

Onde Dói?: Sistema Móvel de Vigilância Participativa e Crowdsensing com Apoio de IA Generativa para Saúde Digital

Mateus Lima Rodrigues
mateus00@alu.ufc.br

Universidade Federal do Ceará
(UFC)
Quixadá, Ceará, Brasil

Rossana M. de C. Andrade
rossana@ufc.br

Universidade Federal do Ceará
(UFC)
Fortaleza, Ceará, Brasil

Marcelo Martins da Silva
mmartins@ufc.br

Universidade Federal do Ceará
(UFC)
Quixadá, Ceará, Brasil

ABSTRACT

Neglected Tropical Diseases (NTDs) represent a persistent public health challenge in Brazil. This paper presents *Onde Dói?*, a mobile crowdsensing and participatory surveillance system that integrates citizen science, georeferenced data and multimodal generative artificial intelligence to combat these diseases. Developed using the Flutter framework and a Serverless architecture, the solution uses the Gemini model for automated image analysis of potential health risks and as an educational virtual assistant. To sustain the community engagement, this platform incorporates gamification mechanics. The evaluation, conducted using the Technology Acceptance Model (TAM), indicated high perceived ease of use and usefulness, demonstrating that integrating generative AI into interactive mobile systems is a promising strategy to optimize screening and democratize health monitoring.

KEYWORDS

crowdsensing, participatory surveillance, generative artificial intelligence, m-health, gamification, neglected tropical diseases

1 INTRODUÇÃO

As Doenças Tropicais Negligenciadas (DTNs) representam um desafio crítico da saúde pública no Brasil, constituindo um grupo heterogêneo de enfermidades que prevalecem em contextos de vulnerabilidade [6]. Como afirma o infectologista Julio Croda [3], da Fundação Oswaldo Cruz, “Falamos de doenças negligenciadas, mas o correto seria falar de doenças que acometem populações negligenciadas”. O enfrentamento eficaz dessas doenças, que incluem, dentre muitas outras, a Doença de Chagas, Hanseníase, Leishmaniose e Raiva Humana, esbarra na persistente subnotificação de casos. Essa defasagem informacional, é intensificada pela invisibilidade clínica e pelo profundo estigma associado a essas patologias, o receio da exclusão social frequentemente afasta o paciente do diagnóstico precoce, alimentando um ciclo vicioso de adoecimento, incapacidade física e manutenção da pobreza estrutural [14].

Apesar dos avanços institucionais e políticas públicas, o Brasil ainda enfrenta sérias dificuldades em controlar e eliminar essas enfermidades. O recente Boletim Epidemiológico do Ministério da Saúde revela que, entre 2016 e 2020, foram registrados quase 600 mil casos novos de DTNs e mais de 40 mil óbitos [6]. Os casos foram identificados em 99,3% dos municípios brasileiros, demonstrando sua ampla distribuição e estima-se que quase 29 milhões de pessoas estejam sob risco, sendo as maiores proporções observadas nas Regiões Norte (56,8%) e Nordeste (22,0%) [6].

Para mitigar esse cenário, a transformação digital trouxe Sistemas de Informação Geográfica (SIG), como o DENGOSA [2] e o DengueMG [30]. Contudo, um obstáculo para essas ferramentas é a dependência de agentes de saúde para a alimentação dos dados, que limita a agilidade da coleta. Na tentativa de reverter isso, iniciativas de vigilância participativa, como o aplicativo *Xô, Mosquito!* [26] lançado pela Prefeitura de Fortaleza, buscaram integrar o cidadão na denúncia de focos do *Aedes Aegypti*. No entanto, a experiência na prática demonstrou que, apesar do grande volume inicial de denúncias [12], ferramentas puramente institucionais tendem a cair em desuso, pois carecem de mecanismos que evitem a evasão a longo prazo. Além disso, a análise do estado da arte revela uma forte verticalização temática, uma vez que, a maioria das soluções restringem-se a uma única patologia, focam exclusivamente na gestão clínica pós-infecção ou falha em promover o engajamento contínuo da população.

Neste contexto, este trabalho apresenta o *Onde Dói?*, uma plataforma móvel desenvolvida para fortalecer a vigilância em saúde. O sistema integra mecanismos de gamificação para incentivar a participação popular e utiliza Inteligência Artificial (IA) Generativa para auxiliar na identificação preliminar de focos de doenças a partir de imagens enviadas pelos usuários. Além disso, a ferramenta oferece uma base de conhecimento interativa e georreferenciamento de denúncias, permitindo que a comunidade visualize as áreas de maior risco.

O restante deste artigo está organizado da seguinte forma. A Seção 2 apresenta as duas grandes áreas que cobrem a fundamentação teórica. Em seguida, a Seção 3 discute os trabalhos relacionados. A arquitetura e principais funcionalidades do sistema são detalhadas na Seção 4. A avaliação e análise dos resultados estão na Seção 5. Por fim, a Seção 6 apresenta as considerações finais e trabalhos futuros.

In: Proceedings of the Brazilian Symposium on Multimedia and the Web (WebMedia'2026). Lavras/MG, Brazil. Porto Alegre: Brazilian Computer Society, 2026.

© 2026 SBC – Brazilian Computing Society.
ISSN 2966-2753

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A concepção de sistemas colaborativos e descentralizados para o monitoramento em saúde pública exige uma base teórica multidisciplinar. Esta seção apresenta os conceitos epidemiológicos e comportamentais da solução, seguidos pelas tecnologias habilitadoras que sustentam a sua arquitetura.

2.1 Conceitos Epidemiológicos e da Saúde Digital

2.1.1 Saúde Móvel (*m-Health*). A Saúde Móvel, ou *m-Health*, consiste no uso de tecnologias ou aparelhos móveis aplicados à saúde, trazendo vantagens como a mobilidade, o acesso remoto e simultâneo, e o baixo custo de utilização [1], sua propagação é de alta importância em países emergentes para contornar desafios estruturais e geográficos. De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), as intervenções digitais fortalecem os sistemas em escala global [24], profissionais da área percebem o uso de dispositivos digitais como um meio que lhes permite oferecer mais serviços, alcançar um número maior de pessoas e trabalhar de maneira mais eficiente. Além da expansão do alcance do atendimento, o *m-Health* viabiliza a integração e comunicação com outros sistemas já existentes, como prontuários eletrônicos. Essa interoperabilidade garante agilidade e eficiência no acesso, registro e compartilhamento de informações médicas de lugares remotos e entre diferentes especialistas. Dessa forma, as aplicações móveis superam a simples digitalização de documentos e o armazenamento de dados, e atuam efetivamente como mecanismos de apoio à decisão, permitindo que os profissionais realizem intervenções, avaliações e pré-diagnósticos de maneira mais assertiva e ágil [17]. Quando aplicadas ao contexto de saúde pública, ferramentas de comunicação através de dispositivos móveis também promovem um senso de conexão e suporte aos usuários, incentivando a adoção de comportamentos preventivos e melhorando a utilização dos serviços de saúde.

2.1.2 Vigilância Participativa. O controle de endemias enfrenta obstáculos severos em modelos tradicionais de vigilância, que frequentemente operam de forma verticalizada, limitando-se a repassar informações sem integrar as partes envolvidas na busca por soluções adequadas às suas realidades [16]. Para superar isso, a Vigilância Participativa reorienta o processo ao incluir o envolvimento ativo da comunidade, como a vigilância entomológica e o mapeamento de riscos, este é considerado um método de baixo custo que não pode ser executado com sucesso sem a participação direta da sociedade. Essa perspectiva é fortemente fundamentada pela abordagem Eco-Bio-Social (EBS), uma estratégia de intervenção que destaca a educação em saúde, a participação social e o cuidado com o meio ambiente como pilares para o controle de vetores [16]. Nesse modelo, o cidadão passa de receptor passivo a um agente ativo, capaz de influenciar, tomar decisões e promover mudanças na sociedade, no contexto tecnológico, essa participação cidadã ganha escala através do *crowdsensing* móvel, onde indivíduos atuam como uma rede de sensores ambientais, permitindo atuações sobre os determinantes socioambientais antes que a infecção ocorra.

2.1.3 Georreferenciamento e Análise Espacial. A informação em saúde não deve ser apenas coletada de forma isolada, mas analisada e disseminada entre as partes interessadas, servindo como base para guiar a gestão de serviços com eficiência, eficácia e efetividade [21]. Nesse contexto, os SIGs destacam-se como ferramentas para combinar dados de diferentes fontes e gerar informações de apoio à tomada de decisão. A utilização de mapas em sistemas de saúde vai além da apresentação ilustrativa de resultados, ela facilita o estudo de correlações espaciais entre condições sociais, ambientais e ocorrência de doenças. Essa abordagem visual é fundamental para a identificação de padrões, relações e anomalias espaciais que seriam de difícil detecção quando os dados são analisados de forma independente. Ao transpor esses conceitos para uma plataforma de vigilância participativa, a captura de coordenadas pelo dispositivo do usuário permite a construção de um relato espaço-temporal das ameaças. Isso empodera tanto os profissionais de saúde quanto a comunidade com um maior planejamento, monitoramento e execução das ações e campanhas preventivas focadas em áreas críticas [21].

2.1.4 Gamificação Aplicada à Saúde. Plataformas cívicas e de vigilância participativa dependem da motivação da comunidade, enfrentando o desafio de evitar a evasão de voluntários a longo prazo. Para mitigar esse problema, a Gamificação tem sido adotada para motivar e aumentar a atividade e retenção dos usuários [11]. No setor da saúde, essa estratégia transforma atividades rotineiras em experiências atrativas, o aplicativo *Hemo4Play* [15], por exemplo, mostrou que o uso de recompensas e missões incentiva o engajamento contínuo na doação de sangue. Essa eficácia encontra respaldo na Teoria da Autodeterminação [29], que estuda as condições que facilitam a motivação e o desenvolvimento social, a teoria traz que a motivação humana e o bem-estar são sustentados pela satisfação de três necessidades psicológicas, sendo elas, a competência, autonomia e relacionamento social. Ao aplicar esses conceitos no controle de epidemias, o uso de mecânicas de jogos, como *rankings* semanais, níveis e medalhas temáticas [11], atua-se diretamente na satisfação dessas necessidades, o usuário exerce a autonomia ao escolher mapear um risco, fortalece sua competência ao acertar questionários e adquire relacionamento social ao comparar seu impacto social. Assim, a denúncia sanitária deixa de ser um dever burocrático e se transforma em um hábito recompensador.

2.2 Tecnologias Habilitadoras

2.2.1 Arquitetura Multiplataforma (Front-end). O aplicativo foi desenvolvido utilizando o *framework Flutter*¹, que permite a compilação para múltiplos sistemas operacionais a partir de uma única base de código escrita em *Dart*. O *framework* se destaca pela alta performance do motor de renderização *Impeller*, que otimiza o uso da *GPU*, reduzindo o consumo de energia e garantindo fluidez de interfaces interativas, enquanto recursos como o *Hot Reload* aceleram o ciclo de prototipagem, permitindo a validação instantânea de mudanças

¹<https://flutter.dev>

durante o desenvolvimento [23]. O cerne da plataforma baseia-se na captura e visualização de dados espaciais, para isso, a interface do mapa foi implementada utilizando o pacote *google_maps_flutter*², fornecendo controle de câmera, definição de tipos de mapa e renderização de marcadores que apontam os focos reportados. Para garantir precisão da captura espacial, a arquitetura emprega os pacotes *geolocator*³ e *location*⁴, o primeiro atua na comunicação direta com os serviços de localização do dispositivo (como o *FusedLocationProvider-Client* do Android), otimizando o cálculo de distâncias e a coleta da latitude e longitude do usuário, enquanto o segundo gerencia permissões de privacidade em tempo de execução e suporta *callbacks* contínuos, possibilitando a coleta de dados de localização e o rastreo espacial seguro.

2.2.2 Arquitetura Serverless e Bancos NoSQL (Back-end). A infraestrutura de *back-end* de plataformas *crowdsensing* deve ser altamente resiliente para suportar picos imprevisíveis de acessos, como aqueles gerados por surtos epidêmicos. Diferente dos modelos tradicionais de *Infrastructure as a Service* (IaaS), o aplicativo adota a arquitetura *Serverless*, orientada a eventos e com escalabilidade elástica automatizada [25, 27]. No contexto do desenvolvimento de *softwares* para saúde, a adoção dessa arquitetura vai além da otimização financeira, plataformas de nuvem oferecem camadas embutidas de segurança, isolamento de dados e criptografia de ponta a ponta, características vitais para o tratamento de dados sensíveis e para a adequação a regulações de privacidade, como a Lei Geral da Proteção de Dados (LGPD) [33]. A solução faz uso da plataforma *Backend-as-a-Service* (BaaS) *Firebase*⁵ e o armazenamento de dados é gerenciado pelo *Cloud Firestore*, um banco de dados *NoSQL* que sincroniza dados em tempo real entre os usuários e oferece suporte à persistência local de dados, viabilizando o funcionamento *offline* parcial em áreas remotas ou vulneráveis com conectividade intermitente. De forma complementar, a lógica de negócios e as integrações complexas do sistema são abstraídas através do conceito de *Function-as-a-Service* (FaaS), utilizando o *Firebase Cloud Functions* [27], processando imagens de forma assíncrona sem sobrecarregar o dispositivo do usuário final.

2.2.3 Inteligência Artificial Generativa e Visão Computacional. O uso de IA na saúde revolucionou os processos de triagem, processando grandes volumes de dados de forma ágil para otimizar a tomada de decisão e a identificação precoce de riscos [20]. Soluções móveis, como o aplicativo *DiagHans* [9], já indicaram o potencial do aprendizado de máquina para classificar lesões complexas unindo imagens a dados clínicos. Contudo, modelos preditivos tradicionais exigem treinamentos extensivos e individualizados para cada patologia específica. O advento dos *Large Language Models* (LLMs) multimodais, como a família *Gemini*, permite ultrapassar essa barreira, processando texto, imagem e contexto simultaneamente. Na

plataforma proposta, a *API* do modelo *Gemini* (versão 3.5 flash)⁶ foi integrada para atuar na visão computacional e como agente conversacional. Ao submeter a fotografia de um potencial foco, o modelo analisa e gera uma descrição do risco ambiental, automatizando a pré-análise e padronizando as denúncias para a gestão pública. Apesar dos ganhos operacionais, a implementação de IA em sistemas de saúde exige extremo rigor ético. A literatura recente alerta para os riscos de vieses algorítmicos e desumanização caso o julgamento seja totalmente delegado à máquina [4]. Alinhado às diretrizes da Organização Mundial da Saúde (OMS) [36] para ética e governança da IA, que recomendam a proteção da autonomia humana, a transparência e a responsabilidade, o sistema adota o paradigma “Humano no Circuito” (*Human-in-the-Loop*) [9]. Na prática, isso significa que a IA não atua de forma autônoma para fornecer diagnósticos médicos e por meio de uma rigorosa engenharia de *prompt*, o assistente virtual é restrito à triagem ambiental e educação em saúde preventiva. Qualquer relato de sinal clínico reportado pelo usuário aciona uma instrução padronizada para a busca imediata de uma Unidade Básica de Saúde (UBS), assegurando que o humano permaneça no controle do seu cuidado.

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Para contornar a limitação logística das ferramentas institucionais, o *crowdsensing* e a vigilância participativa propõe transformar os cidadãos em sensores ativos no ambiente. Essa abordagem tem se mostrado promissora no exercício do controle social e da agilidade de dados, como exibido pelo sistema *FiscalCovid* [10], que utilizou o *crowdsourcing* para o relato georreferenciado de aglomerações e infrações durante a pandemia. Para manter a motivação do usuário a longo prazo nessas plataformas, abordagens de gamificação têm sido validadas com sucesso na saúde pública, a exemplo do aplicativo *Hemo4Play* [15], que utiliza recompensas e customização de avatares para incentivar a doação contínua de sangue.

Apesar do potencial colaborativo, a denúncia cidadã em saúde ambiental frequentemente esbarra na barreira do conhecimento técnico. Para que a população identifique os riscos biológicos com precisão, a literatura tem investido no uso de IA. O sistema *VALERIA* [22], por exemplo, demonstrou o potencial do aprendizado de máquina para auxiliar o diagnóstico clínico de arboviroses a partir de dados informados por profissionais de saúde, reduzindo a dependência de exames laboratoriais custosos. Da mesma forma, os desafios de literacia em saúde e do combate à infodemia têm sido abordados por ferramentas como o *Apponco* [7], que fornece acesso rápido e offline a conteúdos validados sobre o câncer, e o *EurecaChat* [13] que utiliza LLMs em uma arquitetura multiagente para traduzir bases de dados complexas em diálogos acessíveis.

²https://pub.dev/packages/google_maps_flutter

³<https://pub.dev/packages/geolocator>

⁴<https://pub.dev/packages/location>

⁵<https://firebase.google.com/docs>

⁶<https://ai.google.dev/gemini-api/docs/models/gemini-3.5-flash>

Tabela 1: Análise comparativa de funcionalidades entre sistemas relacionados e a plataforma proposta.

Sistema	Público-Alvo	Crowdsensing	Gamificação	IA Integrada	Multimático
<i>Appconco</i> [7]	Cidadão	Não	Não	Não	Não
<i>DengueMG</i> [30]	Profissional	Não	Não	Não	Não
<i>DENGOSA</i> [2]	Profissional	Não	Não	Não	Sim
<i>EurecaChat</i> [13]	Cidadão	Não	Não	LLM Textual	Sim
<i>FiscalCovid</i> [10]	Cidadão	Sim	Não	Não	Não
<i>Hemo4Play</i> [15]	Cidadão	Não	Sim	Não	Não
<i>SININHO</i> [21]	Profissional	Não	Não	Não	Sim
<i>VALERIA</i> [22]	Profissional	Não	Não	Preditiva Clínica	Não
<i>Xô, Mosquito!</i> [26]	Cidadão	Sim	Não	Não	Não
<i>Onde Dói?</i>	Cidadão	Sim	Sim	Visão e Texto	Sim (DTNs)

A Tabela 1 traz a análise dessas soluções em comparação à ferramenta proposta. Apesar de suas notáveis contribuições, o estado da arte apresenta algumas lacunas. Soluções focadas em triagem clínica como o *VALERIA* [22], são restritas a profissionais de saúde, não empoderando o cidadão. Por outro lado, o *EurecaChat* [13] atua apenas textualmente, faltando recursos de Visão Computacional para análise do ambiente por fotos. O *Onde Dói?* preenche essa lacuna ao juntar vigilância participativa, IA multimodal e gamificação em um ecossistema único e multimático focado no cidadão.

4 O APLICATIVO

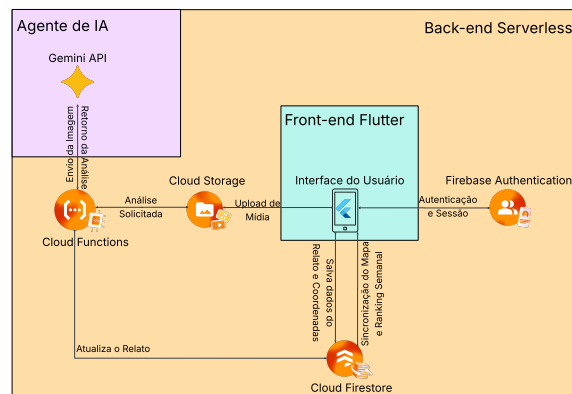
A solução visa traduzir a complexidade do monitoramento epidemiológico em uma interface engajadora para a população. Esta seção detalha a arquitetura de *software* e as principais funcionalidades da plataforma.

4.1 Arquitetura do Sistema e Fluxo de Dados

A arquitetura da plataforma foi projetada sob o paradigma cliente-servidor em um ecossistema de nuvem totalmente gerenciado, garantindo alta disponibilidade e resposta em tempo real. Como ilustrado pela Figura 1, o ciclo de vida do usuário no sistema inicia-se pelo módulo de segurança, gerenciado pelo *Firebase Authentication*. Esse serviço garante que apenas cidadãos devidamente autenticados possam submeter ou validar informações na rede, protegendo a integridade dos dados coletados. Uma vez autenticado, o aplicativo estabelece conexões assíncronas (*streams*) com o *Cloud Firestore*, um banco de dados *NoSQL* que atua como o núcleo de sincronização do sistema. Qualquer alteração na base de dados, como um novo foco reportado, resolução de um problema ou uma atualização no ranking é propagada instantaneamente para todos os dispositivos conectados, atualizando o mapa sem a necessidade de carregamentos manuais.

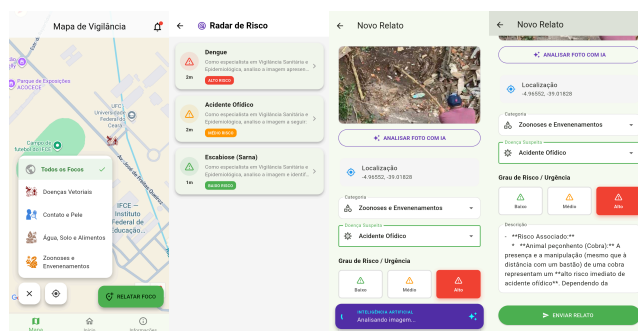
O fluxo de submissão de uma denúncia ilustra a integração dessa arquitetura. Quando um usuário registra um foco (processo detalhado na próxima subseção), a imagem pode ser processada pela API do *Gemini*. Ao confirmar o envio, o arquivo é transmitido para o *Firebase Storage*, gerando uma URL de acesso restrito. O aplicativo então consolida os metadados do relato (imagem, descrição, coordenadas, nível de urgência, categoria e doença específica) e os envia ao *Cloud Firestore*. Para evitar inconsistências e condições de corrida, a gravação do relato e a atualização da XP do usuário no *ranking* ocorrem dentro de uma Transação Atômica, garantindo que ambas as operações sejam concluídas com sucesso.

Essa separação de responsabilidades assegura que o poder de processamento mais pesado permaneça descentralizado, mantendo o aplicativo leve e responsivo para o usuário final.

**Figura 1: Arquitetura do Sistema**

4.2 Mapeamento Interativo e Relatos de Risco

A interface espacial de vigilância é a ferramenta operacional central do aplicativo. O objetivo deste módulo é materializar o conceito de *crowdsensing*, permitindo que a comunidade visualize a distribuição geográfica de ameaças sanitárias e notifique novos focos de doenças em tempo real. Para minimizar a sobrecarga cognitiva e promover uma assimilação visual imediata, foi desenvolvido um sistema de ícones baseados em semântica visual (ícones desenvolvidos pela ferramenta *Sora*⁷). Cada grande categoria epidemiológica é representada por um marcador de cor e simbologia específicas, doenças vetoriais, por exemplo, usam ícones vermelhos com a silhueta de mosquitos, enquanto zoonoses e envenenamentos são identificados por ícones amarelos com a representação de uma cobra e uma pata animal. Ao acessar o mapa, o sistema consome os dados em nuvem e os renderiza como marcadores dinâmicos, como mostrado na Figura 2.

**Figura 2: Mapa, Radar do Sistema e Relato Completo.**

Sobreposta à camada de visualização, a plataforma implementa a funcionalidade do **Radar de Risco**. Esse recurso

⁷<https://sora.chatgpt.com>

permite que o usuário monitore os alertas em um raio de 5km da sua posição, separados de forma decrescente por grau de perigo. Além disso, o sistema utiliza recursos de *geofencing* em segundo plano para proteção preventiva, então quando as coordenadas do dispositivo entram em um raio de 100 metros de um foco mapeado, o aplicativo dispara notificações automáticas. A intrusividade do alerta é adaptativa, áreas marcadas como de “Alto Risco” acionam notificações sonoras e alertas na tela, enquanto ameaças de “Baixo Risco” geram apenas notificações silenciosas, garantindo que o usuário seja alertado sem interrupções desnecessárias.

A retroalimentação desse mapa é feita pelos próprios cidadãos através de um fluxo de submissão de relatos, estruturado nas seguintes quatro etapas. Primeiramente, o usuário inicia a denúncia anexando uma imagem do foco de risco, podendo acionar a IA, caso ele opte por utilizar a ferramenta de suporte à decisão, o modelo processa a imagem e preenche o campo de descrição automaticamente com o risco sanitário identificado. O caráter opcional da IA garante que a autonomia do relato permaneça sob o controle humano. A seguir, ele classifica a ameaça selecionando a categoria principal e o agravamento específico. Então, o cidadão determina o Grau de Urgência da ameaça, e finalmente, a interface captura a latitude e longitude, conectando o problema sanitário ao espaço físico sem a necessidade do preenchimento manual de endereços.

4.3 Biblioteca Digital e Assistente Virtual

A desinformação, frequentemente caracterizada como “infodemia”, consolidou-se como um dos principais obstáculos contemporâneos na saúde pública brasileira. A disseminação de notícias falsas e teorias infundadas enfraquece a adesão à campanhas de prevenção, gera desconfiança sobre as orientações científicas oficiais e favorece o ressurgimento de doenças [31]. Para mitigar esse cenário de vulnerabilidade informacional, o aplicativo atua como um polo de letramento em saúde, estruturado em duas frentes de acesso à informação, uma estática e outra interativa e conversacional, a Figura 3 demonstra as funcionalidades apresentadas nessa subseção.



Figura 3: Biblioteca da Saúde, categorias gerais e uma doença específica, seguindo, uma interação com o “Dr. IA”.

A Biblioteca de Saúde atua como um guia de bolso, projetado para garantir o acesso a conteúdos mesmo em cenários

de baixa ou nenhuma conectividade. Para evitar a sobrecarga do usuário diante múltiplas patologias, a interface categoriza as informações com base nas transmissões, sendo elas, *Doenças Vetoriais, Contato e Pele, Água/Solo e Alimentos, Zoonoses e Envenenamentos*. Cada módulo traz uma linguagem acessível, detalhando a introdução à patologia, o ciclo de transmissão, os principais sintomas, as medidas práticas de prevenção e um convite a responder o *quizz* ao final.

Para complementar e oferecer um suporte personalizado em tempo real, a plataforma integra o “Dr. IA”, um assistente virtual conversacional impulsionado por IA Generativa. Essa arquitetura permite que o usuário faça perguntas complexas utilizando linguagem natural, recebendo orientações com formatação rica que facilitam a leitura e compreensão. Conforme detalhado na arquitetura de *software*, o agente opera sob rigorosas travas éticas de engenharia de *prompt*, garantindo a mitigação de “alucinações” e bloqueando qualquer tentativa de diagnóstico clínico, sempre sugerindo o encaminhamento imediato a unidades de saúde.

4.4 Dinâmicas de Engajamento e Gamificação

A sustentabilidade de plataformas de *crowdsourcing* depende da motivação contínua de seus colaboradores. O simples apelo ao dever cívico frequentemente resulta em altas taxas de abandono após os primeiros acessos. Para mitigar esse atrito, o aplicativo implementa estratégias de gamificação orientadas ao conceito de *Game Thinking*, que consiste na utilização de mecânicas e lógicas de jogos para engajar pessoas e resolver problemas reais [34]. Em sistemas de *crowdsensing* voltados para a saúde, a aplicação de estímulos cooperativos e competitivos tem se provado um método muito eficaz para aumentar o volume e qualidade das contribuições [19]. O núcleo do sistema de engajamento baseia-se em uma economia de XP atrelada à ações no mundo real. O algoritmo de pontuação recompensa o esforço do usuário, a submissão de um relato concede 50 XP, enquanto a resolução de um problema relatado confere 100 XP. O acúmulo desses pontos dita a progressão do usuário através de um sistema de níveis com títulos (*Cidadão Iniciante, Observador Atento, Agente Comunitário, Vigilante Proativo e Guardião da Saúde*), um exemplo pode ser visto na Figura 4.

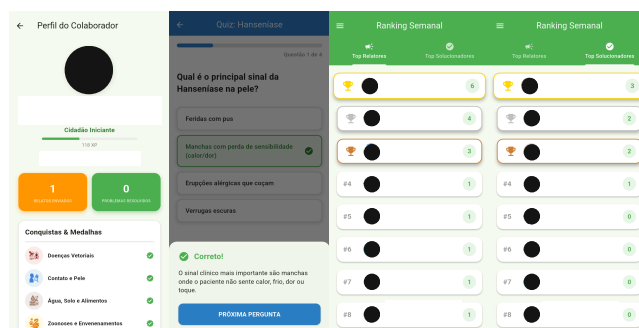


Figura 4: Perfil do Usuário, Quizz e Ranking Semanal. Dados de identificação foram anonimizados, em conformidade à LGPD.

A literatura de *crowdsourcing* adverte que a implementação de quadros de líderes cumulativos de longo prazo pode gerar um efeito reverso, desmotivando novos usuários que consideram o topo do *ranking* como inalcançável [19]. Em observância a essa métrica, o aplicativo adota um sistema de **Rankings Semanais**. A cada nova semana, o placar é zerado, oferecendo a todos os participantes a mesma oportunidade de alcançar o topo nas categorias de **Top Relatores** e **Top Solucionadores**. A separação em duas categorias promove tanto a competição saudável quanto a cooperação comunitária, incentivando o usuário não apenas a denunciar, mas agir como solucionador ativo na comunidade. Por fim, a plataforma promove a gamificação ao letramento de saúde através da **Central de Quizzes**, desafiando o usuário a testar seus conhecimentos sobre as diferentes DTNs. O ato de realizar testes frequentes vai além de uma avaliação, o chamado *Test-Enhanced Learning* é uma técnica cognitiva, que, ao forçar a recuperação ativa da informação na memória, produz uma fixação e retenção de longo prazo superior à simples releitura passiva do material [28]. Ao completar 100% dos *quizzes* de uma categoria epidemiológica, o usuário desbloqueia uma medalha digital, que passa a ser exibida no seu perfil, unindo senso de conquista à educação preventiva eficaz.

5 AVALIAÇÃO E RESULTADOS

A avaliação da aceitação, utilidade e viabilidade da plataforma baseou-se em uma abordagem de métodos quantitativos e qualitativos. A estratégia focou na análise e percepção do cidadão como usuário final do sistema, avaliando sua interação com as funcionalidades propostas. O aplicativo foi disponibilizado aos voluntários usando o *Firestore App Distribution*, via hospedagem *web* pelo *Firestore Hosting*, para maximizar o alcance da amostragem e pelo seu próprio *APK*.

5.1 Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM)

A avaliação de experiência do usuário foi fundamentada no *Technology Acceptance Model* (TAM) [8], utilizado para prever e explicar a adoção de sistemas de informação pelos usuários. O modelo postula que a intenção comportamental de uso é determinada por duas variáveis principais, sendo elas, a **Utilidade Percebida** (PU), que é o grau em que a pessoa acredita que o sistema melhorará seu desempenho na tarefa, e a **Facilidade de Uso Percebida** (PEOU), que é o grau em que a pessoa acredita que o uso do sistema será livre de esforço.

5.2 Contextualização dos Usuários

A amostra final da avaliação teve um total de 25 participantes e apresentou uma distribuição de gênero equilibrada, composta por 48% de participantes do gênero feminino, 48% do gênero masculino e 4% não-binário. O perfil etário concentrou-se em adultos e jovens na faixa de 18 a 25 anos (80%), seguido pelo grupo de 26 a 35 anos (16%) e participantes com mais de 50 anos (4%). No que tange à proximidade profissional com a saúde pública, a maioria (84.2%) afirmou não atuar na área da saúde, dado este que é fundamental, pois garante que a usabilidade e a clareza informacional do aplicativo

foram avaliadas sob a ótica do cidadão comum, exatamente o público-alvo para o sucesso da vigilância participativa. Para detalhar a compreensão do contexto sociotecnológico e epidemiológico da amostra, investigou-se o nível de familiaridade diária dos usuários com ecossistemas móveis e o grau de contato direto ou indireto com as patologias mapeadas pelo sistema. A análise da Figura 5 revela uma amostra com elevado nível de literacia digital.

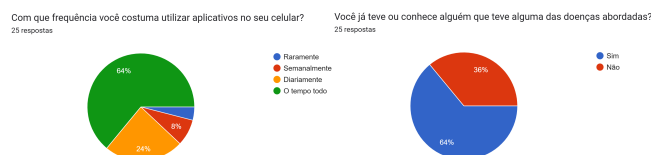


Figura 5: Gráficos das perguntas “Com que frequência você costuma utilizar aplicativos no seu celular?” e “Você já teve ou conhece alguém que teve alguma das doenças abordadas?”.

Somados, 88% dos respondentes utilizam aplicativos móveis em uma boa parcela do dia, já que 64% relatam usar o tempo todo e 24% utilizam diariamente. Essa imersão tecnológica confere alta confiabilidade à avaliação da Facilidade de Uso Percebida, visto que esses usuários possuem um referencial prático e crítico para julgar a fluidez, a arquitetura de navegação e a usabilidade geral de interfaces móveis. Simultaneamente, a relevância social e o impacto do problema sanitário abordado pela plataforma são validados pela proximidade da amostra com a realidade epidemiológica local, uma vez que a maioria dos participantes (64%) relatou já ter contraído ou conhecer alguém que foi afetado por alguma das DTNs contempladas pelo sistema, e essa conexão com a ameaça confere peso à avaliação de Utilidade Percebida.

5.3 Análise do TAM

A avaliação central do sistema fundamentou-se nos construtos TAM [8], usando 5 perguntas para medir tanto a Facilidade de Uso Percebida quanto a Utilidade Percebida, e também mais 3 para medir a Atitude e Intenção de Uso (ATU) do aplicativo, mensurados por meio de uma escala *Likert* [18].

Primeiramente, temos os resultados da Facilidade de Uso Percebida na Figura 6. As perguntas para essa avaliação do PEOU foram, respectivamente: “Aprender a operar o aplicativo *Onde Dói?* foi fácil para mim; Eu achei fácil fazer o aplicativo realizar o que eu queria (criar um relato, acessar as informações, etc); A minha interação com o aplicativo foi clara e compreensível; Eu achei fácil lembrar como realizar as tarefas no aplicativo; No geral, eu considero o aplicativo *Onde Dói?* fácil de usar”. A análise da PEOU revela uma avaliação robusta da arquitetura de navegação e do design de interface propostos. Nas métricas de aprendizado, clareza da interação e avaliação geral de facilidade, o sistema obteve alta aprovação. As afirmativas relacionadas à execução de tarefas específicas e interações claras registraram apenas um voto neutro cada, revelando que a arquitetura conseguiu mitigar

com sucesso a sobrecarga cognitiva do usuário, tornando o aplicativo acessível e intuitivo.

Avalie a Facilidade de Uso Percebida (PEOU) do aplicativo "Onde Dói?"

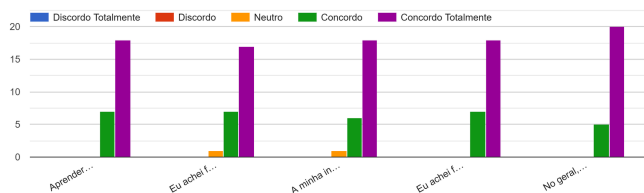


Figura 6: Gráfico das respostas sobre PEOU.

Para os resultados de Utilidade Percebida, podemos verificar a Figura 7. As perguntas, dessa vez para o PU foram, respectivamente: “O uso do aplicativo permite relatar problemas de saúde/focos de doença mais rapidamente do que os métodos tradicionais (telefone, prefeitura, etc); Eu acredito que o aplicativo é útil para melhorar a vigilância sanitária na minha comunidade; O aplicativo torna mais fácil o acesso a informações sobre Doenças Tropicais (quizzes e biblioteca); Eu acho que as funcionalidades de Inteligência Artificial (Chatbot e Análise de Imagem) aumentam a eficácia do aplicativo; No geral, eu considero o aplicativo *Onde Dói?* útil”. A afirmação de que a ferramenta é útil para melhorar a vigilância sanitária comunitária e a utilidade geral do aplicativo alcançaram alta concordância entre os testadores. No aspecto operacional, a maioria dos usuários votaram que o relato via aplicativo é mais rápido que os canais tradicionais, registrando-se apenas duas respostas neutras. A consolidação do letramento em saúde pública também foi validado, com total aprovação quanto à facilidade de acesso à informação pela Biblioteca Digital e pelos Quizzes. Em relação à integração tecnológica, o uso de IA Generativa obteve pouco mais que 85% de percepção positiva, os três apontamentos neutros nessa questão indicam que, embora a maioria reconheça o valor agregado da visão computacional e do assistente virtual, uma pequena parcela dos usuários pode interpretar essas ferramentas apenas como funcionalidades suplementares.

Avalie a Utilidade Percebida (PU) do aplicativo "Onde Dói?"

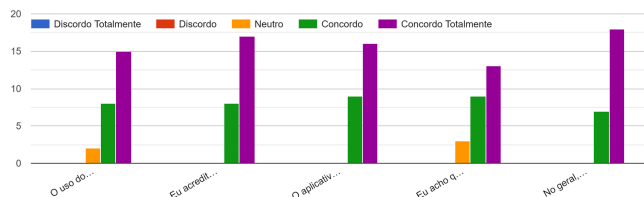


Figura 7: Gráfico das respostas sobre PU.

Finalmente, a Figura 8 mostra o gráfico referente à Atitude em Relação ao Uso. Sobre a ATU, 100% dos testadores tiveram respostas positivas sobre recomendar o aplicativo

para amigos, vizinhos ou familiares. A intenção de uso contínuo também obteve uma forte adesão, indicando que a ferramenta conseguiu superar a curiosidade e provou-se útil o suficiente para ser incorporado à rotina de monitoramento cívico. Enquanto isso, o item referente ao engajamento com os elementos de gamificação apresentou a maior a variância, embora ampla maioria tenha reportado engajamento positivo, a presença de respostas neutras e discordantes fornece um entendimento importante sobre a dinâmica comportamental dos usuários. Essa dispersão sugere que modelos de competição individuais podem não funcionar bem em aplicativos de cunho cívico. Tais dados demonstram a necessidade de evoluir para um modelo de gamificação colaborativa, no qual os *rankings* semanais seriam reestruturados para computar pontuações agregadas por bairros ou regiões. Essa transição visa substituir o viés de competição individual por um senso de pertencimento e defesa da comunidade, maximizando o engajamento coletivo a longo prazo.

Avalie sua Atitude e Intenção de Uso do aplicativo (ATU)

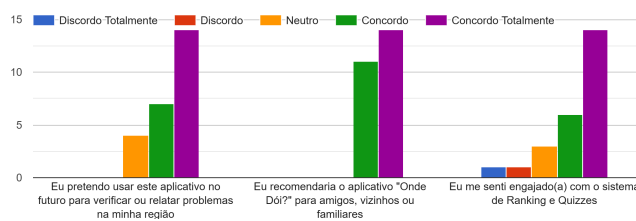


Figura 8: Gráfico das respostas sobre ATU.

5.4 Análise Qualitativa e Experiência do Usuário

Para essa parte final, foram feitos os questionamentos: “Quais os pontos positivos do aplicativo? (funcionalidade favorita, visual, proposta, etc); Quais os pontos negativos do aplicativo? (dificuldades encontradas, bugs, textos difíceis, etc); Você tem alguma sugestão de melhoria ou nova funcionalidade para as próximas versões?”. As perguntas abertas do questionário permitiram o mapeamento de percepções subjetivas, categorizando o *feedback* dos usuários em três eixos principais, sendo eles, avaliação da proposta de valor, atritos de usabilidade e oportunidades de evolução do sistema.

No eixo de **avaliação**, os participantes destacaram a satisfação visual e motivação do aplicativo em comentários como “A proposta e o visual são altamente interessantes e atrativos”, apontando que “não é um design poluído” e “Tudo que procurei fazer consegui de modo intuitivo”. Além da interface, a vertente educacional foi elogiada, o acesso a informação e os questionários foram descritos em comentários como “Dos questionários referente as várias doenças abordadas” sobre a parte favorita do aplicativo. Enquanto elogios sobre as funcionalidades envolvendo IA receberam o seguinte comentário “Gostei bastante do chat bot e da AI que ajuda na análise das imagens”. Por fim, vale um último avaliando o sistema como um todo “Acredito que a disponibilidade de poder aprender e se precaver das doenças apresentadas, num geral o aplicativo

é bastante intuitivo e gera inclusive um senso de comunidade muito legal!”, trazendo a ideia do senso de comunidade, um dos pontos mais importantes do aplicativo.

No eixo de **atritos de usabilidade**, as críticas concentram-se em detalhes de interação humano-computador. Múltiplos usuários relataram frustração com a ausência de um aviso prévio sobre os requisitos mínimos de formatação da senha no cadastro em comentários como “Criar uma senha. Ele informa os caracteres necessários somente depois da pessoa errar, tornando um pouco chato errar x vezes pra conseguir criar a senha.”, quando perguntado sobre a parte que menos gostou do sistema. Outro apontamento relevante referiu-se a dificuldade em encontrar marcadores, sugerindo a implementação de filtros por municípios ou estado, como pontuado no comentário “Achar relatos no mapa é um pouco difícil (até pq desaparecem quando longe), como na minha cidade não tinha nem outro relato (além do que criei) fiquei procurando outros sem necessidade (talvez informar os relatos por cidade seria uma boa opção tb)”. Além disso, um usuário sugeriu “Poderia ter um tutorial mais abrangente informando o que dá pra fazer na aplicação, todas as funcionalidades.”, apontando que seria necessário mais do que uma simples tela de *onboarding*.

Por fim, no eixo de **oportunidades de evolução**, o público propôs expansões que podem ser aproveitadas como roteiro para trabalhos futuros da plataforma. Para mitigar a percepção de “falta de base científica comprobatória” citada por um participante, sugeriu-se a inclusão de *links* externos para portais oficiais de pesquisa, além de recursos multimídia, na Biblioteca Digital. A ampliação do escopo ambiental também foi requisitada, com a avaliação “Achei limitado a opção de registrar problemas de zoonose, pode ocorrer acidentes com outros animais fora do escopo de escorpião e cobras, aranhas são um exemplo, fora isso a aplicação é ótima” e expandir a IA para orientar procedimentos de primeiros socorros em caso de picadas. Finalmente, foi proposto o desenvolvimento de “um usuário específico para agentes de saúde e endemias”, que fornece o planejamento para um módulo de Superusuário.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo propôs e avaliou a viabilidade de uma plataforma de *crowdsensing* e vigilância participativa projetada para descentralizar e modernizar o monitoramento de DTNs. A partir da aceitação dos usuários, o sistema demonstrou o seu potencial como alternativa capaz de auxiliar na redução do tempo de resposta do poder público. Mais do que propor um mapeamento, a integração de ferramentas educacionais foi reconhecida pelos participantes como um recurso valioso para fomentar o letramento digital e sanitário. Ao induzir essa transformação digital na base da saúde pública, a solução apresenta-se como um instrumento promissor para o controle de vetores, especialmente em um cenário de emergência climática, onde a agilidade da informação é crítica.

As contribuições desta pesquisa estruturam-se em três eixos principais. Primeiramente, do ponto de vista **social**, a ferramenta visa democratizar a vigilância sanitária, propondo a conversão do ato burocrático da denúncia em um

engajamento cívico contínuo, orientado por mecânicas de gamificação. Na esfera **científica**, o trabalho apresenta uma avaliação do TAM aplicado ao contexto de *m-Health*, comprovando estatisticamente a facilidade de uso e utilidade percebidas. Por fim, em termos de **tecnologias e sistemas multimídia**, a pesquisa contribui ao demonstrar a organização de uma arquitetura *serverless* escalável. O trabalho destaca-se pelas interações multimodais, como a união de processamento simultâneo de imagens e respostas textuais via IA Generativa, a integração de agentes conversacionais responsivos e a renderização dinâmica de dados geoespaciais. Essa síntese aponta como a combinação de diferentes naturezas de mídia e sistemas distribuídos pode redefinir e enriquecer a interação humano-computador na saúde digital.

Embora a abordagem de *crowdsensing* gamificado demonstre alto potencial, o estudo apresenta limitações. A eficácia da plataforma depende diretamente do uso de celulares e do acesso à internet em áreas periféricas, que frequentemente coincidem com as regiões de maior incidência de arboviroses. Além disso, a avaliação da aceitação e utilidade focou em uma amostra inicial com perfil de alta literacia digital, os dados do TAM foram analisados de forma descritiva. Dessa forma, a avaliação técnica de precisão da IA e a expansão dos testes são etapas indispensáveis.

Para alcançar esses objetivos, o roteiro de evolução apresenta quatro metas principais de trabalhos futuros. Primeiramente, a **Validação Institucional e Ensaio de Campo Field Trials**, estabelecendo contato com a Coordenadoria de Gestão de Tecnologia da Informação (COGETI) para a avaliação do aplicativo e adequação aos protocolos, em seguida, poderão ser conduzidos testes práticos com agentes de endemias e moradores de áreas de risco [35], assim aplicando métricas mais consistentes, como o Alfa de Cronbach [5] ao questionário TAM. Seguidamente, **Avaliação Objetiva da IA**, estabelecendo *benchmarks* quantitativos *offline* (acurácia, precisão, revocação e matrizes de confusão) [32] do modelo por um *dataset* rotulado. A seguir, o **Módulo de “Superusuário” e Gamificação Colaborativa**, criando uma interface dedicada à gestão pública e a reestruturação do ranking para promover a competição saudável entre bairros, ao invés da competição individual. Finalmente, **Avanços Tecnológicos Edge AI e IoT**, trazendo a execução da IA localmente no dispositivo (*TensorFlow Lite*)⁸ e a integração com ovitrampas digitais e bases meteorológicas para prever surtos climáticos.

7 DECLARAÇÃO SOBRE O USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Declaro que ferramentas de Inteligência Artificial Generativa foram utilizadas durante a elaboração deste trabalho como suporte para a revisão ortográfica, refinamento gramatical e aprimoramento da clareza estrutural dos textos.

⁸<https://www.tensorflow.org>

CUIDADOS ÉTICOS

A avaliação dessa plataforma, que envolveu a participação de usuários na etapa de testes de usabilidade e preenchimento de questionários, foi conduzida em estrita conformidade com as diretrizes das resoluções CNS n.º 466/2012 e CNS n.º 510/2016. Todos os participantes concordaram com um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) antes de iniciar as pesquisas, sendo informados sobre a natureza voluntária da pesquisa e o direito de desistência a qualquer momento. Em atendimento à Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), como denotado na seção de Fundamentação Teórica, todas as informações coletadas são armazenadas em servidores seguros com acesso restrito, utilizando criptografia em trânsito e repouso no *Firestore*, sendo os dados utilizados única e exclusivamente para fins acadêmicos e de aprimoramento da ferramenta.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de produtividade nível 1D (Nº 306362/2021-0) de Rossana Maria de Castro Andrade

REFERÊNCIAS

- [1] Arthur Artoni, Bruno Oliveira, and Cinthyan de Barbosa. 2020. Auxílio à Decisão no Diagnóstico do Transtorno do Espectro Autista com M-Health. In *Anais do XLVII Seminário Integrado de Software e Hardware* (Cuiabá). SBC, Porto Alegre, RS, Brasil, 37–47. <https://doi.org/10.5753/semish.2020.11315>
- [2] Arthur Bezerra, João José Bento Filho, Reinaldo Braga, Carina Oliveira, and Mauro Oliveira. 2017. DENGOSA: Um Sistema de Informação Geográfica para Apoio à Decisão no Controle de Epidemias. In *Anais Estendidos do XXIII Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web* (Gramado). SBC, Porto Alegre, RS, Brasil, 179–183. https://sol.sbc.org.br/index.php/webmedia_estendido/article/view/4859
- [3] BBC News Brasil. 2024. As doenças 'esquecidas' que deixam 28 milhões de brasileiros sob risco. Retrieved June 9, 2026 from <https://www.bbc.com/portuguese/articles/c25qy2yn9evo>
- [4] Bernardo Campos. 2026. IA na triagem de pacientes: eficiência do sistema ou risco de desumanização? <https://portal.afya.com.br/carreira/ia-na-triagem-de-pacientes/eficiencia-do-sistema-ou-riscode-desumanizacao> Acessado em: 10 jun. 2026.
- [5] Lee Joseph Cronbach. 1951. Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika* 16 (1951), 297–334. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:13820448>
- [6] Ministério da Saúde. 2024. Doenças Tropicais Negligenciadas no Brasil, Morbimortalidade e resposta nacional no contexto dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 2016-2020. Retrieved June 9, 2026 from <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/epidemiologicos/especiais/2024/boletim-epidemiologico-de-doencas-tropicais-negligenciadas-numero-especial-jan-2024/view>
- [7] Jaciana B. da Silva, Jeferson G. de Freitas, José E. S. Moraes, Johnattan D. F. Viana, Thiago Felipe L. Bandeira, Reinaldo B. Braga, Sandra Emília A. Prazeres, and Carina T. de Oliveira. 2021. APONCO - Um aplicativo móvel para acesso rápido e seguro à informação sobre o câncer infantojuvenil. In *Anais Estendidos do XXVII Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web* (Minas Gerais). SBC, Porto Alegre, RS, Brasil, 63–66. https://doi.org/10.5753/webmedia_estendido.2021.17613
- [8] Fred Davis and Fred Davis. 1989. Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly* 13 (09 1989), 319–. <https://doi.org/10.2307/249008>
- [9] Emmyly Maria Correia Ferro de Araújo and Karen da Costa Paixão. 2021. *Desenvolvimento de protótipo de aplicativo móvel para auxílio no diagnóstico da hanseníase*. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Alagoas, Arapiraca. <https://ud10.arapiraca.ufal.br/repositorio/publicacoes/3633> Graduação em Medicina.
- [10] Cláudio de S. Baptista, Ana Gabrielle R. Falcão, Rich E. C. Ramalho, Mateus Q. Cunha, Aillken B. Oliveira, Júlio H. Rocha, and Damião Ribeiro de Almeida. 2020. FiscalCovid: exercendo o controle social na temática da COVID-19. In *Anais Estendidos do XXVI Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web* (São Luís). SBC, Porto Alegre, RS, Brasil, 137–141. https://doi.org/10.5753/webmedia_estendido.2020.13077
- [11] Sebastian Deterding, Dan Dixon, Rilla Khaled, and Lennart Nacke. 2011. From game design elements to gamefulness: defining "gamification". In *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments* (Tampere, Finland) (MindTrek '11). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 9–15. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- [12] Diário do Nordeste. 2021. Xô Mosquito: aplicativo recebe mais de 3 mil denúncias de focos de arboviroses em Fortaleza em 2020. <https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/metro/xo-mosquito-aplicativo-recebe-mais-de-3-mil-denuncias-de-focos-de-arboviroses-em-fortaleza-em-2020-1.3037060> Acessado em: 21 ago. 2026.
- [13] Matheus Figueiredo e Silva, Levi Pereira Júnior, David Pereira, Beatriz Meneses, Kemilli Lima, José Araújo Junior, Leandro Marinho, and Eliane Araújo. 2025. EurekaChat: A Multi-Agent LLM-Based Chatbot for Supporting Students, Faculty, and University Administration. In *Anais Estendidos do XXXI Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web* (Rio de Janeiro/RJ). SBC, Porto Alegre, RS, Brasil, 107–110. https://doi.org/10.5753/webmedia_estendido.2025.16419
- [14] Biblioteca Virtual em Saúde. 2025. "Unir. Agir. Eliminar" : 30/12 – Dia Mundial das Doenças Tropicais Negligenciadas. Retrieved June 9, 2026 from <https://bvsm.sau.gov.br/unir-agir-eliminar-30-12-dia-mundial-das-doencas-tropicais-negligenciadas-2/>
- [15] Carlos Feitosa, Maria Nunes, and Marcelo da Silva. 2023. Hemo4Play: Aplicativo Gamificado para Doação de Sangue. In *Anais Estendidos do XXIX Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web* (Ribeirão Preto/SP). SBC, Porto Alegre, RS, Brasil, 101–105. https://doi.org/10.5753/webmedia_estendido.2023.235582
- [16] Héliida Melo Conrado Fernandes. 2020. Vigilância participativa nas escolas para o controle do aedes aegypti: abordagem eco-bio-social como estratégia de promoção da saúde. *UECE* (2020). <http://hdl.handle.net/10625/59977>
- [17] Estefânia Fuzyi, Matheus Silva, and Sylvio Jr. 2015. Solução M-Health no pré-diagnóstico da Laringe. In *Anais do XI Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação* (Goiânia). SBC, Porto Alegre, RS, Brasil, 501–508. <https://doi.org/10.5753/sbsi.2015.5854>
- [18] R.A. Likert. 1932. A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology* 22, 140 (1932), 5–55. https://legacy.voteview.com/pdf/Likert_1932.pdf
- [19] Benedikt Morschheuser, Juho Hamari, Jonna Koivisto, and Alexander Maedche. 2017. Gamified crowdsourcing: Conceptualization, literature review, and future agenda. *International Journal of Human-Computer Studies* 106 (2017), 26–43. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2017.04.005>
- [20] Diandro Mota. 2024. Como a Inteligência Artificial tem sido usada na triagem hospitalar. <https://fbh.com.br/como-a-inteligencia-artificial-tem-sido-usada-na-triagem-hospitalar/> Acessado em: 10 jun. 2026.
- [21] Lindemberg Nascimento, Renato Alves, Daniel Victor Saraiva, Reinaldo Braga, and Carina Oliveira. 2018. SININHO: um serviço de mapeamento espaço-temporal para melhoria da tomada de decisão na gestão em saúde. In *Anais do X Simpósio Brasileiro de Computação Ubíqua e Pervasiva* (Natal). SBC, Porto Alegre, RS, Brasil, 11–20. <https://doi.org/10.5753/sbcup.2018.3283>
- [22] Sebastião Neto, Thomás de Oliveira, Igor Teixeira, Élisson Rocha, Kayo Monteiro, Vanderson Sampaio, and Patricia Endo. 2023. VALERIA: um aplicativo para auxiliar no diagnóstico diferencial de arboviroses. In *Anais Estendidos do XXIX Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web* (Ribeirão Preto/SP). SBC, Porto Alegre, RS, Brasil, 115–118. https://doi.org/10.5753/webmedia_estendido.2023.235561

- [23] Maja Nowak. 2025. Flutter vs. React Native in 2025 — Detailed Analysis. <https://www.nomtek.com/blog/flutter-vs-react-native> Acessado em: 10 jun. 2026.
- [24] World Health Organization. 2019. Recommendations on digital interventions for health system strengthening. Retrieved June 10, 2026 from <https://www.who.int/publications/i/item/9789241550505>
- [25] Piya. 2024. Serverless Computing in Healthcare: Changing How We Deliver Medical Services. https://dev.to/piya__c204c9e90/serverless-computing-in-healthcare Acessado em: 10 jun. 2026.
- [26] Prefeitura de Fortaleza. 2016. Prefeitura cria aplicativo “Xô, Mosquito!” contra o *Aedes aegypti*. <https://www.fortaleza.ce.gov.br/noticias/prefeitura-cria-aplicativo-xo-mosquito-contra-o-aedes-aegypti> Acessado em: 21 ago. 2026.
- [27] Red Hat. 2023. O que é serverless? <https://www.redhat.com/pt-br/topics/cloud-native-apps/what-is-serverless> Acessado em: 10 jun. 2026.
- [28] Henry Roediger and Jeffrey Karpicke. 2006. Test-Enhanced Learning Taking Memory Tests Improves Long-Term Retention. *Psychological science* 17 (04 2006), 249–55. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2006.01693.x>
- [29] Richard Ryan and Edward Deci. 2000. Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-Being. *American Psychologist* 55 (01 2000), 68–78. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68>
- [30] Jean Silva, Fernanda Souza, Carlos Ferreira, and Vander Freitas. 2025. DengueMG: Um Dashboard Interativo para o Monitoramento de Dengue em Minas Gerais. In *Anais Estendidos do XXXI Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web* (Rio de Janeiro/RJ). SBC, Porto Alegre, RS, Brasil, 151–154. https://doi.org/10.5753/webmedia_estendido.2025.15983
- [31] Sabrina Sousa da Silva, Giovanna Liz da Silva, and Vânia Maria Alves de Sousa. 2025. IMPACTOS DAS FAKE NEWS E DESINFORMAÇÃO NO CONTEXTO DA IMUNIZAÇÃO NO BRASIL. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação* 11, 10 (out. 2025), 1215–1230. <https://doi.org/10.51891/rease.v11i10.21271>
- [32] Marina Sokolova and Guy Lapalme. 2009. A systematic analysis of performance measures for classification tasks. *Information Processing & Management* 45, 4 (2009), 427–437. <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2009.03.002>
- [33] Pravin Uttarwar. 2024. Serverless Architecture: A Game-Changer for Healthcare Industry. <https://www.mindbrowser.com/serverless-architecture-a-game-changer-for-healthcare-industry/> Acessado em: 10 jun. 2026.
- [34] Kevin Werbach and Dan Hunter. 2012. *For the win: How game thinking can revolutionize your business*. Wharton School Press.
- [35] World Health Organization. 2016. *Monitoring and evaluating digital health interventions*. World Health Organization, Geneva. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241511766>
- [36] World Health Organization. 2021. *Ethics and governance of artificial intelligence for health*. Technical Report. World Health Organization (WHO) / OPAS.