

AedesMap Web: Uma ferramenta para auxiliar no controle e prevenção epidemiológica do mosquito *Aedes aegypti* e suas enfermidades

AedesMap Web: A tool to assist epidemiology control and prevention of mosquito *Aedes aegypti* and its diseases

AedesMap Web: Una herramienta para auxiliar en el control y prevención epidemiológica del mosquito *Aedes aegypti* y sus enfermedades

Gustavo Alves Miguel

Paulo Alexandre Bressan

Gabriel Gerber Hornink

Resumo

A utilização de sistemas georreferenciados na vigilância de enfermidades permite aos órgãos de saúde armazenar dados de doenças e realizar mapeamentos e análises detalhadas, a fim de definir técnicas que serão mais eficientes no combate e controle epidemiológico de doenças específicas. O presente trabalho propõe e avalia uma ferramenta (AedesMap Web) para auxiliar no controle epidemiológico do mosquito *Aedes aegypti* e das doenças transmitidas pelo mosquito (Dengue, Zika vírus e Chikungunya). O sistema foi desenvolvido em PHP e JavaScript, banco de dados MySQL, integrado com API Google Maps, e funciona em conjunto com a versão AedesMap para dispositivos móveis (Android). Fez-se a avaliação de usabilidade, fundamentado-se nas heurísticas de Nielsen e utilizando a ferramenta de análise de interação entre usuário e sistema Hotjar, visando proporcionar uma ferramenta agradável e intuitiva que estimule a população à contribuir no combate ao mosquito e suas enfermidades. Este sistema possibilita uma melhor visualização geográfica dos dados incluídos no aplicativo AedesMap, permite aos usuário a utilização de mapas de calor para o facilitar o entendimento do espalhamento das doenças e contém funcionalidades para filtragem dos pontos de infestação, além de ser responsivo para diversos tipos de aparelhos.

Palavras-chaves: Aedes; Mapeamento Geográfico; Navegador Web.

Introdução

O mosquito *Aedes aegypti* é natural de Uganda no continente africano, e atualmente no Brasil é o principal vetor de doenças como Dengue, Zika Vírus e Chikungunya, e o controle epidemiológico é o principal objeto de prevenção dos órgãos de vigilância de saúde no combate ao mosquito.

O monitoramento de expansão dos vetores de doenças e de suas respectivas doenças tem como finalidade o controle de locais afetados e a prevenção de expansão desses locais. “*Controle é o conjunto de ações, programas ou operações contínuas voltadas à redução da incidência e/ou prevalência de um dano à saúde em níveis tais que deixem de constituir um problema de saúde pública*”, “*O conhecimento natural de uma doença nos permite prevenir e, portanto, a possibilidade de intervir efetivamente sobre ela*”¹.

Para isso, são utilizadas diversas técnicas para o controle epidemiológico de um determinado vetor ou doença, segundo a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS)¹, as medidas de alcance populacional para o controle epidemiológico de enfermidades, podem ser classificadas da seguinte forma:

Controle da doença, onde objetiva-se conseguir a redução de incidência das doenças, aplicando-se medidas populacionais. Tais como o acompanhamento de casos de pacientes que apresentam sintomas de uma determinada doença.

Eliminação da doença, onde objetiva-se o combate à doença, por meio de aplicações de medidas populacionais em territórios de potencial infestação, como por exemplo: zonas urbanas infestadas pelo mosquito *Aedes aegypti*, transmissor de enfermidades como Dengue, Zika vírus e Chikungunya, em que a simples presença do mosquito transmissor potencializa uma eventual ocorrência de casos.

Erradicação da doença, onde objetiva-se não somente a eliminação dos casos de doenças, como também a eliminação das causas das doenças. Por exemplo, além da eliminação das doenças Dengue, Zika vírus e Chikungunya, elimina-se o agente transmissor dessas doenças, o mosquito *Aedes aegypti*.

Com o avanço da tecnologia, percebeu-se a possibilidade de facilitar e maximizar o desempenho de áreas da saúde com ferramentas tecnológicas, neste contexto, destaca-se os

sistemas de informações geográficas (SIG) que possibilitam o mapeamento de doenças e vetores de doenças, auxiliando no controle, prevenção e combate das mesmas. Atualmente, a Dengue, Zika vírus e Chikungunya transmitidas pelo vetor *Aedes aegypti*, constituem-se entre os principais problemas de saúde pública do Brasil, com isso, existe a necessidade de serem mapeadas as suas ocorrências, bem como, registrados os surtos epidêmicos. Somente até abril de 2018, foram registradas 19 mortes por Zika vírus, Dengue ou Chikungunya².

O uso de geoprocessamento possibilita observar a distribuição espacial das ocorrências e dos territórios de risco potencial, armazenar e organizar informações epidemiológicas, proporcionando aplicações de medidas de combate ao mosquito em locais estratégicos. A Organização das Nações Unidas (ONU) utilizam de mapas para diversos propósitos, inclusive o mapeamento de doenças e localidades de risco, diferentemente da proposta da ONU de apresentar dados registrados, o objetivo desta ferramenta é disponibilizar dados atualizados em tempo real, em que o usuário possa filtrar por tempo o tipo de mapa, de acordo com as suas necessidades.

Para proporcionar ao usuário um sistema intuitivo e que atenda todas as necessidades, avaliamos a usabilidade do sistema de acordo com as heurísticas de *Nielsen*³. Com isso apresentamos uma ferramenta de visualização de dados em tempo real, de doenças causadas pelo mosquito *Aedes aegypti*, tais como Dengue, Zika vírus e Chikungunya, onde a partir desses dados apresentados, possibilita ao usuário gerar mapas de calor e mapas de marcadores, além da filtragem por tempo de registro do foco ou doença e por tipo de doença.

Métodos

Com o objetivo de auxiliar no combate ao mosquito *Aedes aegypti* e suas enfermidades, desenvolvemos a versão web do aplicativo *AedesMap*⁴, esta versão consiste em proporcionar aos usuários um sistema de alcance populacional para controle epidemiológico de enfermidades para outras plataformas além do Android e fornecer uma melhor experiência na visualização dos dados. As atividades realizadas neste trabalho, podem ser caracterizadas pelo desenvolvimento do sistema, suas funcionalidades e telas, a avaliação e validação da usabilidade do sistema para usuários com conhecimento em computação ou epidemiologia. A utilização de usuários de áreas de conhecimento distintas visa avaliar a usabilidade do sistema de modo que os usuários com conhecimento de computação possam colaborar com a criação dos *layouts* do sistema, já os usuários com conhecimento em epidemiologia ajudam com as funcionalidades do sistema.

Desenvolvimento do sistema

Utilizamos como planejamento do trabalho e desenvolvimento do sistema, a metodologia ágil para gestão e planejamento de projetos de software *SCRUM*⁵, em que foram realizados estudos sobre as funcionalidades a serem implementadas no sistema, de forma que atenda as necessidades dos usuários. Paralelamente ao desenvolvimento do sistema, utilizamos de maneira iterativa avaliações de usabilidade e das funcionalidades do sistema, com o objetivo de proporcionar ao usuário uma ferramenta consistente e intuitiva.

O método *SCRUM* baseia-se na execução de ciclos de trabalhos denominados *sprints*, o objetivo de cada *sprint* consiste na seleção de atividade à serem realizadas de maneira iterativa.

Inicialmente, realizamos o levantamento dos requisitos do sistemas e adicionamos em uma lista denominada *Product Backlog*. Com os requisitos já definidos, definimos as tarefas que consistirão em cada *sprint*. Em cada *sprint* priorizamos as tarefas, e realizamos reuniões diárias com a equipe do projeto para informar o trabalho concluído, o conhecimento adquirido e resolver impedimentos no desenvolvimento do trabalho.

Um dos aspectos mais importantes do sistema, encontra-se na eficácia em responder às expectativas dos usuário do sistema e fornecer uma navegabilidade fluida e agradável. Este é o conceito de ergonomia, em que utilizamos conhecimentos científicos do ser humano, para melhorar o ambiente de trabalho e aumentar a performance.

As principais dificuldades quando tratamos de ergonomia está na diversidade dos perfis de usuário. Com isso, atentamos às expectativas do público-alvo do sistema em termos de funcionalidades e elementos gráficos, padrões em sistemas de georreferenciamento, equipamentos do público-alvo que utilizará o sistema e nível de conhecimento dos usuários.

Por tratar-se da versão web do aplicativo, os *layouts* e funcionalidades do sistema são semelhantes com os apresentados no aplicativo, porém o foco do desenvolvimento da versão web está na melhor experiência de visualização dos dados, assim adaptamos alguns layouts para fornecer ao usuário uma maior área de visualização.

Utilizamos o mesmo banco de dados do aplicativo *AedesMap*, um banco de dados *MySQL*⁶ para armazenar os dados que são inseridos no aplicativo, onde realizamos a conexão com o banco de dados e adicionamos os pontos no mapa, a conexão com o banco de dados é realizada utilizando a linguagem de programação *PHP*⁷ e *JavaScript*⁸. Utilizamos a tecnologia SIG para representação

dos dados georreferenciados, possibilitando armazenar e realizar análises dos dados no banco de dados, por meio da API do *Google Maps*⁹, realizamos a sobreposição do mapa com marcadores, representando um foco do mosquito ou uma das doenças citadas.

Avaliação da usabilidade

Podemos definir usabilidade como a medida pela qual um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com efetividade, eficiência e satisfação¹⁰. Com o objetivo de garantir melhor experiência ao usuário na utilização do sistema, realizamos a avaliação da usabilidade do sistema baseado nas “10 heurísticas de Nielsen”³.

Realizamos os testes de usabilidade seguindo as etapas de criação de instruções de ações (APÊNDICE A) relacionadas com as funcionalidades do sistema, após o usuário realizar as ações pedimos que fosse preenchido um formulário (APÊNDICE B) construído a partir das heurísticas de Nielsen, com respostas objetivas de concordância sobre as afirmações, baseadas na escala de *Likert*¹¹, a fim de destacar as dificuldades na realização das ações, e identificar possíveis melhorias para o sistema.

Este formulário é validado a partir do cálculo estatístico do *Alpha Cronbach*, este cálculo é realizado com base na resposta de 3 usuários que possuem contato com a área da computação ou usabilidade. O coeficiente obtido calcula a confiabilidade do tipo de consistência interna na escala de *Likert*¹¹, sendo descrito inicialmente por *Lee J. Cronbach*¹², no qual, são aceitos questionários com alpha cronbach superior à 0.7.

Após a validação do formulário (Alpha Cronbach - 0.95), prosseguimos com a avaliação utilizando 8 usuários simples especialista, isto é, que possuem conhecimento sobre princípios de construção de software e usabilidade, o que segundo *Nielsen e Molich*¹³ garante um total de 85% de satisfação na avaliação da usabilidade.

Paralelamente à avaliação com os usuários com conhecimento prévio de computação ou usabilidade, realizamos uma avaliação diferente (APÊNDICE C) com usuários que possuem conhecimento prévio de epidemiologia, a fim de analisarmos a aplicabilidade do sistema e encontrarmos possíveis melhorias pontuais nas funcionalidades do site.

Destaca-se a avaliação do sistema utilizando usuários com conhecimento prévio de epidemiologia, o objetivo desta avaliação consiste em analisarmos o potencial do sistema como ferramenta de controle epidemiológico e observarmos o impacto da ferramenta no ambiente da

saúde, com isso obtermos um *feedback* de pessoas que possuem maior contato com a área de controle epidemiológico e aperfeiçoarmos o sistema.

Desenvolveu-se também a avaliação para os simples especialistas (na maioria da área de Saúde e de Ciências Biológicas) com o método SUS¹⁴ (*System Usability Scale*), esse método de avaliação de usabilidade, assim como as heurísticas de Nielsen, permitem avaliar de forma confiável a usabilidade de softwares. Quando o SUS é utilizado, os usuários são solicitados a responderem 10 questões (ANEXO A), as respostas se baseiam na escala de concordância de *Likert*, sendo que o resultado utiliza uma faixa de 0 a 100 para a nota (SUS Score).

Com as questões devidamente respondidas, a interpretação da avaliação de usabilidade é realizada de acordo com uma pontuação, onde para cada alternativa da escala de *Likert* é atribuído um valor (0-4 em que 0 corresponde a discordo totalmente e 4 corresponde a concordo totalmente), cada questão é somada e depois multiplicada por 2.5 para converter as pontuações de 0 a 40 para 0 a 100. As Pontuações do SUS acima de 68 são consideradas acima da média, do mesmo modo que, pontuações abaixo de 68 são consideradas abaixo da média, quanto maior for o número da pontuação melhor será a usabilidade da aplicação.

Depois da realização destas etapas, analisamos o percurso que o usuário realizou ao concretizar uma ação. Esta etapa é realizada em conjunto com uma ferramenta para registro de ações de usuários, chamada *Hotjar*¹⁵.

O *Hotjar* fornece relatórios e mapas de calor com visualização dos cliques, toques e comportamento de rolagem do site para análise do comportamento do usuário, enquanto utiliza o sistema são criadas gravações das sessões de cada usuário, destacando os seus movimentos e a navegação entre páginas. Com esses dados, são possíveis criações de melhorias pontuais no sistema, tal como identificar locais no qual o usuário teve mais dificuldade de compreender ou realizar uma determinada tarefa.

Os mapas de calor gerados pelo *Hotjar* na avaliação da usabilidade, permitem saber quais os elementos os usuários de um site interagem mais. Assim quanto maior for a quantidade de cliques maior a intensidade do mapa de calor, mostrando onde os usuários estão mais focados. Com isso pode-se identificar possíveis problemas de navegação do site e obter informações para melhorar a eficiência do site.

Resultados

Este trabalho consiste em uma adaptação web do aplicativo mobile *AedesMap* para fornecer ao usuário uma ferramenta com melhor visualização dos dados e funcional para diferentes plataformas. As principais ferramentas encontradas na literatura, baseiam-se no registro das denúncias, enquanto o foco da versão web do *AedesMap* está na visualização dos dados já inseridos por meio do aplicativo, e fornecer ao usuário uma melhor experiência na análise dos dados registrados.

AedesMap Web

O objetivo do site é apresentar ao usuário uma ferramenta para maximizar o poder de visualização dos dados do aplicativo *AedesMap* e proporcionar facilidades na utilização do sistema.

A estrutura das funcionalidades está relacionada diretamente nos padrões utilizados nas principais ferramentas web, as funcionalidades estão distribuídas no aplicativo de maneira a facilitar o entendimento do usuário e o acesso a tal funcionalidade. Exemplificando, temos as funcionalidades mais pertinentes distribuídas pela tela principal (filtro de dados, filtro de tempo por acesso rápido e barra de pesquisa por localidade) e as outras funcionalidades estão presentes em um menu.

Com relação ao design do site, objetivou-se conter o mínimo de botões possíveis para não sobrecarregar o site com muitos elementos visuais e, com isso, facilitar a utilização do site pelo usuário realizando as ações com a menor quantidade de cliques possíveis, segundo *Nielsen*³ o usuário deve realizar uma tarefa em até 5 cliques.



Figura 1: Site AedesMap Web com base de dados fictícia.

Apresentamos na *Figura 1* as principais funcionalidades do sistema, tais como os tipos de criações de mapas possíveis, funções para realizar estatísticas sobre os dados, informações sobre o sistema e que possam ajudar o usuário a obter uma melhor experiência na utilização do sistema.

Filtro de tempo

O filtro de tempo possibilita ao usuário realizar atividades de estatísticas, análise detalhada sobre os dados dispostos no banco de dados, assim viabilizando a compreensão temporal dos registros disponibilizados.

Para análise dos dados pode-se utilizar a funcionalidade de “Filtro de Tempo”, localizada no menu do sistema, a partir da qual, abrirá uma janela para seleção das datas específicas, o usuário deve informar o período inicial e final do qual deseja filtrar a busca, assim o mapa carregará os dados compreendidos entre essas datas informadas.

Com o objetivo de facilitar para o usuário a filtragem de algumas datas, conta-se com a presença de um *combobox* com períodos de tempo pré-determinados, com isso o usuário poderá selecionar filtros com períodos mais comuns com maior facilidade.

Navegação pelo mapa

Pode-se realizar a alternância de tipos de mapas para visão das ruas, o tipo *mapa* destaca as ruas e os locais com um fundo claro para facilitar a visualização, enquanto o tipo *satélite* destaca o ambiente do local.

A fim de facilitar a movimentação do usuário pelo mapa, inclui-se a presença da barra de pesquisa por localidade, com isso o usuário pode determinar uma localização específica para visualizar os dados.

Mapa de calor

Destaca-se nesta ferramenta a possibilidade de criação de mapas de calor para realizar análise da dispersão dos pontos de focos ou doenças e facilitar a compreensão dos dados para uso no controle epidemiológico.

O objetivo do mapa de calor é demonstrar a intensidade dos dados em pontos geográficos, onde por padrão as áreas com maior intensidade de ocorrências são coloridas de vermelho e as cores de menor incidência são coloridas de verde. Quanto menor o zoom (*zoom out*), maior será o agrupamento dos dados no mapa, além disso, pode-se utilizar em conjunto com o mapa de calor, o filtro de dados, realizando filtragens mais específicas de acordo com a necessidade do usuário.

Avaliação de usabilidade

Com o objetivo de avaliarmos a usabilidade e o desempenho do sistema, após o desenvolvimento das funcionalidades, utilizamos a ferramenta de avaliação de usabilidade web *Hotjar* para compreender as atividades dos usuários, em conjunto com a utilização do *Hotjar*, após a utilização do sistema por usuários selecionados, criamos um *checklist* com informações sobre a usabilidade do sistema, para obter um *feedback* do usuário e realizar melhorias pontuais no sistema.

Desempenho

Com o auxílio da ferramenta de análise *Hotjar* avaliamos o desempenho do sistema utilizando gravações de sessões de usuários e verificando as áreas de maior acesso pelos usuários que utilizaram o sistema.

Registraram-se 175 *pageviews*, sendo 109 por computadores (1.026 cliques), 10 por Tablets (25 cliques) e 56 por Smartphones (187 cliques) em um total de 57 sessões por 28 usuários

diferentes, totalizando aproximadamente 360 minutos de uso do sistema. Apresentamos na *Figura 2* as áreas com maiores porcentagens de cliques entre as sessões de uso, representando as áreas de maior utilização pelos usuários.



Figura 2: Mapa de calor do *Hotjar* destacando as áreas de mais interatividade do site.

A *Figura 2* representa as áreas de maior interatividade do site em computadores, onde a área avermelhada, sobre o botão menu, obteve 225 cliques (22%), a área do filtro de tempo de acesso rápido obteve 116 cliques (11%) e os botões do filtro de dados obteve, em média, 52 cliques por botão, enquanto a *Figura 3* representa a interatividade dos usuários em dispositivos móveis.

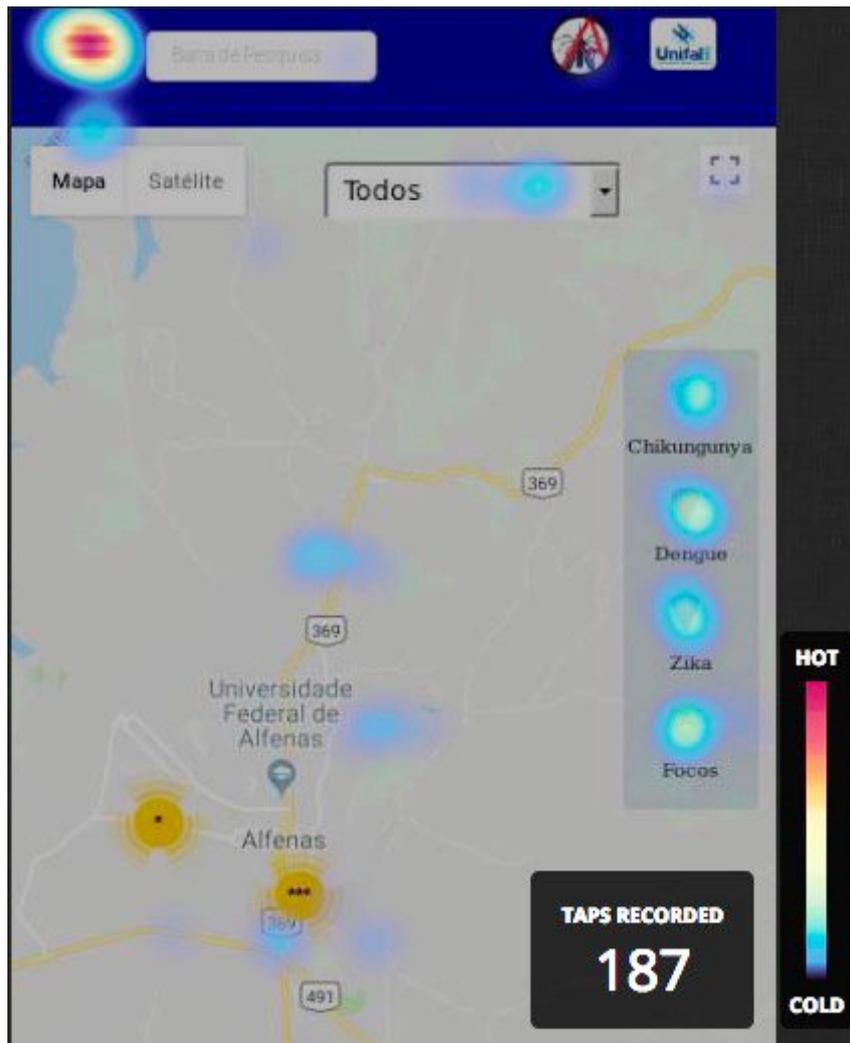


Figura 3: Mapa de calor do *Hotjar* destacando as áreas de mais interatividade do site em dispositivos móveis.

Checklist

Selecionamos 11 usuários com conhecimento prévio em computação ou usabilidade para realização de instruções exploratórias do sistema (APÊNDICE A), com isso os usuários realizaram ações que são pertinentes na validação da usabilidade do sistema. Após a realização das ações, os usuários preencheram o *checklist* de usabilidade com questões referentes às ações realizadas. Na *Figura 4* apresentamos o *box-plot* indicando valores de mediana, quartis superiores e inferiores, além dos limites inferiores e superiores, o *box-plot* representa o grau de concordância dos resultados obtidos no *checklist*.

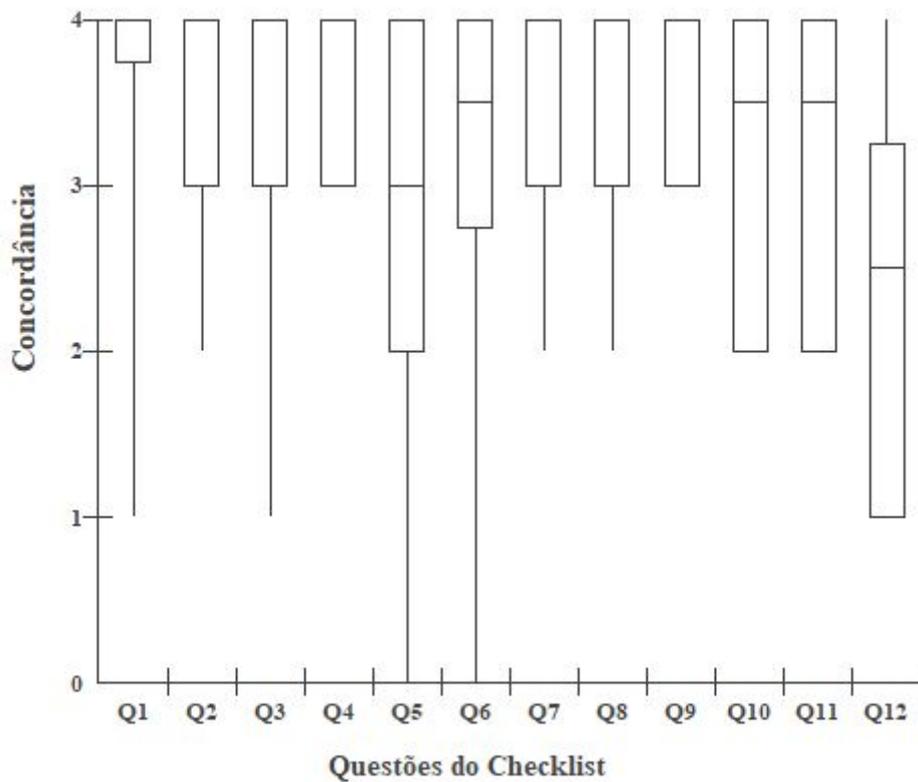


Figura 4: Box-plot da concordância dos usuários nas questões da avaliação de usabilidade, utilizando as heurísticas de Nielsen (n = 11).

Observando o *box-plot*, verificou-se que os usuários obtiveram um alto grau de concordância entre os itens apresentados no *checklist*, possibilitando inferir que o sistema está apto de ser utilizado por qualquer usuário.

Semelhante ao processo realizado na avaliação da usabilidade do sistema, a avaliação da aplicabilidade consiste em o usuário responder 3 questões referentes à aplicabilidade do sistema no ambiente de controle e prevenção epidemiológica (APÊNDICE C). Com isso obtivemos o auxílio de Doutores e Mestres e Graduandos que possuem conhecimento sobre epidemiologia, assim na *Figura 5* destacamos o gráfico do tipo *box-plot* representando o grau de concordância entre os usuários.

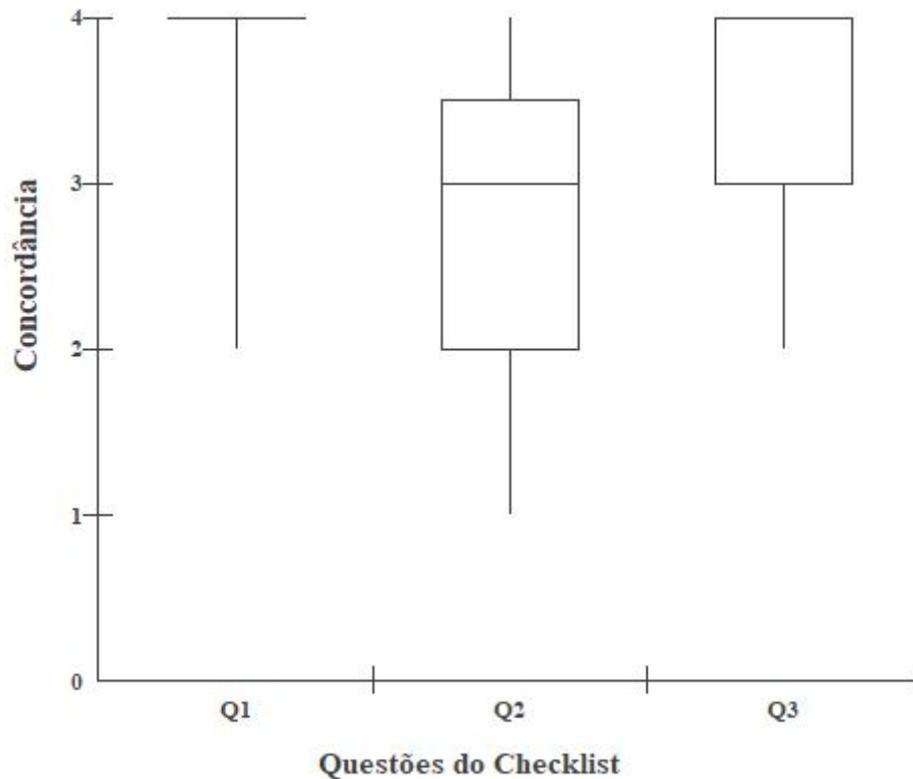


Figura 5: Box-plot da concordância dos usuários na avaliação da aplicabilidade. (n = 17).

Analisando o *box-plot* referente a avaliação da aplicabilidade observa-se um alto grau de concordância entre os usuários entre as questões definidas, concluindo que o sistema possui requisitos para contribuir para o controle e prevenção epidemiológica do mosquito *Aedes aegypti*.

Para a avaliação da usabilidade utilizando o SUS com 10 usuários da área da Saúde e da Ciências Biológicas, encontramos os seguintes resultados, uma nota mínima de 52.5 e uma nota máxima de 92.5, e uma média de 76.5 em todas as notas do SUS (SUS Score), com mediana 80.

Discussão

Objetivou-se a integração das funcionalidades na página principal do site para que fosse realizadas de forma mais rápida e dinâmica, com isso para usufruir de uma funcionalidade como mapa de calor, filtros de tempo e informações sobre o sistema, não precisa carregar uma nova página.

Os resultados satisfatórios obtidos nos *box-plot* permitem ter uma visão clara da qualidade da usabilidade e aplicabilidade do sistema, e juntamente com a ferramenta *Hotjar* possibilita identificar o reconhecimento de padrões pelos usuários nas áreas funcionais do sistema, como por

exemplo, o usuário conseguir identificar o que são botões e o que são textos, como também o menu expansivo do site.

Este trabalho juntamente com o auxílio da população e dos órgãos de saúde demonstra ser interessante na informatização dos registros de casos de epidemias do mosquito *Aedes aegypti*, proporcionando dados estatísticos para o controle e prevenção em determinadas regiões, facilitando a visualização dos dados e indicando regiões que necessitam de mais atenção.

Uma limitação da ferramenta desenvolvida poderia ser a confiabilidade dos dados inseridos e a exposição das evidências de casos de doenças transmitidas pelo mosquito, por ser tratar de um trabalho contínuo, estas considerações poderão ser tratadas com o desenvolvimento de outras funcionalidades que aumentam a confiabilidade dos dados inseridos e identificam os usuários que inseriram pontos no mapa.

Com o *AedesMap Web* já desenvolvido poderemos propor melhoramentos pontuais para o sistema como um todo, a começar com o desenvolvimento de um sistema de login para proporcionar maior confiabilidade na obtenção de dados e validação dos pontos inseridos no sistema, e acrescentar novas funcionalidades como exclusão de apenas os pontos adicionados pelo próprio usuário.

Possibilita-se a inclusão ou adaptação de novas doenças que poderiam ter o controle e prevenção potencializados com a colaboração e cooperação da comunidade. Em conjunto com prefeituras e órgãos de saúde poderemos acrescentar novas bases de dados e proporcionar análise de dados e indicar regiões geográficas que necessitam de atenção.

Os resultados obtidos nas avaliações das interfaces e da aplicabilidade do sistema, demonstram ser satisfatórios e implicam em um sistema de boa usabilidade que poderá contribuir no controle e prevenção epidemiológica do mosquito *Aedes aegypti* e que tem potencial para ser utilizado pela população.

Agradecimentos

Este artigo foi realizado com auxílio e suporte dos laboratórios LTE (Laboratório de Tecnologia Educacional) e LME (Laboratório de Mídias Educacionais), e financiado pela Pró-Reitoria de Extensão da Universidade Federal de Alfenas.

Referências

1. Organização Pan-Americana da Saúde. Módulo de princípios de epidemiologia para o controle de enfermidades (MOPECE). Módulo 6: Controle de doenças na população. Brasília (DF); 2010.
2. G1 [Internet]. Brasil tem 19 mortes por zika, dengue e chikungunya em 2018. [acesso em 11 de junho de 2018]. Disponível em: <https://g1.globo.com/bemestar/noticia/brasil-tem-19-mortes-por-zika-dengue-e-chikungunya-em-2018.ghtml>.
3. Nielsen J, Budiu R. Usabilidade móvel. Rio de Janeiro: Elsevier; 2014.
4. Miguel GA, Reis TH, Benedetti AG, Hornink GG, Bressan PA. AedesMap. Alfenas: Universidade Federal de Alfenas; 2017.
5. Desenvolvimento ágil [Internet]. Scrum. [acesso em 17 de abr de 2018]. Disponível em: <http://www.desenvolvimentoagil.com.br/scrum/>.
6. MySQL. [acesso em 17 de abr de 2018]. Disponível em: <https://www.mysql.com/about/>.
7. PHP: What is PHP?. [acesso em 05 de junho de 2018]. Disponível em: <http://php.net/manual/en/intro-what-is.php>.
8. About JavaScript. [acesso em 06 de junho de 2018]. Disponível em: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript/About_JavaScript.
9. Google Maps. [acesso em 17 de abr de 2018]. Disponível em: <https://developers.google.com/maps/>.
10. International Organization for Standardization. International Standard ISO 9241-11, 2018. [acesso em 17 de abr de 2018]. Disponível: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-11:ed-2:v1:en>.
11. Likert R. A technique for the measure of attitudes. Archives of Psychology, 140: 52, 1932. In: SAX, G. Principles of educational and psychological measurement and evaluation. Belmont, CA: Wadsworth Publishing Company, p. 491, 1989.
12. Cronbach, LJ. Coefficient alpha and the internal structure of test. Psychometrika. 1951.
13. Nielsen J, Molich R. Heuristic evaluation of user interfaces. In: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems; 1990 apr 1-5; Seattle, EUA: ACM CHI'90; 1990. p. 248-256.
14. Brooke J. SUS-A quick and dirty usability scale. Usability evaluation in industry. 1996;189 (194): 4-7.

15. Hotjar Ltd. Hotjar: Heatmaps, visitor recordings, conversion funnels, form analytics, feedback polls and surveys in one platform. [s./l.]: Hotjar Ltd., 2018. [acesso em 28 de maio de 2018]. Disponível em: <https://www.hotjar.com/>.
16. Maciel IJ, Júnior JBS, Martelli CMT. Epidemiologia e desafios no controle da Dengue. Universidade Federal de Goiás. 2008 maio-jun;37(2):111-130.
17. Revista BBC [Internet]. Como Cingapura venceu o mosquito *Aedes aegypti* – e por que é tão difícil outros países fazerem o mesmo. [acesso em 05 abr 2018]. Disponível em: http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2015/12/151207_cingapura_aedes_aegypti_mw_rb
18. Nam VS, Yen NT, Duc HM, Tu TC, Thang VT, Le NH et al. Community-based control of *Aedes aegypti* by using *Mesocyclops* in southern Vietnam. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*; 2012;86(5):850-859.
19. Varela V. Rastreamento endêmico da Dengue, Zika e Chikungunya via android e sistemas de informação geográfica (SIG). Brasília (DF): Universidade de Brasília; 2016.
20. Barcellos C, Bastos FI. Geoprocessamento, ambiente e saúde: uma união possível ?. *Cad. Saúde Pública*. 1996 jul-set;12(3):389-397.
21. Araújo JR, Ferreira EF, Abreu MHNG. Revisão sistemática sobre estudos de espacialização da Dengue no Brasil. *Rev Saúde Pública* 2008; 11(4): 696-708.
22. Cortina, JM. What is coefficient alpha? An examination of theory and applications. *Journal of Applied Psychology*. v. 78, p. 98-104. 1993.
23. Streiner, DL. Being inconsistent about consistency: when coefficient alpha does and doesn't matter. *Journal of Personality Assessment*. v. 80, p. 217-222. 2003.
24. Revista Nielsen Norman Group [Internet]. How to conduct a heuristic evaluation. [acesso em 03 mar 2018]. Disponível em: <https://www.nngroup.com/articles/how-to-conduct-a-heuristic-evaluation/>
25. Barcellos C, Ramalho WM, Gracie R, Magalhães MAFM, Fontes MP, Skaba D. Georreferenciamento de dados de saúde na escala submunicipal: algumas experiências no Brasil. *Epidemiol Serv Saúde*. 2008 jan-mar;17(1):59-70.
26. Braz RM, Andreozzi VL, Kale PL. Detecção precoce de epidemias de malária no Brasil: uma proposta de automação. *Epidemiol Serv Saúde*. 2006; 15(2):21-33.
27. Braga IA, Valle D. *Aedes aegypti*: histórico do controle no Brasil. *Epidemiol Serv Saúde*. 2007;16(2):113-118.
28. Braga IA, Valle D. *Aedes aegypti*: vigilância, monitoramento da resistência e alternativas de controle no Brasil. *Epidemiol Serv Saúde*. 2007 out-dez;16(4):295-302.

29. Glasser CM, Gomes AC. Clima e sobreposição da distribuição de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* na infestação do Estado de São Paulo. Rev Saúde Pública. 2002;36(2):166-72.
30. Valle D. Sem bala mágica: cidadania e participação social no controle de *Aedes aegypti*. Epidemiol Serv Saúde. 2016 jul-set;25(3):629-632.

Apêndice A. Instruções para o percurso cognitivo.

1. Primeira ação: Gere o Mapa de Calor para doença do tipo Chikungunya e, após gerar o mapa de calor para Chikungunya, selecione os casos ocorridos na Último ano.
2. Segunda ação: Gere o Mapa de Marcadores e, após gerar o mapa de marcadores, selecione o tipo de mapa “satélite”.
3. Terceira ação: Filtre a busca da doença Dengue no período compreendido de Janeiro/2010 até Outubro/2015.
4. Quarta ação: Filtre a busca das doenças Dengue, Zika e Chikungunya no Último Ano utilizando o filtro de Acesso Rápido.
5. Quinta ação: Faça a busca utilizando a Barra de Pesquisa, no bairro Itaim Paulista, São Paulo/SP e as doenças Chikungunya.

Apêndice B. Avaliação da usabilidade utilizando as heurísticas de Nielsen.

1. O sistema se adaptou a sua resolução de vídeo.
2. O tempo de espera pelo carregamento dos mapas é rápido.
3. A seleção da/s doença/s desejada é fácil.
4. O filtro superior de seleção de tempo com períodos pré-determinados facilita o processo de geração dos mapas.
5. Os itens interativos do menu expansível se diferenciam quando ativado ou desativado.
6. A barra superior de pesquisa tem sua funcionalidade clara (busca por localidade).
7. É possível manipular os filtro de acordo com as necessidades do usuário.
8. Os filtros se distinguem quando ativados.
9. É possível realizar cada uma das tarefas solicitadas em até 5 cliques.
10. Os mapas de calor permitem a compreensão do modo de espalhamento do mosquito e/ou doenças.
11. As informações no menu ajuda, ajudam a compreender as funcionalidades do sistema.
12. O sistema é intuitivo.

Apêndice C. Avaliação da aplicabilidade utilizando usuários da área da Saúde e Biológicas.

1. Os mapas gerados pelo aplicativo fornecem informações importantes para o controle epidemiológico.
2. O filtro superior de seleção rápida de períodos de tempos pré-determinadas são condizentes com minha necessidade.
3. Os mapas de calor possibilitam a compreensão do modo de espalhamento das doenças e do mosquito.

Anexo A. Avaliação da usabilidade utilizando as questões do SUS.

1. Eu acho que gostaria de usar esse sistema com frequência.
2. Eu acho o sistema desnecessariamente complexo.
3. Eu achei o sistema fácil de usar.
4. Eu acho que precisaria de ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o sistema.
5. Eu acho que as várias funções do sistema estão muito bem integradas.
6. Eu acho que o sistema apresenta muita inconsistência.
7. Eu imagino que as pessoas aprenderão como usar esse sistema rapidamente.
8. Eu achei o sistema atrapalhado de usar.
9. Eu me senti confiante ao usar o sistema.
10. Eu precisei aprender várias coisas novas antes de conseguir usar o sistema.