

PRODUTO MOD11A1 NO ESTUDO DA PROLIFERAÇÃO DO AEADES AEGYPTI

S. F. S. Lima¹; L. V. Barrozo¹

¹ Universidade de São Paulo

Comissão VI - Sistemas de Informações Geográficas e Infraestrutura de Dados Espaciais

RESUMO

O aumento exponencial de doenças transmitidas pelo *Aedes aegypti* tornou-se um problema de saúde pública. Dentre os muitos fatores que contribuem para a proliferação do mosquito podemos destacar a temperatura. Assim, este trabalho tem por objetivo investigar a viabilidade do uso do produto MOD11A1 (Temperatura de superfície) no estudo da proliferação do *Aedes aegypti* em escala local. Este trabalho tem como área de estudo o distrito Campo Limpo no município de São Paulo – SP. A metodologia consiste em retroagir, a partir do primeiro dia da Semana Epidemiológica estudada, o período máximo e mínimo para o desenvolvimento do mosquito, do vírus e manifestação da doença e, dentro deste intervalo de tempo, analisar a disponibilidade de dados de temperatura de superfície e a coerência com o número de casos de dengue notificados nos anos 2010, 2011 e 2012. Os resultados evidenciaram que existem limitações quanto à disponibilidade de dados, mas que são suficientes para algumas análises e pode contribuir para estudos que embasam as políticas públicas no controle do *Aedes aegypti*.

Palavras-chave: *Aedes aegypti*, Produto MOD11A1, Vigilância Entomológica.

ABSTRACT

Exponential increase in diseases transmitted by *Aedes aegypti* has become a public health problem. Among many factors that contribute to the proliferation of the mosquito, we can highlight the temperature. So, the objective of this article is to investigate the feasibility of using the product MOD11A1 in the study of the proliferation of *Aedes aegypti* at local scale. Study area is Campo Limpo District at São Paulo city. The methodology consist in retroacting, from the first day of the Epidemiological Week, the maximum and minimum period for the development of the mosquito, virus and disease manifestation and, within this time, to analyze the availability of surface temperature data and the consistency with the number of dengue cases reported in the years 2010, 2011 and 2012. The results demonstrated limitations on the availability of data, but are sufficient for some analyzes and may contribute to studies that support public politics to control *Aedes aegypti*.

Keywords: *Aedes aegypti*, Product MOD11A1, Entomological Vigilance.

1- INTRODUÇÃO

Todos os anos o *Aedes aegypti*, faz inúmeras vítimas no Brasil e no mundo. Os órgãos governamentais e não governamentais vêm desenvolvendo ações no sentido de conscientizar a população da importância da sua participação nas ações de combate à dengue e agora mais recentemente também ao zika vírus e à febre chikungunya. Rangel (2008), destaca a necessidade de mudança nas estratégias de abordagens explicativas e de cunho campanhista/higienista. Deste modo, é de extrema importância pesquisas voltadas para o desenvolvimento de produtos, técnicas e invenções inovadoras que sejam mais eficazes para o controle e/ou erradicação do vetor e das doenças por ele transmitidas, que se constituem em um dos maiores problemas de saúde pública do

Brasil (NOGUEIRA e GUIMARÃES, 2015). Nogueira e Guimarães (2015) também ressaltam que há um consenso de que não existe uma solução única em termos de estratégias e nem de geografia e sugerem que as autoridades sanitárias avaliem cada município para estabelecer estratégias de combate mais direcionadas e, portanto, mais eficazes.

Existem muitos fatores que contribuem para a proliferação do *Aedes aegypti* e entre eles a temperatura tem se destacado. Um padrão sazonal de incidência do vetor coincidente com o verão, devido à maior ocorrência de chuvas e aumento da temperatura nessa estação (BRASIL, 2002). Cabe ressaltar, que a temperatura tem impacto sobre o tamanho da população do mosquito, pois interfere no período de incubação, na duração do período larval e pupal e na

longevidade dos adultos. Na busca da temperatura ótima para cada fase, na literatura, observa-se que os valores apresentados pelos autores são aproximados, mas não iguais. É possível que essas diferenças resultem das diferentes metodologias de aquisição da temperatura e ou em decorrência do local estudado. Por exemplo, Buriol et al. (2009) em um estudo no Rio Grande do Sul encontrou que a temperatura preferencial para o desenvolvimento do *Aedes Aegypti* situava-se entre 24°C e 32°C; no intervalo entre 18 e 24°C são temperaturas toleradas pelo mosquito e para temperaturas inferiores a 5°C e superiores a 40°C são inaptas. Para este autor a faixa de temperatura ideal para todas as fases do mosquito situa-se entre 18° e 32°C. Beserra et al (2006), estudando cidades da Paraíba, afirmam que as condições entre 30° a 37° C apresenta efeitos negativos sobre o desenvolvimento e a fecundidade do inseto, e que a temperatura favorável ao desenvolvimento de *Aedes Aegypti* encontra-se entre 21°C e 29°C, sendo que para a longevidade e fecundidade dos adultos o intervalo de temperatura varia entre 22°C e 30°C. Ely et al. (2012), estudando cidades de Londrina (PR), Maringá (PR) e Florianópolis (SC), encontraram que o ideal para a eclosão dos ovos são temperaturas entre 17° e 27°C. Weber e Wollmann (2016) observou, em Santa Maria (RS), que o número de larvas cresce quando a temperatura ultrapassa 20°C e o número de casos aumentam quando as médias mensais da temperatura se aproximaram dos 25°C. Viana e Ignotti (2013) em sua revisão bibliográfica verificou que os limiares de temperatura diferem de autor para autor, por exemplo: Gomes et al. (1992) concluiu que o intervalo de temperatura favorável ao desenvolvimento larvário do vetor encontrava-se entre 17 e 23° C; Câmara et al. (2009) o período de maior risco é acima de 22° C; e Honório et al. (2009) a abundância de *Aedes Aegypti* encontrava-se entre 22 e 24°C. Na página oficial da Secretaria Municipal de Saúde de São Paulo a temperatura considerada ideal para a proliferação do *Aedes Aegypti* no município situa-se entre 30° e 32°C.

Conclui-se que existem diferenças quanto à temperatura ótima para as diferentes fases do desenvolvimento do *Aedes aegypti* e que isso provavelmente está relacionado ao tipo de uso do solo, aos regimes pluviométricos e à característica sócio econômica da população. Porém, Araújo et al. (2015), em seu estudo que analisa também fatores como densidade populacional, ambientais e socioeconômicos, destacam que a alta temperatura de superfície nas ilhas de calor urbano (UHI) é o fator mais influente no aumento da incidência de dengue. Viana e Ignotti (2013), constataram que são comuns estudos com série histórica e análise espacial que evidenciam a relação entre incidência da dengue com a temperatura e pluviosidade, que estudos comparativos entre períodos de seca e chuva mostram comportamento sazonal da doença e, que existem dificuldades no estabelecimento de padrão único sazonal da incidência da doença e variáveis

meteorológicas para o país. Neste sentido, Guimarães e Nogueira (2015) e Zara et al. (2016) destacam a necessidade de considerar nos estudos as diferentes particularidades de cada local. Também, Gomes et al. (2012) sugerem fortemente a avaliação das variáveis climáticas associada à identificação de áreas geográficas específicas para a elaboração de programas preventivos e de controle.

O estudo da temperatura que caracterize risco de proliferação do mosquito *Aedes aegypti* para cada bairro ou região de um município é essencial para oferecer parâmetros mais precisos que subsidiem ações para o controle e prevenção das doenças transmitidas por este vetor. Entretanto, a escassez de estações meteorológicas é um problema frequente em diversas regiões, além da limitação do alcance das medidas, que ficam restritas à área próxima à estação. Deste modo, a utilização de dados estimados por satélites tem-se mostrado um importante recurso, pois permite a observação de qualquer região do planeta com várias resoluções espaciais (CAMPAROTTO et al. 2013). Contudo, existem limitações de datas, pois a presença de nuvens impede a obtenção de dados da superfície.

Neste contexto, este trabalho investigou a viabilidade do produto MOD11A1 (temperatura de superfície) no estudo da proliferação do *Aedes Aegypti* em escala local. A análise foi realizada para o distrito Campo limpo do município de São Paulo – SP, nos anos de 2010, 2011 e 2012. Espera-se que este trabalho contribua para futuros estudos, deste e de outros municípios, e com informações que auxilie estudos que embasem as políticas públicas na prevenção, monitoramento e controle do *Aedes aegypti*.

2- MATERIAL E MÉTODO

O produto MOD11A1 (resolução espacial de 1 km e temporal de 1 dia), que trata de dados de temperatura de superfície, foi obtido referente ao Tiles H13 V11 e no site USGS EarthExplorer - U.S. Geological Survey da NASA (<http://earthexplorer.usgs.gov/>). Para atender o propósito de analisar todas as Semanas Epidemiológicas (SE) com número de caso notificados do distrito, foram baixados os produtos correspondentes aos meses de Jan, Fev, Mar, Abr, Mai, Jun e Jul para os anos 2010, 2011 e 2012. Dado o grande número de imagens, foi utilizado o programa Cute FTP 8 para baixá-las. Para a inserção destes dados no software de Sistema de Informação Geográfica (SIG), foi preciso fazer as conversões do formato e projeção. Para isso, foi utilizado o software MRT – MODIS (MODIS too). Os dados foram convertidos para a projeção WGS84 e o formato *hierarquical data format* (HDF) para o formato *Tagged Image File Format* (TIF). Após a conversão, as imagens foram importadas para o SIG ArcGis e as temperaturas foram convertidas de kelvin para Graus Celsius.

Os “Dados Epidemiológicos” referentes ao número de casos autóctones de Dengue, organizados em Semana Epidemiológica (SE) do município de São Paulo de cada ano estudado e, também a divisão distrital do município no formato *shapefile*, foram cedidos pela Coordenadora da Coordenação de Vigilância em Saúde (COVISA).

A definição da data de aquisição do produto MOD11A1 foi com base nas SE com casos notificados e considerando o tempo de desenvolvimento do *Aedes aegypti* (as fases de ovo-larva-adulto), que ocorre em um período que varia entre 5 e 7 dias; o período de incubação do vírus da doença (Dengue) no mosquito, que varia entre 8 a 12 dias; o período de incubação do vírus no organismo do homem, que pode variar de 2 a 10 dias e; o período para o indivíduo procurar o médico, realizar o exame e ocorrer a notificação, que leva em média 7 dias. Assim, considerando o prazo mínimo e máximo de todo o processo, a aquisição de dados de temperatura de superfície foi obtido entre o intervalo 22 e 36 dias retroagidos a partir do início de cada SE. Após a aquisição e tratamento das imagens foi obtido, pelo ArcGis, a moda de temperatura do polígono, que representa o distrito Campo Limpo para cada data do intervalo estudado, também foi calculada a mediana da moda deste intervalo e esta correlacionada com o n° de casos notificados de dengue por meio de gráficos para cada ano.

3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Disponibilidade de dados de temperatura de superfície do produto MOD11A1.

Observa-se nas imagens obtidas, dentro do intervalo de tempo (entre 22 e 36 dias retroagidos) referentes a cada SE dos anos estudados, que algumas não apresentam dados de temperatura para o polígono que representa o distrito Campo Limpo, outras apresentam dados parciais, isto é, com alguns pixels com dados de temperatura e outras com dados para todo o polígono, como mostra a figura 1. Para o cálculo da moda, foram consideradas as imagens com o polígono completo e parciais.

Para as SE estudadas foram analisadas 459 imagens, sendo 163 para as SE de 2010, 162 para as SE de 2011 e 134 para as SE de 2012. Destas, uma média de 70% não apresentava dados de temperatura de superfície, como mostra a tabela 1.

TABELA 1 – ANÁLISE DA DISPONIBILIDADE DE IMAGENS PARA AS SEMANAS EPIDEMIOLÓGICAS (SE) COM CASOS DE DENGUE NOTIFICADOS NO DISTRITO CAMPO LIMPO, SÃO PAULO-SP EM 2010, 2011 E 2012.

	SE	Nº de Imagem	Sem informação	Com informação
2010	05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26 e 27	163	67%	33%
2011	05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25 e 26	162	72%	28%
2012	05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 e 22	134	70%	30%

A falta de dados de temperatura de superfície ocorre devido à presença de nuvens, isso para o estudo da proliferação do *Aedes aegypti* é um fator limitante, pois o aumento deste vetor ocorre justamente no período chuvoso. Contudo, todos os intervalos de tempo (entre 22 e 36 dias retroagidos) de todas as SE possuíam alguma imagem com dados de temperatura, permitindo assim, algum estudo.

Cabe ressaltar que, o município de São Paulo possui estações meteorológicas automáticas distribuídas, que conectadas a computadores, fornecem dados atualizados a cada cinco minutos. Porém na série histórica dos dados de temperatura disponibilizado pelo

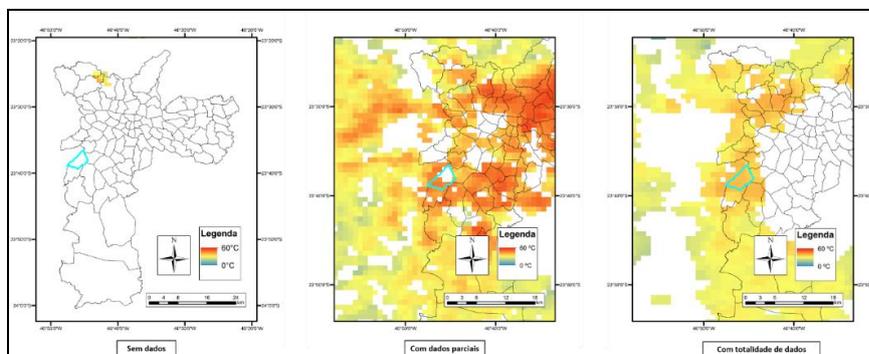


Fig. 1 – Mapa da variabilidade da temperatura derivada do produto MOD11A1 de 27/02/2010, 06/02/2010 e 01/02/2010 respectivamente, no município de São Paulo, com destaque para a presença de dados no distrito Campo Limpo.

Centro de Gerenciamento de Emergências (CGE), a estação Campo Limpo (CL) não possuía nenhum dado para estas datas, evidenciando que é necessária a busca de recursos que possam complementar a disponibilização de dados. Considerando a limitação do produto MOD11A1 para o período chuvoso, foi verificado se os dados disponíveis eram suficientes para estudos relacionados com a proliferação do *Aedes aegypti*, como mostrado a seguir.

3.2 Viabilidade do uso dos dados de temperatura de superfície do produto MOD11A1 no estudo da proliferação do *Aedes aegypti*.

Para a análise da coerência entre os dados de temperatura de superfície existentes com a proliferação do *Aedes aegypti*, foram gerados gráficos para cada ano estudado.

Para o ano de 2010 obteve-se o gráfico mostrados na figura 2.

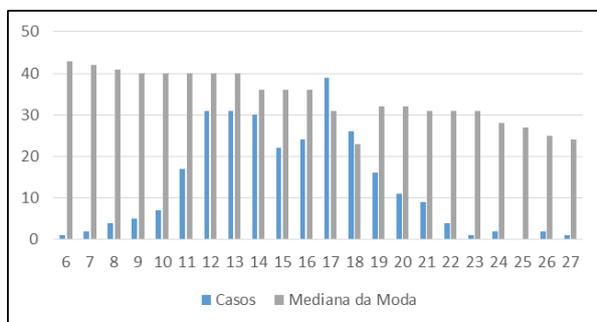


Fig. 2 – Gráficos comparando a temperatura de superfície com o número de casos notificados de Dengue para as Semanas Epidemiológicas com presença de casos no ano de 2010 no distrito de Campo Limpo.

Observa-se neste gráfico que em temperatura de superfície acima de 40°C ocorre notificação de poucos casos, porém conforme a temperatura baixa para 40°C e se mantém, ocorre aumento de casos notificados, dando a impressão de esta ser uma temperatura de superfície ideal para a proliferação do mosquito. Conforme a temperatura vai baixando, os números de casos também diminuem, mostrando uma coerência. Porém, as SE 17 e 18, não se mostram dentro deste padrão, fazendo-se necessária uma análise mais detalhada juntamente com outras variáveis, por exemplo, a pluviosidade. Estas semanas são referentes ao final de abril e início de maio e se retroagirmos 36 dias, estaríamos no mês de março, quando começa a finalizar o período de chuva intensa.

No ano de 2011, gráfico mostrados na figura 3, também mostra coerência entre temperatura de superfície e número de casos notificados. Como no ano anterior, com temperaturas acima de 40°C ocorre notificação de poucos casos, 40°C se mostra favorável ao aumento de casos e abaixo de 31°C torna-se desfavorável, apesar de a SE 26 apresentar temperatura de superfície igual a 28°C e possuir casos notificados.

Este gráfico também evidencia que o range de temperatura favorável varia entre 40°C e 34°C, o que não se observa no gráfico anterior.

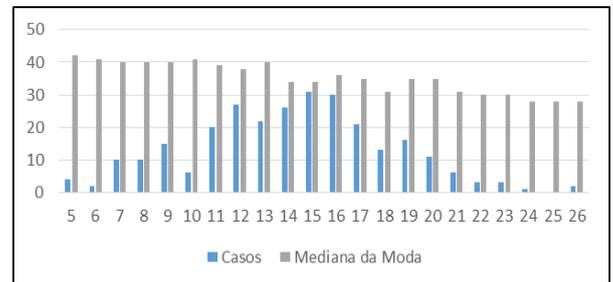


Fig. 3 – Gráficos comparando a temperatura de superfície com o número de casos notificados de Dengue para as Semanas Epidemiológicas com presença de casos no ano de 2011 no distrito de Campo Limpo.

Para o ano de 2012, como mostra o gráfico (figura 4), observa-se uma drástica redução de números de casos notificados apesar de as temperaturas se apresentarem próximas às temperaturas dos anos anteriores. As causas da redução do número de casos notificados teriam que ser estudadas, dentre elas pode-se citar: a pluviosidade, medidas de prevenção e ou estratégias mais direcionadas no combate ao vetor neste distrito para este ano.

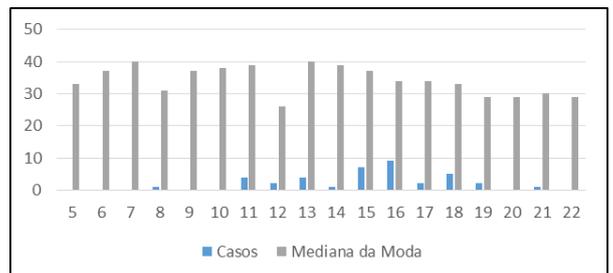


Fig. 4 – Gráficos comparando a temperatura de superfície com o número de casos notificados de Dengue para as Semanas Epidemiológicas com presença de casos no ano de 2012 no distrito de Campo Limpo.

Além da redução dos casos e das temperaturas se manterem entre 40° e 26°C não há a coerência esperada entre as SE 8, 12 e 19, com casos notificados num intervalo de temperatura de 31°, 26°, 29°C respectivamente.

Assim, conclui-se que faz-se necessário inserir nas análises outros fatores que poderiam auxiliar a explicar alguns eventos explicitados nos gráficos, por exemplo, considerar o tempo de vida do mosquito. Sabendo-se que um mosquito tem como tempo de vida 30 dias, a SE 8 de 2012 poderia estar relacionado com a semana anterior (7), a qual apresentou temperatura de 40°C, que se mostrou favorável ao aumento de casos. Ainda, a semana 8, que por ter temperatura não favorável, por sua vez não contribuiu para o aumento de caso na SE seguinte (9). A mesma explicação pode

ser dada para as semanas 12 e 19, entretanto, isso teria que ser estudado para uma conclusão mais efetiva.

Outro aspecto de relevância a ser mencionado é que não é possível identificar uma correlação linear, pois o fato de o mosquito apresentar uma faixa de temperatura favorável e desfavorável, ao seu desenvolvimento, oviposição e tempo de vida, a evolução dos casos notificados não acompanha o aumento ou a queda de temperatura e sim se encaixam em uma faixa específica de temperatura. Por exemplo, o aumento de casos notificados acompanha a temperatura até o ponto em que ela é favorável, a partir deste ponto, a temperatura continua aumentando e o número de casos diminuindo.

Contudo, dentro do contexto apresentado pelos gráficos, podemos inferir uma coerência entre a temperatura de superfície e o número de casos notificados.

4- CONCLUSÃO

Conclui-se neste trabalho que apesar da limitação dos dados de temperatura de superfície pelas nuvens, mesmo não havendo dado de temperatura para grande maioria dos dias estudados, o produto MOD11A1 se apresenta como uma boa opção para subsidiar os estudos sobre a proliferação do *Aedes aegypti*, principalmente em municípios que não possuem estações meteorológicas. Mesmo com poucos dados existentes, foi possível identificar coerência entre as temperaturas de superfície e a proliferação do vetor, principalmente porque o produto é viável para estudo do local, por permitir a aquisição de temperaturas na escala de 1 km para todo o município. O produto MOD11A1 apresenta dados de temperatura de superfície com resolução espacial de 1 km, o que permite um estudo mais preciso dentro de um mesmo bairro. Também conclui-se que para resultados mais efetivos é preciso considerar outras variáveis de influência na proliferação do vetor, por exemplo, a pluviosidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Araujo, R. V.; albertini, M. R.; Silva, A. L. C.; Suesdek, L.; Franceschi, N. C. S.; Bastos, N. M.; Katz, G.; Cardoso, V. A.; Castro, B. C.; Capurro, M. L.; Allegro, V. L. C. São Paulo urban heat islands have a higher incidence of dengue than other urban areas. The Brazilian Journal of Infectious Diseases. Slavador – BA, n.1 9, v.2, p. 146–155, 2015.

Beserra, E. B.; Castro JR, F. P.; Santos, J. W.; Santos, T. S.; Fernandes, C. R. M. Biologia e Exigências Térmicas de *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) Provenientes de Quatro Regiões Bioclimáticas da Paraíba. Neotropical Entomology, Londrina – PR, n. 35, v. 6, p. 853-860, novembro-dezembro de 2006.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Guia de vigilância epidemiológica / Fundação Nacional de Saúde. 5. ed. Brasília: FUNASA, 2002, p. 842.

Buriol, G. A.; Estefanel, V.; Gracioli, M. S. A.; Fantineli, D. G.; Chagas, A. C; Zoneamento climático das condições para o desenvolvimento da larva do mosquito transmissor do vírus da dengue no Estado do Rio Grande do Sul. RECIIS – R. Eletr. de Com. Inf. Inov. Saúde. Rio de Janeiro, v.3, n.2, p.24-36, 2009.

Câmara, F. P.; Gomes, A. F.; Santos, G. T.; Câmara, D. C. Clima e epidemias de dengue no Estado do Rio de Janeiro. Rer Soc Bras Med, Uberaba- MG, v.42, n.2, p. 137-40, 2009.

Camparotto, L. B.; Blain, G. C.; Angélica Giarolla, G. C. A.; Adami, M.; Camargo, M. B. P. Validação de dados termoplúviométricos obtidos via sensoriamento remoto para o Estado de São Paulo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande – PB, v.17, n.6, p.665–671, 2013.

Ely, D. F.; Bertini, I. T.; Oliveira, L. T. Variabilidade climática nas cidades de Londrina, Maringá (PR) e Florianópolis (SC) e a expansão latitudinal da dengue. Revista Geonordeste. São Cristóvão, Edição Especial 2, v.2, n.5, p.826 – 839, 2012.

Gomes, A. C.; Forattini, O. P.; Kakitani, I.; Marques, G. R. A. M.; Marques, C. C. A.; Marucci, D.; BRITO, M. Microhabitats de *Aedes albopictus* (Skuse) na região do Vale do Paraíba, Estado de São Paulo, Brasil. Revista Saúde Pública. São Paulo, v.26, n.2, p. 108-118, 1992.

Gomes, A. F.; Nobre, A. A.; Cruz, O. G. Temporal analysis of the relationship between dengue and meteorological variables in the city of Rio de Janeiro, Brazil, 2001-2009. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 28, n. 11, p: 2189-2197, 2012.

Honório, N. A.; Codeço, C. T.; Alves, F. C.; Magalhães, M. A.; Lourenço, O. R. Temporal distribution of *Aedes aegypti* in different districts of Rio de Janeiro, Brazil, measured by two types of traps. J Med Entomol. Oxford, v.46, n.5, p.1001-1014, 2009.

Nogueira, P.; Guimarães, M. Um vilão de muitas caras. Revista Pesquisa FAPESP, p. 16-23, junho de 2015.

Rangel, M. L. Dengue: educação, comunicação e mobilização na perspectiva do controle - propostas inovadoras. Interface Comunicação Saúde Educação. Botucatu – SP, v.12, n.25, p.433-41, 2008.

Viana, D.V.; Ignotti, E. A ocorrência da dengue e variações meteorológicas no Brasil: revisão sistemática. Rev Bras Epidemiol. São Paulo –SP, v.16, n.2, p. 240-256, 2013.

Weber, A. A.; Wollmann, C. A. A influência climática na proliferação do mosquito *Aedes Aegypti* em Santa Maria – RS, em 2012. Ciência e Natura. Santa Maria – RS, v.38 n.3, p. 1246 – 1253, 2016.

Zara, A. L. S. A.; Santos, S. M.; Oliveira, E. S. F.; Carvalho, R. G.; Coelho, G. E. Estratégias de controle do *Aedes aegypti*: uma revisão. Epidemiol. Serv. Saúde, Brasília, v. 25, n. 2, p:391-404, 2016.