
Geoprocessamento como ferramenta de Saúde no Brasil Geoprocessing as a tool of Health in Brazil

PRISCILA MILENE ANGELO SANCHES¹
JULIANA ALVARES DUARTE BONINI CAMPOS²

RESUMO: O geoprocessamento dos eventos em saúde é utilizado para a análise e avaliação de riscos à saúde, particularmente os relacionados com o meio ambiente e perfil sócio-econômico da população. Para tanto, realizou-se este estudo de revisão de literatura com o objetivo de apresentar a aplicação do geoprocessamento em saúde no Brasil e seus desafios. Foram pesquisadas as bases de dados Bireme, Medline, Pubmed e Periódicos Capes utilizando os termos *geoprocessamento*, *análise espacial*, *saúde pública* e *epidemiologia*, sem limite de ano de publicação. No Brasil, o geoprocessamento na área de saúde pública tem se expandido de forma representativa e recentemente a literatura nacional apresenta diversas pesquisas com sua aplicação. O uso das técnicas de geoprocessamento viabiliza modelos de explicação do processo saúde/doença, baseados em variáveis espaciais como distância, vizinhança e inter-relacionamento com dados de caracterização do lugar. Portanto, o geoprocessamento é uma ferramenta valiosa para modelar informações espacialmente referidas em saúde, a fim de permitir uma melhor visualização do contexto em que se verificam fatores determinantes de agravos à saúde.

Palavras-chave: Geoprocessamento, Análise Espacial, Saúde Pública, Epidemiologia.

ABSTRACT: The geoprocessing of events in health is used for the analysis and evaluation of risks to the health, particularly those related to the environment and to the social-economic profile of the population. For

¹Aluna do Curso de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição, nível Doutorado, Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Araraquara, UNESP – Univ Estadual Paulista, Araraquara, SP, Brasil- Rua Buritama, 3248 – Eldorado -São José do Rio Preto, SP. (17) 3011-2838/ (17) 9708-2141-pmileneangelo@yahoo.com.br

²Professora Doutora do Curso de Odontologia, Faculdade de Odontologia de Araraquara, UNESP – Univ Estadual Paulista, Araraquara, SP, Brasil

this reason, this literature review was performed aiming to present the application of geoprocessing in health in Brazil and its challenges. The databases Bireme, Medline, Pubmed and Capes Periodics were researched, and the terms *geoprocessing*, *spatial analysis*, *public health* and *epidemiology*, were used without limit of year of publication. The geoprocessing in the Brazilian public health has been widely expanding and the national literature has been recently presenting several researches about its application. The use of geoprocessing techniques enables models of explanation of the health/disease process based on spatial variables such as distance, neighborhood and interrelationship with place characterization data. Therefore, geoprocessing is a valuable tool to model spatially referred information on health, in order to enable a better view of the context in which determining factors of health problems are verified.

Key-words: Geoprocessing, Spatial Analysis, Public Health, Epidemiology.

INTRODUÇÃO

O geoprocessamento pode ser definido como um conjunto de ferramentas necessárias para modelar informações espacialmente referidas e quando aplicado a questões de Saúde Pública permite o mapeamento de doenças e avaliação de áreas de risco (BARCELLOS; RAMALHO, 2002; SKABA et al., 2004).

De acordo com Barcellos e Machado (1998), o espaço tem sido considerado nos estudos que relacionam o ambiente com a saúde, tanto como simples plano geométrico para a disposição de dados epidemiológicos, quanto como uma aproximação para a diferenciação de condições sociais ou mesmo como uma circunstância de fatores espaciais que induzem risco.

Uma vez que grande parte das variáveis indicadoras de saúde e ambiente são localizáveis no espaço, o geoprocessamento se impõe como ferramenta de organização e análise de dados, particularmente por meio de uma de suas vertentes, o Sistema de Informações Geográficas (SIG) que é um conjunto de ferramentas utilizadas para a manipulação de informações espacialmente apresentadas, que permite o mapeamento das doenças e contribui na estruturação e análise de riscos sócio-ambientais (RICHARDS et al., 1999).

Segundo Hino et al. (2006), os métodos de análise espacial podem ser divididos em três categorias, sendo visualização, análise exploratória e modelagem. A visualização é usada principalmente para apresentar os eventos de saúde e seus padrões, apontando a distribuição das variáveis de interesse específico. A análise exploratória é utilizada para descrever os padrões espaciais e relações entre mapas, enquanto a modelagem testa formalmente uma hipótese ou estima relações.

Na área de Saúde Pública o uso do geoprocessamento é recente, principalmente no Brasil, e segundo Rojas, Barcellos e Peiter (1999) tem se expandido de forma representativa. Devido, principalmente, pelo amplo acesso a bases de dados epidemiológicos e pela disponibilização de ferramentas cartográficas e estatísticas computadorizadas (CARVALHO; SOUZA-SANTOS, 2005).

Assim, realizou-se este estudo de revisão de literatura com o objetivo de apresentar a aplicação do geoprocessamento no Brasil e seus desafios na área de Saúde Pública.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizada pesquisa bibliográfica utilizando os descritores *geoprocessamento, análise espacial, saúde pública e epidemiologia*, em português e inglês nas bases de dados Bireme, Medline, Pubmed e periódicos Capes, sem limite de ano de publicação.

Aplicação do geoprocessamento em saúde pública

As relações entre o ambiente e a saúde têm sido estudadas desde a antiguidade. O crescente uso do geoprocessamento na área da saúde, segundo Bailey (2001), tem aumentado a capacidade de formular e avaliar hipóteses sobre a distribuição espacial dos eventos de saúde, principalmente por meio da confecção de mapas temáticos.

Na literatura internacional, há mais de duas décadas, periódicos especializados em estatística têm apresentado estudos sobre as aplicações das técnicas de geoprocessamento em saúde, à exemplo pode-se citar o *American Journal of Epidemiology*, *Journal of Statistical Society* e *Statistics in Medicine*.

Recentemente, a literatura nacional vem apresentando pesquisas de aplicação de geoprocessamento na saúde e epidemiologia. São estudos sobre perfil de nascimentos (D'ORSI; CARVALHO, 1998; HAU; NASCIMENTO; TOMAZINI, 2009), mortalidade neonatal e infantil

(SHIMAKURA et al., 2001; NASCIMENTO et al., 2007), morbidade e mortalidade (SANTOS; NORONHA, 2001; MELO; CARVALHO; TRAVASSOS, 2006), tuberculose (HINO et al., 2006), hanseníase (LAPA et al., 2001), agravos respiratórios (CHIESA; WESTPHAL; KASHIWAGI, 2002), HIV/AIDS (REIS et al., 2008), cárie dental e estado nutricional (FOSCHINI, 2009), dengue (LAGROTTA; SILVA; SOUZA-SANTOS, 2008; HONÓRIO et al., 2009; BARBOSA; LOURENÇO, 2010) e malária (MENEGUZZI et al., 2009).

No estudo realizado por D'Orsi e Carvalho (1998) para avaliar o perfil de nascimentos no município do Rio de Janeiro (RJ), a fim de identificar espacialmente áreas com características específicas, pode-se verificar que as variáveis de nascidos vivos com Apgar entre oito e dez, de cesáreas, de mães com escolaridade acima de segundo grau e de mães adolescentes apresentaram padrão espacial visualmente identificável e auto-correlação espacial significativa. No entanto, o baixo peso apresentou padrão espacial aleatório, demonstrando que, este indicador não discriminou, neste estudo, grupos de risco, apesar do seu inquestionável valor preditivo para morbi-mortalidade infantil em nível individual.

Lapa et al. (2001) analisaram a ocorrência de casos de hanseníase no município de Olinda (PE), durante o período de 1991 a 1996, segundo sua distribuição espacial, correlacionando-a às condições de vida da população, visando subsidiar novas estratégias de intervenção. Os resultados do estudo indicaram que a distribuição espacial heterogênea da hanseníase em Olinda não é aleatória, identificando um padrão de agregação no espaço associado à renda da população.

As relações espaciais entre os padrões de mortalidade dos moradores da cidade do Rio de Janeiro (RJ), no período de 1996 a 1998, foram estudadas por Santos e Noronha (2001). Mediante os achados, os tipos de mortalidade que apresentaram maiores diferenças entre os grupos sócio-econômicos foram mortalidade geral, por doenças circulatórias, por causas mal definidas e por causas extremas, no entanto, o padrão espacial dos estratos sócio-econômicos retratou as diversas condições de vida dos moradores implicando em padrões de mortalidade específicos, de forma que os estratos sócio-economicamente mais favorecidos apresentaram um perfil de baixa mortalidade para todas as causas.

O estudo realizado por Shimakura et al. (2001) analisou a distribuição espacial de casos de mortalidade infantil comparados a controles de nascidos vivos da cidade de Porto Alegre (RS), sendo que a

aplicação do método aos dados de mortalidade infantil mostrou variação espacial no risco altamente significativa para mortalidade neonatal e não significativa para mortalidade pós-neonatal.

Para caracterizar as desigualdades sociais que se configuram condições de risco aos agravos respiratórios em crianças, na região Oeste do município de São Paulo, Chiesa, Westphal e Kashiwagi (2002) por meio da técnica de geoprocessamento, identificaram grupos com diferentes carências na região, possibilitando o reconhecimento das condições de risco no território, para minimizar os agravos respiratórios na infância.

A distribuição espacial da tuberculose foi estudada na cidade de Ribeirão Preto (SP), no ano de 2002 por Hino et al. (2006). O estudo retratou que os casos de tuberculose se concentraram na região Noroeste do município, sendo esta área aquela com maior risco de transmissão da doença. Nesta região encontram-se as favelas e as penitenciárias públicas do município. Os autores ainda ressaltaram a importância da categoria espaço como alternativa metodológica para auxiliar no planejamento, monitoramento e avaliação das ações em saúde, direcionando as intervenções para diminuir as iniquidades.

Melo, Carvalho e Travassos (2006) ao analisarem a distribuição espacial da mortalidade por infarto agudo do miocárdio no município do Rio de Janeiro (RJ), encontraram uma concentração do risco de morrer de infarto nas áreas mais pobres da cidade, permitindo assim a possibilidade do redirecionamento de ações de saúde, principalmente em áreas onde se verifica maior exclusão social.

No estudo realizado por Nascimento et al. (2007) sobre os padrões de distribuição espacial da mortalidade neonatal durante o período de 1999 a 2001 no Vale do Paraíba paulista foi identificado aglomerado espacial na porção central Vale do Paraíba, tanto para a mortalidade neonatal precoce como para a neonatal total. Desta forma, os autores afirmam que a análise espacial foi importante para identificar padrões de correlação espacial entre municípios da região, permitindo supor que medidas de intervenção para diminuição destas taxas, devem ser tomadas globalmente, e não isoladamente, por municípios com altas taxas.

Reis et al. (2008) analisaram o processo de interiorização da epidemia de AIDS e investigaram o acesso aos serviços em HIV/AIDS, entre 1988-2002, na Zona da Mata, Minas Gerais. A partir da interiorização da epidemia, Juiz de Fora foi o município com maior número de casos e provável centro difusor da AIDS na região, sendo que

a assistência hospitalar dos casos de AIDS da Zona da Mata está concentrada nesse município.

Em estudo realizado por Foschini (2009) para estudar a distribuição espacial da probabilidade de ocorrência de desnutrição e obesidade em pré-escolares do município de Araraquara (SP), segundo suas características sócio-demográficas, observou-se que a obesidade apresentou dependência espacial, possibilitando a identificação das regiões central e norte como sendo as áreas de maior risco do município, viabilizando direcionamento e planejamento de ações preventivas e intervencionais para as políticas de Saúde Pública.

Na região do Vale do Paraíba Hau, Nascimento e Tomazini (2009) aplicaram as técnicas de geoprocessamento para a análise espacial do perfil de nascimentos no ano de 2004 nos 28 municípios pertencentes da região. Os achados mostraram que as proporções de nascidos vivos de mães com escolaridade acima do primeiro grau e de parto cesáreo, apresentaram padrão espacial visualmente identificável e auto-correlação espacial significativa, o que permitiu a identificação de aglomerados espaciais para escolaridade e tipo de parto, possibilitando o direcionamento de ações voltadas para as áreas específicas.

Barbosa e Lourenço (2010) analisaram a relação entre a distribuição espaço-temporal de casos de dengue e os indicadores larvários no município de Tupã (SP), no período de janeiro de 2004 a dezembro de 2007. De acordo com os achados do estudo, não foi evidenciada a relação espacial entre infestação larvária e ocorrência de dengue. No entanto, os autores afirmam que a incorporação de técnicas de geoprocessamento e análise espacial em programas de controle da dengue, podem contribuir com ações de controle, indicando os aglomerados espaciais de maior incidência.

Desafios do geoprocessamento como ferramenta em saúde pública

Assim como existem diversas maneiras de se conceituar, identificar e quantificar riscos são vários os usos do geoprocessamento na Saúde Pública. Desse modo, um desafio dessa área é o desenvolvimento de métodos específicos para a análise de riscos à saúde. Nesse sentido, os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) têm sido apontados como instrumentos de integração de dados ambientais com dados de saúde, que permite uma melhor caracterização e quantificação da exposição e seus possíveis determinantes (CRONER; SPERLING; BROOME, 1996).

Cada vez mais órgãos públicos, instituições de ensino e empresas incorporam o uso do geoprocessamento em saúde no Brasil, mas ainda há um enorme potencial de crescimento, pois o país apresenta uma grande carência de informações adequadas para a tomada de decisões sobre os eventos em saúde (OLIVEIRA JÚNIOR, 2008). No entanto é válido ressaltar, que para a democratização das técnicas de geoprocessamento em Saúde Pública é de suma importância a capacitação de pessoal para a manipulação dessa ferramenta, além de considerar o alto custo de implantação e das grandes dificuldades na montagem das bases de dados espaciais (BARCELLOS; RAMALHO, 2002; SKABA et al., 2004).

De acordo com Barcellos e Ramalho (2002) e ainda Carvalho e Souza-Santos (2005), o geoprocessamento em saúde no Brasil tem como desafios a disponibilização de bases de dados, tanto para o acesso quanto na qualidade das informações, a liberação dos programas de forma gratuita, o desenvolvimento tecnológico a partir de ferramentas analíticas e a capacitação de pessoal na organização e análise de dados espaciais. De modo que, para a utilização plena do geoprocessamento em saúde se faz necessário a incorporação de programas, equipamentos, bases de dados e equipe.

CONCLUSÃO

As técnicas de geoprocessamento na Saúde Pública são ferramentas valiosas para a análise e avaliação de riscos à saúde, podendo direcionar e/ou subsidiar programas ou políticas voltadas para a melhoria da saúde a fim de aumentar a eficiência no diagnóstico da situação de saúde da população e na utilização de recursos públicos com a definição de áreas prioritárias de atuação.

REFERÊNCIAS

BAILEY, T.C. Spatial statistical methods in health. **Cad Saude Publica**, v.17, n.5, p.1083-98, 2001.

BARBOSA, G.L.; LOURENCO, R.W. Análise da distribuição espaço-temporal de dengue e da infestação larvária no município de Tupã, Estado de São Paulo. **Rev Soc Bras Med Trop**, v.43, n.2, p.145-51, 2010.

BARCELLOS, C.; RAMALHO, W. Situação atual do geoprocessamento e da análise de dados espaciais em saúde no Brasil. **Informatica Publica**, v.4, n.2, p.221-30, 2002.

BARCELLOS, C.; MACHADO, J.M.H. A organização espacial condiciona as relações entre ambiente e saúde: o exemplo da exposição ao mercúrio em uma fábrica de lâmpadas fluorescentes. **Cienc Saude Col**, v.3, n.2, p.103-13, 1998.

CARVALHO, M.S.; SOUZA-SANTOS, R. Análise de dados espaciais em saúde pública: métodos, problemas, perspectivas. **Cad Saude Publica**, v.21, n.2, p.361-78, 2005.

CHIESA, A.M.; WESTPHAL, M.F.; KASHIWAGI, N.M. Geoprocessamento e a promoção da saúde: desigualdades sociais e ambientais em São Paulo. **Rev Saude Publica**, v.36, n.5, p.559-67, 2002.

CRONER, C.; SPERLING, J.; BROOME, F.R. Geographic Information Systems (GIS): new perspectives in understading human health and environmental relationships. **Stat Med**, v.15, n.18, p.1961-77, 1996.

D'ORSI, E.; CARVALHO, M.S. Perfil de nascimentos no Município do Rio de Janeiro: uma análise espacial. **Cad Saude Publica**, v.14, n.2, p.367-79, 1998.

FOSCHINI, A.L.R. **Cárie dentária e indicadores antropométricos do estado nutricional em pré-escolares – Análise espacial**. Araraquara, 2009. 137 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista.

HAU, L.C.; NASCIMENTO, L.F.C.; TOMAZINI, J.E. Geoprocessamento para identificar padrões do perfil de nascimentos na região do Vale do Paraíba. **Rev Bras Ginecol Obstet**, v.31, n.4, p.171-6, 2009.

HINO, P. et al. Geoprocessing in health area. **Rev Latino-Am Enfermagem**, v.14, n.6, p.939-43.

HONÓRIO, N.A. et al. The spatial distribution of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in a transition zone, Rio de Janeiro, Brazil. **Cad Saude Publica**, v.25, n.6, p.1203-14, 2009.

LAGROTTA, M.T.F.; SILVA, W.C.; SOUZA-SANTOS, R. Identification of key áreas for *Aedes aegypti* control through geoprocessing in Nova Iguaçu, Rio de Janeiro State, Brazil. **Cad Saude Publica**, v.24, n.1, p.70-80, 2008.

LAPA, T. et al. Vigilância da hanseníase em Olinda, Brasil, utilizando técnicas de análise espacial. **Cad Saude Publica**, v.17, n.5, p.1153-62, 2001.

MELO, E.C.P.; CARVALHO, M.S.; TRAVASSOS, C. Distribuição espacial da mortalidade por infarto agudo do miocárdio no município do Rio de Janeiro, Brasil. **Cad Saude Publica**, v.22, n.6, p.1225-36, 2006.

MENEGUZZI, V.C. et al. Use of geoprocessing to define malaria risk áreas and evaluation of the vectorial importance of anopheline mosquitoes (Diptera: Culicidae) in Espírito Santo, Brazil. **Mem Inst Oswaldo Cruz**, v.104, n.4, p.570-75, 2009.

NASCIMENTO, L.F.C. et al. Análise espacial da mortalidade neonatal no Vale do Paraíba, 1999 a 2001. **Rev Saude Publica**, v.41, n.1, p.94-100, 2007.

OLIVEIRA JÚNIOR, M.A.R. **Geoprocessamento como ferramenta de análise integrada de riscos de acidentes industriais**. São Paulo, 2008. 119 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo.

REIS, C.T. et al. A interiorização da epidemia de HIV/AIDS e o fluxo intermunicipal de internação hospitalar na Zona da Mata, Minas Gerais, Brasil: uma análise espacial. **Cad Saude Publica**, v.24, n.6, p.1219-28, 2008.

RICHARDS, T.B. et al. Geographic information and public health: mapping the future. **Public Health Rep**, v.114, n.3, p.359-73, 1999.

ROJAS, L.I.; BARCELLOS, C.; PEITER, P. Utilização de mapas no campos da epidemiologia no Brasil: reflexões sobre trabalhos apresentados no IV Congresso Brasileiro de Epidemiologia. **Inf Epidemiol SUS**, v.8, n.2, p.27-35, 1999.

SANTOS, S.M.; NORONHA, C.P. Padrões espaciais de mortalidade e diferenciais sócio-econômicos na cidade do Rio de Janeiro. **Cad Saude Publica**, v.17, n.5, p.1099-110, 2001.

SHIMAKURA, S.E. et al. Distribuição espacial do risco: modelagem da mortalidade infantil em Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. **Cad Saude Publica**, v.17, n.5, p.1251-61, 2001.

SKABA, D.A. et al. Geoprocessamento dos dados de saúde: o tratamento de endereços. **Cad Saude Publica**, v.20, n.6, p.1753-56, 2004.

Enviado em: setembro de 2010.

Revisado e Aceito: outubro de 2010.

