

# Proposta de uma aplicação para apoiar a gestão dos programas de controle endêmico na cidade de Itajubá

Igor O. Gregório<sup>1,2</sup>, Lina Garcés<sup>1</sup>, Antônio Almeida<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Matemática e Computação – Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)  
Itajubá – MG – Brazil

<sup>2</sup>DAC Engenharia, Secretaria de Saúde, Prefeitura Municipal de Itajubá - MG – Brazil  
{igorgregoriosin, lina}@unifei.edu.br, antoniomarcosmg@gmail.com

**Resumo.** *Este artigo propõe um sistema de informação que visa a gestão e percepção de ações para o combate endêmico do *Aedes aegypti* no município de Itajubá, MG. A partir da disposição das semanas epidemiológicas o trabalho realizado pela vigilância sanitária é monitorado e orientado através do uso de um aplicativo móvel por parte dos agentes de saúde municipais. O conglomerado de dados captados em campo durante as campanhas epidemiológicas possibilita a geração de relatórios solicitados pelo Ministério da Saúde. Adicionalmente, o sistema permite aos gestores realizarem as análises em busca de otimização do combate à proliferação do mosquito e futura erradicação.*

## 1. Introdução

No Brasil algumas doenças causadas pela proliferação do vetor *Aedes aegypti* são um problema recorrente de saúde pública. Dengue, Zika e Chikungunya possuem epidemias com magnitude diretamente proporcionais a proliferação do mosquito (Melo et al., 2020).

Segundo o Ministério da Saúde, somente no ano de 2022, ocorreram 1.450.270 casos prováveis de dengue (taxa de incidência de 679,9 casos por 100 mil hab.), 174.517 casos prováveis de Chikungunya (taxa de incidência de 81,8 casos por 100 mil hab.) e 9.204 casos prováveis de Zika, correspondendo a uma taxa de incidência de 4,3 casos por 100 mil habitantes no Brasil (Ministério da Saúde, 2023).

O ambiente urbano densamente povoado possui estilos de vida da população que geram habitats ideais para a proliferação do mosquito, junto a falta de uma vacina eficaz, forças de morbidade do agente infeccioso e a alta competência vetorial do *Aedes* o tornam um caso quase impossível de prevenir (Barreto & Teixeira, 2008).

Uma das técnicas de combate ao mosquito é o uso de inseticidas para controle de mosquitos adultos (adulticida) e na sua forma larvária (larvicida) que pode ser feito por meio do tratamento focal e perifocal. O tratamento focal ocorre com a aplicação de um produto larvicida nos depósitos que contêm larvas que não possam ser eliminados mecanicamente (Costa et al., 2011). O tratamento perifocal consiste na aplicação de adulticida nas paredes externas dos criadouros em pontos estratégicos, e é indicado para localidades recém-infestadas como medida complementar ao tratamento focal em pontos estratégicos (Costa et al., 2011).

A Administração Pública possui o poder e dever de realizar a vigilância sanitária e epidemiológica, no caso da dengue, sendo o objetivo final a eliminação do mosquito transmissor da doença, o *Aedes aegypti*. Para isso é necessário a intervenção em campo

dos agentes sanitários em espaços privados, como residências e estabelecimentos comerciais, e espaços públicos, como praças e áreas de lazer (Sundfeld & Resumo, 2002).

Até 2022, no município de Itajubá, os agentes da vigilância epidemiológica responsáveis pelos tratamentos focais e perifocais utilizavam apenas papel para registrar as informações coletadas em campo o que acabou resultando em problemas com a integridade das informações, perda de arquivos e erros. Também havia precariedade na organização de agentes, tarefas e materiais de trabalho, o que impactou negativamente a produtividade do setor. Visando melhorar esse cenário, em 2020, foi proposto o desenvolvimento do sistema relatado neste artigo.

O sistema Kombat é uma ferramenta organizacional, de captura e análise de dados, que traz uma nova abordagem à vigilância epidemiológica. O intuito do sistema é garantir a eficácia do tratamento e fiscalização durante o calendário epidemiológico e prover a dados para análise quantitativa e qualitativa, permitindo o gestor identificar situações críticas de proliferação do mosquito, possíveis falhas de gestão e atuação de funcionários. Outro ponto relevante é a competência do sistema em prover relatórios adequados para os gestores informarem sistemas governamentais, como SISPNCD<sup>1</sup> e SINAN<sup>2</sup>.

## 2. Apresentação do Sistema Kombat

O ministério da saúde organiza o período de combate ao *Aedes aegypti* em semanas constituindo o calendário epidemiológico do ano (período de combate ao mosquito). Com estes prazos a vigilância epidemiológica deve realizar a fiscalização, tratamento focal e perifocal no município. Em Itajubá, existem aproximadamente 40 mil imóveis reconhecidos, e a cada ciclo (período de 8 semanas) todos os locais listados devem ser vistoriados.

O sistema web foi desenvolvido para atender dois perfis de usuários, gestor e agente. O acesso de gestor, no módulo *web*, possibilita cadastrar o calendário do ano e seus respectivos ciclos, e a partir disso, associá-los à cada bairro do município, sob a supervisão de um responsável. Com os agentes é possível organizá-los em diferentes bairros a cada ciclo, garantindo a capacidade de identificar déficits na operação que impactam o desempenho final.

Todo mapeamento do município é realizado pelo agente em campo no módulo *mobile*, que insere o endereço de cada ponto e, se possível, atribui um *QRCode* de valor único que será utilizado para validar a entrada do agente no imóvel nas próximas visitas. Depois, é necessário responder o formulário do aplicativo referente aos tratamentos focais e perifocais envolvendo questões sobre número de focos encontrados, de depósitos, quantidade de larvicida utilizado e etc. Também é possível registrar imóveis que se encontram fechados ou que houveram recusas de ingresso dos agentes pelos proprietários, para eventualmente, serem recuperados. A aplicativo é capaz de operar *offline* a fim de garantir estabilidade mesmo em regiões sem conexão à internet.

A partir da inserção de dados dos tratamentos pelos agentes é possível analisar as informações por meio de relatórios e dashboards presentes no módulo *web*. A Figura 1 ilustra a esquerda uma tela do aplicativo responsável pelo registro de visitas, no qual

---

<sup>1</sup> Sistema do Programa Nacional de Controle da Dengue (SisPNCD)

<sup>2</sup> Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN)

busca um imóvel para iniciar a fiscalização e a direta um exemplo de relatório gerado pelo sistema Kombat, no qual exibe as quantidades de imóveis visitados por categoria, quantos depósitos foram inspecionados por tipo e ainda a quantidade de larvicida utilizado nesses tratamentos. Uma descrição mais completa das funcionalidades do sistema pode ser encontrada no vídeo disponível no seguinte link: <https://bit.ly/3L36Xg9>.

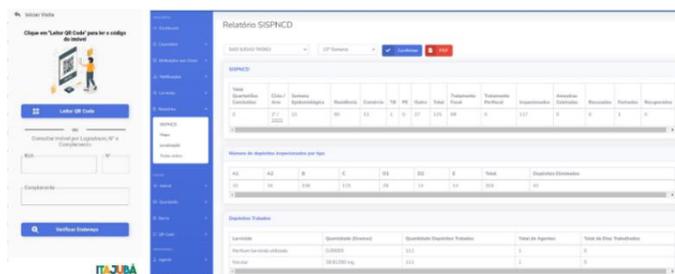


Figura 1 – Aplicativo e Sistema Web

## 2.1 Infraestrutura

O sistema Kombat é composto por dois subsistemas, um sistema mobile e um web que operam separadamente com único banco de dados centralizado, sendo que cada instância está presente em um servidor diferente, como demonstrado na Figura 2. O funcionamento de um subsistema não é impactado por alterações realizadas em outro, somente caso ocorra mudanças na modelagem de dados, garantindo independência em segurança, operação e integridade.

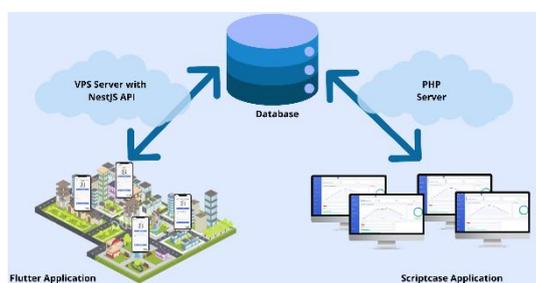


Figura 2 - Arquitetura Kombat

O banco de dados é relacional e foi implementado em *MySQL*, o relacionamento entre tabelas torna a estrutura prevenida a falhas como duplicidade e registros vazios. O aplicativo foi desenvolvido com o *framework Flutter* (*framework* para desenvolver aplicações multiplataformas). Em sua *API* foi utilizado o *framework NestJS* (*framework back-end* para *Node.js*) junto ao *ORM Prisma*, responsável por todas as operações no banco de dados *MySQL*. E finalmente, para o sistema web foi escolhido o uso do *framework Scriptcase* (plataforma de desenvolvimento de sistemas *PHP*), devido sua praticidade em desenvolver inúmeras funcionalidades que envolvem manipulação e apresentação de dados.

## 3. Avaliação

Desde o dia 1 de abril de 2023, o sistema Kombat está sendo utilizado em ambiente real pela vigilância epidemiológica de Itajubá. Foi realizada uma entrevista de satisfação com usuários finais, dois gestores e seis agentes de saúde. Durante as primeiras semanas de

uso, os seis agentes já coletaram dados de mais de 300 visitas em 9 bairros com o intuito de testar o sistema em situações adversas, como falta de conexão à *internet* e usuários não familiarizados à tecnologia.

O formato de estruturação do calendário epidemiológico foi bem aceito pelo gestor responsável desta atividade, sua opinião diz que é simples e prático. A exibição de relatórios também teve um impacto positivo, além dos dados já esperados sobre os tratamentos e focos em tempo real, foram gerados relatórios que exibem a geolocalização de cada agente, também em tempo real, o que trouxe uma percepção maior sob os funcionários e suas rotinas de trabalho, de acordo com a opinião de ambos gestores. Porém, foi destacado que alguns relatórios precisavam ser melhorados, adicionando certos dados, filtros e formatações para melhor compreensão.

O subsistema *mobile* também foi bem aceito pelos agentes e gestores de saúde, que destacaram a praticidade de utilizar a leitura de *QRCode* para validação do imóvel e operação offline. No entanto, houveram críticas sobre o cadastro de imóveis, alguns agentes consideraram um pouco confuso a fluidez das operações de inserção das informações.

#### **4. Discussões Finais**

A maioria dos sistemas desenvolvidos no Brasil para combate ao mosquito envolvem somente a captação e análise de dados dos tratamentos, outros, com o foco educativo, porém, com base no nosso entendimento, o sistema *Kombate* é o único que aborda a perspectiva organizacional da vigilância epidemiológica. Os problemas em coleta, análise e exportação de dados para sistemas do ministério de Saúde são evidentes em muitos cenários municipais, mas também é de suma importância a vigilância conseguir organizar seus processos e funcionários. Desta forma, é possível obter o melhor rendimento das ações em campo que conseqüentemente melhoram a coleta de dados, trazendo informações mais fiéis sobre a situação em que se encontra o município.

A vigilância de Itajubá relatou que diariamente enfrentava problemas na gestão de seus servidores, alguns confundiam os bairros, imóveis, terrenos e construções públicas que já vistoriaram ou deveriam vistoriar, outros eram suspeitos de não realizar as visitas e preencher o formulário com informações falsas. Também ocorriam problemas relacionados à distribuição de larvicidas aos agentes e informações incompatíveis de endereço, tratamentos e responsáveis pelas visitas.

Com a ferramenta apresentada foram propostas soluções para estes problemas além dos benefícios que um sistema traz a gestão. O uso dos relatórios presentes possibilita identificar problemas conhecidos ou novos, como exemplo, a listagem de todas as visitas exibe informações essenciais que possibilitam verificar qual larvicida e quantidade que foram utilizados, o intervalo de tempo de uma ação para outra ou se houve alguma interrupção na coleta de informações. Associando aos filtros de agentes, datas, bairros, entre outros, o gestor consegue abordar perspectivas direcionadas a um destes parâmetros. A aplicação de localização do agente é atualizada a cada 5 segundos e possibilita o gestor avaliar se o funcionário está executando seu trabalho e a rota realizada pelo agente, identificando possíveis ações que impactam negativamente ou positivamente o desempenho. Outra aplicação relevante é o mapa de visitas que as exibe categorizadas em cada ponto georreferenciado, permitindo ao gestor avaliar o desempenho geral da equipe

ou individual por método comparativo entre agentes em cada bairro. Para complementar, o relatório SisPNCD exibe dados semanais específicos dos tratamentos que possibilitam identificar gargalos que distorcem a informação, se existirem números elevados de depósitos tratados mas pouco larvicida utilizado é um exemplo que indica problemas na coleta de dados, ou, se existe um número grande de imóveis visitados e baixo número de depósitos tratados e/ou eliminados é um indicativo de baixa proliferação naquele bairro.

Vale ressaltar que na versão atual sistema foram adaptadas melhorias significativas na busca e associação de endereços para evitar duplicatas e inconsistências. Inicialmente houve uma carga de dados a partir de planilhas de cada bairro que os gestores possuíam, e para corrigir essas informações foi criada uma tabela de referência de ruas baseadas nos CEPs do município, atualmente o agente em campo busca a rua na tabela de referência e atualiza ou cadastra um imóvel.

#### 4.1. Trabalhos relacionados

O SIGELU Combate Aedes<sup>3</sup> é um dos projetos mais reconhecidos em nível nacional, nele os servidores e agentes podem cadastrar vistorias com fotos e geolocalização dos focos de *Aedes aegypti* pelo aplicativo disponibilizado. No sistema *web* contém treinamentos e manuais, e acompanhamento das vistorias realizadas.

O aplicativo Caça Mosquito<sup>4</sup> tem o objetivo de mapear zonas com focos do mosquito. O mapeamento é feito por meio de geolocalização do celular. Os usuários fotografam e informam locais com possíveis criadouros do *Aedes aegypti* e as informações coletadas são transmitidas para os órgãos municipais competentes.

O Observatório do *Aedes aegypti*<sup>5</sup> é um projeto que possibilita que a população denuncie focos e casos de suspeita de dengue, zika e chikungunya de forma georreferenciada. O sistema também pode ser usado por agentes através de um aplicativo que permite a criação de rotas de visitas ou para verificação de casos de denúncias. Para o gestor, é possível criar planos de contingência.

E por último o *Aedes em Foco* (Monteiro et al., 2020), projeto que mais se assemelha ao sistema Kombate. A abordagem proposta se concentra em aspectos de obtenção, integração, análise, sistematização e apresentação de dados, através da construção de um aplicativo móvel, um sistema *web*, um jogo digital, uma campanha de mobilização social e cursos *online*.

#### 4.2 Conclusão

O sistema Kombate demonstra ser uma solução viável e de fácil adaptação dos funcionários. Sua elaboração junto aos gestores foi a escolha mais sensata, pois somente assim foi possível identificar as necessidades reais de uma vigilância epidemiológica municipal. Para qualquer combate à alguma endemia ou epidemia, que siga o conceito das semanas epidemiológicas, o sistema Kombate está apto para ser utilizado e, caso necessário, adaptado para futuros trabalhos do mesmo nicho.

---

<sup>3</sup> <https://aedes.sigelu.com/>

<sup>4</sup> <https://www.saude.ba.gov.br/temasdesaude/arboviroses/aplicativo-caca-mosquito/>

<sup>5</sup> <https://observatoriodadengue.telessaude.ufrn.br/>

Eventualmente, um estudo comprovando a eficácia do sistema será realizado comparando informações atuais com as passadas, envolvendo número de visitas por ciclo, controle de estoque de larvicida, quantidade de focos de *Aedes aegypti* junto à relatos de usuários que utilizam a pelo menos 6 meses a plataforma.

Ao decorrer da operação todo o município de Itajubá será mapeado pelos próprios agentes com geolocalização para imóveis residenciais, comerciais, terrenos baldios, construções públicas entre outros, compondo uma base de dados relevante para diversos outros setores da administração pública. E junto a este trabalho de combate ao mosquito é possível realizar a captação de informações relevantes para a gestão municipal, como questões socioeconômicas, educacionais, de segurança pública e de saúde.

## 5. Referências

- Barreto, M. L., & Teixeira, M. G. (2008). Dengue no Brasil: situação epidemiológica e contribuições para uma agenda de pesquisa. *Estudos Avançados*, 22(64), 53–72. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142008000300005>
- Costa, Z. G. A., Romano, A. P. M., Elkhoury, A. N. M., & Flannery, B. (2011). Evolução histórica da vigilância epidemiológica e do controle da febre amarela no Brasil. *Revista Pan-Amazônica de Saúde*, 2(1), 16–16. <https://doi.org/10.5123/S2176-62232011000100002>
- Melo, R. C. B. e, Ferreira, A. P., Melo, E. N. de, Cambraia, I. C., Castro, L. C. A. R. de, Loureiro, M. C., & Vilela, F. V. (2020). Combate ao *Aedes Aegypti* e investigação epidemiológica de dengue na área de abrangência da unidade de atenção primária à saúde Sebastião Amorim II / Combating *Aedes Aegypti* and epidemiological investigation of dengue in the area of coverage of the primary health care unit Sebastião Amorim II. *Brazilian Journal of Health Review*, 3(3), 6853–6857. <https://doi.org/10.34119/BJHRV3N3-222>
- Ministério da Saúde. (2023). *Boletim Epidemiológico - Volume 54 - nº 01 — Ministério da Saúde*. <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/epidemiologicos/edicoes/2023/boletim-epidemiologico-volume-54-no-01/view>
- Monteiro, A. J., Cavalcanti, C. G. C. S., De Lima, E. T., Neto, J. F. C., Coelho, I. C. B., Paillard, G. A. L., Gomes, G. A. M., Junior, F. G. G., Pequeno, H. S. L., De Castro, M. F., Do Carmo, R. A. F., & Maia, R. P. (2020). O programa *Aedes em Foco* como elemento de combate a arboviroses. *Anais Do Simpósio Brasileiro de Computação Aplicada à Saúde (SBCAS)*, 238–249. <https://doi.org/10.5753/SBCAS.2020.11517>
- Sundfeld, C. A., & Resumo, }. (2002). Vigilância epidemiológica e direitos constitucionais. *Revista de Direito Sanitário*, 3(2), 90–106. <https://doi.org/10.11606/ISSN.2316-9044.V3I2P90-106>