



ANÁLISE ESPACIAL DA DISTRIBUIÇÃO DE CASOS DE DENGUE NO MUNICÍPIO DE ARARAQUARA ESTADO DE SÃO PAULO

Maria Aparecida de Oliveira

mariaoliveira@usp.br

Programa de Pós graduação em Saúde Pública
Departamento de Saúde Ambiental
Faculdade de Saúde Pública – Universidade de São Paulo

Helena Ribeiro

lina@usp.br

Departamento de Saúde Ambiental
Faculdade de Saúde Pública – Universidade de São Paulo

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo analisar a distribuição espaço temporal dos casos notificados e confirmados de dengue no município de Araraquara. Para isso, foram selecionados os casos registrados no ano de 2007 do Sistema Nacional de Agravos de Notificação (SINAN). Todos os casos confirmados de 2007 foram georreferenciados a partir de uma base de logradouros georreferenciada do município. Para o desenvolvimento da análise foram elaborados mapas de intensidade de kernel, por mês e total. Os resultados apontaram variações no padrão de distribuição espaço temporal dos casos e dos sorotipos identificados no ano de 2007. Os resultados demonstram a ocorrência de casos em quase toda a totalidade da área urbana de Araraquara. A análise espacial realizada evidenciou agrupamentos de casos em áreas que, caso a análise ficasse restrita ao acumulado do ano ficariam mascaradas. As áreas que tiveram grande concentração espacial de casos no primeiro semestre de 2007 tiveram poucos casos no segundo semestre. Este resultado pode contribuir para elaboração de estratégias de ação da vigilância da dengue no nível local.

Palavras-chave: dengue, distribuição espaço – temporal, Araraquara.

INTRODUÇÃO

Entre as doenças infecciosas que têm acometido as populações em áreas urbanas, a Dengue tem ocupado lugar de destaque, e atualmente configura-se como um grave problema de saúde pública mundial.

A prevalência global desta doença tem aumentado nas últimas décadas, sua ocorrência já foi registrada em mais de 100 países e ameaça a saúde de mais de 2,5 mil milhões de pessoas em zonas urbanas, Peri urbanas e rurais de regiões tropicais e subtropicais (Chansang e Kittayapong, 2007).

As epidemias de dengue no Brasil em geral ocorreram em municípios com mais de 100.000 habitantes (Costa e Natal, 1998; Glasser e Gomes 2000; Chiaravalloti Neto, 1999).

Segundo Laporta,(2004), desde 1995, no Estado de São Paulo, todos os anos tem ocorrido epidemias de dengue clássico e a partir de 1999, há registro de casos hemorrágicos e há circulação dos três sorotipos de dengue no estado (1,2 e 3) Em 2007,

foram confirmados 67 casos de Febre Hemorrágica da Dengue com 17 óbitos e 61 de dengue com complicação com 18 óbitos (CVE-SP, 2008).

O aumento da transmissibilidade da dengue ocorre em comunidades altamente urbanizadas, com altas concentrações de pessoas que vivem em espaços geográficos relativamente pequenos (Barclay, 2008).

Um dos principais problemas enfrentados na epidemiologia da dengue é o conhecimento insuficiente sobre os fatores de risco e a associação entre eles (Lian et. al. 2006).

A rápida expansão urbana sem planejamento, com abastecimento inadequado de água canalizada, o aumento da circulação de populações humanas, dentro e entre países e o maior desenvolvimento e disseminação da resistência aos inseticidas do mosquito vetor da dengue, são algumas das razões do aumento da transmissão de dengue nos últimos anos (Costa e Natal, 1998; Deubeul e Murgue, 2001; Guha-Sapir e Schimmer, 2005; Chansang e Kittayapong, 2007; Kittayapong et al. 2008).

Almeida et. al, (2007), afirmam que devido a estrutura complexa e heterogênea das áreas urbanas, mesmo um baixo nível de infestação do vetor poderia levar a uma epidemia em uma área densamente povoada, sendo que em áreas com uma maior dispersão da população, com o nível de infestação semelhantes não seria suficiente para manter a transmissão.

Para Glasser e Gomes, (2002), a expansão geográfica de populações de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* sofre influência de fatores ambientais e sociais, entre os quais o clima, a densidade demográfica e a atividade econômica.

De acordo com Medronho, (2006), o conhecimento da produtividade dos diversos tipos de criadouros em meio urbano, dos condicionantes ambientais, da presença e da dinâmica do vírus da dengue nos mosquitos são de grande relevância para se compreender a dinâmica da transmissão da doença.

No Estado de São Paulo, a transmissão de dengue foi observada pela primeira vez em 1987, nos municípios de Guararapes e em Araçatuba. No verão de 1990/91 foi registrada uma epidemia de grandes proporções, com início em Ribeirão Preto, que rapidamente se expandiu para municípios vizinhos e outras regiões. A partir de então, as epidemias de dengue vêm ocorrendo todos os anos no Estado. (CVE-SP, 2008).

Desde 1995, no Estado de São Paulo, tem ocorrido epidemias de dengue clássico todos os anos e a partir de 1999, há registro de casos hemorrágicos (Laporta, 2004). Há circulação dos três sorotipos de dengue no estado (1,2 e 3). Em 2007, foram confirmados 67 casos de FHD com 17 óbitos e 61 de dengue com complicação com 18 óbitos. Em 2008, foram confirmados 170 casos autóctones de dengue em 37 municípios, com predominância nos municípios de Ribeirão Preto (30%) e Araraquara (25,3%), dados provisórios. (CVE-SP, 2008).

Os macro criadouros de *aedes aegypti* alimentam os pequenos criadouros, como ralos e pratos de plantas. A variação da densidade vetorial mais correlacionada com as chuvas do que com a temperatura reflete a importância maior de criadouros ao ar livre do que dos existentes dentro das casas, aí incluída a água para consumo humano (Penna, 2003)

Segundo Gomes et al., (2007), no Estado de São Paulo, a maioria dos criadouros da espécie *Aedes Aegypti* são encontrados no peri-domicílio, a dispersão das fêmeas alimentadas ao peridomicílio parecer ser um hábito freqüente.

Para Forattini (2002), as condições climáticas, caracterizadas pelas precipitações atmosféricas e temperaturas elevadas, mostram relação positiva com a transmissão de dengue. Para este autor, o conhecimento desse processo poderá propiciar maior entendimento sobre a dinâmica de transmissão e, conseqüentemente, contribuir para o seu controle.

Em estudo realizado no Estado de São Paulo, Glasser & Gomes (2002) afirmam que quanto menor a temperatura, mais lento foi o processo de expansão geográfica da população de *Ae. Aegypti*, segundo estes autores este fator teve influência preponderante na determinação dos diversos padrões macrorregionais de expansão geográfica dessa espécie no Estado de São Paulo.

A utilização de análise espaciais em pesquisas na área de saúde pública, não é recente, mas nas últimas décadas as aplicações têm sido crescente. Trabalhos importantes têm sido desenvolvidos na área de epidemiologia e saúde pública (Briggs, 1996, Cuzick and Elliott 1996, Aron and Patz, 2001, Albert et al 2000, Lawson, 2001, Elliot et al, 2006).

Para Nakhapakorn and Tripathi, (2005), a incorporação da análise de padrões espaciais em estudos epidemiológicos é importante para a compreensão do papel do planejamento territorial e dos processos de difusão de doenças. Os Sistemas de informações Geográficas podem desempenhar um papel importante na utilização e análise dados em saúde pública, a partir de abordagens multidisciplinares que explorem o potencial das técnicas de análise espaço temporais.

Em um recente estudo de revisão, Araújo et al. (2008) encontraram um número pequeno de artigos publicados sobre dengue no Brasil com aplicação de técnicas de geoprocessamento, a maioria do estudos estão concentrados na avaliação de vetores, uma aplicação recente desta análise pode ser observada em Machado et al. (2009).

Nos estudos de epidemiologia espacial, técnicas de análise espacial têm sido utilizadas para identificação de regiões de maior risco para determinadas doenças, caracterização da distribuição espacial na busca de fatores de risco (Gurgel et al 2005), modelos explicativos e medidas preventivas (Elliot et al. 2000, Zhang et al 2006).

Segundo Teixeira et al. (2005), enquanto se espera uma vacina segura e eficaz, melhores perspectivas para controlar dengue só serão encontradas quando aplicáveis e resultados serão obtidos a partir de pesquisa com base em três pilares: a melhoria na educação em saúde, novos modelos e métodos de vigilância epidemiológica e virológica, novas estratégias tecnológicas para interromper transmissão baseada no controle vetorial direto e específico.

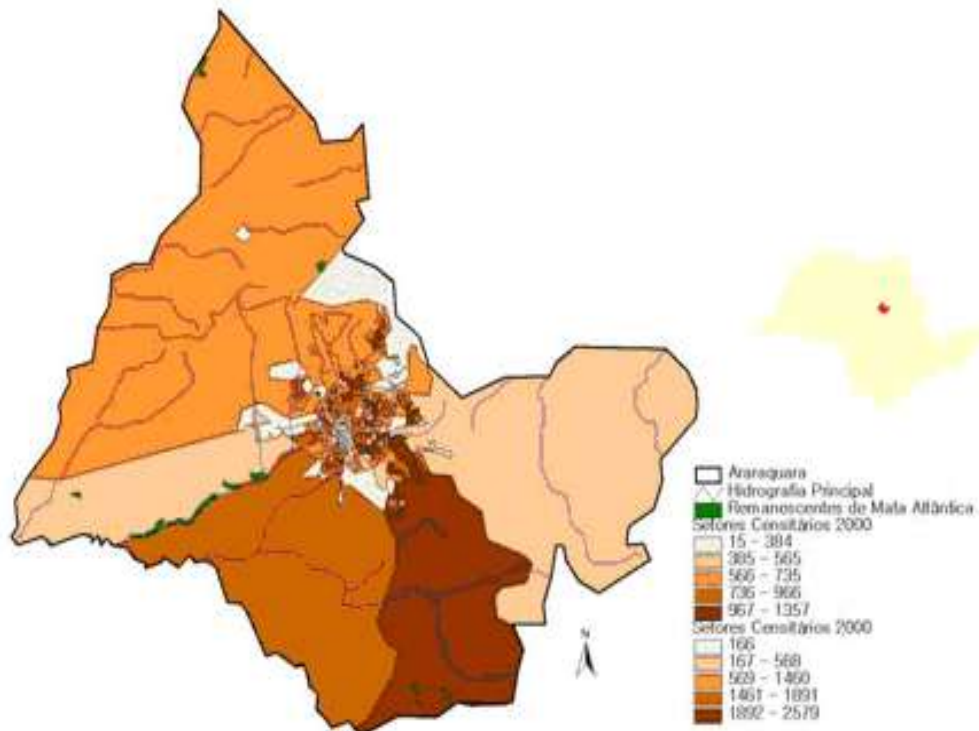
A análise de casos acumulados anualmente, fornece boas informações sobre o padrão espacial, mas pode ser insuficiente para identificação de variações espaço- temporais da incidência. A análise dos dados acumulados podem mascarar semelhanças ou diferenças entre as áreas no contexto urbano, e deste modo, particularidades importantes podem não ser investigadas.

Neste sentido o presente estudo apresenta teve por objetivo mapear os casos de dengue notificados e confirmados no ano de 2007, a partir da estatística espacial verificar a existência de agrupamentos espaciais de casos e avaliar a existência de interação espaço temporal na distribuição dos casos no município de Araraquara no ano analisado.

METODOLOGIA

Araraquara é um município de médio porte localizado no interior do estado de São Paulo. Segundo o IBGE, 2000 a população do município em 2000 era de 182.471 pessoas, com uma taxa de urbanização de 95,1%. A extensão do município é de 1.008,6 km² e possui uma densidade demográfica de 180,4 hab/km².

Figura 1 – Localização do município de Araraquara



Segundo IBGE, (1996) com base no Produto Interno Bruto (PIB) apenas 10% do pessoal ocupado concentra-se em atividades de agropecuária, a maior concentração do pessoal ocupado encontra-se no setor terciário e secundário. O que pode explicar a alta taxa de urbanização do município.

Os dados de incidência de dengue analisados no estudo, foram obtidos junto ao Serviço Especial de Saúde de Araraquara (SESA) – FSP-USP, extraídos da base de dados do Sistema Nacional de Agravos de Notificação (SINAN), referentes ao ano de 2007. Os dados populacionais tiveram como fonte o Censo Demográfico 2000, obtido junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e estatística (IBGE).

Para o desenvolvimento da análise, somente os casos notificados e confirmados de dengue foram considerados na análise. Para analisar a distribuição espaço temporal dos casos notificados confirmados de dengue no ano de 2007, inicialmente foi necessário a realização da geocodificação das notificações. A geocodificação foi realizada a partir do método de equiparação de endereço no software TerraCluster, por meio de uma base de logradouros georreferenciada e da ferramenta Google Earth. Toda análise dos dados considerou somente os casos georreferenciados.

As análises estatísticas foram desenvolvidas no software SPSS e as análises estatísticas espaciais foram realizadas no TerraCluster¹.

¹ Terracluster – Software de domínio público produzido sob a biblioteca Terralib, resultado da parceria entre o LESTE-UFMG e INPE.

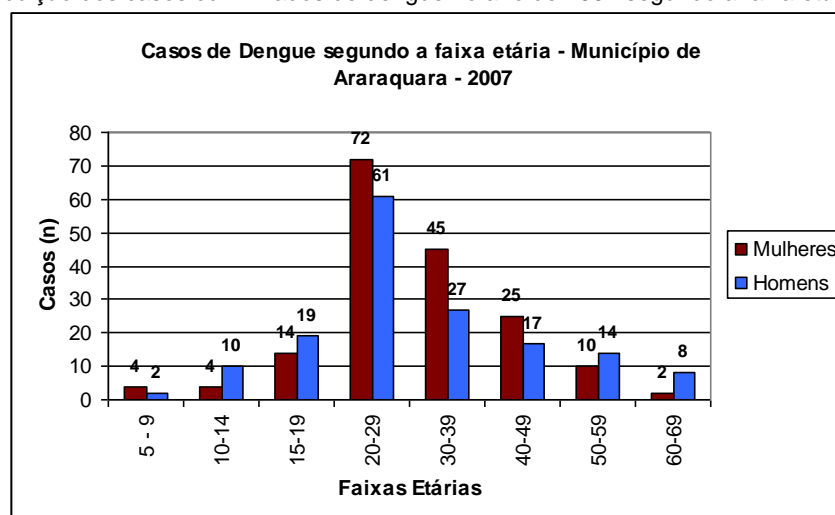
Para análise do padrão de distribuição dos casos ao longo dos meses do ano de 2007, para cada mês foram aplicados estimadores de densidade de kernel (Lawson, 2001). Para gerar o mapa de kernel foram utilizados os parâmetros de 250 colunas sobre os eventos, com algoritmo de função quártica e raio adaptativo. A estimativa de kernel foi utilizada na análise da distribuição espacial da incidência acumulada de dengue, com pontos acumulados segundo o mês de ocorrência.

RESULTADOS

O total de casos confirmados de dengue no ano de 2007 foi de 357 casos, deste total, 334 foram georreferenciados. No processo de geocodificação houve uma perda de 6.45% dos casos confirmados.

Dos 334 casos confirmados e georreferenciados, 291 são autóctones, 42 importados e 1 sem informação.

Figura 2 – Distribuição dos casos confirmados de dengue no ano de 2007 segundo a faixa etária



No ano de 2007, conforme figura 2, a distribuição de casos, segundo faixas etárias, foi maior na faixa etária de 20 e 50 anos de idade, para ambos os sexos. Observa-se também que nas faixas etárias inferiores a 20 anos de idade e superiores a 50 anos houve um maior número de casos notificados nos homens.

Quanto a identificação dos sorotipos, cerca de 89% dos casos foram classificados como sorotipo DEN1, 2,4% como DEN3, 9% como DEN4 e 0.30% sem informação.

Tabela 1 – Sorotipos identificados no município de Araraquara no ano de 2007, segundo sexo

População	Sorotipo (n)				Total
	1	3	4	Sem Informação	
Mulheres	157	4	14	1	175
Homens	138	4	16	0	158
Total	295	8	30	1	333

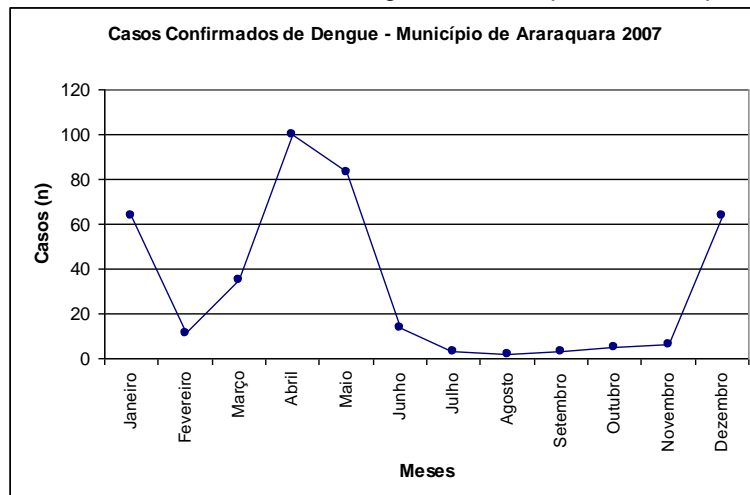
Fonte: SESA-FSP-USP/ SINAN - MS

A tabela 1 apresenta a distribuição de sorotipos conforme o sexo, é possível observar que o sorotipo DEN1 foi identificado na maior parte dos casos, no entanto foram registrados também 8 casos do sorotipo DEN3 e 30 casos do DEN4.

Distribuição espaço temporal dos casos de dengue em 2007

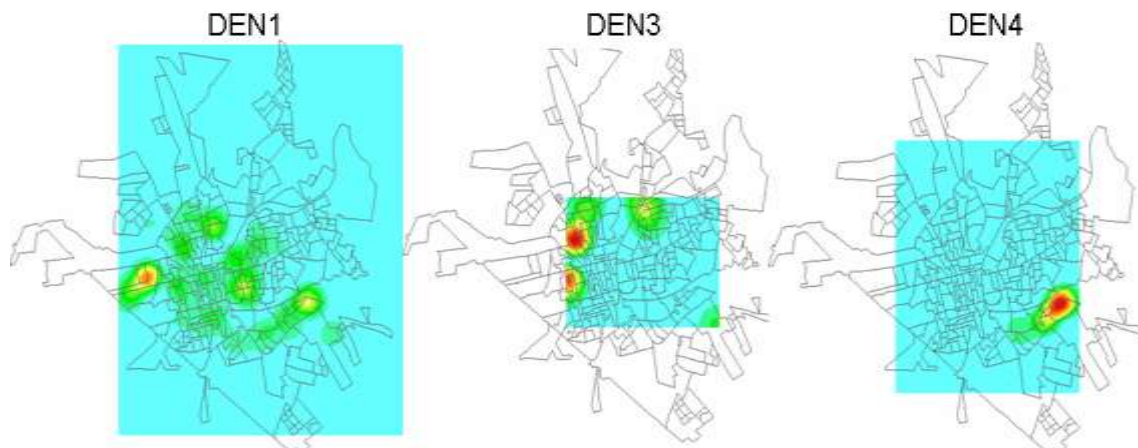
Os meses de março a junho, no outono, apresentaram a maior parte dos casos; nos meses de inverno e primavera, há uma diminuição de casos. No entanto, em novembro inicia-se novo aumento de casos, coincidindo com o início do verão.

Figura 3 - Casos confirmados de Dengue no município de Araraquara 2007.



Os mapas de intensidade de Kernel demonstram diferenças na distribuição espacial de acordo com o Sorotipo. Como esperado devido a predominância dos casos, o DEN1 tem padrão de distribuição similar ao total de casos. No entanto o DEN3 parece estar mais concentrado na área central do município, e o DEN4 com concentração de casos nas proximidades do bairro Yolanda Opice na porção sudeste do município.

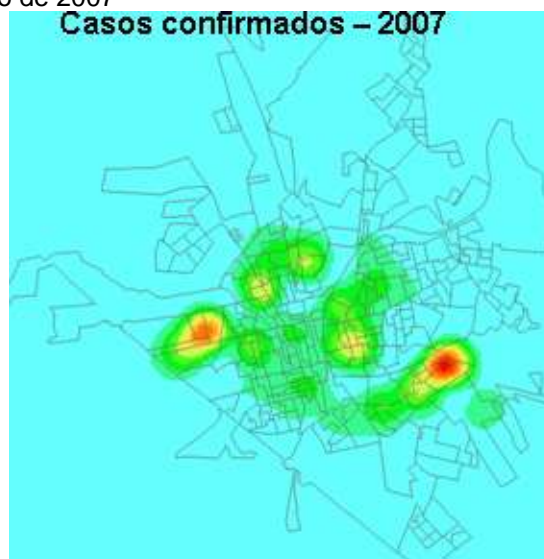
Figura 4 – Distribuição espacial dos sorotipos identificados no município de Araraquara – 2007



Fonte: SESA-FSP/ SINAN-MS

A análise dos mapas de intensidade de Kernel contendo o total de notificações num mesmo plano de informação apresentou agrupamentos com alta intensidade de ocorrência de dengue, conforme a figura 4, pode-se observar 5 hot spots bem definidos no interior do município para o ano estudado. Aparecem claramente concentração de casos no Centro, no sentido noroeste a Vila José Bonifácio Jardim, na porção sudeste Yolanda Opice, vila Xavier a nordeste Arco Íris e Vila Xavier (áreas de renda e escolaridade média).

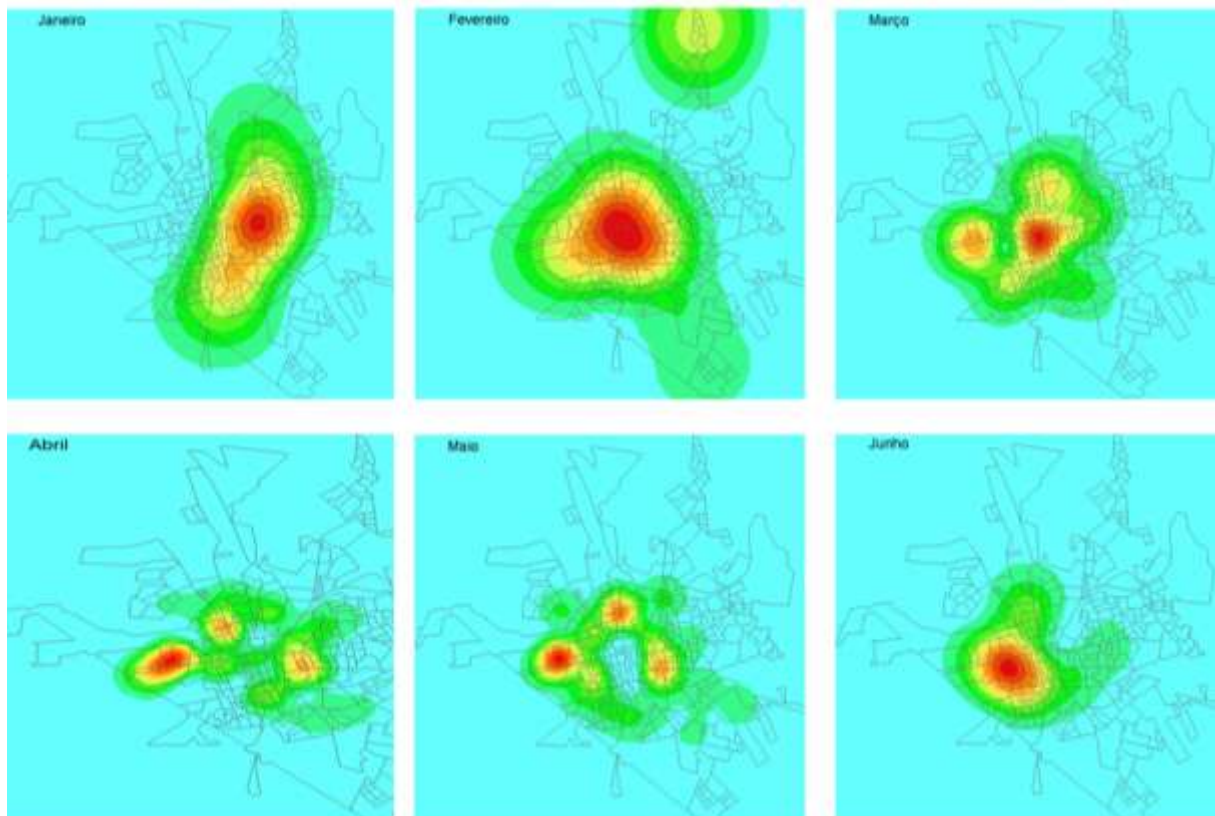
Figura 4 – Mapa de Intensidade de Kernel casos notificados e confirmados de dengue no município de Araraquara no ano de 2007



Fonte: SESA-FSP/SINAN-MS
Elaboração das autoras

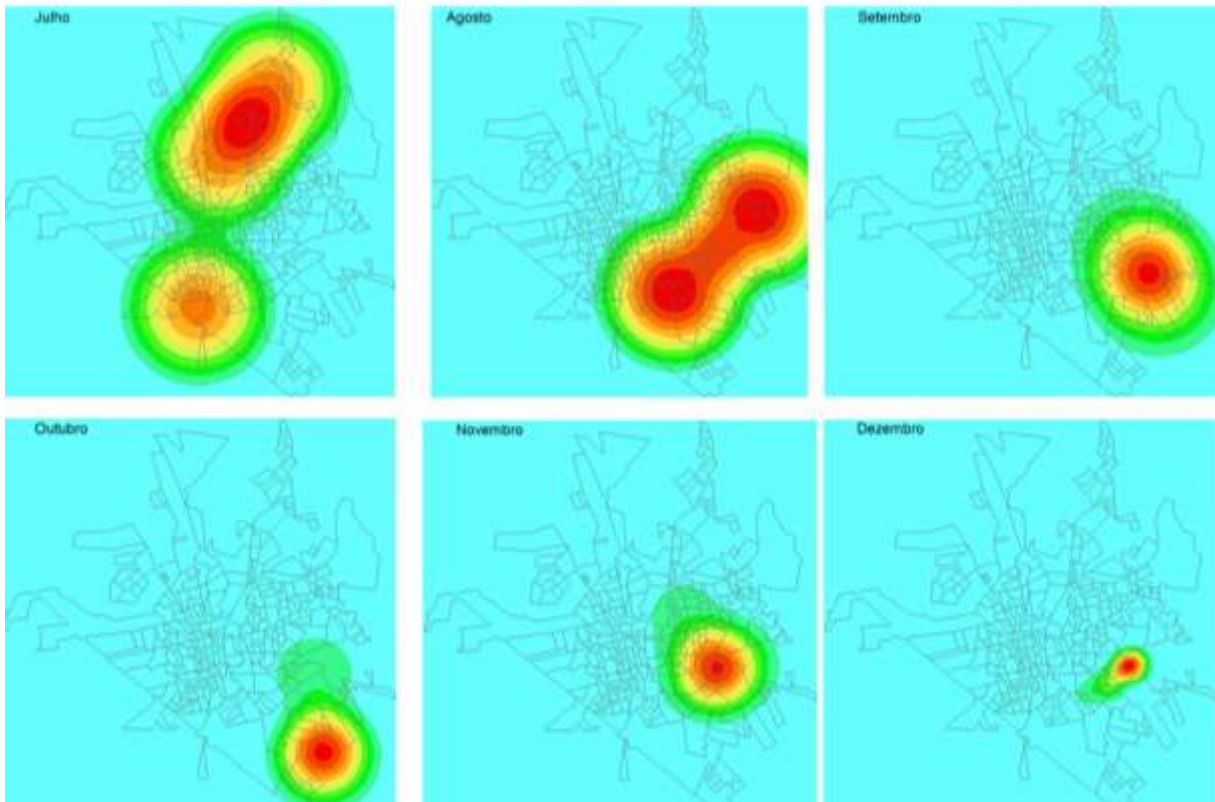
Os mapas de intensidade de Kernel realizados com o mesmo parâmetro utilizado anteriormente, mas realizado com os casos notificados organizados em camadas de informação conforme o mês, demonstraram, que este padrão de concentração não é fixo no tempo ao longo de todo o ano. Na figura 5 observamos os mapas dos casos do primeiro semestre e na figura 6 os do segundo semestre de 2007.

Figura 5 – Mapas de Intensidade de Kernel primeiro semestre de 2007



No primeiro semestre observa-se maior concentração de casos próximos ao parque das Laranjeiras, e áreas próximas do centro. Nos meses de janeiro a março, há uma grande concentração de casos.

Figura 6 – Mapas de Intensidade de Kernel segundo semestre de 2007



No segundo semestre os casos cessam nas áreas de ocorrência do primeiro semestre e atingem áreas mais distantes do centro. Com este movimento pode-se observar que a ocorrência de dengue, embora com intensidades diferentes ocorreu em boa parte de toda a área urbana do município.

Os resultados apontaram variações no padrão de distribuição espaço temporal dos casos e dos sorotipos identificados no ano de 2007. Os resultados demonstram que houve ocorrência de casos praticamente todas as regiões da área urbana de Araraquara.

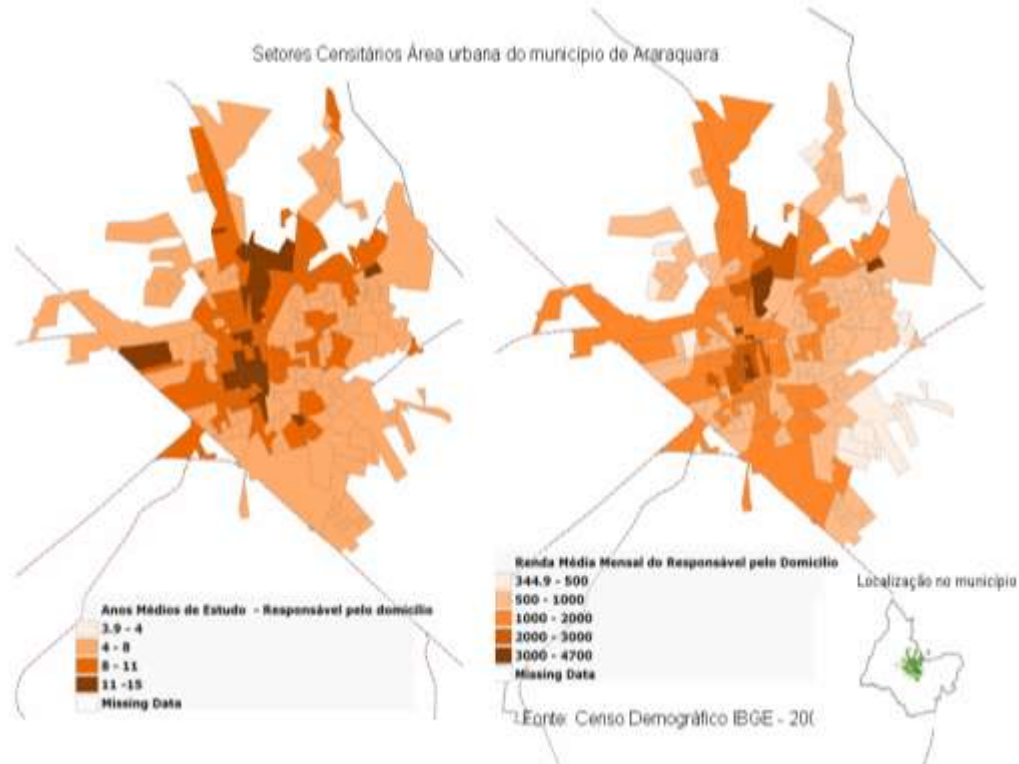
Conforme figura A análise espacial por casos acumulados por mês, evidenciou agrupamentos de casos em áreas que, caso a análise ficasse restrita ao acumulado do ano ficariam mascaradas. As áreas que tiveram grande concentração espacial de casos no primeiro semestre de 2007 tiveram poucos casos no segundo semestre. Este resultado pode contribuir para elaboração de estratégias de ação da vigilância da dengue no nível local.

Conforme podemos observar comparando as figuras 5, 6 e figura 7 os casos dengue ocorreram tanto em áreas de baixa renda quanto nas áreas de alta renda. No primeiro semestre de 2007, as áreas de maior ocorrência foram justamente as áreas com população de maior renda e escolaridade. No entanto no segundo semestre ocorre principalmente em áreas com população de menor renda e escolaridade.

É importante destacar que os resultados obtidos indicam a necessidade de desenvolvimento de análises espaço temporais no estudo da dinâmica de transmissão da dengue e aplicações de técnicas de análise espacial específicas para verificação do nível de significância estatística, testar a hipótese de não aleatoriedade do agrupamento. Neste estudo não foram aplicados testes que avaliam a significância estatística representada pela variação espacial visual, por meio do mapa de intensidade de kernel. Outra limitação

importante do estudo, diz respeito ao uso dos dados de ocorrência pontuais sem considerar a população residente nas áreas, pois nosso objetivo era somente verificar se era possível a identificação de diferenças no padrão de distribuição espacial dos eventos.

Figura 7 - Anos de Estudo e renda média dos responsáveis pelo domicílio - 2000



A análise de casos acumulados anualmente, fornece boas informações sobre o padrão espacial médio no ano, mas parece ser insuficiente para identificação de variações espaço-temporais da incidência, principalmente no contexto intra-urbano. A análise dos dados acumulados por ano, podem mascarar semelhanças e ou diferenças existentes entre as áreas no contexto urbano, e deste modo, particularidades importantes podem não ser investigadas nos estudos voltados a dinâmica de transmissão da dengue em áreas urbanas.

REFERÊNCIAS

Almeida MCM, Caiaffa WT, Assunção RM, Proietti FA. Spatial vulnerability to dengue in a Brazilian urban area during a 7-year surveillance. *J Urb Health* 2007; 84: 334-45.

Barclay, E. Is climate change affecting dengue in the Americas? *www.thelancet.com* Vol 371 March 22, 2008.

Briggs, D. J. - Mapping environmental exposure. In *Geographical & Environmental Epidemiology. Methods for Small Area Studies*. Ed. By P. Elliot. Oxford Medical publications. Great Britain.1996.

Chansang, C. and Kittayapong P. Application of Mosquito Sampling Count and Geospatial Methods to Improve Dengue Vector Surveillance. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 77(5), 2007, pp. 897-902

Costa, A. I. P, Natal D. Distribuição espacial da dengue e determinantes socioeconômicos em localidade urbana no Sudeste do Brasil. *Rev Saúde Pública* 1998; 32:232-6.

Cuzick, J., Elliott, P. - Small-area studies: purpose and methods . in *Geographical & Environmental Epidemiology. Methods for Small Area Studies*. Ed. By P. Elliot. Oxford Medical publications. Great Britain.

Deubel, V.; Murgue, B. Dengue in . *Encyclopedia of arthropod –transmitted Infections of Man and Domesticated Animals*. CABI. New York. 2001.

Elliot, P., Wakefield, J., Best N. And Briggs D. *Spatial Epidemiology. Methods and applications*. Oxford University press. New York. 2006.

Elliott, P. ,Savitz, D. Design Issues in Small-Area Studies of Environment and Health *Environmental Health Perspectives* • VOLUME 116,8 .2008
Forattini OP. *Culicidologia médica: identificação, biologia e epidemiologia*. São Paulo: Edusp; 2002. v. 2.

Fundação Nacional de Saúde. Ministério da Saúde. Manual de dengue: vigilância epidemiológica e atenção ao doente. Departamento de Operações, Fundação Nacional de Saúde, Ministério da Saúde, Brasília: 1995.

Glasser CM & Gomes A de C 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

Gomes, A. C, Silva, N., N. , Bernal1, R. ,T.I., Leandro, A. S.; Camargo, N. J., Silva, A.M.; Ferreira, A.C, Ogura, L. C., Oliveira, S.J. e Moura, S.,M. Especificidade da armadilha Adultrap para capturar fêmeas de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 40(2):216-219, mar-abr, 2007

Gurgel Rq, Dias Imo, França Vla, Castañeda Dfn. Distribuição espacial do baixo peso ao nascer em Sergipe, Brasil, 1995/1998 *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 21(5):1329-1337, set-out, 2005.

Guha-Sapir, D. Schimmer, B. Dengue fever: new paradigms for a changing epidemiology *Emerging Themes in Epidemiology* 2005, 2:1.

Kittayapong P, Yoksan S, Chansang U, Chansang C, Bhumiratana A. Suppression of dengue transmission by application of integrated vector control strategies at sero-positive GIS-based foci. *Am J Trop Med Hyg*. 2008 Jan;78(1):70-6.

Laporta, J. L. Dengue e infestação do *Aedes Aegypti* no município de São Paulo. Tese de doutorado. Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo. São Paulo . 2004

Lawson A.B. *Statistical Methods in Spatial Epidemiology*. New York. John Wiley, 2001.

Lian, C. W.; Seng, M. C., H. ; Chai, W. Y. Spatial, environmental and entomological risk factors analysis on a rural dengue outbreak in Lundu District in Sarawak, Malaysia *Tropical Biomedicine* 23(1): 85–96 2006.

Nakhapakorn K, Tripathi N. An information value based analysis of physical and climatic factors affecting dengue fever and dengue haemorrhagic fever incidence. *Int J Health Geogr* 2005 Jun 8;4:13.

Penna, M.L.F. Um desafio para a saúde pública brasileira: o controle do dengue. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 19(1):305-309, jan-fev, 2003.

Pirages, D., Runci, P., Sprinkle, R.- Human Populations in the shared environment. Ecosystem change and public health. A global perspective. Edited by Joan L. Aron, eand Jonathan A. Patz. The Johns Hopkins University Press. Baltimore. 2001.

São Paulo. Secretaria de Saúde do Estado de São Paulo. Informe Técnico: Dengue. Centro de Vigilância Epidemiológica – Divisão de Zoonoses. Disponível em Acessado em junho de 2008.

Teixeira MG, Costa MCN, Barreto ML, Mota E. Dengue e febre hemorrágica do dengue no Brasil: que tipo de pesquisas a sua tendência, vigilância e experiências de controle indicam ser necessárias? *Cad Saúde Pública*, 2005; 21:1307-15.

Thammapalo S., V. Chongsuvivatwong, A. Geater And M. Dueravee. Environmental factors and incidence of dengue fever and dengue haemorrhagic fever in an urban area, Southern Thailand. *Epidemiol. Infect.* (2008), 136, 135–143. Cambridge University Press.

Zhang X, Christoffel Kk, Mason M, Liu L. Identification of contrastive and comparable school neighborhoods for childhood obesity and physical activity research. *Int J Health Geogr.* 2006.