

GAMIFICAÇÃO E CROWDSOURCING PARA MELHORIA DO COMBATE AO AEDES AEGYPTI

Ruan Pierre Oliveira¹, José Antão Beltrão Moura¹, Marcelo Alves Barros¹, Ana Carolina Policarpo Cavalcante²

¹ Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande, Brasil

² Universidade Estadual de Pernambuco (UPE), Recife, Brasil.

Resumo: Objetivos: Criar um sistema baseado em conceitos de gamificação e crowdsourcing, para auxiliar no combate/prevenção ao *Aedes aegypti*. Com ênfase nos indicadores: número de notificações de focos do mosquito; tempo médio para gerar relatórios utilizados no planejamento e tempo médio entre a notificação e o recebimento da mesma pelo agente de campo. **Métodos:** Trata-se de um estudo quantitativo-exploratório em parceria com as vigilâncias para a idealização, especificação, implementação e teste piloto do sistema proposto. **Resultados:** Foi produzido um aplicativo móvel para a população realizar notificações que alimentam um sistema de informação na web, georreferenciado e usado pela VA/VE para apoio à gestão de seus serviços. No piloto foi verificado uma melhoria significativa nos indicadores considerados. **Conclusão:** O sistema poderá funcionar como um novo canal de denúncia, assim como auxiliar os processos e serviços da VA/VE para um combate mais eficiente e eficaz ao mosquito e às doenças por ele transmitidas.

Palavras-chave: Crowdsourcing, Aedes, Dengue.

Abstract: Objectives: Develop and apply a gamified and crowdsourcing information system to speed up and improve decision making by sanitary and health agencies (“VA/VE”) as they attempt to prevent the spread of the zika, dengue, and chikungunya viruses transmitted by the *Aedes aegypti* mosquito. **Methods:** Carry out a quantitative-exploratory study in partnership with VA/VE to specify, implement and (pilot) test the proposed system. **Results:** The work produced a gamified, crowdsourced mobile app for the population to feed information on *Aedes aegypti*'s infestation into a geo-referenced web information system. VA/VE use this web IS to manage their operations. The pilot test provided evidence that the partner VA/VE was able to make faster and better decisions. **Conclusion:** The proposed IS may serve as a new *Aedes aegypti* infestation notification channel for the population and as a decision support system for VA/VE for more efficient and effective combat against the mosquito and related diseases.

Keywords: Crowdsourcing, Aedes, Dengue

Introdução

O mosquito *Aedes aegypti* é o vetor responsável pela transmissão do vírus causador de doenças que representam um problema recorrente de saúde pública com alternância de surtos e epidemias de difícil combate. Até há pouco, esse mosquito estava relacionado apenas com a transmissão da dengue e da febre amarela. Entretanto, esse cenário vem mudando com a inserção de novas patologias como a Febre Chikungunya e o Zika Vírus, esse último com uma possível relação com a síndrome de Guillain Barré e o aumento dos casos de microcefalia em bebês¹.

De janeiro de 2015 à 18 de abril de 2016 foram confirmados mais de 740 mil casos de dengue e 4.180 casos suspeitos de microcefalia no Brasil. Apesar desses números alarmantes, estudos apontam uma baixa taxa de notificação, pois nem sempre as pessoas acometidas procuram o serviço de saúde,

ou os canais de denúncia junto à vigilância ambiental e epidemiológica² (aqui indistinta e genericamente chamadas de “VA/VE”) órgãos responsáveis pelo combate ao mosquito, mas que apresentam limitações expressivas – a exemplo dos canais Disk Dengue e Dengue Zap da VA/VE de Campina Grande, PB. Esses canais possuem horário de funcionamento restrito, estão sujeitos a erros ou extravio das informações, e elevado tempo entre a denúncia e o recebimento da mesma pelo agente de campo.

Essas limitações levam à baixa participação da população no combate ao mosquito, principalmente do público jovem, que são os que mais utilizam os meios de comunicação³. Outro fator agravante é falta de relatórios atualizados, tendo em vista que para serem gerados se faz necessário tempo e esforço elevado.

O combate ao *Aedes aegypti* é inegavelmente, uma tarefa difícil. Por isto, parece razoável que o governo se alie à população, uma vez que é esta última que tem mais condições para apontar de forma mais rápida e precisa, focos do mosquito. Dessa forma, a utilização de inteligência coletiva de colaboradores voluntários, no qual cada colaborador, por sua própria iniciativa, contribui com uma pequena parte da solução para um problema complexo, é denominada de *crowdsourcing* na ciência da computação⁴.

Crowdsourcing surgiu como estratégia de criação de bens intelectuais em que o conhecimento e as competências de um grupo de indivíduos externos são utilizados para aumentar o desempenho das organizações; baseando-se na ideia de que várias mentes criativas produzem melhores resultados do que uma única isolada⁵.

Apesar de *crowdsourcing* ser um método eficaz para solução de problemas complexos, ele apresenta algumas limitações, incluindo a veracidade da informação e a eficácia do seu funcionamento – a depender do engajamento da população, o que pode não ser uma tarefa fácil, a considerar que apenas 1% dos usuários das comunidades online contribuem de forma assídua, conforme a chamada “Regra da Participação Desigual”⁶. Apesar da participação dos usuários tender a ser desigual, existem formas para tentar aumentar esta proporção. Uma técnica que tem chamado a atenção dos principais pesquisadores nessa área é a gamificação, que compreende no uso de elementos de jogos em contextos diferentes, com intuito de tornar tarefas rotineiras que costumam ser maçantes, em algo prazeroso e divertido de realizar⁷.

Note que a gamificação não culmina necessariamente, na criação de um jogo (game) específico que aborde o problema, mas sim em utilizar as técnicas, métodos e pensamentos de jogos para resolver problemas no mundo virtual em situação do mundo real⁸. O crescente número de pesquisas sobre gamificação resultou na sua utilização em diversas áreas, como por exemplo, saúde pública. Na qual, gamificação associada ao uso de dispositivos móveis (*mHealth*) é utilizado para aumentar a adesão ao tratamento de doenças crônicas como diabetes e hipertensão arterial e até mesmo diagnóstico de cardiopatias congênitas⁹.

Com relação à escolha dos elementos de jogos, e como aplicá-los em diversos contextos, isso dependerá da finalidade do projeto. Alguns autores sugerem a utilização do PBL - *Points, Badges and Leaderboards*, que são baseados em pontos, medalhas e tabelas de líderes. Esses são os elementos mais básicos de um jogo a serem utilizados com a finalidade de promover alterações no comportamento dos usuários. As alterações podem ser estimuladas por meio de recompensas extrínsecas, equivalentes às ideias da economia comportamental, além de elementos como: desafios e missões, sistema de recompensas, níveis, feedback, socialização e integração com mídias sociais¹⁰. Destarte, este artigo trata de esforços de P&D que juntam *crowdsourcing* e gamificação com objetivo de criar um sistema que auxilie no combate/prevenção ao *Aedes aegypti*. Com ênfase nos indicadores: número de notificações de focos do mosquito; tempo médio para gerar relatórios utilizados no planejamento e tempo médio entre a notificação e o recebimento da mesma pelo agente de campo

Métodos

A pesquisa realizada consiste em um estudo quantitativo de abordagem exploratória no qual foi utilizado o procedimento técnico de pesquisa-ação. Segundo Gil¹¹ o estudo exploratório é adequado quando há pouco conhecimento sobre a temática a ser abordada e se deseja conhecer, com maior profundidade o assunto.

Dessa forma, se fez necessário realizar alguns estudos exploratórios que segmentaram a pesquisa em nove fases. Tendo em vista que os estudos envolveriam pesquisa com seres humanos, identificaram-se os princípios éticos a regular tais pesquisas, conforme resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CNS) que preconiza no seu capítulo III, que as pesquisas envolvendo seres humanos devem atender às exigências éticas e científicas fundamentais destacando, entre seus princípios éticos (capítulo III, item 2.g), a necessidade do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE dos indivíduos alvo. Assim, esta pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética e Pesquisa do Hospital Universitário Alcides Carneiro de Campina Grande, PB, tendo sido aprovada pelo parecer CAAE No47719615.6.0000.5182.

A primeira fase da pesquisa envolveu uma investigação de campo com intuito de conhecer melhor o trabalho no dia-a-dia da VA/VE. Nesta fase e durante uma semana foram feitas visitas diárias aos setores da VA/VE de Campina Grande, PB, com o objetivo de observar a dinâmica de trabalho e identificar pontos críticos nos processos destas vigilâncias. Ficou clara a escassez de recursos humanos e materiais, particularmente tecnológicos, capazes de auxiliar com eficiência o combate ao mosquito.

Após o conhecimento ainda superficial dos processos de trabalho da VA e da VE, surgiu a necessidade de se realizarem entrevistas com os profissionais destas vigilâncias para detectar os pontos críticos vivenciados e delimitados por eles (fase 2). Foram entrevistados dez profissionais das duas vigilâncias; o método utilizado foi de entrevista semi-estruturada com perguntas acerca dos processos de combate à dengue, dificuldades enfrentadas nestes processos assim como o que poderia ser melhorado. Os resultados corroboraram com o que já tinha sido observado na investigação de campo: falta de recursos humanos e materiais (tecnológicos), o que dificulta a ação das vigilâncias em tempo hábil para combater a proliferação do mosquito; canais para denúncia com funcionamento em horários restritos e morosidade no repasse de informações para os agentes de saúde.

Devido aos relatos dos profissionais sobre as limitações do canal disk dengue, fez-se uma investigação sobre a percepção da população quanto ao atendimento e resolutividade desse meio de denúncia (fase 3). O canal foi usado para denúncias seguindo o processo definido pela VA/VE integralmente (do início ao fim) e avaliou-se o canal e atuação da VA/VE através da aplicação de um questionário aberto junto aos usuários que utilizaram o canal. As respostas deram base para delimitação do problema de pesquisa. Respostas e sugestões colhidas indicaram: o atendimento telefônico foi considerado bom; não se obteve retorno da VA/VE sobre a denúncia; não foram realizadas ações para resolução da denúncia; o fato de não ter tido retorno desmotiva tentativas de novas denúncias; a denúncia não foi resolvida razão pela qual avaliou-se sua resolutividade como péssima; os pontos que poderiam ser melhorados seriam o horário de funcionamento e a melhor divulgação do número de telefone do canal; teve-se acesso ao número do disk dengue através da vigilância ambiental; transcorreram 48h do momento em que se precisou do número até o momento da denúncia; avaliou-se, como interessante, o uso de outras formas de denúncia como, por exemplo, um programa de computador, pois isto aumentaria e facilitaria o acesso à vigilância ou órgãos responsáveis às informações prestadas (os dados solicitados pela vigilância ao telefone, foram: nome do denunciante, endereço, ponto de referência, telefone para contato e motivo da solicitação).

As fases acima (1 a 3) serviram como base para definição dos principais problemas e identificação das métricas de sucesso na fase 4. Diante das limitações dos canais de denúncia e das restrições dos processos utilizados, as métricas de sucesso validadas pela VA/VE foram: Número (quantidade) de notificações em um determinado período; tempo médio para gerar relatórios utilizados no

planejamento de ações da VA/VE ; e, o tempo médio entre notificação e recebimento da mesma pelo agente de campo.

Na fase 5 foi definida a arquitetura do sistema-solução proposto – o CrowdDengue¹² (na oportunidade da nomeação, a dengue era a principal preocupação da saúde pública), e apresentado juntamente com os screenshots das telas do aplicativo para a VA/VE e potenciais jogadores, um questionário de avaliação da solução como um todo foi aplicado. Na sexta fase foi criado e apresentado um protótipo inicial para o CrowdDengue, chamado de alfa, composto pelas principais telas, porém sem a integração dos dois sistemas (partes móvel e web). Nesta fase também foi realizada uma priorização das funcionalidades que deveriam ser implementadas na sétima fase. O diagrama abaixo demonstra os módulos arquiteturais do sistema assim como o esquema de acesso das funcionalidade.

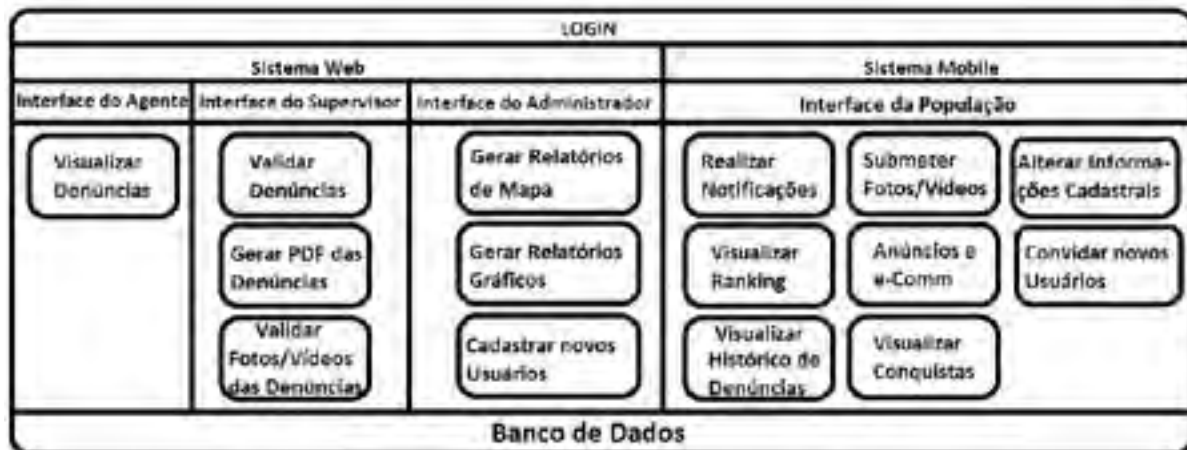


Figura 1: Módulos Arquiteturais e Esquema de Acesso ao CrowdDengue.

As fases 4, 5, 6 e 7 foram realizadas de forma cíclica devido à sua criticidade e à necessidade de ajustes por parte dos stakeholders para que fossem modificadas de acordo com a necessidade da VA/VE. A implementação das funcionalidades do CrowdDengue na fase 7 obedeceu as prioridades escolhidas pela VA/VE. A plataforma usada para implementar o aplicativo mobile foi a linguagem Android que é o sistema operacional da maioria dos smartphones da atualidade. Para a construção do aplicativo web foi utilizado JSF (Java Server Faces) que disponibiliza componentes visuais pré-prontos, também foram disponibilizados serviços para a comunicação entre aplicativo mobile e o banco de dados do sistema web. O banco de dados utilizado foi o H2, que pode ser integrado em aplicativos que utilizam a linguagem de programação JAVA, além de ser um software open source e ocupar 1.5 MB. Na nona e última fase foram realizados o teste piloto e a análise quantitativa dos dados.

Resultados – O Jogo e o SI Web

O principal resultado do estudo é o software *CrowdDengue* – um jogo para dispositivos móveis que alimenta um sistema de informação Web para apoio no combate ao mosquito *Aedes aegypti*.

Na parte lúdica do software (aplicativo mobile) a população realizará 4 ações: denunciar focos de *Aedes*, destruir focos de *Aedes*, denunciar casos de dengue, zika e chikungunya e realizar agendamento de imóveis fechados. Essas funções podem ser realizadas com um toque em qualquer um dos ícones presentes na parte inferior da primeira tela (figura 2). A população poderá realizar as ações supracitadas em qualquer hora ou local, onde quer que esteja, utilizando o mapa georreferenciado. Caso o usuário prefira notificar posteriormente, utilizando sua posição atual, o aplicativo marca a geolocalização do jogador e a reinsere automaticamente quando esse desejar enviar a notificação para

o SI Web (acessível pela VA/VE). O jogador também poderá disponibilizar provas que facilitem a identificação das suas marcações, as quais podem ser fotos ou vídeos.

O usuário terá outra forma independente do GPS para realizar denúncias; por exemplo, se o mesmo no momento em que encontra o foco, não esteja com acesso à internet, poderá reportar o foco quando tiver acesso à mesma; basta que ele localize o endereço desejado no mapa e confirme a denúncia. Antes de acessar qualquer uma das ações o usuário precisa realizar o login utilizando suas credenciais. Todas as informações disponibilizadas pelo jogador serão validadas pela VA/VE.

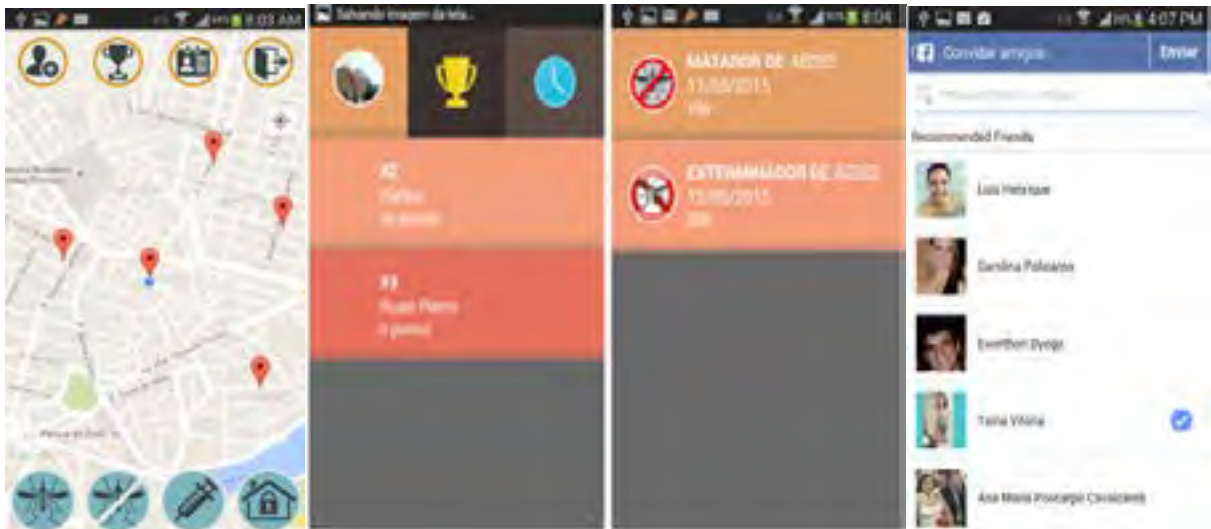


Figura 2: Tela principal/ranking/conquistas/convidar amigo no aplicativo mobile.

Para atrair a população a “jogar contra o Aedes”, o *CrowdDengue* usa dois tipos de motivação: intrínsecas, incluindo motivações de base e comunitária, pois o indivíduo com o senso de comunidade acurado terá prazer e diversão ao contribuir na busca de um bem comum para a sociedade (o jogador poderá obter os mesmos sentimentos, através da competição, que resultará em mudança de patente, nível e obtenção de conquistas - Figura 2); e, extrínsecas que remetem à motivação social e que estão presentes na forma de prestígio e status, através do ranqueamento. Cunha, Gasparini e Berkenbrock¹³ citam isto como estratégia baseada em reputação para motivar as pessoas que desejam se associar com instituições que têm prestígio.

Uma outra estratégia para fazer com que novos usuários baixem e difundam o aplicativo móvel, é o uso de convites pela rede social, Facebook (Figura 2). Figueiredo¹⁴ corrobora com essa estratégia quando afirma que para obter êxito em aplicações baseadas em crowdsourcing é necessário que a plataforma dê suporte aos participantes recrutarem membros de outras comunidades como, por exemplo, redes sociais online e esses, por sua vez, possam difundir seu aplicativo cada vez mais.

O aplicativo móvel do *CrowdDengue* essencialmente transforma jogadores em agentes voluntários da VA/VE local, que atuarão no combate ao Aedes, mas sem os custos (adicionais) correspondentes.

Para a VA/VE local, o sistema web servirá de apoio à tomada de decisão, pois terá entre suas funcionalidades, a geração de relatórios online e automáticos em tempo real, com os dados disponibilizados pela população. Cada denúncia realizada pelos jogadores no sistema mobile será automaticamente salva no mesmo banco de dados utilizado pela aplicação web; assim a VA/VE terá acesso a todas as denúncias realizadas no jogo. Essa terá, como papel, validar as notificações realizadas por cada jogador. Após realizar o login, profissionais da VA/VE terão acesso à tela contendo um mapa no qual cada denúncia é representada através de um pino vermelho inserido no mapa georreferenciado e as informações sobre as notificações tornar-se-ão visíveis ao clicar em qualquer um dos pinos (Figura 3).

O sistema web é relevante na solução, pois, além das funções já descritas, é responsável através das suas validações, por atualizar o mecanismo de pontuação do jogo, ou seja, a cada denúncia validada

no sistema web o jogador terá um acréscimo na sua pontuação que poderá variar de acordo com as provas enviadas.

Esse sistema disponibilizará dois tipos de relatórios georeferenciados: o primeiro é um mapa contendo pinos com todas as denúncias feitas em um intervalo de tempo; o outro é um relatório de calor, no qual as áreas do mapa que contém uma maior incidência de denúncias estarão pintadas de vermelho, já as que contiverem menor incidência estarão de verde no mapa. Já em relação aos relatórios gráficos, a VA/VE optar por: tipo linha, tabela, pizza e histograma.



Figura 3: Sistema georeferenciado da VA/VE.

Discussão – Avaliação do Sistema Proposto

O *CrowdDengue* foi testado e avaliado em várias situações e ambientes, incluindo a Universidade Federal de Campina Grande – UFCG e as vigilâncias locais. A definição de experimento para teste externo foi feita através de pesquisa com profissionais da VA/VE, que escolheram o bairro de Presidente Médici na cidade de Campina Grande – PB, justificado por possuir o maior índice de infestação do mosquito. De fato, dados estatísticos extraídos do Levantamento Rápido do Índice de infestação por *Aedes aegypti*, (LIRAA), revela que enquanto o município de Campina Grande era detentor de um aumento de 4,9% em março para 7,6% em julho de 2015, o bairro Presidente Médici subia para 11,5%, sendo o detentor do maior LIRAA.

Para a amostra de participantes no experimento, realizou-se um trabalho social envolvendo os agentes da VA/VE mobilizando a população do bairro em questão quanto à importância da participação na pesquisa. A partir desse ponto, foi definido um grupo de participantes os quais se voluntariaram a participar do experimento, perfazendo o total de trinta pessoas. Os participantes tinham idade entre 20 e 36 anos, em sua maioria solteiros e com no mínimo o ensino médio completo, sendo 53,33% do sexo masculino e 46,66% do sexo feminino. Além dos trinta jogadores, o experimento contou também, com a participação de alguns membros da VA/VE local que atuaram como agentes para validação dos focos reportados pelos jogadores, como supervisores para geração de relatórios que serviria de apoio a decisão.

Para avaliar, de forma quantitativa, o desempenho do *CrowdDengue* sobre o Disk Dengue e Dengue Zap, foram realizados estudos com o objetivo de relacionar os três métodos de denúncia em questão. No primeiro estudo comparou-se o quantitativo de notificações das formas tradicionais com o *CrowdDengue* durante o período de tempo, de 13/07 à 17/07 de 2015, dessa forma, pode-se verificar que a nova ferramenta obteve números superiores em todos os dias do monitoramento (Figura 4); no

dia 16/07 este método obteve o melhor desempenho alcançando 12 denúncias enquanto os demais não tiveram nenhuma.

Com relação ao sumarizado da semana, o *CrowdDengue* somou 38 notificações; já o Disk Dengue e Dengue Zap obtiveram, respectivamente, 4 e 5 notificações, ou seja, o novo canal teve um crescimento de 760% sobre o total de notificações pelo Dengue Zap e de 850% sobre o Disk Dengue, ou ainda, de 322% sobre a soma dos totais de notificações do Disk dengue e Dengue Zap no período de avaliação. Vê-se assim, que o estudo aponta indícios de que o novo canal para notificações terá maior eficácia que os dois outros existentes.

Aparentemente não foram encontrados trabalhos relacionados sobre outras ferramentas gamificadas como o *CrowdDengue* ou que produzam medidas de sucesso equivalentes àquelas escolhidas pela VA/VE e discutidas aqui. Por isto, não se fazem comparativos de resultados do *CrowdDengue* com aqueles de outras ferramentas que tenham estratégia ou objeto de pesquisa semelhantes.

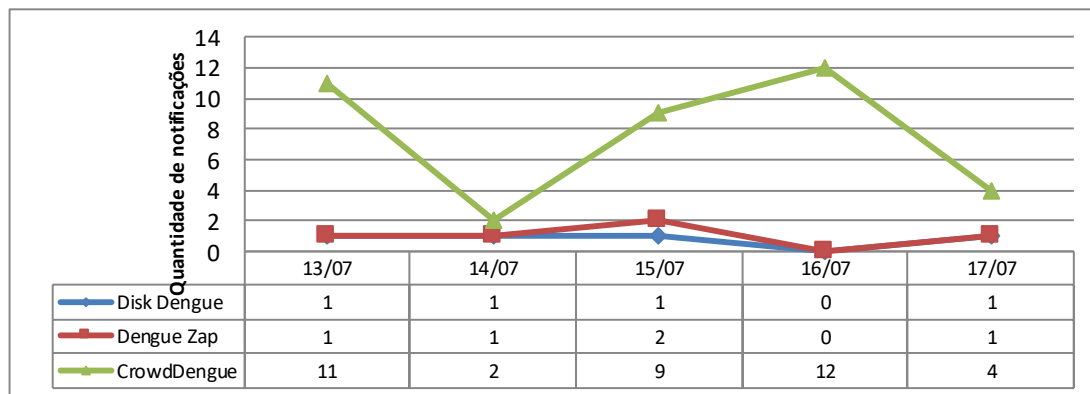


Figura 4: Número de denúncias de 13 a 17/07/2015 em bairro de Campina Grande.

Outra vantagem que não pode ser medida em termos quantitativos, mas que deve ser levada em consideração, é o grau da precisão na localização da denúncia: o *CrowdDengue*, permite informar o ponto exato onde ela foi realizada; já os canais tradicionais estão vulneráveis a falhas e erros.

Outras duas métricas que influenciam diretamente o sucesso no combate ao mosquito são: tempo médio gasto entre a denúncia e o recebimento da mesma pelo agente de campo (**TPré_Ação**) e o tempo médio para gerar relatórios utilizados no planejamento (**TPlanejamento**). Para cada uma dessas métricas, foram analisados os processos de negócio da VA/VE, para que ao final da análise fossem formuladas equações genéricas para estimativa das métricas.

O processo de curto prazo realizado diariamente, que envolve o (**TPré_Ação**) pode ser detalhado da seguinte forma: Na primeira atividade coletam-se as informações repassadas pela população (**TColetar_Denúncia**), por telefone para o Disk Dengue, pelo whatsapp para o Dengue Zap. A segunda atividade refere-se ao preenchimento das fichas cadastrais (**TConsolidação_da_Denúncia**), o Disk Dengue requer duas vias, no qual uma fica para controle interno e a outra é entregue para o agente de campo, além dessas também são preenchidos uma planilha de controle e um livro de protocolo. Para o Dengue Zap essa mesma informação é repassada via planilha para os agentes da VA/VE. A terceira e última atividade corresponde ao repasse das informações (**TRepasse_da_Informação**), para o supervisor geral que manda, para supervisor técnico, este envia para o supervisor de área que encaminha para o agente de campo. Essa fase é igual para os 2 canais de denúncia. Com base no detalhamento dos processos formula-se a seguinte equação:

$$TPré_Ação = TColetar_Denúncia + TConsolidação_da_Denúncia + TRepasse_da_Informação \quad (1)$$

Foram então, monitoradas 40 notificações no mês de junho de 2015 a partir das quais foram calculados o tempo Máximo (**T_{Max_Pré_Ação}**) e Mínimo (**T_{Min_Pré_Ação}**) para que a informação esteja disponível para o agente de campo. Com relação ao (**T_{Min_Pré_Ação}**) obtiveram-se os seguintes dados: Para coletar as informações (**T_{Coletar_Denúncia}**) em média são gastos 12 minutos para o Disk Dengue, 17 para o Dengue Zap e para o CrowdDengue pode-se dizer que esse tempo é desprezível, visto que as informações são inseridas em tempo real e imediatamente gravadas no banco de dados.

Com relação ao preenchimento das informações (**T_{Consolidação_da_Denúncia}**) tem-se em média 17 minutos para o Disk Dengue e 6 minutos para o Dengue Zap, enquanto para o *CrowdDengue* esse tempo também é desprezível, pois os dados da denúncia são preenchidos automaticamente pelo sistema.

Quanto ao repasse da informação o melhor caso dura em média 15 horas para o Disk Dengue e para Dengue Zap, levando em consideração o melhor caso em que a denúncia é realizada no final do expediente e é repassada para os supervisores no início do outro dia. Caso a notificação seja realizada no início do horário de funcionamento do Disk Dengue e Dengue Zap (8 horas) os supervisores de área só receberão a notificação no dia seguinte, visto eles saem junto com os agentes para visita de campo às 7: 30 da manhã. Nessa mesma situação o atraso do *CrowdDengue* corresponde ao tempo para envio de e-mails para todos os supervisores e agentes – algo em torno de 5 minutos.

Quando se somam todas as variáveis presentes na equação chega-se aos seguintes resultados: (**T_{Min_Pré_Ação}**) para o Disk Dengue é em média 15 horas e 29 minutos, já para o Dengue Zap fica em torno de 15 horas e 23 minutos e o CrowdDengue fica em média de 5 minutos, devido a automatização de todo o processo, fazendo com que as informações cheguem aos responsáveis quase instantaneamente.

Existem cenários no qual o (**T_{Min_Pré_Ação}**) e (**T_{Max_Pré_Ação}**) são iguais para os 3 canais de denúncia. Por exemplo, caso a notificação seja realizada de segunda a quinta no final do expediente o (**T_{Min_Pré_Ação}**) é o mesmo para os 3 canais. O mesmo acontece se a notificação for realizada sexta feira final do expediente. Essa limitação acarreta um aumento de tempo significativo para a resolução do problema, entretanto este não está relacionado com os canais de notificação, e sim com o processo de negócio adotado pelos profissionais da VA/VE. Em qualquer outro cenário o *CrowdDengue* possui tempo inferior ao Disk Dengue e Dengue Zap.

Para (**T_{Planejamento}**), o processo envolve as seguintes atividades: sumarização de todas as notificações (para o Disk Dengue são contabilizados todas as fichas de notificação; já para o Dengue Zap são sumarizado todas as planilhas de controle enviadas diariamente) e a geração de relatório com algum software. Assim vale a equação:

$$\mathbf{T_{Planejamento}} = \mathbf{T_{Contabilizar_Denúncias}} + \mathbf{T_{Gerar_Relatório}} \quad (2)$$

Com relação ao (**T_{Min_Planejamento}**) foram obtidos os seguintes dados: Para contabilizar as denúncias (**T_{Contabilizar_Denúncias}**) do Disk Dengue, a VA/VE gasta em média 4 horas, visto que as fichas de denúncia de foco de *Aedes* podem estar misturadas com outros tipos de notificações; já para o Dengue Zap é gasto em média 1 hora com essa atividade. Para a geração de relatórios (**T_{Gerar_Relatório}**) são gastos 2 horas para o Disk Dengue e 1 hora para o Dengue Zap. Ao realizar a soma de todos os tempos tem-se o seguinte resultado: Em média são gastos 6 horas para gerar um relatório utilizado no planejamento para as denúncias realizadas via Disk Dengue e 2 horas para as denúncias via Dengue Zap.

Para o *CrowdDengue* essas duas atividade duram no máximo 1 minuto e meio que é o tempo do usuário logar no sistema e solicitar um relatório. Na figura 5 é realizado um comparativos entre os 3 canais quanto ao tempo mínimo de ação (**T_{Min_Ação}**) e o tempo mínimo de planejamento (**T_{Planejamento}**), respectivamente.

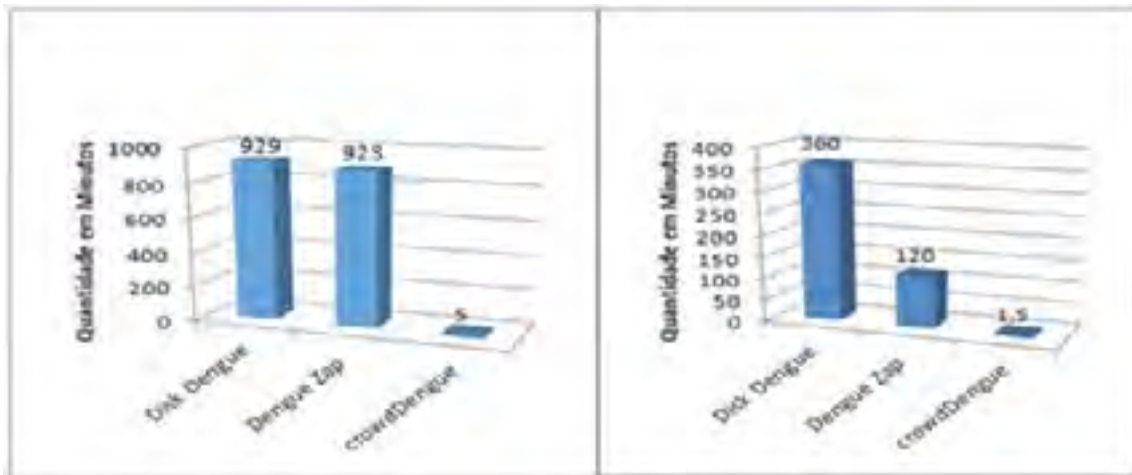


Figura 5: Tempo médio de ação e de tomada de decisão da VA/VE.

Com relação ao tempo mínimo de ação da VA/VE pode-se verificar que foi reduzido consideravelmente quando utilizado o novo método de denúncia (*CrowdDengue*), o que possibilita um combate mais eficaz por parte das vigilâncias; além de que, é possível trabalhar com o efetivo maior, de vez que este método não ocupa nenhum integrante para coletar os dados, preencher e repassar as informações fornecidas pela população. Enquanto para a métrica tempo de planejamento constatou-se uma melhora significativa, pois o novo canal possibilita, em tempo real, a emissão de diferentes tipos de relatórios.

Em termos qualitativos o novo método serviu de base para uma tomada de decisão mais consciente, o que possibilitou o direcionamento de recursos materiais, estruturais e humanos da VA/VE, de forma mais coerente. Os experimentos realizados apresentam indícios de que os processos de decisão da VA/VE, apoiados pelo *CrowdDengue*, se tornam mais eficientes, e por isto, possivelmente, mais eficazes.

Conclusão

Para realizar o combate de forma mais eficaz e eficiente ao *Aedes aegypti* ficou evidenciado neste estudo, ser imprescindível a resolução de alguns gargalos enfrentados na atualidade pela VA/VE. Os gargalos se originam de problemas estruturais, como a falta de informatização do órgão ou nos processos de negócio, como as deficiências intrínsecas dos canais tradicionais de denúncia, que se baseiam em burocracia (preenchimento de fichas, novamente pela falta de informatização). Os gargalos ocasionam o descontentamento e descrédito da população, a qual reclama também, da falta de feedback das notificações reportadas e do elevado tempo para a tomada de ação e realização de planejamento.

Neste contexto, o *CrowdDengue* foi proposto como alternativa tanto para reduzir os problemas citados acima, quanto para fornecer outros benefícios – a exemplo de agregar mais agentes (voluntários) à VA/VE, sem aumentar a folha de pagamento. As vantagens do sistema sugerido foram evidenciadas pelos indicadores de sucesso escolhidos pela VA/VE: número de notificações, tempo de ação, tempo médio para gerar relatórios utilizados no planejamento.

Com relação ao primeiro indicador ocorreu um aumento significativo no número de notificações de casos das doenças ligadas ao *Aedes aegypti* e focos do mosquito. Este aumento pode ser atribuído às características inseridas no novo canal, principalmente: feedback da VA/VE quanto à notificação realizada; acesso 24 horas; conceitos de *crowdsourcing* e gamificação.

O tempo de ação e o de geração de relatórios que auxiliam no planejamento foram reduzidos quando comparados com as duas formas antigas, fato este explicado pelo automatização dos principais gargalos no processo de combate ao Aedes.

Considerando que os canais de notificação de infestações pelo *Aedes aegypti* desempenham papel fundamental na prevenção da zika, microcefalia, dengue, chikungunya e febre amarela e que aperfeiçoar esses canais é estratégico nesta prevenção, tanto para agentes da VA/VE quanto para a saúde da população em geral, pode-se afirmar que os objetivos desta pesquisa foram alcançados.

Trabalhos com o *CrowdDengue* continuam com a realização de mais testes para significância estatística dos resultados e conclusões; para inclusão de funcionalidade para agendamento de agentes da VA/VE e jogadores “abrirem” e inspecionarem imóveis fechados; para verificação semiautomática de notificações de modo a aliviar a carga para os agentes da VA/VE (sistemas de verificação de confiança); e, para introdução de incentivos e retenção de novos jogadores e até, sustentabilidade do jogo, reduzindo dependência de orçamentos governamentais.

Referências

- [1] Kikute M. Distribuição espacial e determinantes ecológicos para dengue em uma comunidade urbana de Salvador [dissertação]. Bahia: Universidade Federal da Bahia- Programa de Pós Graduação em saúde coletiva; 2015.
- [2] Brasil. Ministério da Saúde. Situação Epidemiológica da Dengue. Boletim Epidemiológico da dengue - semanas 01 a 15 de 2016. 2016 Abr [citado 2016 Abr 30]. Disponível em: http://www.paho.org/bra/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=836&Itemid=. Acesso em 25 de junho de 2016.
- [3] Oliveira GLA. Prevenção e controle da dengue no município de Sabará/MG: análise de materiais educativos impressos e das representações sociais de agentes de controle de endemias. 2012 [dissertação]. Belo Horizonte: Programa de Pós Graduação em Ciências da Saúde do Centro de Pesquisas René Rachou;2012.
- [4] Martins TCM. Crowdsourcing de ideias para inovações no Setor Público [dissertação]. Lavras: Universidade Federal de Lavras– Programa de Pós Graduação em saúde pública;2015.
- [5] Oliveira F, Ramos I, Santos L. Definition of a crowdsourcing Innovation Service for the European SMEs. Springer 2010 ;6385(10):412-416.
- [6] Vieira V, Caldas LR, Salgado AC. Towards an Ubiquitous and Context Sensitive Public Transportation System. IEEE. 2011;5346(4):174-179.
- [7] Ferreira KG. Teste de Usabilidade [trabalho de conclusão de curso]. Minas Gerais: Universidade Federal de Minas Gerais- Departamento de Computação;2012.
- [8] Fardo ML. Gamificação aplicada em ambientes de aprendizagem. Revista Renole 2013;11(1):1-9.
- [9] Sarinho VT, Campos LR. SAMob - Sistema Móvel de Geolocalização e Geoprocessamento para Locais de Atendimento em Saúde. J. Health Informatics 2014 ;6(3):96-101.
- [10] Ladley P. Gamification, Education and Behavioural Economics. Game ED innovation in learning 2011;1(1):1-6.
- [11] GIL AC. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6ª ed. São Paulo: Atlas; 2008.
- [12] Oliveira RP. Crowdsourcing e Gamificação no Combate à Dengue [dissertação]. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande – Centro de Engenharia Elétrica e Informática;2015.
- [13] Cunha LF, Gasparini I, Berkenbrock CDM. Investigando o uso de gamificação para aumentar o engajamento em sistemas colaborativos. ceur-ws 2013;5(1):28-33.
- [14] FIGUEIREDO PJR. Iniciativa de Crowdsourcing na UM [dissertação]. Braga: Universidade do Minho- Escola de Engenharia;2012.