



MAPEAMENTO E MODELIZAÇÃO GRÁFICA DO DENGUE NO ESTADO DE SÃO PAULO: O MODELO DE UMA DÉCADA

Rafael de Castro Catão (rafadicaastro@gmail.com) - UNESP

Eixo temático 01: Dimensões Teóricas e Metodológicas da Geografia da Saúde

Resumo

Neste presente trabalho temos como objetivo mapear e modelizar o dengue no estado de São Paulo, na primeira década do século XXI, utilizando como base as teorias e técnicas da geocartografia e da modelização gráfica. A decisão de utilizarmos a modelização gráfica, proposta pelo geógrafo francês Roger Brunet (1980), foi em decorrência da limitação dos mapas temáticos em relação à prospecção de estruturas espaciais abstratas e mais refinadas. Para alcançarmos essa prospecção foi necessário trabalhar os mapas temáticos a fim de extrair do fenômeno, ou processo estudado, as formas geográficas recorrentes, os aspectos particulares e gerais e os traços de contingência e dinamização. Para tanto, utilizamos os dados de casos notificados de dengue por município de residência entre 2001 e 2011 oriundos do SINAN/MS. Em seguida calculamos a incidência anual de casos por municípios. Posteriormente mapeamos os casos e as taxas anuais empregando o softwares ArcGis9.3® e PhilCarto® e elaboramos mapas temáticos. Após o mapeamento temático, e juntamente com as referências bibliográficas, criamos os modelos parciais que traduziram algumas características do dengue nesse território e, por fim, criamos o modelo síntese do dengue no Estado de São Paulo durante a primeira década do século XXI. Obtivemos como resultado um modelo síntese que apresenta algumas estruturas espaciais fundamentais para se compreender a dinâmica da doença e suas vinculações com os determinantes da doença. Notamos os grandes domínios da doença (como no litoral e no interior), as cidades que mais notificaram, as que não notificaram e a provável área de expansão da doença. O modelo nos possibilitou visualizar as áreas prioritárias de combate a doença e as áreas que apresentam algum fator, natural ou social, que limite a existência da doença, como temperatura, altitude, densidade demográfica, população urbana ou fluxos rodoviários.

Palavras-chave: Dengue; Modelização Gráfica; Cartografia; Geografia da Saúde

Abstract

The aim of this paper is to map and elaborate an graphical model of dengue fever in São Paulo State, in the first decade of 21st century. We used the theories of geocartography and graphical modeling proposed by the French geographer Roger Brunet in 1980, in the book 'Deciphering the World'. This choice was due to the limitation of the thematic cartography in generate and prospect more generalized and refine spatial structures. To achieve this prospection was necessary to work with thematic maps and from them extract from the phenomena, or the process, the geographical forms, both general and specific aspects and the tracks of contingency and dynamics. For mapping dengue fever we used the reported dengue cases for municipality of residence between 2001 e 2011, this data was achieved from the Health Ministry. Afterwards we calculated the annual incidence rate for the municipality. Then we used the ArcGis® and PhilCarto® software's to map and elaborated the thematic maps. With the thematic maps and the bibliography of this issue we created partial models that translate some characteristics of dengue fever in this territory, and, we



finally created the synthesis model of dengue fever in São Paulo State in the first decade of 21ST century. As result we accomplished the synthesis model that show us some spatial structures to understand the disease dynamics and its links to the dengue's determinants. We've notice that the great domains of the disease (like the shore and countryside), the cities that most notified and those that not notified anything e the probable vector of diffusion. The model possibilities visualized the combat priority areas and the areas that show some facto, social or natural, that limited the existence of disease, like temperature, high, demographic density, urban population and road flow.

Key-Words: Dengue fever; Graphical Model; Cartography, Geography of Health.

1.Introdução

Os mapas temáticos tem um limite em relação à prospecção de estruturas espaciais mais abstratas e refinadas. Para essa prospecção é necessário trabalhar com mapas temáticos e desses extrair as formas geográficas recorrentes, os processos mais gerais e mais específicos, os traços de contingência e dinamização daquele fenômeno. Além de extrair as formas recorrentes devemos também confrontar o que visualizamos no mapa com as referencias bibliográficas, e assinalar nos mapas esses traços encontrados. Nesse artigo utilizaremos o exemplo do contexto do dengue no Estado de São Paulo para aplicar a metodologia de modelos gráficos detalhada por Brunet (1980) e Thery (2004). A modelização gráfica foi criada por Roger Brunet e desenvolvida e difundida por geógrafos franceses ligados a ele. Denominada também de Coremática essa abordagem ultrapassa a proposição metodológica de elaboração de formas de representação e consiste em uma visão/concepção de geografia. Girardi (2008, p. 72) afirma que a “coremática tem como propósito analisar os sistemas de forças resultantes da interação entre os diferentes atores na produção do espaço geográfico” e desta interação surgiriam estruturas elementares do espaço. Existem alguns pressupostos para a criação das estruturas:

a hipótese básica é que cada lugar situa-se numa série de ‘campos’ que estruturam o espaço, cuja interferência local forma um sistema; que cada situação define-se em relação a fluxos, por conseguinte em relação a centros, direções, limites [...] Outra hipótese forte é que estas estruturas e as suas combinações podem ser representadas por modelos. (THÉRY, 2004, p. 179).

Théry (2004, p. 180).afirma que as estruturas elementares podem ter uma representação gráfica, transcritas por meio de modelos gráficos. Essa abordagem teria então o objetivo de “detectar as estruturas fundamentais do espaço” e a partir disso elaborar os modelos gráficos. Um parêntese precisa explicitando que existe uma diferença entre os Coremas e outros esquemas, mapas e outras formas de simplificação da realidade que também são comumente denominados de modelos. Segundo Théry (2004) a riqueza dessa



VI SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA DA SAÚDE

III FÓRUM INTERNACIONAL DE GEOGRAFIA DA SAÚDE

Geografia da Saúde: desigualdades socioambientais e promoção da qualidade de vida

São Luís (MA), 21 a 24 de outubro de 2013.

abordagem está no movimento de análise-síntese embutido na elaboração desse modelo, compreende-se o território e a partir dessa compreensão extrai-se algumas estruturas fundamentais e as coloca à prova na medida em que há o movimento do pensamento, indo do real ao modelo e desse de volta ao real. Para *decifrar a terra* como propõe Brunet, existem uma série de '*figuras geográficas recorrentes*' estruturadas a partir desse sistema de forças, e que foram formalizadas em um alfabeto, em que cada figura denominou-se coremas (GIRARDI, 2008). Os coremas podem ser entendidos como "elementos básicos da organização dos territórios, representados por modelos gráficos" (THÉRY, 2012, p. 178). Para aplicar a teoria da coremática trabalhamos com a dinâmica do dengue na primeira década do século XXI no Estado de São Paulo, onde procuramos encontrar as linhas gerais desse fenômeno e seus condicionantes e barreiras.

2. Metodologia

Utilizamos os dados de casos notificados de dengue por município de residência entre 2001 e 2011 oriundos do SINAN/MS. Em seguida calculamos a incidência anual de casos por municípios. Posteriormente mapeamos os casos e as taxas anuais empregando o softwares ArcGis9.3® e PhilCarto® e elaboramos mapas temáticos. Após o mapeamento temático, e juntamente com as referências bibliográficas, criamos os modelos parciais que traduziram algumas características do dengue nesse território e, por fim, criamos o modelo síntese do dengue no Estado de São Paulo durante a primeira década do século XXI.

3. Resultados e Discussão

Primeiramente iniciamos essa análise com uma estrutura espacial que condiciona muitos fatores relacionados ao dengue. As principais rodovias possibilitam o fluxo de pessoas e mercadorias e também de vírus e vetores, entre áreas endêmicas e áreas indenes. As principais rodovias também fazem parte da estrutura de cidades maiores, mais densas e com dinâmica econômica mais forte. Esse leque de rodovias paulistas cortam as principais cidades médias e todas as áreas metropolitanas.

O primeiro modelo foi baseado nos mapas de rodovias de Catão (2011), influenciado pelos modelos de São Paulo de Thery (2004).

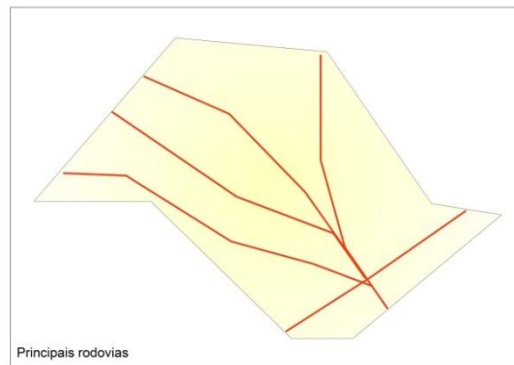


VI SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA DA SAÚDE

III FÓRUM INTERNACIONAL DE GEOGRAFIA DA SAÚDE

Geografia da Saúde: desigualdades socioambientais e promoção da qualidade de vida

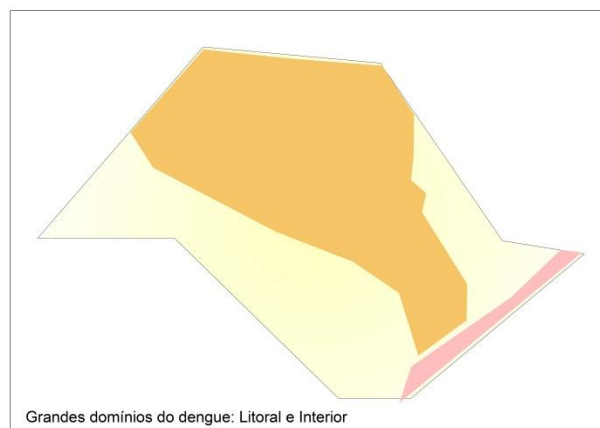
São Luís (MA), 21 a 24 de outubro de 2013.



Modelo 1 – Leque das principais rodovias de São Paulo

Elaboração: Rafael de Castro Catão

O segundo modelo diz respeito aos dois principais domínios do dengue em São Paulo – o litoral e o interior. Os domínios do dengue são entendidos como uma extensão onde ocorrem padrões semelhantes. Esse padrão leva em consideração a história do agravo nessa região, os determinantes ambientais e sociais – temperatura e altitude, densidade demográfica e densidade rodoviária, cobertura de infraestrutura e porte das cidades. Essa é ainda uma visão preliminar desenvolvida por Catão (2011).



Modelo 2 – Domínios do dengue em São Paulo

Elaboração: Rafael de Castro Catão

O terceiro modelo é fruto dos mapa 01 e 02, nas páginas seguintes. Nesse modelo identificamos a intensidade das áreas afetadas de dengue no estado, criando três estratos de acordo com taxa média do período. O Mapa 01 é fruto da operação de interpolação do número absoluto de casos no período de 2001 a 2011, e como resultado evidencia as áreas que possuem municípios vizinhos que têm altos valores. O mapa 02 é fruto da predição da taxa média do dengue nesse mesmo período. A taxa média foi calculada com base na soma



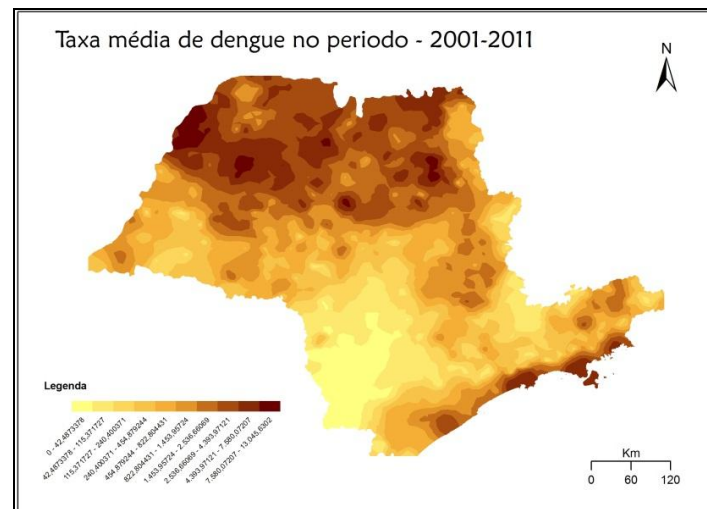
VI SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA DA SAÚDE

III FÓRUM INTERNACIONAL DE GEOGRAFIA DA SAÚDE

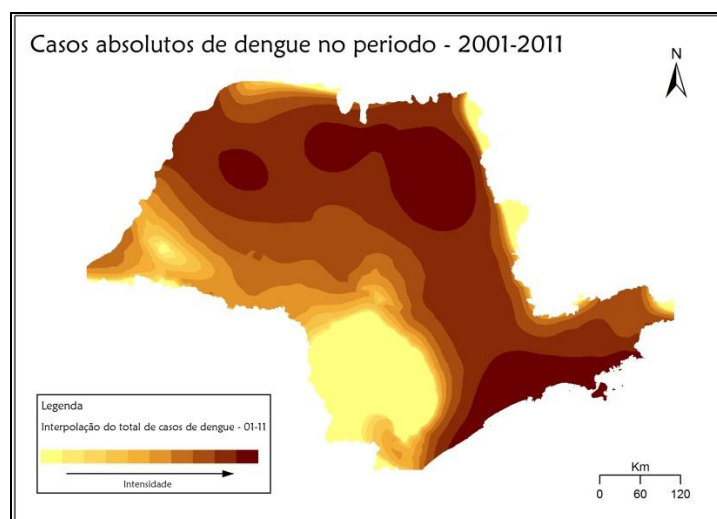
Geografia da Saúde: desigualdades socioambientais e promoção da qualidade de vida

São Luís (MA), 21 a 24 de outubro de 2013.

dos casos de dengue divididos pela população do meio do período e multiplicado por 100 mil. Desta forma podemos visualizar as áreas que mais sofreram proporcionalmente, sem a questão do efeito da população. A partir desses dois mapas foi possível delimitar no modelo a área endêmica do estado (que tem algum tipo de hachura) e área de intensidade baixa, média e alta. Quanto as áreas de baixa intensidade temos o Pontal do Paranapanema e as microrregiões de Ourinhos e Assis. As áreas de alta intensidade são aquelas em volta das cidades de Ribeirão Preto, São José do Rio Preto, Araçatuba, as três metrópoles paulistas e quase todo o litoral. Todo restante da área endêmica é considerada de média intensidade. As áreas não hachuradas não apresentam transmissão apreciável nessa escala.



Mapa 1 – Interpolação do número casos de dengue por município – 2001 - 2011
Fonte: SINAN, 2012



Mapa 2 – Taxa média de dengue no período 2001-2011.
Fonte: SINAN, 2012. Elaboração: Rafael de Castro Catão

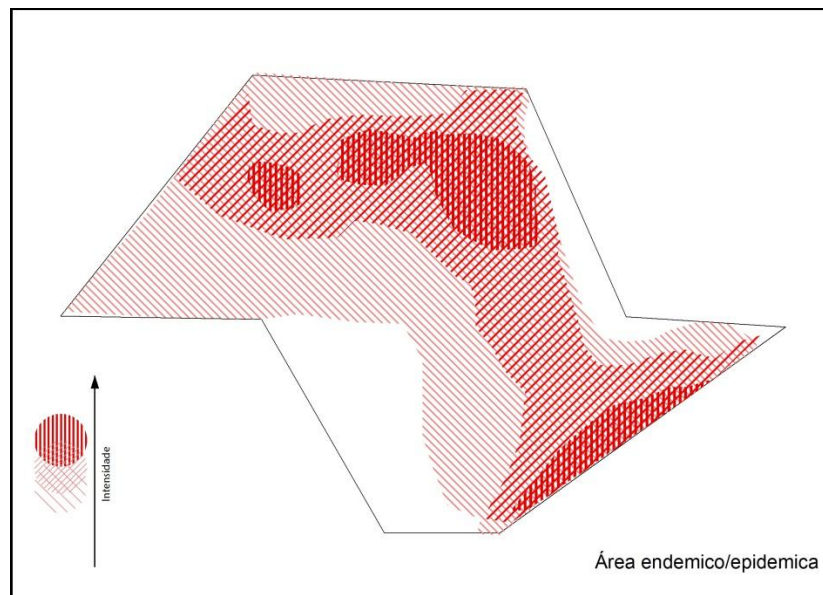


VI SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA DA SAÚDE

III FÓRUM INTERNACIONAL DE GEOGRAFIA DA SAÚDE

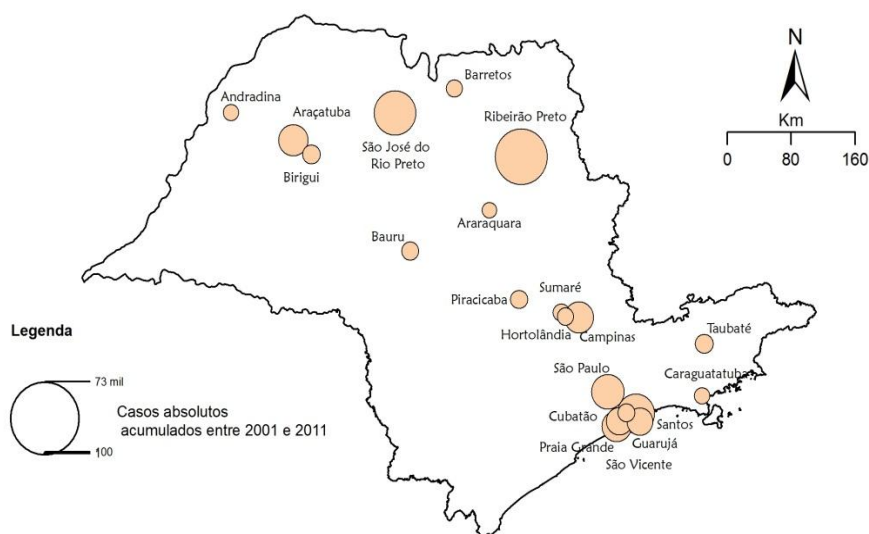
Geografia da Saúde: desigualdades socioambientais e promoção da qualidade de vida

São Luís (MA), 21 a 24 de outubro de 2013.



Modelo 3 - Áreas endêmico/epidêmicas e regiões mais atingidas de São Paulo.

Elaboração: Rafael de Castro Catão



Municípios com o maior número de casos

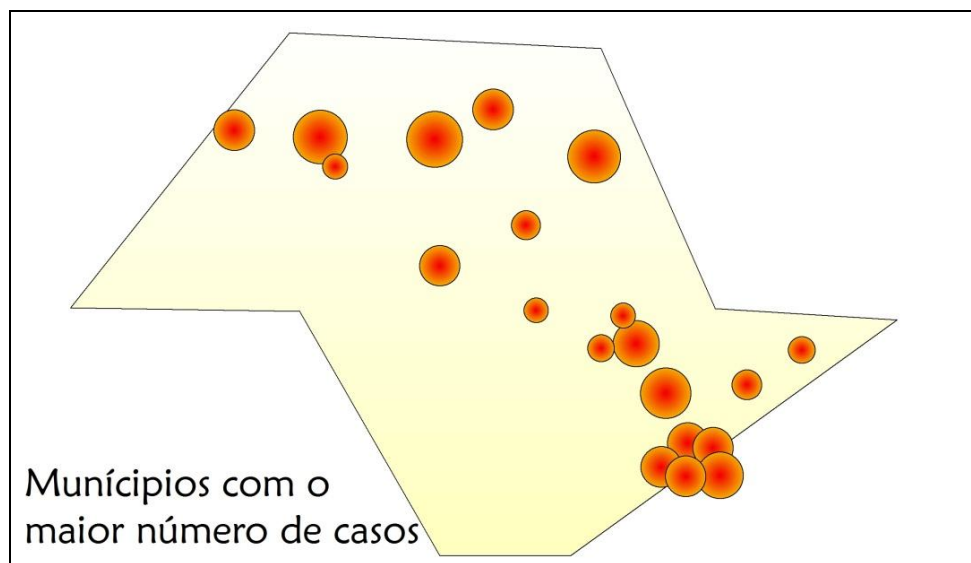
Mapa 3 – Suavização da taxa média de dengue no período 2001-2011

Fonte: SINAN, 2012. Elaboração: Rafael de Castro Catão

O Modelo, abaixo, 4 foi elaborado a partir do Mapa 3, acima. O Modelo 4 representa as cidades com transmissão mais significativa de dengue, complementa o modelo 3, e insere mais dois pontos de debate: o papel das cidades grandes na manutenção endêmica de vírus de dengue e sua capacidade mediante os objetos geográficos nelas instalados de difundir os vírus na rede urbana, em locais muitas vezes



longínquos. As cidades grandes muitas vezes extravasam as suas epidemias para suas hinterlândias, como podemos ver as manchas de alta intensidade no Modelo 3 e compararmos com as cidades do Modelo 4. Podemos notar que essas cidades estão todas ao longo dos eixos estruturantes do estado (rodovias – Modelo 1). Estão concentradas no litoral (6 cidades), região metropolitana de Campinas (3 cidades) e na porção oeste-noroeste do estado.



Modelo 4 – Cidade com o número maior de casos

O próximo modelo, o Modelo 05, representa as áreas que não apresentam transmissão ou apresentam transmissão abaixo do nível médio do estado. Para compor esse modelo utilizamos o Mapa 4 que tem a sobreposição das cidades com o menor número de casos com a interpolação de casos com a legenda invertida. Esse modelo mostra os municípios com poucos ou sem nenhum caso e as áreas menos afetadas pelo dengue no estado. Elas foram elaboradas a partir de mapas com os mesmos dados dos mapas de intensidade, contudo, sua representação evidencia as áreas pouco afetadas. O resultado desse modelo aponta as áreas do vale do Ribeira, Serra do Mar e os contrafortes da Serra da Mantiqueira com taxas abaixo da média e em algumas áreas sem casos em todo período. Podemos explicar esse fato a partir da noção das barreiras geográficas, que impedem o estabelecimento de ciclos autóctones pela ausência de fatores determinantes. As barreiras geográficas são constituídas pela ausência de fatores determinantes descritos na literatura, como áreas mais altas (acima dos mil metros), mais frias, com baixa densidade demográfica e alta cobertura de serviços de saneamento. Identificamos duas barreiras – uma de temperatura na porção sul do estado e uma de altitude na porção norte. Na serra do



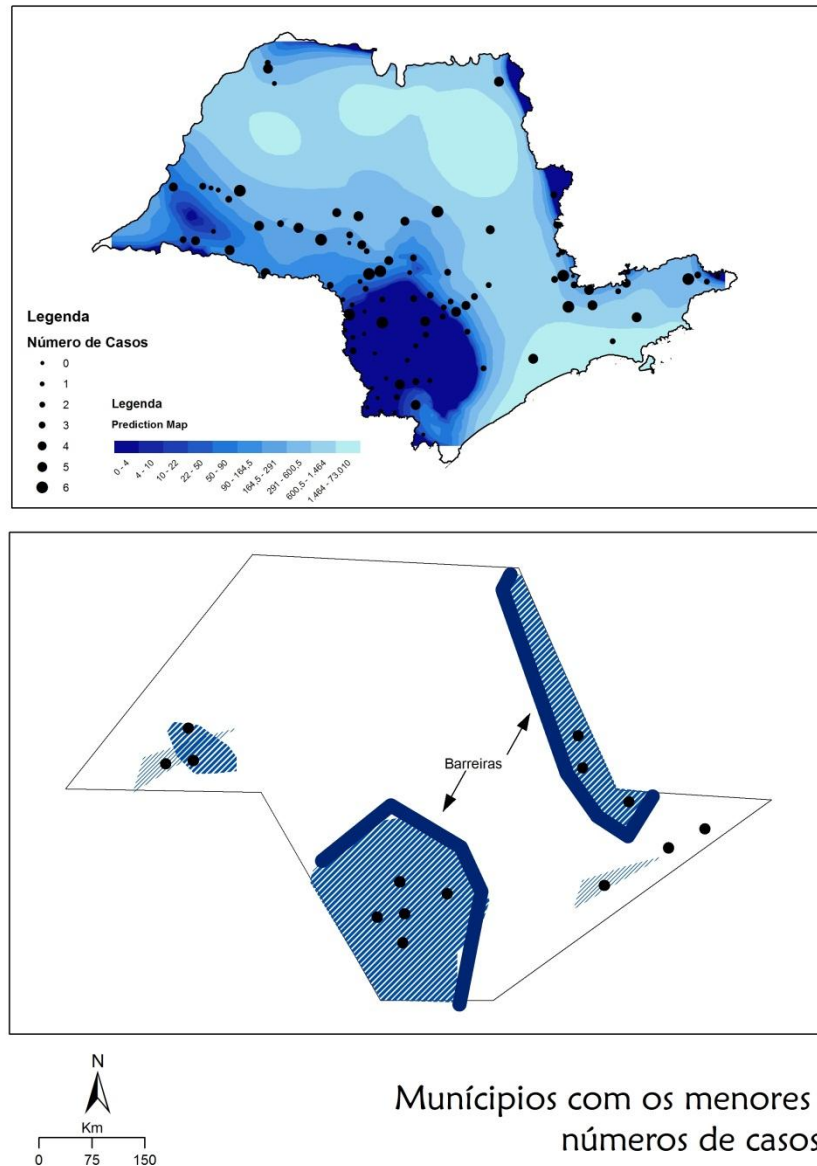
VI SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA DA SAÚDE

III FÓRUM INTERNACIONAL DE GEOGRAFIA DA SAÚDE

Geografia da Saúde: desigualdades socioambientais e promoção da qualidade de vida

São Luís (MA), 21 a 24 de outubro de 2013.

Mar e no Pontal não identificamos nenhuma barreira geográfica descrita na literatura. As barreiras estão assinaladas pelos contornos mais grossos no Modelo 5.



Mapa 4 - Suavização da taxa média de dengue no período 2001-2011 com legenda invertida

Fonte: SINAN, 2012. Elaboração: Rafael

Modelo 5 - Suavização da taxa média de dengue no período 2001-2011 com legenda invertida

Por fim selecionamos com base na Classificação Hierárquica Ascendente (análise de dendograma) das taxas anuais quatro tipos de padrões espaço-temporais de dengue, Mapa 5, na página seguinte. Desses padrões, dois já haviam sido contemplados (alta incidência e baixa incidência), porém outros dois padrões se tornaram visíveis a área de expansão recente e a área epidêmica esporádica. Como a área epidêmica esporádica se



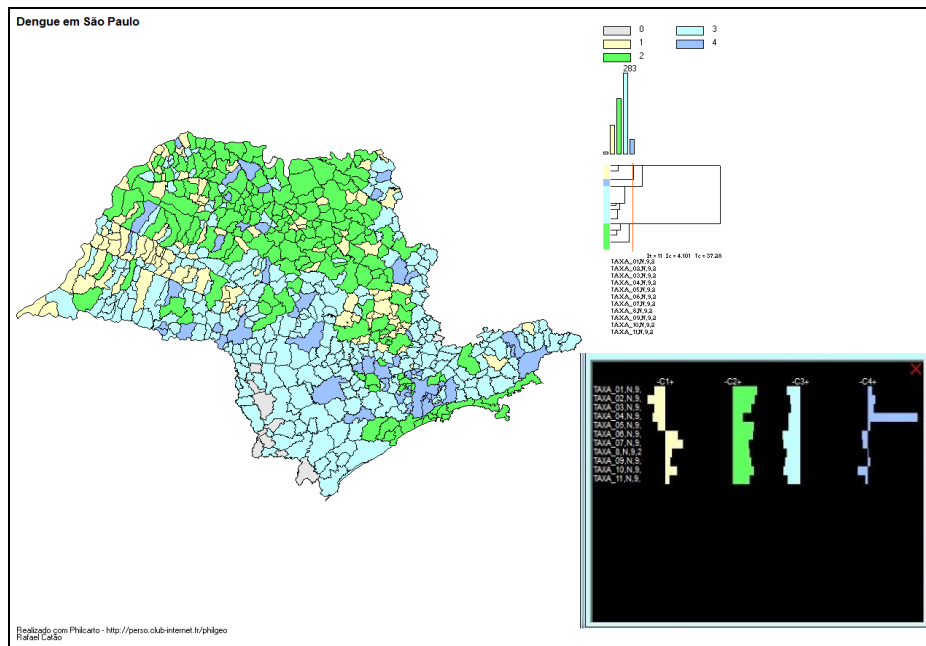
VI SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA DA SAÚDE

III FÓRUM INTERNACIONAL DE GEOGRAFIA DA SAÚDE

Geografia da Saúde: desigualdades socioambientais e promoção da qualidade de vida

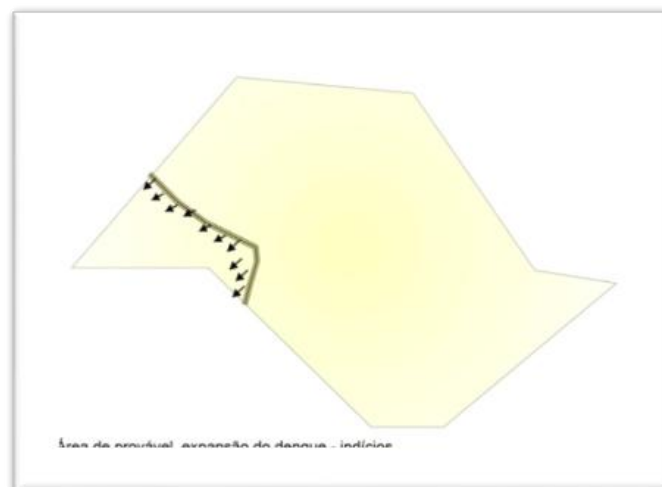
São Luís (MA), 21 a 24 de outubro de 2013.

constitui principalmente em cidades de porte maior que apresentam epidemias de dengue, e quando apresentam, são geralmente explosivas, enquadrando-las juntamente com as de alta incidência. Entretanto, a área de expansão evidencia uma mudança de padrão, uma área nova sendo incorporada no domínio do interior. O padrão é claro em mostrar que essa área está concentrada em duas regiões – Pontal do Paranapanema e na Mesorregião de Campinas. No Pontal esse vetor de expansão é sobre uma área de baixa intensidade por isso decidimos evidenciar esse padrão, com o Modelo 6..



Mapa 5 – Mapa elaborado a partir CHA de evolução da taxa média 2001 – 2011.. (**C1** - Área de expansão recente; **C2** – Área mais antiga e consolidada endêmico/epidêmica; **C3** – área sem a doença/ou com abaixo da média; **C4** – Área epidêmica esporádica). **Fonte:** SINAN, 2012.

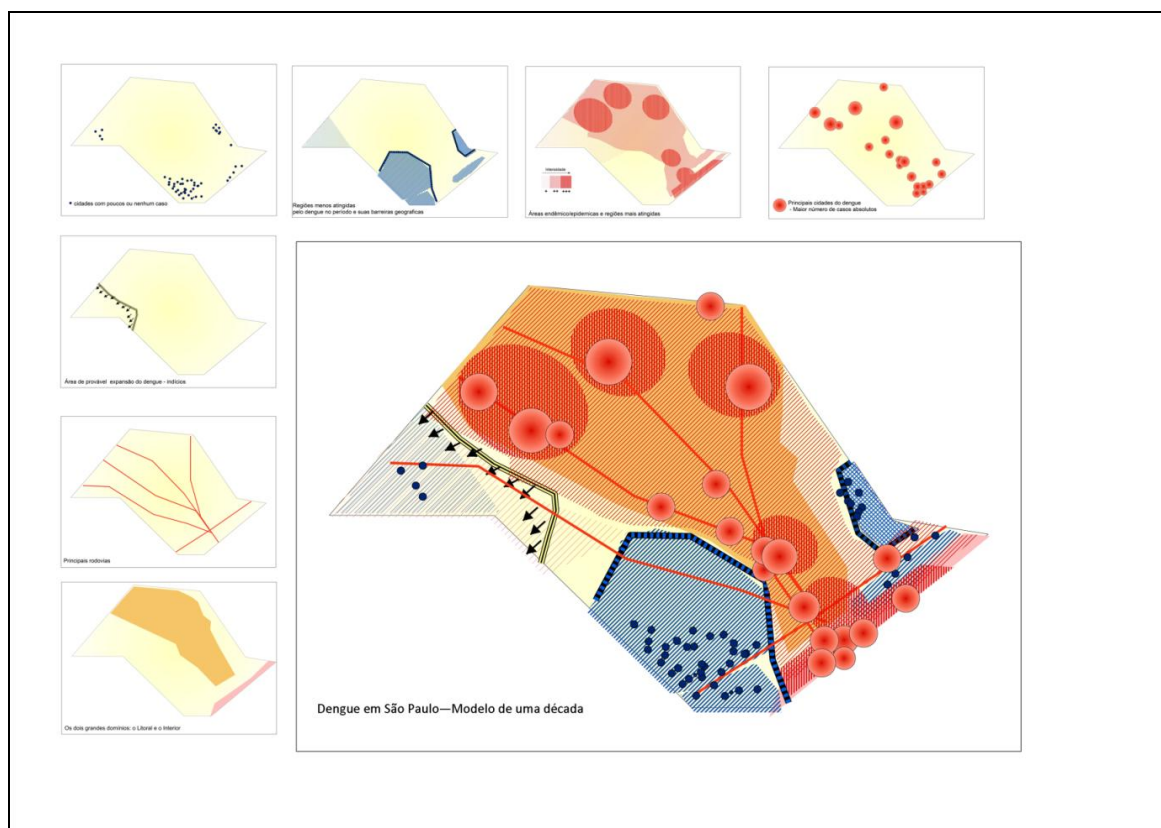
Elaboração: Rafael de Castro Catão



Modelo 6 – Área de expansão/consolidação do dengue no período 2001-2011. Elaboração: Rafael de Castro Catão



Após essa apresentação dos modelos parciais, decidimos sobrepô-los criando o modelo final que destaca a atuação do dengue durante a primeira década do século XXI. Podemos visualizar o modelo explicativo expresso graficamente, em que todos os elementos estão dispostos compondo o quadro geral. Notamos uma relação entre cidades e regiões mais atingidas, rodovias e a ausência de barreiras. De uma maneira complementar vemos as áreas de expansão sobre áreas sem barreiras geográficas evidentes e o possível aumento das áreas de alta transmissão em locais onde há cidades com muitos casos e a região não apresenta ainda esses valores (como Bauru, Taubaté e Piracicaba).



Modelo Geral – O dengue no século XXI no Estado de São Paulo

4. Considerações Finais

A modelagem conseguiu extrair de leituras passadas e da visualização dos dados novos uma série de padrões e estruturas espaciais, possibilitando a postura ativa do pesquisador frente ao tema pesquisado. Foi possível ver com maior clareza processos que não estavam claros somente com o mapeamento tradicional e evidenciou também a superioridade do modelo frente ao mapa quando se trata de análise de um tema durante um período. O produto final apresenta algumas estruturas espaciais fundamentais para se compreender a



VI SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA DA SAÚDE

III FÓRUM INTERNACIONAL DE GEOGRAFIA DA SAÚDE

Geografia da Saúde: desigualdades socioambientais e promoção da qualidade de vida

São Luís (MA), 21 a 24 de outubro de 2013.

dinâmica da doença e suas vinculações com os determinantes da doença. Isso nos permitirá, posteriormente, a comparação com outros estados brasileiros e com outros períodos dentro do estado de São Paulo. O modelo também nos permitiu analisar as áreas prioritárias da doença no estado, além de evidenciar alguns pontos que necessitam de mais investigações, como: o papel das redes urbanas na manutenção e difusão da doença; como podemos identificar e conceituar as barreiras geográficas do dengue; qual a melhor forma de representar as taxas altas em municípios com pouca população, entre outras questões mais abrangentes.

Referencias

CATÃO, Rafael de Castro. **Dengue no Brasil: abordagem geográfica na escala nacional**. 2011. 185 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

GIRARDI, E. P. **Proposição teórico--metodológica de uma Cartografia Geográfica Crítica e sua aplicação no desenvolvimento do Atlas da Questão Agrária Brasileira**. 2008. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

SINAN. **Sistema de Informação de Agravos de Notificação** [Tabulador de dados do Ministério da Saúde]. Disponível em: www.datasus.gov.br. Acesso em: 05 07 2012.

THÉRY, H. Modelização gráfica para análise regional: um método. **GEOUSP**, São Paulo, n. 15, 2004, p. 179-188.

THÉRY, H. Chave para a leitura do território paulista. In: **Atlas Seade de Economia Paulista**. São Paulo: SEADE, 2006