

MoniPaEp: Um Sistema para Monitoramento de Sintomas de Doenças Endêmicas

Vinícius L. S. Genésio¹, Lina Garces Rodriguez¹, Rosana T. Vaccare Braga¹

¹Inst. Ciências Matemáticas e de Computação – Universidade de São Paulo (ICMC-USP)
13560-500 – São Carlos – SP – Brazil

akin.genesio@gmail.com, linagarces@usp.br, rtvb@icmc.usp.br

Abstract. *Epidemic control has worried authorities worldwide, such as the recent Covid-19 pandemic and diseases like dengue and chikungunya, transmitted by the Aedes-aegypti mosquito. Software-based solutions can help with this, aiming to prevent the spread of the disease. This paper presents a solution based on an application installed on the citizen's smartphone, integrated with a Web application used by employees in the city's health and epidemiological surveillance areas. Symptoms reported by the citizens can help them identify a possible disease and receive reliable information about the procedures to be followed to prevent the spread, which can improve control of the spread of the virus.*

Resumo. *O controle de epidemias tem preocupado autoridades de todo o mundo, a exemplo da recente pandemia de Covid-19 e de doenças como dengue e chikungunya, transmitidas pelo mosquito Aedes-aegypti. Soluções baseadas em software podem ajudar nisso, visando evitar a proliferação da doença. Este artigo apresenta uma solução que se baseia em um aplicativo instalado no smartphone do cidadão, integrado a uma aplicação Web utilizada pelos funcionários das áreas de saúde e vigilância epidemiológica da cidade. Sintomas informados pelo cidadão podem ajudá-lo a identificar uma possível doença e receber informações seguras sobre os procedimentos a serem seguidos para evitar a disseminação, o que pode melhorar o controle do espalhamento do vírus.*

1. Introdução

Atualmente, há um esforço crescente dos centros de pesquisa e do governo para desenvolver soluções para lidar com endemias que podem se transformar em pandemias. No Brasil, epidemias de dengue, Chikungunya e Zika causada pelo mosquito *Aedes-aegypti*, têm sido relatadas com mais frequência nos últimos anos. Similarmente, a pandemia de Covid-19, causada pelo vírus Corona, fez mais de quinze milhões de vítimas no mundo. Têm sido propostas soluções para controlar epidemias e pandemias, e essas soluções também devem ajudar na prevenção de futuras epidemias, bem como suas consequências não apenas na vida humana, mas também nos sistemas de saúde e na economia [Aslani et al. 2020].

Entre os vários problemas que dificultam o controle desses tipos de doenças está sua proliferação muito rápida na população. Pacientes com sintomas são candidatos a transmitir o vírus a outros cidadãos, seja por contato próximo (no caso do Corona vírus) ou por contaminarem o mosquito que por sua vez transmite a outras pessoas. É desejável que os pacientes evitem ir aos hospitais ou instituições de saúde, por várias razões: distância

de suas casas, riscos de contaminação dentro dos veículos de transporte público ou nos hospitais, gastos desnecessários para visitar o hospital, tempo de espera para atendimento, uso inadequado do trabalho da equipe de saúde, entre outros. Pacientes suspeitos ou contaminados devem permanecer isolados por um certo período de tempo, até que se mostrem seguros pelo resultado de um teste de vírus.

No entanto, monitorar um grande número de pacientes não é uma tarefa trivial. No Brasil, em particular, isso geralmente é feito por um agente de saúde que telefona para o paciente infectado para garantir que a doença não esteja evoluindo e, caso suspeite que haja uma evolução, o paciente precisa ir ao hospital para fazer exames adicionais. Porém, este modelo que já não era prático antes, agora se torna impossível de ser executado dado o grande número de infectados no país e o sistema de saúde pública frequentemente próximo do colapso.

1.1. Soluções Existentes

Soluções têm sido viabilizadas por meio de aplicativos disponibilizados para a população em geral [Drew et al. 2020, Mercatelli et al. 2020]. No caso das doenças causadas pelo mosquito *Aedes Aegypti*, existem algumas soluções focadas no controle da proliferação dos vetores do vírus com a participação ativa da comunidade, como é o caso dos aplicativos *Você Agente*¹ e o Observatório do *Aedes aegypti*². Essas tecnologias possibilitam aos usuários informar sobre a localização de um criadouro ou potencial foco de proliferação do mosquito *Aedes aegypti*. O usuário pode fotografar o foco com o celular, enviar as imagens e receber instruções de como eliminá-lo e proteger-se. Um agente de combate a endemias pode ser acionado para ir até o local e, com o mesmo aplicativo, pode preencher seus formulários de trabalho. A última solução permite ao gestor criar planos de contingência. Similarmente, para apoiar os agentes de saúde na execução das vistorias de possíveis focos de dengue, é possível encontrar aplicações como o SIGELU Combate *Aedes*³ e o sistema *Kombate* [Gregório et al. 2023]. Uma outra frente de atuação das aplicações existentes tem sido fornecer apoio aos médicos, como o aplicativo *SampaDengue*⁴, desenvolvido em parceria da COVISA- SMS e PRODAM, que auxilia profissionais de saúde a classificar o risco e indicar as condutas necessárias para o caso, como quantidade de líquido de hidratação oral, necessidade de realizar exames complementares, critérios de alta, entre outras. MoniPaEp se diferencia dessas soluções ao criar uma solução integrada que auxilia os médicos e agentes do SVE ao ter um controle contínuo, na forma de dashboard, dos pacientes infectados e sua classificação e ao apoiar os pacientes no monitoramento diário da evolução de seus sintomas.

1.2. Objetivos e organização

O objetivo do sistema MoniPaEp é contribuir com o atual cenário, oferecendo aos profissionais do Serviço de Vigilância Epidemiológico (SVE) um meio de monitorar a evolução dos sintomas dos pacientes infectados. Na sua primeira versão, o sistema utiliza informações fornecidas pelo paciente por meio de um aplicativo instalado em seu

¹<https://www.fiocruzbrasil.br/fiocruz.br/aplicativo-busca-engajar/-populacao-agentes-e-gestores-no-controle-da-dengue/>

²<https://observatoriodadengue.telessaude.ufrn.br/>

³<https://aedes.sigelu.com/login>

⁴https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/saude/vigilancia_em_saude/index.php?p=277225

smartphone. Este aplicativo é integrado a uma aplicação Web acessível pelos agentes de saúde do SVE da cidade, que poderão fornecer um *feedback* ao paciente sobre como proceder diante dos sintomas relatados. Além disso, o aplicativo pode servir como um meio seguro de passar informações corretas aos pacientes sobre dúvidas frequentes da população.

Este artigo é organizado da seguinte forma. Na Seção 2 é descrita a metodologia de desenvolvimento executada para a criação do sistema. Os detalhes da construção do sistema como requisitos, arquitetura, tecnologias usadas e avaliação se encontram na Seção 3. Por fim, as conclusões e trabalhos futuros são descritos na Seção 4.

2. Metodologia de Pesquisa

O desenvolvimento foi feito com uma customização do Processo Unificado [Larman 2007]. Entrevistas com agentes do SVE da cidade de São Carlos, SP foram realizadas para entendimento dos requisitos, que estão disponíveis em [Braga et al. 2023]. Foram também elaborados o modelo de casos de uso, o modelo conceitual (Figura 1) e o diagrama entidade-relacionamento do sistema.

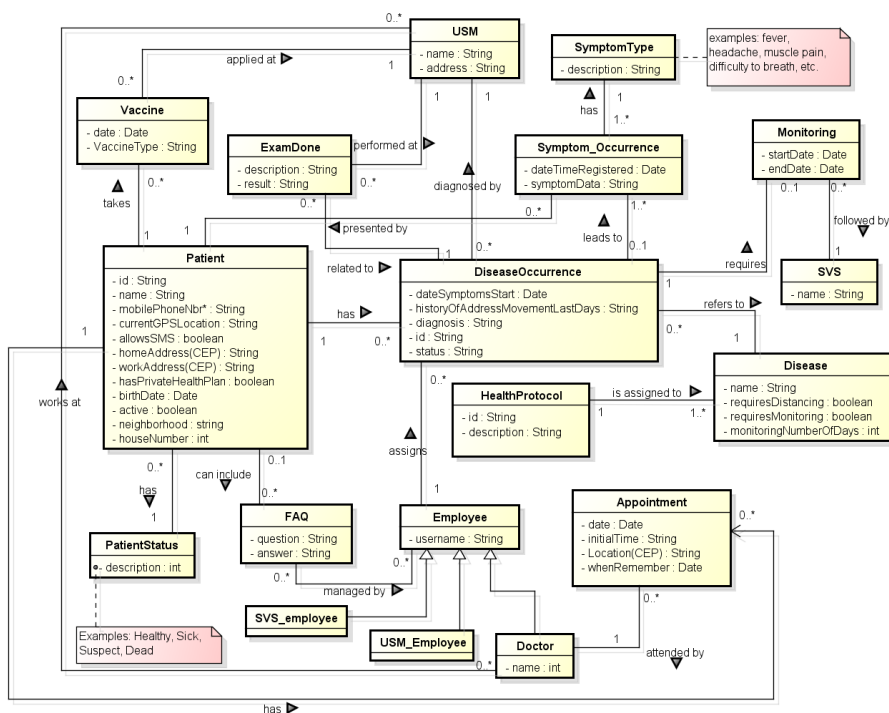


Figura 1. Modelo Conceitual do MoniPaEp

O desenvolvimento foi iterativo e incremental, sendo que em um primeiro ciclo foram desenvolvidas as funcionalidades mais básicas visando ter uma versão que já pudesse atender o público alvo. Outras iterações serão necessárias para englobar todos os requisitos estabelecidos, além de atender mudanças solicitadas pelos interessados.

3. Desenvolvimento do sistema

As partes interessadas no sistema MoniPaEp vão desde os cidadãos até os agentes do SVE e instituições de saúde da cidade.

3.1. Requisitos

Conforme mencionado na Seção 2, os requisitos [Braga et al. 2023] foram definidos para o sistema completo, mas foram implementados apenas alguns casos de uso definidos para uma primeira versão. O sistema MoniPaEp, nessa primeira versão, é composto pelo App-MoniPaEp (aplicativo para *smartphone*) e pelo Web-MoniPaEp (aplicação Web). Em resumo, os requisitos funcionais implementados foram:

- App-MoniPaEp (ver exemplo na Figura 2): Realizar cadastro; Fazer Login e logout no aplicativo; Informar sintomas; Consultar histórico de sintomas e de doenças; Acessar perguntas e respostas (FAQ) e procedimentos de saúde cadastrados pelos agentes de saúde; e Registrar perguntas
- Web-MoniPaEp (ver exemplo na Figura 3): Alterar o estado de saúde do paciente (saudável, suspeito e infectado); Ter acesso ao histórico de sintomas e de doenças do paciente; Cadastrar informações referentes à saúde que sejam de utilidade pública; Cadastrar procedimentos de saúde para suspeita ou infecção de uma doença endêmica; Cadastrar tipos de sintomas; e Registrar/alterar itens da FAQ.

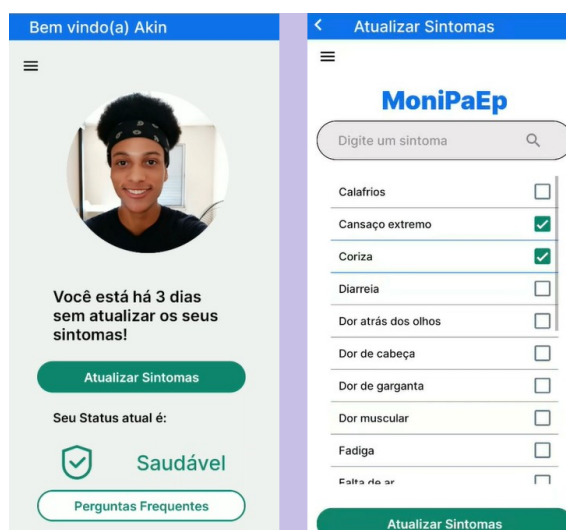


Figura 2. Exemplos de funcionalidades do App-MoniPaEp

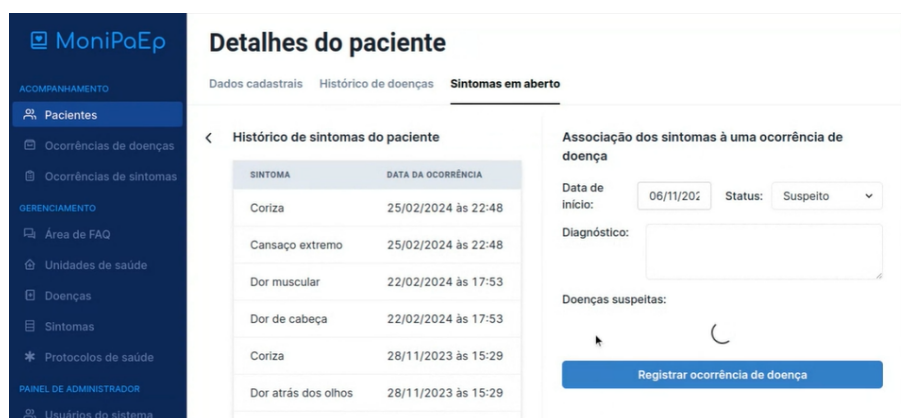


Figura 3. Exemplo de funcionalidade do Web-MoniPaEp

Além disso, foram definidos vários requisitos não funcionais, os quais foram levados em consideração durante a implementação: segurança, acessibilidade, responsividade e portabilidade. Esses requisitos podem ser observados tanto no App-MoniPaEp quanto no Web-MoniPaEp. Destaca-se a portabilidade, visto que o sistema foi desenvolvido com tecnologias que permitem execução em diferentes sistemas operacionais, tanto para computadores quanto para dispositivos móveis (i.e., Android, iOS).

3.2. Arquitetura e tecnologias utilizadas

A Figura 4 ilustra a arquitetura do sistema MoniPaEp, que é composto por quatro componentes principais implantados de forma distribuída: (i) App-MoniPaEp, aplicativo móvel executado em plataformas iOS ou Android, desenvolvido usando o framework React Native e Expo e a linguagem de programação Typescript; (ii) Web-MoniPaEp, *front-end* da aplicação web, executada pelo navegador, desenvolvida usando o framework React, Next.js e a linguagem Typescript; (iii) MoniPaEp-Back-End, contém a lógica de negócios do sistema programada em Typescript e TypeORM. O back-end foi pensado para ser implantado usando um docker contendo imagem do sistema operacional ubuntu-server e do servidor de aplicação Node.js; e (iv) MoniPaEp-DB, contendo a base de dados que é gerenciada usando PostgreSQL.

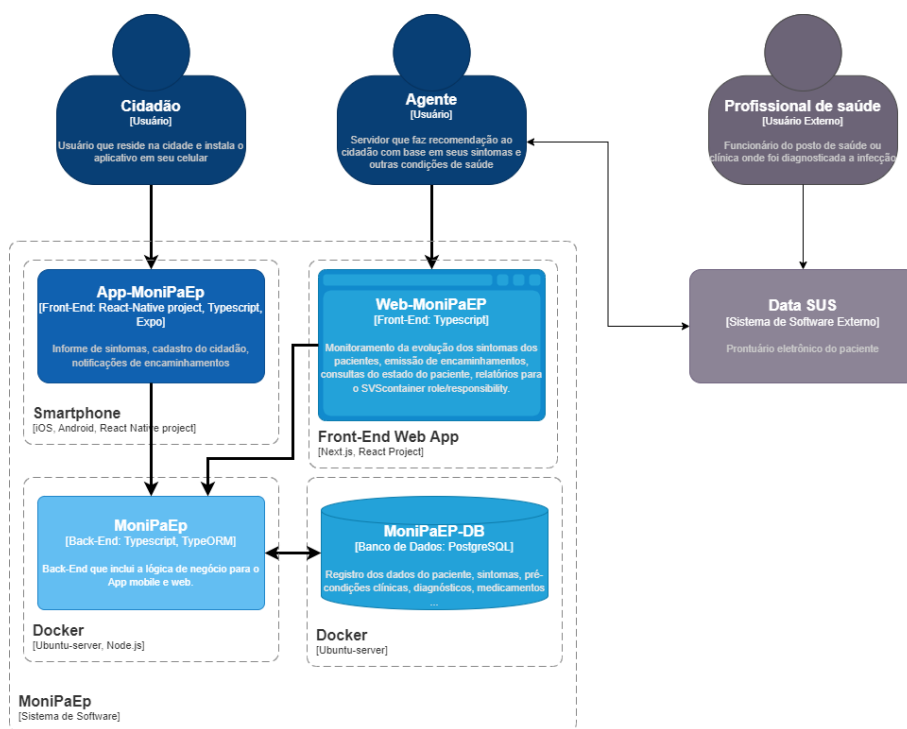


Figura 4. Diagrama C4 da Arquitetura do Sistema MoniPaEp.

O código-fonte do sistema e instruções de instalação estão acessíveis nos repositórios Github do projeto: App-MoniPaEp⁵, Web-MoniPaEp⁶ e MoniPaEp-Back-End⁷. A licença é a CC-BY-NC-SA.

⁵(<https://github.com/Akin-Genesio/IC-MoniPaEp-Mobile>)

⁶(<https://github.com/Akin-Genesio/Site-monipaep>)

⁷(<https://github.com/Akin-Genesio/IC-MoniPaEp-Backend>)

3.3. Avaliação da ferramenta

Foram disponibilizados dois vídeos explicando as funcionalidades da ferramenta: um para o aplicativo⁸ e outro para a aplicação Web⁹. Os desenvolvedores realizaram testes unitários, tanto no back-end quanto no front-end para garantir um nível de qualidade das funcionalidades desenvolvidas. Igualmente, foram feitas duas demonstrações do software aos agentes do SVE. Na primeira, participaram duas funcionárias e na segunda três funcionárias e um médico. Todos manifestaram-se favoráveis ao sistema, destacando sua utilidade para amenizar o problema das endemias. No entanto, foram apontadas algumas funcionalidades que são essenciais para ter a primeira versão em produção, as quais serão desenvolvidas na segunda versão do sistema. Essas precisarão ser validadas de forma sistemática por todos os tipos de stakeholders antes de serem disponibilizadas. Uma avaliação sistemática com diversos stakeholders ainda precisa ser executada.

4. Conclusões e trabalhos futuros

A partir dos comentários dos agentes e do médico do SVE, é possível concluir que o sistema resultante tem potencial de auxiliar no controle de doenças endêmicas por aproximar a população das entidades de combate e diminuir o esforço do SVE em coletar as informações de evolução dos sintomas dos pacientes infectados. Como trabalhos futuros, foi iniciada a migração do sistema para plataformas que permitam integração e entrega contínua, com testes automatizados. Além disso, serão implementadas as alterações sugeridas pelos interessados, para que consiga-se o mais rapidamente possível colocar em produção uma primeira versão do sistema.

Agradecimentos: Ao Programa Unificado de Bolsas (PUB) da Universidade de São Paulo e ao colega Murilo Mesquita.

Referências

- Aslani, N., Lazem, M., Mahdavi, S., and Garavand, A. (2020). A review of mobile health applications in epidemic and pandemic outbreaks: Lessons learned for covid-19. *Archives of Clinical Infectious Diseases*, 15(4).
- Braga, R. T. V., da Silva Genésio, V. L., and Mesquita, M. P. (2023). Documento de requisitos. monipaep: Sistema de sistemas para monitoramento e acompanhamento de pacientes e casos suspeitos de doenças epidemiológicas. Technical report, ICMC-Universidade de São Paulo. <https://tinyurl.com/requisitos-MoniPaEp-v1>.
- Drew, D. A., Nguyen, L. H., Steves, C. J., Menni, C., Freydin, M., Varsavsky, T., Sudre, C. H., Cardoso, M. J., Ourselin, S., Wolf, J., Spector, T. D., and Chan, A. T. (2020). Rapid implementation of mobile technology for real-time epidemiology of covid-19. *Science*, 368(6497):1362–1367.
- Gregório, I., Garcés, L., and Almeida, A. (2023). Proposta de uma aplicação para apoiar a gestão dos programas de controle endêmico na cidade de Itajubá. In *Anais Estendidos do XXIII Simpósio Brasileiro de Computação Aplicada à Saúde*, pages 205–210, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Larman, C. (2007). *Utilizando UML e Padrões*. Bookman, 3a edition.
- Mercatelli, D., Holding, A. N., and Giorgi, F. M. (2020). Web tools to fight pandemics: the COVID-19 experience. *Briefings in Bioinformatics*, 22(2):690–700.

⁸<https://acesse.one/DSso0>

⁹<https://11nk.dev/IjeC4>