

Análise geoespacial: um estudo sobre a dengue

Geospatial analysis: a study about dengue

Micheline Pimentel Ribeiro Cavalcante¹

Cesar de Oliveira²

Flávio Batista Simão³

Paulo Reis Lima³

Pedro Sadi Monteiro¹

Descritores

Dengue; Sistemas de informação geográfica/métodos; Enfermagem em saúde pública; Avaliação em enfermagem; Prática avançada de enfermagem

Keywords

Dengue; Geographic processing systems/methods; Public health nursing; Nursing assessment; Advanced practice nursing

Submetido

27 de Junho de 2013

Aceito

2 de Agosto de 2013

Autor correspondente

Micheline Pimentel Ribeiro Cavalcante
Campus Universitário Darcy Ribeiro,
Brasília, DF, Brasil. CEP: 70910-900
mprcavalcante@hotmail.com

Resumo

Objetivo: Descrever/analisar o espaço geográfico dos coeficientes de incidência de dengue segundo área urbana da Região Norte do município de Palmas/TO, Brasil.

Métodos: Trata-se de um estudo analítico ecológico transversal, que avalia hipóteses de relações de causa (variáveis socioeconômicas e ambientais) e efeito (casos confirmados de dengue) simultaneamente. É ecológico, pois a unidade de observação passa de indivíduos para grupos de indivíduos, onde áreas geográficas foram usadas como unidades de análise (epidemiologia espacial).

Resultados: Revelam que o número de casos de dengue registrados em Palmas (2011) aumentou 170% em relação ao ano anterior.

Conclusão: Alertarmos para uma epidemia através dos dados apresentados. Assim, sugerimos a necessidade de alterações nas estratégias utilizadas atualmente e aprimoramento das ações de vigilância para controlar o vetor *Aedes aegypti*, reduzindo a infestação a níveis inferiores a 1%, e consequentemente, minimizar o impacto da doença na saúde da população.

Abstract

Objective: To describe/analyze the geographic space of the incidence rates according to the urban area.

Method: This was an analytical cross-sectional ecological study to evaluate hypotheses of the relationships of cause (socioeconomic and environmental variables) and effect (confirmed cases of dengue) simultaneously. It was ecological, as the observation unit passed from individuals to groups of individuals, in which geographical areas were used as units of analysis (spatial epidemiology).

Results: Revealed that the number of reported cases of dengue in Palmas (2011) increased 170% in relationship to the previous year.

Conclusion: We call attention to an epidemic through the data presented. Thus, we suggest the need for changes in the strategies used today and enhancement of surveillance actions to control the mosquito *Aedes aegypti*, reducing the infestation to levels below 1%, and consequently to minimize the impact of the disease on the health of the population.

¹Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.

²University College of London, Londres, Reino Unido.

³Universidade Federal de Rondônia, Rondônia, RO, Brasil.

Conflitos de interesse: não há conflitos de interesse a declarar.

Introdução

A análise espacial tem sido utilizada há muitos anos em ciências exatas para verificar a dispersão de contaminação de solo, extensão de depósitos minerais e a variação de características geoambientais de dados regionalizados.⁽¹⁾ Atualmente, em ciências da saúde, devido à reemergência de muitas doenças infecciosas, bem como às freqüentes epidemias em diversas regiões do país, é retomada a teoria epidemiológica de John Snow, datada de 1854, que surgiu para explicar a contaminação ambiental e sua associação com a epidemia da cólera em Londres.^(2,3)

Epidemiologia geográfica, epidemiologia espacial e geografia médica têm sido mencionadas na literatura como sinônimos “...para descreverem um conjunto dinâmico de teoria e métodos analíticos relacionados com o estudo de padrões espaciais da incidência e mortalidade de doenças.”⁽⁴⁾

A evidente decadência dessa teoria biologicista, que tenta buscar no agente a causa de todas as doenças infectocontagiosas,⁽⁵⁾ e o surgimento de novas teorias, dentre elas a ecológica,⁽⁶⁾ com enfoque na multicausalidade, reforça a importância da utilização de novos procedimentos e técnicas que encontrem no espaço a causalidade das doenças na população. Se a doença é uma manifestação do indivíduo, a situação de saúde é uma manifestação do lugar. Os lugares, dentro de uma cidade ou região, são resultados de um acúmulo de situações históricas, ambientais e sociais que promovem condições particulares para a produção de doenças. Uma das questões importantes para o diagnóstico de situações de saúde, nesse sentido, é o desenvolvimento de indicadores capazes de detectar e refletir condições de risco à saúde, advindos de condições ambientais e sociais adversas. Esses indicadores devem permitir a identificação dos lugares, suas relações com a região, bem como a relação entre a população e seu território. É nessas relações que se desenvolvem meios propícios para o desenvolvimento de doenças e também para seu controle.⁽⁷⁾

O novo processo saúde-doença aponta na direção da superação da dicotomia entre as chamadas práticas coletivas (vigilância epidemiológica e sanitária) e as práticas individuais (assistência am-

bulatorial e hospitalar), por meio da incorporação das contribuições da nova geografia, e de análises geoestatísticas que apresentam uma alternativa para o adequado planejamento estratégico da gestão pública.^(8,9)

A realidade da saúde pública no Brasil e os poucos recursos existentes para contingenciar as ações e serviços assistenciais de saúde impulsionam a gestão pública a buscar novos métodos epidemiológicos, rápidos e eficazes, e que principalmente usem as tecnologias já existentes para uma melhor priorização das ações e conseqüente resposta rápida para melhorar a vida da população. Diante do avanço da dengue no Brasil, que demonstra que as ações convencionais de controle aplicadas não tem efetivamente reduzido a incidência de casos e dispersão da doença, ou impedido a proliferação do vetor em ambientes urbanos, o presente trabalho propõe descrever metodologia geoespacial, como instrumento da gestão pública, para verificar a relação entre o Índice de Infestação Predial (IIP) e a dispersão dos casos de dengue na cidade de Palmas-TO.

Métodos

O trabalho constitui-se em um estudo de validação de procedimentos metodológicos geoespaciais,⁽¹⁰⁾ por meio de um desenho epidemiológico ecológico transversal.^(11,12) Como área de aplicação deste método, utilizou-se o perímetro urbano da cidade de Palmas, que está localizada no estado de Tocantins (Figura 1), situando-se geograficamente nas proximidades do encontro de coordenadas 10° 25' S e 48° 10' W.

A cidade é formada por 179 quadras, distribuídas em seis grandes áreas: noroeste (20 quadras-ARNOS), nordeste (36 quadras-ARNES), sudeste (45 quadras – ARSES), sudoeste (35 quadras-ARSOS), Palmasul 1 (24 quadras) e Palmasul 2 (19 quadras) - além das áreas verdes (AV), áreas setoriais regionais (ASR), áreas comerciais (AC), áreas públicas municipais (APM) e áreas estaduais (AE).

Os locais selecionados para a análise espacial dos dados foram distribuídos em todas as quadras residenciais, comerciais, APM, AV e AE, totalizando

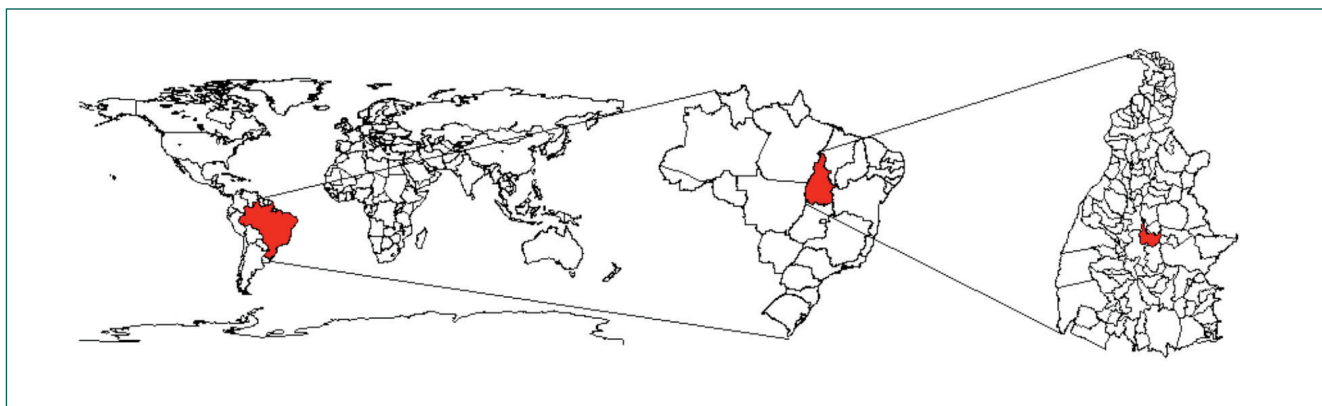


Figura 1. Localização da cidade de Palmas – TO

273 centróides, segundo mapa de zoneamento,⁽¹³⁾ conforme a figura 2.

As coordenadas geográficas das 273 quadras foram catalogadas e associadas ao número de casos de dengue e índice de infestação predial (IIP). Primeiramente foi realizado a aquisição dos dados, em que um grupo de indivíduos foram georeferenciados de acordo com a sorologia positiva da dengue, baseados nos casos notificados pelo Sistema de Informação de Agravos Notificados (SINAN); número de focos de *Aedes aegypti* por domicílio pelo Sistema de Informação de Febre Amarela e Dengue (SISFAD);

e coordenadas geográficas pelo Sistema de Informação Geográfica -SIG – Palmas.

Para a classificação de risco no espaço geográfico foi utilizada a mediana (11 casos) como parâmetro de corte do número de casos de dengue e IIP.⁽⁹⁾ Foram estabelecidas três classificações de risco: baixa incidência – 0 a 10 casos; média incidência – 11 a 30 casos e alta incidência – mais de 30 casos.

Para modelagem espacial, foi utilizado o método⁽¹⁴⁾ *Krigeagem* (KI), em que os dados estratificados por área possibilitaram a geração de mapas de probabilidade de ocorrência de casos, de índice de

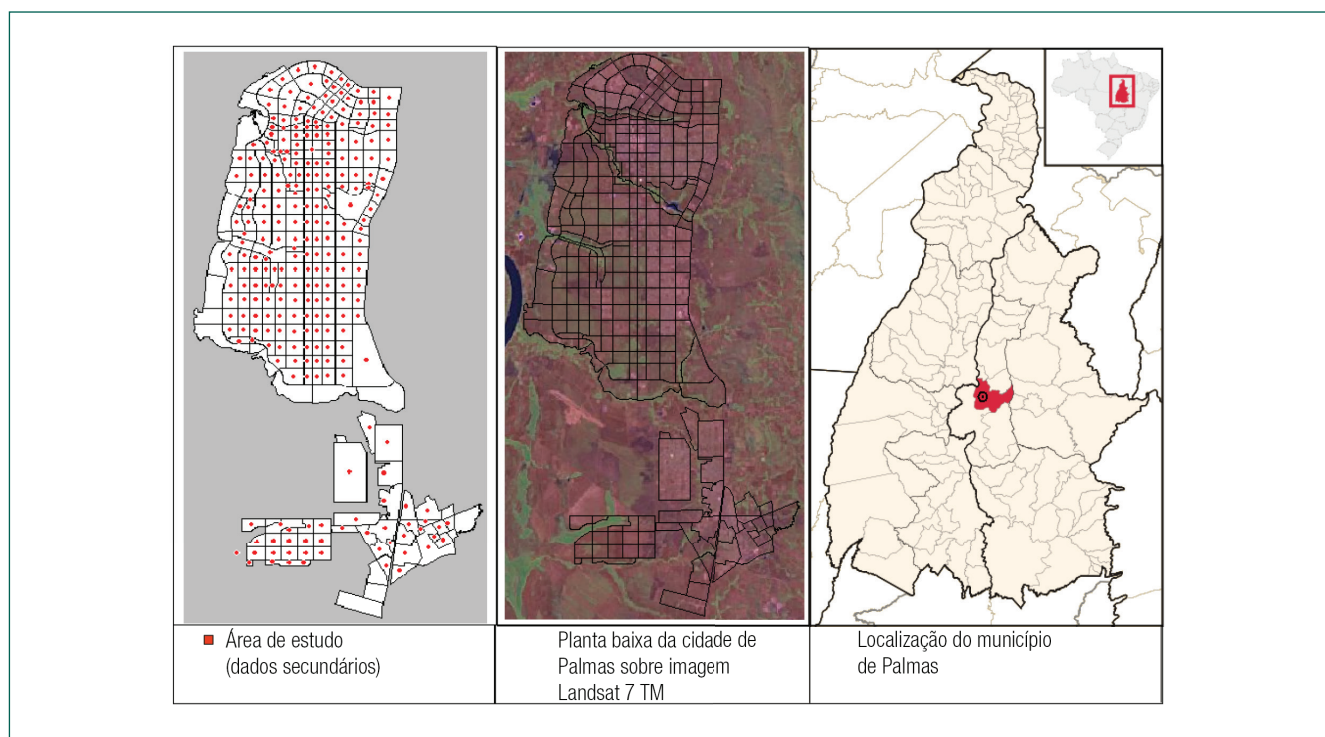


Figura 2. Delimitação geográfica da área de estudo, descrevendo os centróides das áreas estudadas

infestação predial e a associação de ambos no espaço geográfico. Cada quadra selecionada na amostra foi georeferenciada no centro de seu respectivo domicílio, utilizando-se o mapa resultante da restituição aerofotogramétrica da área de estudo na escala de 1:2000.⁽⁸⁾ Foram construídos semivariogramas experimentais direcionais das variáveis pesquisadas, assumindo ponto de corte pela mediana. Em toda a área de estudo, a probabilidade da ocorrência da dengue foi estimada em uma malha regular, contendo células com 1000m de lado e um raio de busca isotrópico de 8000m, para a avaliação do risco de dengue em um local não amostrado.⁽⁷⁾

As distribuições de dados amostrais foram definidas com seus respectivos valores de corte z_k , $k = 1, \dots, k$. A codificação foi processada para cada valor de corte, gerando um conjunto amostral de dados por indicação $i(u, z_k)$ do tipo:

$$i(x; z_k) = \begin{cases} 1, & \text{se } z(x) \leq z_k \\ 0, & \text{se } z(x) > z_k \end{cases}$$

Como parâmetro para o ponto de corte, utilizou-se a estimativa da mediana, pois, o valor de z que minimiza $E[L(\varepsilon(u))]$, quando $L(\varepsilon(u))$ é o módulo de $(\varepsilon(u))$, que é a mediana da distribuição $q_{0.5}(x)$, definida por:

$$q_{0.5}(u) = F^{-1}(u; 0.5 | (n))$$

A mediana foi inferida aplicando-se a função de ajuste da distribuição sobre os valores de corte, com probabilidades acumuladas vizinhas ao valor 0.5. Foi utilizado o SURFER 8.0, onde os dados de centróide em coordenadas *Universal Transversal Mercator* (UTM) X,Y, seguidos dos atributos (Z) em matriz 0 – 1, para a geração de grades de interpolação e isovalores, as quais foram inseridas em um GIS (*Global Information System*).⁽¹⁵⁾

Para a geração do Mapa de Probabilidade de Ocorrência (MPO) da dengue e de focos de *Aedes aegypti*, foi realizada a plotagem dos planos de informações vetorial. Quanto ao Mapa combinado de MPO da dengue e dos focos de *Aedes aegypti* utilizou-se a grade de dados previamente ortorectificados, realizando a interpolação bilinear de dados

múltiplos, gerando uma nova grade de dados, onde foram plotadas informações vetoriais.

Utilizou-se como GIS, o programa Global Mapper 11, em que associaram-se os isovalores à coloração gradativa, que foi diferenciada conforme a grade. Na primeira grade, referente aos casos de dengue, atribuiu-se a variação colorimétrica de amarelo para vermelho. Na segunda associação, referente aos focos de vetores, atribuiu-se a variação de amarelo para azul. Realizou-se a variação colorimétrica entre as grades para melhor se evidenciar as correlações.

Finalizou-se o trabalho com a interpolação bilinear das grades, gerando por overlay a base para o mapa de combinação. Esta operação de overlay, defendida por Paranhos Filho,⁽¹⁶⁾ consiste em uma sobreposição de diferentes planos de trabalho que permite evidenciar e caracterizar as modificações ocorridas em um determinado local. Esta técnica pode ser utilizada para a comparação de dados de diferentes variáveis, como foi utilizado no presente estudo.

O produto final dos mapas foi gerado em projeção *Universal Transversal Mercator* (UTM), zona -22(54° W – 48° W – Hemisfério Sul), *Datum South American* 1969 (Brasil), Meridiano Central 51° W.

O desenvolvimento do estudo atendeu às normas nacionais e internacionais de ética em pesquisa envolvendo seres humanos.

Resultados

Os casos de dengue em 2010 notificados em Palmas geraram o mapa de probabilidade de ocorrência, representado na figura 3.

Excetuando-se partes da ARSOS e das ARNES, existe uma anizotropiano⁽⁹⁾ sentido sudeste-noroeste: se traçarmos uma reta naquela direção, veremos uma maior concentração da doença, mostrando, assim, a tendência de risco de casos em Palmas. Os pontos de maior concentração localizam-se nas ARNOS, ARSES e há um maior deslocamento na região Palmas Sul 1 e 2.

A figura 4 consiste no produto referente à disposição dos focos do vetor da dengue (IIP).

Os Índices de Infestação Predial da cidade de Palmas em 2010, apresentados na figura 4 mos-

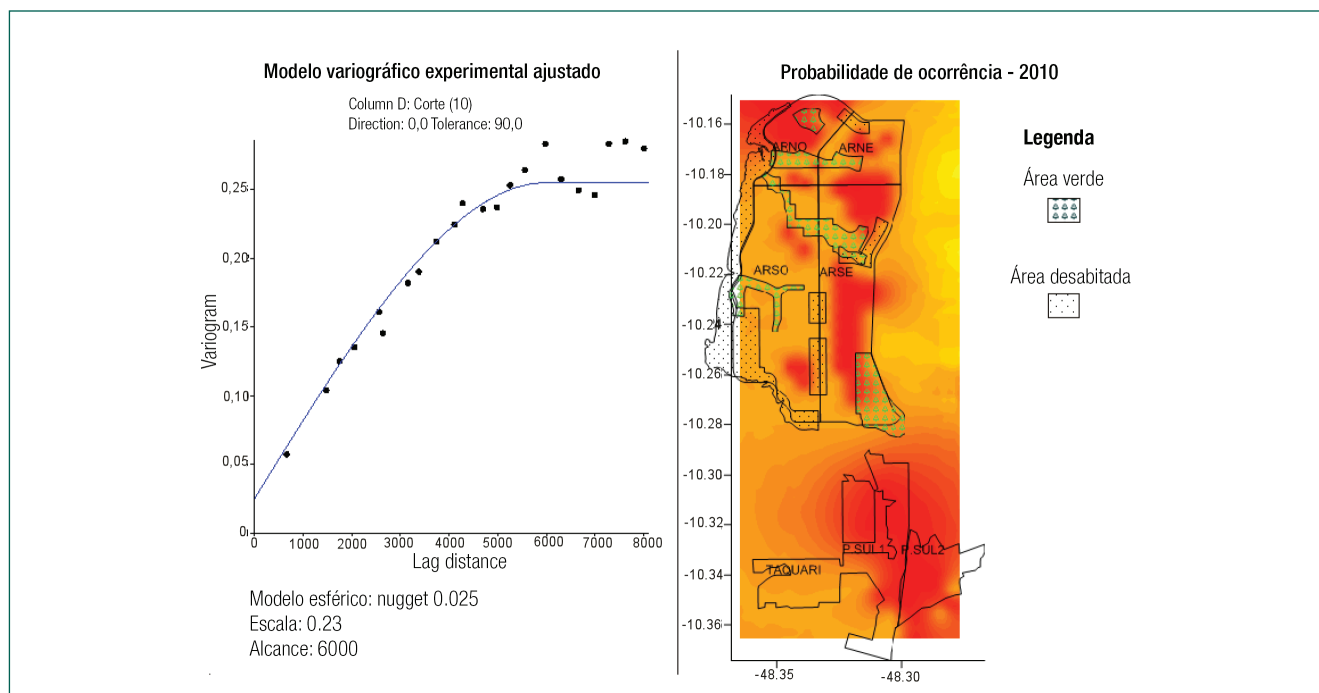


Figura 3. Mapa de casos de dengue

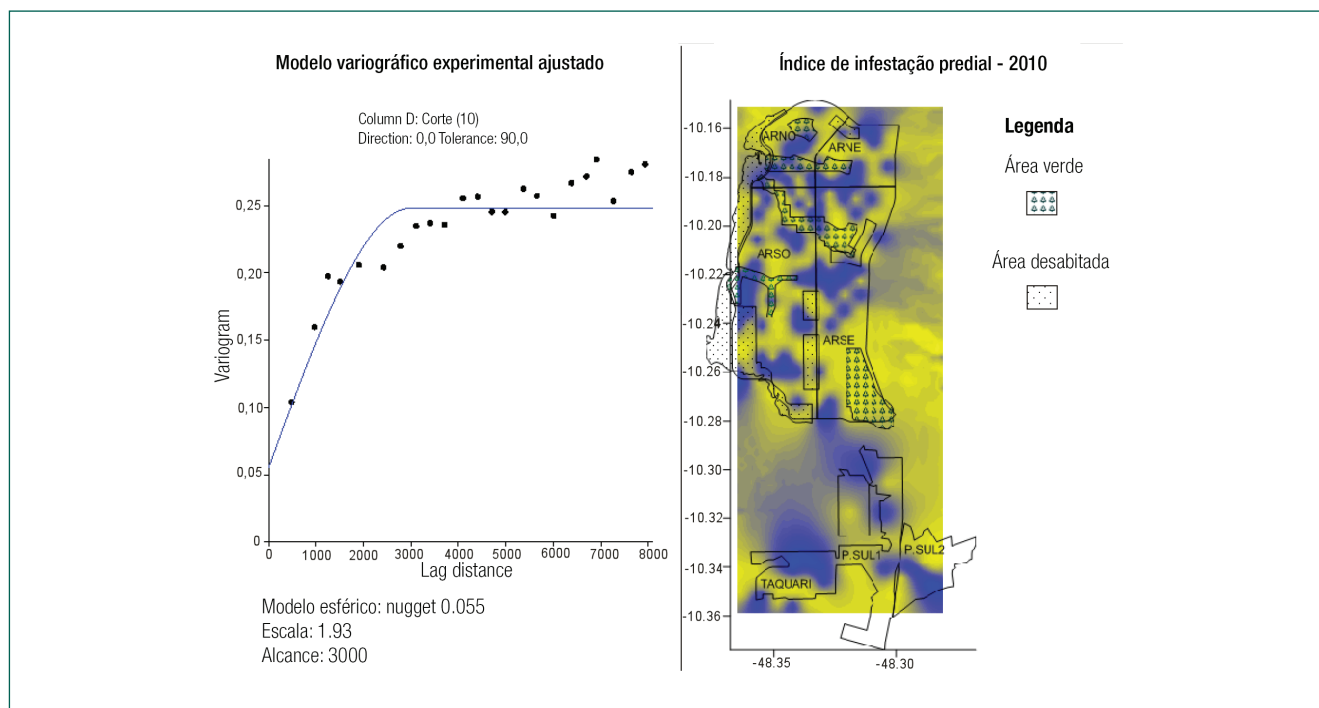


Figura 4. Mapa de disposição de focos de *Aedes aegypti*

tram a probabilidade de ocorrência de focos de *Aedes aegypti*. Nota-se que os focos possuem uma distribuição heterogênea, ou seja, com vários pontos isolados no espaço. Outro fato detectado

foi que as localidades de maior risco estão situadas próximas às áreas verdes, comerciais e nas regiões residenciais mais centrais das ARSES e das ARNOS.

Para verificar a relação entre as duas variáveis e observar se tinham relação, por meio da interpolação bilinear gerou-se um *overlay* (Figura 5) para a confecção de um produto final.

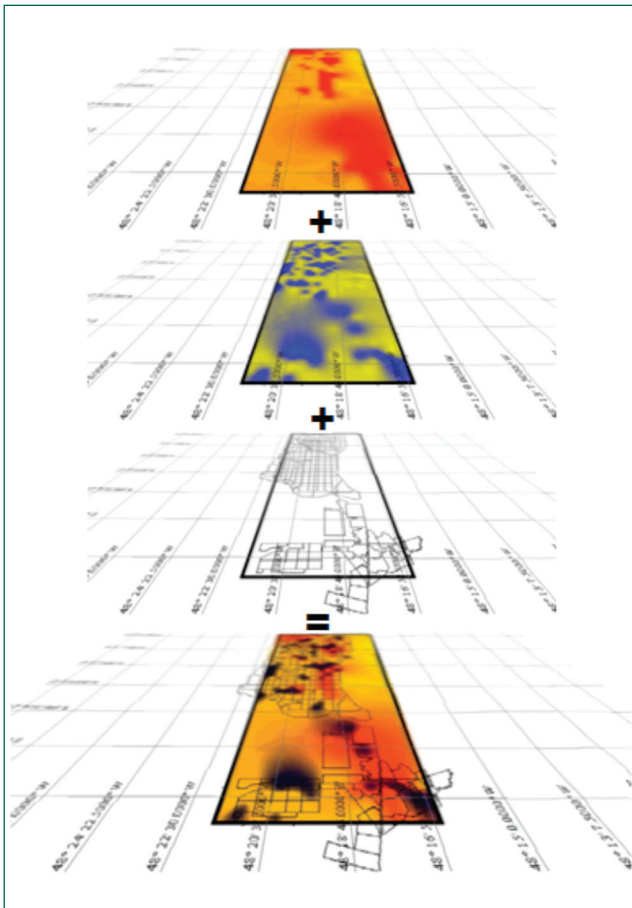


Figura 5. Sobreposição (overlay) de dados quanto aos casos de dengue, infestação predial e malha urbana, gerando o mapa de combinação da ocorrência da dengue e infestação

Como produto final (Figura 6), obtiveram-se as informações do mapa com o cruzamento das duas grades, onde foi possível observações de correlação espaciais.

Na figura 6, foi possível observar áreas de intersecção entre quadras com alta incidência de dengue e alto risco de infestação predial. Notou-se que a ocorrência dos casos de dengue não necessariamente está associada aos focos vetoriais, podendo estes estarem em áreas mais afastadas, não urbanas. Observou-se, ainda, que a dengue e sua transmissão vetorial não está somente associada à disposição dos focos, mas a alguma outra variável.

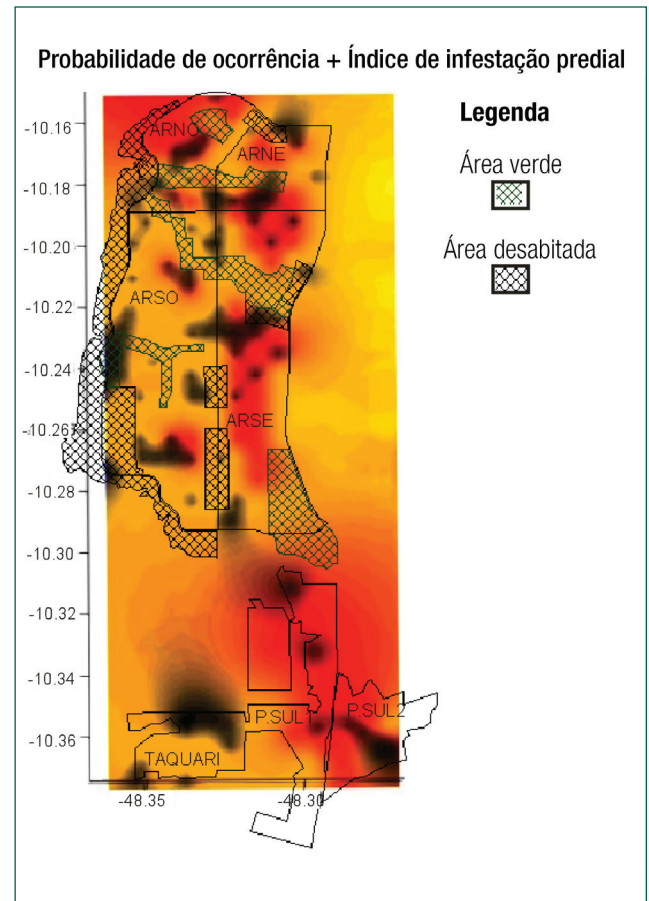


Figura 6. Mapa combinado entre casos de dengue e focos de *Aedes aegypti*

Discussão

É inegável que existam limitações do método aqui apresentado pelo trabalho, primeiro pela extensão territorial (escala geográfica) proposta, bem como pela irregularidade da malha de amostragem, que geram dados espaciais por estimativas apresentando extrapolações de resíduo. Quanto à utilização de dados secundários sobre incidência e IIP, sabe-se que existem sub-notificações e sub-registros relatados por pesquisadores e órgãos governamentais. Porém, o propósito do trabalho é utilizar o método como instrumento para a gestão pública, e para tal, necessita-se adequar as realidades regionais e as dificuldades técnicas operacionais existentes no sistema público brasileiro.

Os resultados apresentados no estudo mostram que o georreferenciamento espacial pode ser utilizado como uma ferramenta na identificação de áreas

com risco de transmissão da Dengue ou de outras endemias e que pode ser uma ferramenta importante a ser utilizada por gestores públicos. No presente estudo, os resultados apresentados mostraram que o georreferenciamento espacial pode ser usado como ferramenta para identificação de áreas em risco de transmissão de dengue ou outras doenças endêmicas, e pode ser uma importante ferramenta a ser usada por gestores públicos. No presente estudo, foi possível identificar quadras com diferentes riscos de transmissão considerando, inclusive, áreas que rotineiramente não são levadas em conta por ocasião do planejamento do emprego de ações de controle, por se considerar que áreas verdes ou as comerciais não representam risco de transmissão da doença. Portanto, esse novo olhar sobre as referidas áreas pode auxiliar na tomada de decisão levando-se em conta a estratificação por graus de risco o que seguramente contribuirá no planejamento de medidas e nas aplicações de ações de controle reduzindo custos e o tempo de resposta no caso de epidemias.

Druck⁽¹⁷⁾ *et al*, em seu trabalho *Análise espacial de dados geográficos*, fazem referência à epidemiologia e levantam, entre outros questionamentos, se as endemias formariam um padrão geoespacial e colocam-no como uma parte da análise espacial de dados geográficos.

Para o uso eficaz da interpolação de dados e uma melhor análise espacial, fez-se o uso do GIS e interpolação das informações. Segundo Jacob & Young,⁽¹⁸⁾ trabalhos nesta linha estão se tornando cada vez mais freqüentes, em função da variabilidade de softwares e dos métodos disponíveis. Esta interpolação, a ser trabalhada, segundo Câmara & Medeiros,⁽¹³⁾ permite a estimativa do valor de áreas onde não haja a informação, onde, partindo-se da distribuição espacial dos dados amostrados, ocorre a conversão pontual, em informação contínua, gerando padrões espaciais vetoriais que podem ser associados a outras entidades gráficas.

Visando a interpolação primária, estabeleceu-se o uso do método da Krigeagem, que, de acordo com Landim,⁽¹⁾ gera estimativas não tendenciosas e com o mínimo de variância, possibilitando estimar valores tendo como matriz de inserção uma binária 0 e 1 orientada por valores acima ou abaixo do nível de

corde, estabelecendo-se a variável pela função $f_j = 0$ ou 1.

A modelagem neste método segundo Druck *et al*,⁽¹⁷⁾ aplica-se pela função:

$$Z(x) = \sum_{j=1}^p \beta_j f_j + \varepsilon(x)$$

Nesta situação $E\{Z(x)\} = \sum_{j=1}^p \beta_j f_j$, onde β_j , é um

conjunto de parâmetros desconhecidos e f_j , um conjunto de funções básicas. Estes passos fundamentam a elaboração de modelo, para que se obtenha um produto que permita-nos realizar a análise final.

Analisar dados espaciais em epidemiologia, basicamente, consiste em utilizar ferramentas no sentido de responder questões acerca da distribuição de casos de doença. Tem como objetivos entender se a distribuição dos casos de uma doença é puramente aleatória ou se estabelece um padrão de variação; se existe associação com algum potencial fator de risco; se depende de características da população exposta; e por último se depende de fatores sócio-ambientais. Os métodos epidemiológicos geoespaciais utilizados para o controle destas doenças tem se aprimorado a cada dia, porém com resultados pouco expressivos. Geralmente, utilizam-se métodos estatísticos para estabelecer correlação entre fatores de risco,⁽¹⁹⁾ métodos que geram grupos que podem estabelecer associações no espaço.^(5,12,18) Porém, indubitavelmente existem limitações operacionais, principalmente devido à grande diversidade locoregional e territorialização das cidades, impossibilitando, por vezes a formação de agrupamentos, ou se os mesmos existirem, apresentarem pouca correlação, dificultando assim a análise geográfica. Buscando sanar estas dificuldades, o presente estudo, apresenta uma proposta metodológica baseada em combinação de mapas previamente construídos por métodos estatísticos cientificamente comprovados, a Krigeagem indicativa de duas variáveis.⁽²⁾ Sturaro e Landim⁽¹⁴⁾ propuseram este método para duas variáveis em conjunto e por pressuporem que os dois eventos fossem independentes, aplicaram a regra multipli-

cativa de probabilidades para eventos independentes, ou seja:

$$P(X_1 \geq v_c) \times P(X_2 \geq v_c) = \begin{matrix} \text{valor combinado de} \\ \text{probabilidades,} \end{matrix}$$

onde v_c representa os valores de corte de interesse para cada variável. O resultado fornecido é um mapa combinado mostrando as probabilidades de ocorrência dos dois eventos simultaneamente.

Neste estudo, apenas duas variáveis foram utilizadas, porém a metodologia pode ser aplicada a diversas variáveis e ou fatores de risco para a dengue. O emprego da Krigeagem indicativa, com conotação multivariada, consiste em uma alternativa para modelagem simultânea de diversas variáveis com propósitos de análise epidemiológicas, fornecendo um método viável para estimar incertezas referentes à distribuições de diversas variáveis regionalizadas.⁽¹⁰⁾

Com o propósito de melhorar a visualização da correlação espacial entre as variáveis estudadas, construiu-se um overlay dos mapas de probabilidade de risco. Os resultados (Figura 4) mostram que os focos não estavam presentes apenas em áreas domiciliares e, o mais importante, que o maior risco de infestação predial encontrou-se nas áreas verdes, comerciais e pouco habitadas. Estes dados contrariam relatos de Bezerra,⁽¹⁹⁾ (2007) como ainda desmistificam o padrão de risco estabelecido por órgãos governamentais,⁽²⁰⁾ que padronizam a amostragem para o estabelecimento de riscos por meio dos índices de infestação predial – especialmente, em imóveis domiciliares. Este método inovador de análise espacial para definição de áreas prioritárias poderá ser utilizado pelos órgãos competentes, para se estabelecer um melhor planejamento das ações de controle vetorial.

Outro ponto de análise descrito pelo método foi o de considerar que as ações sanitárias de controle devem ser estabelecidas por áreas de risco, e não apenas pelo índice de infestação predial, o que, atualmente, é realizado pelas secretarias estaduais e municipais de saúde em todo Brasil.

A visualização do mapa combinado (Figura 6) resulta na conclusão de que a ocorrência de casos no espaço é inversamente proporcional ao número de focos, ou seja, onde há casos não existem focos,

e onde há focos não existem casos. Tal fato resulta na ausência de correlação espacial na área estudada, incidência de casos de dengue e a incidência de focos na maioria das áreas investigadas. Barcello et al., (2005) contraria essa hipótese em seu trabalho, quando verificam que a eliminação de focos diminui o número de casos, alegando existir uma “presença simultânea do vetor e de casos de dengue”.⁽²¹⁾

Os resultados apresentados geram uma nova visão dos padrões de risco para a doença, em que a literatura⁽²¹⁾ afirma existir correlação direta de risco da dengue associada aos altos índices de infestação predial. Diversas suposições e tentativas de explicação podem surgir com o objetivo de justificar os resultados. Entre elas, a grande oscilação dos criadouros, como a capacidade de migração flutuante nas áreas comerciais, já que os trabalhadores passam a maior parte do dia em seus locais de trabalho e, em Palmas, comprovadamente, as áreas comerciais apresentam maior risco de transmissão do que as residenciais. Resultados como esses devem ser valorizados e estudados com afinco pelos órgãos públicos de saúde, para estabelecimento de prioridades e melhorar o planejamento das ações de controle da enfermidade.

Recomenda-se que o estudo, ao ser aplicado para estudos ecológicos objetivando melhor gestão pública, deve conter o máximo de variáveis possíveis, para que se possam obter resultados mais detalhados, abordando não somente a área que demanda por atuação, mas direcionando a atuação que deve ser aplicada.

Conclusão

Conclui-se que, com o uso do método abordado neste trabalho, pode-se melhor estabelecer diretrizes de atuação, e direcionamento de esforços em áreas específicas, desta forma, obtendo menor tempo de resposta a epidemias, melhorando a qualidade de vida da população e reduzindo custos com remediação.

Colaborações

Cavalcante MPR; Oliveira C; Simão FB; Lima PR e Monteiro PS participaram no desenvolvimento do

artigo, contribuíram na concepção e planejamento do projeto, coleta de dados, análise e interpretação dos dados; contribuíram com o desenvolvimento do rascunho do manuscrito e/ou revisão crítica do conteúdo e aprovação da versão final do manuscrito.

Referências

1. Landim MP. Análise estatística de dados geológicos. 2 edição, rev. e ampl. – São Paulo: Editora UNESP, 2003.
2. Cerda Lj, Valdivia Cg, John Snow J. Cholera epidemic la y el nacimiento de la modern epidemiology. *Rev Chil Infectol.* 2007;24(4):331-4.
3. Ramsay MA. Jonh Snow, MD: anaesthetist to the Queen of England nd pioneer epidemiologist. *Proc (Bayl Univ Med Cent)* 2006;19:24–8.
4. Waller LA, Gotway CA. Spatial custers of health events: point data for cases and controls. *Applied spatial statistics for public health data.* New Jersey: John Wiley & Sons; 2004. p. 99-155.
5. Pereira MG. *Epidemiologia teoria e prática.* 2a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2000.
6. Rouquayrol MZ, Almeida Filho ND. *Epidemiologia & saúde.* 6a ed. Rio de Janeiro: MEDSI/Guanabara Koogan; 2003.
7. Barcellos CC, Sabroza PC, Peiter P, Rojas LI. Organização espacial, saúde e qualidade de vida: Análise espacial e uso de indicadores na avaliação de situações de saúde. *Informe Epidemiológico do SUS.* 2002; 11(Jul/Set):129-38.
8. Padilha R, Siqueira R. A análise espacial dos dados e o geoprocessamento: ferramentas para gestão da saúde no Brasil. Análise espacial de dados [Internet]. 2010. Disponível em: <http://www.geo.campos.rj.gov.br/index.php/noticias/49-analise-espacial-de-dados.html>.
9. Kitron U. Transmission and burden of vector-borne diseases. *Parasitol Today.* 2000; 16(8):324-5.
10. Worboys MF. *GIS: A Computer science perspective.* London: Taylor & Francis; 1995. p. 376.
11. FUNASA. *Dengue instruções para pessoal de combate ao vetor: manual de normas técnicas.* 3a ed., rev. Brasília(DF): Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde; 2001. 84 p. Disponível em: http://funasa.gov.br/pub/Dengue/man_dengue.pdf.
12. Ribeiro AF, Marques GR, Voltolini JC, Condino ML. Associação entre incidência de dengue e variáveis climáticas. *Rev Saúde Pública.* 2006; 40(4): 671-6.
13. Camara G, Medeiros JS. Princípios básicos em geoprocessamento. In: Assad ED, Sano EE, ediotres. *Sistemas de informações geográficas: aplicações na agricultura.* 2a ed. rev. ampl. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CPAC;1998.
14. Sturaro, JR, Landim, PM. Geostatística indicativa aplicada à análise espacial. In: *Anais do VII Simpósio Latinoamericano de Percepción Remota;* 1995; Puerto Vallarta, México. La Sociedad Latinoamericana de Percepción Remota y Sistemas de Información Espacial; 1995. p. 68-73.
15. Global Mapper Software LLC © Software Global Mapper 11.02. 2010.
16. Paranhos Filho AC, Fiori AP, Disperati L, Lucchesi C, Ciali A, Lastória G. Avaliação multitemporal das perdas de solos na bacia do rio Taquarizinho-MS. *Paranaense Bull Geosciences.* 2003; 52:49-59.
17. Druck S, Câmara G, Carvalho MS, Monteiro AMV, organizadores. *Análise espacial de dados geográficos.* Brasília: Embrapa Cerrados; 2002.
18. Jacob AAE, Young AF. O uso de métodos de interpolação espacial de dados nas análises sociodemográficas. Trabalho apresentado no XV Encontro Nacional de Estudos Populacionais, ABEP, realizado em Caxambu, MG, Brasil, 2006. Disponível em: www.abep.nepo.unicamp.br/encontro2006qdocspdf/ABEP2006_388.pdf.
19. Bezerra MG. Análise sócio-ambiental da porção urbana do Rio Mutum, Santo Antonio de Jesus-BA. [dissertação]. Departamento de Cultura, Memória e Desenvolvimento Regional: Universidade do Estado da Bahia; 2007.
20. Landim PM, Sturaro JR. Krigagem indicativa aplicada à elaboração de mapas probabilísticos de riscos. DGA,IGCE, Lab. Geomatemática. [Texto Didático 06]. Rio Claro: UNESP; 2002. Disponível em <http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/indicativa.pdf>.
21. Barcellos C, Pustai AK, Weber MA, Brito MR. [Identification of potential sites for transmission of dengue in Porto Alegre through geoprocessing techniques]. *Rev Soc Bras Med Trop.* 2005; 38(3):246-50. Portuguese.