

Sistema Web de Baixo Custo Geolocalizador para Prevenção de Casos da Dengue

Leonardo M. P. Moraes¹, Alessandro M. Baldi¹, Eduarda M. S. Montiel², Amaury A. Castro Jr.¹, Wesley N. Gonçalves¹, Ana C. G. C. Kluthcovsky²,

¹Câmpus de Ponta Porã – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)
CEP 79.907-414 – Ponta Porã – MS – Brazil

²Departamento de Medicina – Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG)
CEP 84.030-900 – Ponta Grossa – PR – Brasil

{leo.mauro.desenv,alessandromurtabaldi,eduarda.montiel,amaury.ufms,wnu nesgoncalves,anafabio2009}@gmail.com

Abstract. *This paper aims to describe a method for dengue vector control through low cost devices and mechanisms of easy access. This is an innovative approach to combat dengue in Ponta Porã, using a trap produced from recyclables materials and a web mapping system. The project uses an mosquitérica to "capture" the offspring of mosquitoes. It also offers an online system for cataloging and management of infected area with an interactive map. In order to combat this pest and to develop a technological city, a Smart City.*

Resumo. *Este artigo tem como objetivo descrever um método para controle local de vetores da dengue por meio de dispositivos de baixo custo e mecanismos web de fácil acesso. Trata-se de um método inovador de combate à dengue em Ponta Porã, com o uso de uma armadilha produzida a partir de materiais recicláveis e um sistema de mapeamento web. O projeto consiste em utilizar uma mosquitérica para "capturar" a prole dos mosquitos. Além disso oferece um sistema online para catalogação e gerência dos locais infectados junto de um mapa interativo. Com o objetivo de combater esta praga e de desenvolver uma cidade mais tecnológica, uma Cidade Inteligente.*

1. Introdução

A dengue é uma doença transmitida aos humanos pela picada de mosquitos fêmeas das espécies *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* portadores do vírus. Essas espécies contraem o agente infeccioso ao fazer o repasto sanguíneo no hospedeiro em estado de viremia, o que geralmente ocorre no período diurno. Assim, o mosquito torna-se vetor para a patologia [Naidés 2009]. Apesar da existência de políticas públicas para prevenção e erradicação dos casos de dengue, dados epidemiológicos e a regularidade das epidemias indicam dificuldades na aplicação de métodos eficientes para sua prevenção.

Assim, buscou-se elaborar um sistema tecnológico que consiste em utilizar a metodologia do Modelo de Maturidade Tecnológica (MMT) para aperfeiçoamento tecnológico e o conceito da Internet das Coisas. O MMT é uma metodologia para soluções voltadas para cidades inteligentes. Nesse conceito, diversas áreas da Tecnologia da Informação (TI) são utilizadas para a formação de uma cidade tecnológica, oferecendo soluções inteligentes para os problemas de saúde pública, podendo ser utilizado para tomadas de decisões [Gama et al. 2012]. Uma Cidade

Inteligente anseia pelo uso de tecnologias adaptativas e flexíveis para suas soluções, por isso sua integração com o conceito de Internet das Coisas, pelo qual foca-se em realizar interações entre equipamentos por meio da internet [Porvir 2015].

O modelo tecnológico proposto faz uso de uma armadilha reciclável de baixo custo, que captura os descendentes do mosquito, e de um sistema *online*, pelo qual se realiza a coleta de dados e o mapeamento das armadilhas. Com a proposta de realizar a distribuição das armadilhas recicláveis e de manuais de instruções, na cidade de Ponta Porã. As armadilhas ficarão localizadas em prédios públicos e os administradores desses locais serão responsáveis por verificar o conteúdo da armadilha e registrá-lo no aplicativo *online*.

Sendo assim, este trabalho objetiva proporcionar um meio auxiliar às políticas públicas de combate à dengue, fazendo o controle local dos vetores por meio de dispositivos de baixo custo, relacionado a um sistema geolocalizador de fácil acesso e manuseio. Com o órgão responsável pela saúde pública monitorando as armadilhas pelo *software web*. Há alguns projetos semelhantes ao modelo apresentado, como pode ser visto na Seção 3 deste artigo.

2. Problemática

A dengue é uma doença febril aguda, caracterizada por severas dores muscular e articular, mal-estar, exantema e linfadenopatia. Ela é transmitida aos humanos por meio de picadas de mosquitos fêmeas das espécies *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* portadores do vírus [Naidés 2009].

Em Ponta Porã, município do Estado do Mato Grosso do Sul, foram notificados 2.821 casos de dengue (3,9% da população), em 2007. No mesmo ano, no Mato Grosso do Sul, a patologia atingiu 7,1% (161.656 casos) dos habitantes. Em 2010 essa porcentagem foi de 0,8% (662 casos) em Ponta Porã e de 2,5% (62.166 casos), no Mato Grosso do Sul [Ministério da Saúde 2007-2012, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 1991-2010]. É sabido que as epidemias se dão em ciclos de 3 a 5 anos com casos interepidêmicos, os quais ocorrem regularmente [Naidés 2009].

As espécies *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* portadores do vírus criam-se em água limpa, principalmente, e estagnada, em torno das habitações humanas [Naidés 2009, Beserra 2009]. Preferem recipientes artificiais, tais como latas, vidros e pneus [Honório 2001]. Apesar de terem sua fertilidade inalterada ao longo do ano [Costa 2008], alguns fatores podem influenciar na oviposição e no tempo de desenvolvimento desses insetos [Beserra 2009b]. Assim, após períodos de chuvas intensas ocorrem picos de transmissão da doença, devido a água da chuva que fica retida em receptáculos domiciliares, permitindo a expansão das populações de mosquitos [Naidés 2009].

3. Trabalhos Correlatos

Esta seção descreve quatro projetos de sistemas de mapeamento geográfico que auxiliam no combate à dengue, desenvolvidos em plataformas diferentes com bibliotecas diversas. Os modelos também se diferem em relação as técnicas utilizadas e aos dados estatísticos fornecidos pelo sistema.

Em 2005, foi desenvolvido um sistema *online* para planejamento logístico de casos da dengue, no qual utiliza um método de mapeamento *web* dos registros ocorridos nas cidades de Fortaleza. A partir das ocorrências é possível identificar os focos dos mosquitos transmissores [Negreiros 2008].

Vassoler *et al.* produziram um sistema para notificar e informar a localização de focos da dengue por meio de interfaces *online*. Os dados foram obtidos a partir da identificação dos pacientes com a doença, coletando as informações do paciente, além das informações geográficas dos casos [Vassoler et al. 2002].

Em Taiwan, foi desenvolvido um sistema de mapeamento para a realização de estudos sobre eventos hostis a população. Dentre esses eventos, observou-se casos de vetores da dengue, a fim de realizar investigações para prevenção e inclusivamente a identificação de zonas de risco. O sistema produzido combina dados espaciais e temporais, para gerar dados estatísticos e a apresentação de mapas [Wen et al. 2006].

Enquanto em alguns municípios mexicanos aplicou-se um sistema de mapeamento para identificação de fatores que propiciam na infestação da dengue. As informações coletadas baseiam-se em dados climáticos, demográficos, geográficos e socioeconômicos, que foram produzidos a partir das ocorrências. Combinando-os é possível identificar quais os pontos fortes que influenciam na epidemia, por intermédio do mapeamento e reprodução de dados estatísticos [Machado 2012].

Os sistemas apresentados realizam as coletas de dados após as inspeções nos locais afetados. Enquanto, o projeto em desenvolvimento recebe os dados dos focos de mosquitos vetores da dengue. Apresenta-se uma técnica para a prevenção de novos casos, com o auxílio do sistema de geolocalização.

4. Armadilha Artesanal

A armadilha de garrafa PET foi desenvolvida com base na invenção da Mosquitoeira® idealizada e patenteada por Antônio C. Gonçalves Pereira junto ao engenheiro Hermano César M. Jambo. A partir dessa, criou-se uma armadilha de eficiência equivalente com materiais recicláveis e de baixo custo [Cabral and Liberto 2015].

Para sua confecção são necessários os seguintes materiais: uma garrafa PET de um litro e meio (1,5 l) a dois litros (2 l); uma tesoura; uma lixa de madeira nº 180 a 220; 5x5cm tecido de microtule; fita isolante e grãos de alpiste [Cabral and Liberto 2015].

A armadilha deve ser posicionada em um local fresco e sombreado. As fêmeas depositam os ovos na parte seca. Ao entrar em contato com a água, os ovos são nutridos a ponto de eclodirem para larvas. Essas larvas descem pelo microtule para se alimentar dos microorganismos presentes na água que contém alpiste, que serve de alimento para esses organismos. Após o crescimento e desenvolvimento, os mosquitos são incapazes de retornar para o lado externo da armadilha, pois são maiores do que os espaços do microtule.

A armadilha parece reproduzir um ambiente favorável para a procriação dos mosquitos, mas isso não ocorre. O adulto alado precisa de repasto sanguíneo para exercer suas atividades [Costa 2008, Fernández 2003], o que não é possível, pois fica preso. Dessa forma, a mosquitérica impede o desenvolvimento de sua prole.

5. Sistema Computacional de Baixo Custo

O *software* consiste em uma aplicação *web* de duas partes protegidas por senha e modos de acesso, a inclusão de dados e a gerência de dados. Os administradores dos prédios públicos possuem acesso à parte da inclusão de dados, permitindo a inserção de informações sobre as mosquitéricas. A instituição de saúde local tem acesso ao ambiente de gerência de dados, contemplado pela área de visualização do mapeamento e

gerência de informações, conforme apresentado na Figura 1. Além do *hardware* que realiza a comunicação com o *software online* através de técnicas de computação em nuvem, para a representação do mapa interativo.



Figura 1. Representação visual do mapa e da página web de inserção de dados.

O primeiro ambiente do *software*, de inclusão de dados, possui o único objetivo de receber informações sobre os resultados de incidências nas regiões de aplicação da armadilha. O sistema *web* é acessado pelo responsável administrativo do edifício público, através de qualquer dispositivo com navegador *web*, pelo qual são informados os dados. Nesta etapa registra-se o usuário que relatou as informações, localização da armadilha, se houve a reprodução do mosquito, data e horário do relato. Ao submeter as informações, o sistema automaticamente interliga os dados informados com a região, a fim de produzir os dados do mapeamento.

A página de gerência de dados está dividida em duas etapas. A primeira etapa equivale a gerência dos dados informados pelos usuários na inclusão, ocasião em que é possível confirmar os dados enviados, legitimando-os ou, ao contrário, excluindo-os. Neste processo um agente de vigilância sanitária verifica a autenticidade das informações, por sequência, confirma o seu registro no sistema.

Após a confirmação dos dados passa-se à etapa de gerência pelo mapa. O mapeamento é realizado combinando os dados informados e autenticados na etapa anterior com uma apresentação visual no Google Maps, informando os locais e dados quantitativos referentes aos casos incidentes. Então, além do mapeamento, o sistema demonstra a quantidade de armadilhas, que registraram incidência, divididas por região.

O *hardware*, no momento, consiste no mapa interativo. Ele é formado por LEDs, que estão conectados ao Arduino, no qual acendem ao receber os registros confirmando as ocorrências, representando as regiões com incidentes. O Arduino recebe as informações através do Xively, que está indiretamente conectado com o banco de dados dos registros, e as apresenta na forma de um mapa de LEDs com dispositivos sonoros.

O sistema *web* foi desenvolvido em HTML5, CSS3, JQuery e PHP para estruturação do *back-end* e *front-end*, além do Bootstrap, que garante a responsividade do site, para dispositivos móveis. O armazenamento dos dados utiliza o sistema de gerenciamento de banco de dados MySQL, pois possui uma compatibilidade com o PHP e é um dos bancos de dados mais ágeis [Williams and Lane 2004]. Também conta com técnicas de JSON e Ajax para dinamismo do site [Garret 2005].

6. Aperfeiçoamento e Automação do Projeto

O aperfeiçoamento deste projeto possui como base o MMT, tomando como foco

produzir um sistema para dispositivos tecnológicos e autônomos utilizando a comunicação via internet [Gama et al. 2012]. A internet possibilita a "[...] comunicação a qualquer tempo e em qualquer lugar, agora também considera a comunicação de qualquer coisa." [Diniz 2006].

O aprimoramento do *software* segue por duas vias, definidas como prioritárias, para a automação do projeto. Realiza-se a adaptação da armadilha com o Arduino, para a coleta de informações sem a necessidade de intervenção humana. Além disso, o aprimoramento do *software online* para receber e tratar essas informações.

A coleta de dados automática será realizada por um Arduino acoplado na armadilha. Esta placa de desenvolvimento é capaz de capturar informações físicas do ambiente com o uso de *shields*, motores e sensores. Pretende-se recolher informações sobre a temperatura, nível de iluminação, altura da água e fotos da armadilha, e por fim, enviar esses dados pela internet utilizando a biblioteca Xively.

O sistema *online* deverá receber essas informações e as armazená-las em seu banco de dados. Para a identificação automática de incidência de mosquitos na armadilha, o sistema será implementado com técnicas de Visão Computacional. Além de outras implementações para tratar os novos dados.

7. Conclusão

A dengue é uma doença que pode manifestar-se por diversos sinais e sintomas. Aqueles que já foram afetados ainda permanecem sujeitos a adquirir dengue de outros sorotipos, com risco maior para desenvolvimento de febre hemorrágica. Apesar da existência de métodos simples para sua prevenção, a patologia ainda atinge um grande número de pessoas. Tanto os países desenvolvidos quanto aqueles em desenvolvimento mostraram números expressivos de casos de dengue.

Este projeto, além de oferecer uma gerência das regiões afetadas, propicia um mecanismo de obtenção de dados que pode ser estudado para erradicar a doença em Ponta Porã e no Brasil. No conceito de Modelo de Maturidade Tecnológica busca-se um sistema “otimizado”. Para isso o sistema utiliza a Internet das Coisas auxiliando na obtenção e análise dos dados para tomada de decisões.

A diminuição da intervenção humana na manutenção da armadilha e inclusão dos dados é importante para a automação deste projeto. Por isso a inserção de novos equipamentos ao dispositivo Arduino é importante, para a conexão da armadilha de garrafa PET com a computação em nuvem. Pretende-se recriar a estrutura da armadilha desenvolvendo um dispositivo autônomo e mais eficiente na análise prévia dos dados.

Agradecemos o apoio do Programa de Educação Tutorial (PET-MEC).

Referências

- Diniz EH. (2006). Internet das coisas. GVexecutivo, v. 5, n. 1, p. 59.
- Porvir. (2015). *INTERNET DAS COISAS*. Disponível em: <<http://porvir.org/wiki/internet-das-coisas>>. Acesso em: 8 mar. 2015.
- Gama K, Alvaro A, Peixoto, E. (2012). *Em Direção a um Modelo de Maturidade Tecnológica para Cidades Inteligentes*. Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação, VIII.
- Garret, Jesse James et al. (2005). *Ajax: A new approach to web applications*.

- Williams HE.; Lane, D. (2004). *Web database applications with PHP and MySQL*. " O'Reilly Media, Inc."
- Negreiros, Marcos José et al. (2008). *Integração de sistemas computacionais e modelos logísticos de otimização para prevenção e combate à dengue*. *Pesqui. Oper.* [online]. vol.28, n.1, pp. 1-27. ISSN 0101-7438.
- Vassoler, Gilmar Luiz, et al. (2002). *Notificação de Casos de Dengue usando Sistemas de Informação Geográfica via WEB*.
- Machado-Machado, Elia Axinia. (2012). *Empirical mapping of suitability to dengue fever in Mexico using species distribution modeling*. *Applied Geography* 33: p. 82-93.
- Wen, Tzai-Hung, et al. (2006). *Spatial mapping of temporal risk characteristics to improve environmental health risk identification: a case study of a dengue epidemic in Taiwan*. *Science of the Total Environment* 367.2: p. 631-640.
- Cabral M, Liberto M. (2015). *Armadilha letal para mosquitos, temperada com atitude de civilidade*. Disponível em: <<http://www.faperj.br/downloads/mosquiterica.pdf>>. Acesso em: 26 fev. 2015.
- Naidés, SJ. (2009). *Vírus transmitidos por artrópodes que causam síndromes com febre e exantema*. In: Goldman L.; Ausiello D. *Cecil medicina*. 23ª edição. Rio de Janeiro: Elsevier. v. 2, cap 405, p. 2930-2931.
- Ministério da Saúde. (2007-2012). *Dengue – Notificações registradas no Sistema de Informação de Agravos de Notificação – Sinan Net*. Disponível em <dtr2004.saude.gov.br/sinanweb/tabnet/tabnet?sinanet/dengue/bases/denguebrnet.def>. Acesso em: 31 mar. 2015.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (1991-2010). *Evolução populacional de Ponta Porã*. Disponível em <<http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/populacao.php?lang=&codmun=500660&search=mato-grosso-do-sul|ponta-pora|infogr%E1ficos:-evolu%E7%E3o-populacional-e-pir%E2mide-et%E1ria>>. Acesso em: 01 abr. 2015.
- Honório NA, Lourenço de Oliveira R. (2001). *Frequência de larvas e pupas de Aedes aegypti e Aedes albopictus em armadilhas, Brasil*. *Rev Saúde Pública* [online], v. 35, n. 4, p. 385-391. Disponível em <<http://www.scielosp.org/pdf/rsp/v35n4/6012.pdf>>. Acesso em: 01 abr. 2015.
- Beserra EB, Freitas EM, Souza JT, Fernandes CRM, Santos KD. (2009). *Ciclo de vida de Aedes (Stegomyia) aegypti (Diptera, Culicidae) em águas com diferentes características*. *Iheringia. Sér. Zool* [online], v. 99, n.3. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0073-47212009000300008>. Acesso em: 01 abr. 2015.
- Costa FS, Silva JJ, Souza CM, Mendes J. (2008). *Dinâmica populacional de Aedes aegypti (L) em área urbana de alta incidência de dengue*. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* [online], v. 41, n. 3, p. 309-312. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/rsbmt/v41n3/a18v41n3.pdf>>. Acesso em: 01 abr. 2015.
- Beserra EB, Fernandes CRM, Silva SAO, Silva LA, Santos JW (2009b). *Efeitos da temperatura no ciclo de vida, exigências térmicas e estimativas do número de gerações anuais de Aedes aegypti (Diptera, Culicidae)*. *Iheringia. Sér. Zool* [online], v. 99, n. 2, p. 142-148. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0073-47212009000200004&script=sci_arttext>. Acesso em: 01 abr. 2015.