

O GEOPROCESSAMENTO E SAÚDE PÚBLICA

Francisco Chiaravalloti-Neto¹

O Geoprocessamento é uma área do conhecimento que engloba os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), o sensoriamento remoto e as técnicas de análise espacial, com interfaces com a Cartografia, a Geografia e a Estatística, entre outras ciências. Os SIG são programas de computador que permitem a visualização de mapas georreferenciados em conjunto com os atributos das feições representadas. Por exemplo, se temos um mapa dos municípios do estado de São Paulo e, como atributos, as respectivas taxas de mortalidade por algum tipo de agravo, o SIG possibilita que estas taxas sejam representadas em mapas temáticos, com a visualização de seu valor em cada um dos municípios. Os SIG fazem isso ao trabalharem com bancos de dados relacionais, que unem as coordenadas geográficas das feições com seus respectivos atributos. Em um passado recente, o acesso a eles era restrito devido ao seu alto custo. Entretanto, o surgimento dos SIG gratuitos, com códigos abertos ou não, como o QGIS⁽¹⁾ e o TerraView⁽²⁾ democratizou o acesso, sendo ideais para uso tanto em pesquisa como pelos serviços de saúde pública.

Um problema inicial para o trabalho com Geoprocessamento, na área de saúde pública, era escassez de bases de dados, tanto com informações geográficas como socioeconômicas, demográficas e sobre agravos e serviços de saúde. Isto vem sendo superado, no Brasil, com a criação destas bases e sua disponibilização para consulta ou *download* na Internet. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em sua página (www.ibge.gov.br), disponibiliza mapas georreferenciados dos estados e municípios brasileiros, bem como para divisões internas aos municípios, como os setores censitários e áreas de ponderação, em conjunto com bancos de dados com informações censitárias e amostrais para todos estes níveis de agregação.

Os Sistemas de Informação em Saúde, com destaque para o Sistema de Informação de Mortalidade (SIM), Sistema de Nascidos Vivos (SINASC) e Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) também são importantes fontes de dados sobre nascimentos, óbitos e doenças de notificação compulsória. Estas informações podem ser importadas para um SIG e relacionadas às suas respectivas feições geográficas.

O sensoriamento remoto refere-se a imagens, em formato raster, que podem ser obtidas de satélites, veículos aéreos não tripulados (VANT ou *DRONE*), entre outras formas. Com bases nestas imagens, algumas disponíveis a custo zero na Internet, podem ser obtidas informações sobre o uso e ocupação do solo, cobertura vegetal, temperaturas, umidades, queimadas, etc. Estas seriam úteis na identificação de áreas de risco para a presença de vetores transmissores de agentes etiológicos ou para ocorrência de agravos que guardem relação com variáveis ambientais. Um exemplo seria a identificação de áreas de risco para a presença de *Aedes aegypti*, vetor dos vários arbovírus (dengue, febre amarela, zika, chikungunya, mayaro), com base em informações sobre uso e ocupação do solo. Uma vez identificadas, estas poderiam ser priorizadas pelos serviços de saúde de vigilância e controle, com vista ao controle vetorial e diminuição de ocorrência destes tipos de agravos.

Outro campo relacionado ao Geoprocessamento são as técnicas de análise espacial, cada vez mais avançadas e, em geral, disponíveis para aplicação em programas gratuitos, de código aberto ou não, como o SaTScan⁽³⁾ e R⁽⁴⁾. Tratam-se de técnicas estatísticas aplicadas aos dados com distribuição espacial que medem/levam em conta a dependência espacial destes dados. Esta está relacionada com a chamada primeira lei da Geografia, que diz que os fenômenos se parecem, mas são tanto mais parecidos quanto mais próximos entre si. Se há ocorrência de casos de leishmaniose visceral humana em um bairro de uma cidade, é razoável imaginar que este agravo também possa estar ocorrendo nos bairros vizinhos.

Uma primeira e importante aplicação destas técnicas é a identificação de aglomerados espaciais, espaço-temporais para a identificação de áreas com maior risco de ocorrência de agravos. Estes, uma vez identificados, podem ajudar os serviços de saúde a priorizá-los, tanto em termos de vigilância como de controle, no sentido de evitar sua ocorrência futura ou de minimizá-la. Estas aplicações não estão restritas a agravos infecciosos. É possível, por exemplo, identificar aglomerados de câncer, especialmente, naqueles em que algum processo ambiental de base pode a ele estar relacionado (a poluição do ar ou do solo, por exemplo).

As técnicas de análise espacial também têm aplicação no estudo de difusão de agravos, isto é, avaliar como eles avançam no tempo e no espaço e identificar os fatores que os favorecem. Um exemplo de aplicação seria, por exemplo, o estudo da difusão do zika vírus no Brasil ou da leishmaniose visceral canina e humana. O caminhar dos agravos, bem como os fatores a eles relacionados, poderiam dar informações importantes sobre os fatores de risco associados e no estabelecimento de diretrizes futuras de vigilância e controle.

Uma das mais importantes aplicações da análise espacial referem-se aos estudos com delineamento ecológico, os denominados estudos ecológicos ou de agregados. São estudos que tem como objetivo modelar medidas de incidência ou prevalência calculadas em áreas (municípios, bairros, áreas de ponderação, setores censitários ou quarteirões) em função de covariáveis socioeconômicas, demográficas, ambientais e de serviços de saúde, entre outras, medidas nestas mesmas áreas. Uma crítica importante a estes estudos é que eles não levavam em conta a dependência espacial da variável dependente em análise, o que feria os pressupostos básicos da modelagem por regressão.

Esta falha metodológica tem sido suplantada, destacando-se, entre as ferramentas estatísticas disponíveis para a modelagem ecológica, uma abordagem, recentemente desenvolvida, que utiliza estatística bayesiana e é denominada de Integrated Nested Laplace Approximations (INLA)⁽⁵⁾. Ela permite tratar a heterogeneidade espacial e espaço-temporal de modo computacionalmente eficiente e mesmo considerar estruturas de dados mistas, ao levar em conta tanto a vizinhança (a dependência espacial) como a existência de estruturas hierárquicas de dados⁽⁶⁾.

Em conclusão, hoje estão disponíveis SIG e programas de análise de dados georreferenciados, bases de dados geográficos e de atributos e imagens de sensoriamento remoto que podem ser obtidos sem custo na Internet. Isto abre uma janela de oportunidades para o seu uso em saúde pública, tanto por pesquisadores como pelo pessoal técnico dos serviços de saúde, para mapeamento de agravos, identificação de áreas de risco e investigação de fatores associados à sua ocorrência, entre outras possibilidades.

Referências

1. QGIS Development Team [homepage na internet]. 2017 [acesso em 2017 Jan 31]. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project, 2016; [aproximadamente 4 telas]. Disponível em <http://www.qgis.org/>.
2. TerraView 4.2.2 [homepage na Internet]. São José dos Campos, SP: INPE, 2010 [acesso em 2017 Jan 31]. Projeto Terra View; [aproximadamente 4 telas]. Disponível em: www.dpi.inpe.br/terraview.
3. SaTScan TM [homepage na Internet]. [acesso em 2017 Jan 31]. Software for the spatial and space-time scan statistics; [aproximadamente 2 telas]. Disponível em: <http://www.satscan.org/>.
4. R- Project. org [homepage na Internet]. [acesso em 2017 Jan 31]. The R Project for Statistical Computing; [aproximadamente 2 telas]. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.
5. Rue H, Martino S, Chopin N. Approximate Bayesian inference for latent Gaussian models by using integrated nested Laplace approximations. *J Roy Stat Soc B*. 2009;71:319-92.
6. Blangiardo M, Cameletti BG. *Spatio and Spatio-temporal Bayesian Models with R-INLA*. West Sussex: John Wiley & Sons Ltd; 2015.

¹ Professor Associado do Departamento de Epidemiologia da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil, *E-mail*: franciscochiara@usp.br