paraná. Acta Paulista de Enfermagem, v. 29, n. 3, p. 355 362, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1982-0194201600049>.

LEAL NETO, Onício et al. Digital disease detection and participatory surveillance: overview and perspectives for Brazil. Revista de Saúde Pública, v. 50, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1518-8787.2016050006201>.

MIGUEL, Gustavo Alves; BRESSAN, Paulo Alexandre; HORNINK, Gabriel Gerber. AedesMap: uma alternativa móvel para obtenção de dados georreferenciados da Dengue, Zika e Chikungunya. Revista Brasileira de Design da Informação, v. 16, n. 3, p. 115 115, 2020.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. Análise Textual Discursiva. Ijuí: Editora Unijuí, 2007.

NIELSEN, Jakob; MACK, Robert L. (org.). Usability inspection methods. New York: John Wiley & Sons, 1994.

OLIVEIRA, Marcio Sacramento de; EBOLE, Maria de Fátima (org.). Governança da informação em saúde: fundamentos, práticas e perspectivas. São Paulo: Pimenta Cultural, 2025.

QUINTO, Wanderson Alexandre da Silva; PIMENTEL, Adelma do Socorro Gonçalves. Uma fenomenologia do conflito entre idosos e jovens pelo uso das tecnologias digitais. Revista Cocar, v. 17, n. 35, 2022. Disponível em: <https://periodicos.uepa.br/index.php/cocar/article/view/5707>. Acesso em: 4 out. 2026.

RICOEUR, Paul. Teoria da interpretação: o discurso e o excesso de significação. Lisboa: Edições 70, 1977.

SOUSA, Thiago Vinícios Lima de Araujo; LOPES, Átila Rabelo. SOS Dengue: um aplicativo móvel para o mapeamento colaborativo de casos de dengue em zonas urbanas. In: Anais do Simpósio Brasileiro de Computação Aplicada à Saúde. [S.l.]: SBC, 2024.

VALDES ANGUES, Raquel et al. A real-time medical cartography of epidemic disease (Nodding syndrome) using village-based lay mHealth reporters. PLoS Neglected Tropical Diseases, v. 12, n. 6, e0006588, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006588>.

WÓJCIK, Oktawia P. et al. Public health for the people: participatory infectious disease surveillance in the digital age. Emerging Themes in Epidemiology, v. 11, n. 7, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1186/1742-7622-11-7>.

¹ Discente do Curso Superior de Engenharia de Software da Universidade do Estado do Pará – Uepa, *Campus Redenção*. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

² Discente do Curso Superior de Engenharia de Software da Universidade do Estado do Pará – Uepa, *Campus Redenção*. E-mail:

[acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

³ Docente do Bacharelado em Engenharia de Software da Universidade do Estado do Pará – Uepa, *Campus Redenção*. E-mail:

[acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁴ Docente do Bacharelado em Engenharia de Software da Universidade do Estado do Pará – Uepa, *Campus Ananindeua*. E-

mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁵ Docente do Bacharelado em Engenharia de Software da Universidade do Estado do Pará – Uepa, *Campus Castanhal*. E-mail:

[acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁶ Docente do curso técnico em informática integrado ao ensino médio do Instituto Federal do Pará - IFPA, *Campus Marabá Industrial*. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁷ Discente do Curso Superior de Engenharia de Software da Universidade do Estado do Pará – Uepa, *Campus Ananindeua*. E-

mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁸ Discente do Programa de Pós-Graduação em Cirurgia e Pesquisa Experimental - Ppgcipe da Universidade do Estado do Pará – Uepa, *Campus Belém*. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-](#)

[mail](#)

⁹ Discente do Programa de Pós-Graduação em Cirurgia e Pesquisa Experimental - Ppgcipe da Universidade do Estado do Pará – Uepa, *Campus Belém*. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-](#)

[mail](#)

¹⁰ Discente do Curso Superior de Engenharia de Software da Universidade do Estado do Pará – Uepa, *Campus Ananindeua*. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

¹¹ Discente do Curso Superior de Engenharia de Software da Universidade do Estado do Pará – Uepa, *Campus Ananindeua*. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)