

Situação Atual do Geoprocessamento e da Análise de Dados Espaciais em Saúde no Brasil

CHRISTOVAM BARCELLOS¹

WALTER RAMALHO²

(recebido em 11/11/2002; aprovado em 03/12/2002)

PALAVRAS-CHAVE

Geoprocessamento –Saúde pública– Capacitação– Análise espacial

RESUMO

Observa-se uma demanda crescente para a incorporação de técnicas de geoprocessamento na saúde pública no Brasil. A consolidação desse movimento no setor depende do acesso a dados, programas e capacitação, além do desenvolvimento de técnicas de análise espacial. Esses eixos de desenvolvimento são interdependentes e as soluções tecnológicas para o setor devem considerar as condições atuais de disponibilidade e qualidade de dados, a interoperabilidade de bases cartográficas, o desenvolvimento de programas amigáveis e, ao mesmo tempo, dotados de ferramentas analíticas voltadas para os problemas do setor. Por outro lado, essas condições implicam em estratégias de capacitação para uma ampla rede hierarquizada de instituições que compõem o SUS. Neste trabalho são indicadas as condições atuais desses eixos de desenvolvimento e destacados os principais desafios para a democratização dessas tecnologias no Brasil.

1. INTRODUÇÃO

O geoprocessamento pode ser definido como um conjunto de ferramentas necessárias para manipular informações espacialmente referidas. Aplicado a questões de saúde pública permite o mapeamento de doenças e avaliação de riscos. Assim como existem diversas maneiras de se conceituar, identificar e quantificar riscos [Benn91], são vários os usos do geoprocessamento na saúde coletiva. Desse modo, o principal desafio dessa área é o desenvolvimento de métodos específicos para a análise de riscos à saúde, subsidiado pela disponibilidade e qualidade dos dados existentes, a partir do estabelecimento de perguntas precisas que serão respondidas pelo sistema. Por exemplo, se a transmissão da malária está associada a um determinado tipo de vegetação, como reconhecer essa vegetação através de uma imagem de satélite? Como identificar áreas de risco para leptospirose a partir de dados do censo? Quantas pessoas moram próximas a um depósito de lixo tóxico? Nesse sentido, os Sistemas de Informa-

¹ E-mail: xcris@cict.fiocruz.br

² E-mail: walter.ramalho@funasa.gov.br

ção Geográfica (SIGs) têm sido apontados como instrumentos de integração de dados ambientais com dados de saúde, permitindo uma melhor caracterização e quantificação da exposição e seus possíveis determinantes [Brig92].

O setor saúde como um todo, especialmente a vigilância e serviços de controle, tem no espaço geográfico uma importante dimensão de análise, influenciada pela antiga disciplina “Geografia Médica”, e institucionalizada nos “croquis de localidade” produzidos pelo Setor de Cartografia existente na extinta Superintendência de Campanhas de Saúde Pública (SUCAM). Mais recentemente, observa-se o interesse na instrumentalização dos serviços de saúde em sistemas de geoprocessamento, não acompanhada pela capacitação dos profissionais tanto para a análise desses mapas, como para sua correta redação cartográfica [IRBP99].

Apesar do seu alto custo de implantação e das grandes dificuldades na montagem das bases de dados cartográficos, no georreferenciamento das bases tabulares e na edição das diferentes bases cartográficas, o cenário atual da aplicação do geoprocessamento em saúde no Brasil é extremamente favorável e pode ser sumarizado segundo quatro eixos de desenvolvimento: a disponibilização de bases de dados, os programas disponíveis, o desenvolvimento tecnológico e a capacitação de pessoal. Esses eixos são inter-relacionados, já que cada solução tecnológica pode ter reflexos sobre os programas e exigir um redirecionamento das iniciativas de capacitação. As soluções para a democratização desse conjunto de ferramentas são, portanto, integradas e exigem a coordenação de esforços do setor saúde e de outros setores. O objetivo principal deste trabalho é relatar o estágio atual de implantação dessa tecnologia no setor e apontar tendências e desafios para sua democratização.

2. ESTÁGIO ATUAL DE DESENVOLVIMENTO DO SETOR

O setor saúde no Brasil é detentor de um extenso banco de dados que abrange informações vitais, de morbidade, gerenciais e contábeis. Esses dados vêm sendo armazenados em diversos sistemas de informações (Sistema de Informação sobre Mortalidade(SIM), Sistema de Informação sobre Nascidos Vivos (SINASC), Sistema de Informação sobre Agravos Notificados (SINAN), Sistema de Informação sobre Internações Hospitalares (SIH), Sistema de Informação sobre Procedimentos Ambulatoriais(SAI), etc e contam, em alguns casos, com uma série histórica de 20 anos, sendo uma rica fonte para diversos tipos de análise. Seguindo a lógica do Sistema Único de Saúde (SUS), com bancos de dados com cobertura nacional e arquitetura hierárquica, os dados são repassados às demais esferas de governo, sendo de responsabilidade da gestão municipal a captação e o correto preenchimento dos campos dos sistemas de informação, inclusive dos que tratam a localização geográfica, como nome e código de logradouro, e bairro de residência. Após serem retiradas as variáveis de identificação pessoal (nome, endereço de residência, etc), os dados armazenados são amplamente divulgados, através de publicações em papel, CD e Internet, pela *home page* do Ministério da Saúde.

Por outro lado, diversos órgãos públicos federais no Brasil vêm construindo bases de dados que poderiam ser utilizadas em ambiente SIG. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) , o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (IBAMA), o Instituto

Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) e outros vêm produzindo bases cartográficas através de equipes próprias de geoprocessamento. Essas bases têm abrangência nacional (escala 1:5.000.000 a 1:1.000.000) e são geralmente distribuídas em CD. Diversos dados já produzidos interessam diretamente ao setor saúde, como a classificação de uso do solo, vegetação, relevo, hidrografia, malha viária e divisões político-administrativas. Como nos Sistemas de Informação em Saúde existem campos de identificação do município de preenchimento obrigatório, com código padronizado pelo IBGE, o georreferenciamento de dados nesse nível de agregação é facilitado, e utilizado como principal estratégia na produção de mapas para análises de situação de saúde para o nível nacional. Além dessas fontes, alguns dados podem ser buscados em órgãos e entidades de atuação restrita, como, por exemplo, as agências locais de saneamento, e de meio ambiente cujos dados são concebidos e levantados regionalmente.

No nível municipal, tem-se verificado grande movimento na produção de bases cartográficas municipais, o que, salvo algumas exceções, é diretamente proporcional ao seu tamanho e organização. Nesta escala, o geoprocessamento em saúde tem-se beneficiado da digitalização dos componentes urbanos (arruamento e divisões internas do município) e da estruturação dos códigos de logradouros para o planejamento urbano e arrecadação de impostos. Estes municípios têm feito grandes investimentos em aplicativos de georreferenciamento de endereços, utilizando, inclusive, “redes neurais”, na tentativa de minimizar erros, especialmente os de grafia.

Produzida pelo IBGE, com regularidade de 10 anos, e atualizada a cada cinco anos, a “Base Territorial do Censo – Vertente Urbana” (relativo ao censo demográfico de 2000) permite o mapeamento de setores censitários e logradouros, formando uma interessante malha de desenho digital, em formato CAD, e um banco de dados cujo componente alfanumérico é composto pelos cadastros territoriais (distritos, subdistritos, bairros, dados sociodemográficos, etc.), arquivos de setores, arquivos de descrição de perímetro e cadastro de segmentos de logradouros por setor. Após um trabalho de modelagem, é possível a junção desses dados (banco de dados com o nome de ruas e número de residências) e a incorporação do setor censitário (SC) como unidade mínima de trabalho em áreas urbanas, com a espacialização dos endereços por setor censitário. Essa proposta tem sido defendida em diversos fóruns de discussão sobre geoprocessamento na área de saúde [CPS00] porque permite o georreferenciamento de dados originados de sistemas de informação de saúde através da comparação com a lista de endereços dos SC. Além disso, permite calcular populações, usadas como denominador em indicadores epidemiológicos, em diferentes níveis de agregação intramunicipal (SC, bairro, localidade e distrito). A importação dessa base cartográfica para um ambiente SIG não é fácil e depende de um trabalho prévio de edição cartográfica e criação de topologia.

Alguns centros de pesquisa brasileiros têm-se dedicado a estudar a aplicação de técnicas de geoprocessamento para análises de saúde. Destacam-se a Fundação Oswaldo Cruz e universidades como a UFRJ, UERJ, UFMG, UFGO, UFRN. É interessante notar que, em diversas cidades, a união de esforços entre centros de pesquisa e secretarias de saúde tem permitido tanto o desenvolvimento tecnológico quanto o aumento da capacidade de análise de dados na prática dos

serviços. Dentre essas cidades destacam-se Belo Horizonte, Curitiba, Goiânia, Manaus, Natal, Porto Alegre, Recife, Rio de Janeiro e Salvador. Essas cidades constituíram núcleos, a partir de projetos de governo ou linhas de pesquisa, com equipes interdisciplinares, capazes de executar direta ou indiretamente as principais tarefas envolvidas no uso de SIG: aquisição de dados, construção de indicadores, georreferenciamento de dados e análise espacial. Em recente levantamento foram apontados mais de 60 trabalhos, publicados em revistas científicas, que utilizaram o geoprocessamento para pesquisa em saúde no Brasil [RIPS02]. Esse esforço se dá em diferentes direções complementares: análise de dados espaciais, desenvolvimento de técnicas para o trabalho de campo de saúde, incorporação de conceitos de geografia da saúde, e aplicação de técnicas de estatística espacial. Apesar de toda esta produção, poucos têm utilizado imagens de satélites para análises de saúde, mesmo havendo instituições como o IBAMA, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), a Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (EMBRAPA) e o Sistema de Vigilância da Amazônia (SIVAM), que são detentoras de tecnologias relacionadas à utilização de imagens de satélite e de radar em análises ambientais.

Existe um grande número de software hoje disponível no mercado, para atender demandas específicas – produção de mapas temáticos, análises geográficas, estatística espacial e tratamento de imagens de satélite. Dentre os programas comerciais mais utilizados na área de saúde coletiva no Brasil estão o *Mapinfo* e *Arcview*. Recentemente, surgiram programas gratuitos com interface bastante amigável, com grande potencial para utilização por equipes de órgãos de governo para finalidades específicas. O *Tabwin*, desenvolvido pelo Departamento de Informática do SUS (DATASUS), vem sendo largamente utilizado nas rotinas de análises de dados gerados pelos grandes sistemas de informação em saúde, tendo incorporado uma ferramenta de importação e geração de mapas para visualização de indicadores de saúde. O *Spring*, desenvolvido pelo INPE, inicialmente, para o trabalho com imagens de satélite, possui, na sua versão mais recente, capacidade para manipular dados vetoriais, bem como para realizar diversos procedimentos de análise espacial e estatística. Finalmente, o *Sigepi*, desenvolvido pela Organização Pan-americana de Saúde (OPAS), que é compatível com bases geradas pelo *Arcview* e *Arc/Info*, tem grande capacidade de realizar análises espaciais, além de apresentar como uma grande vantagem o fato de ser voltado para questões específicas de saúde coletiva.

As soluções tecnológicas adotadas em geoprocessamento pelas instituições precisam estar de acordo com sua missão. Além disso, os objetivos dessas soluções devem ser bem conhecidos para que os investimentos sejam aproveitados da melhor maneira possível. Há necessidade do completo dimensionamento dos custos que envolvem a aquisição de computadores e software, a gerência de bases de dados textuais e cartográficas, e a manutenção de pessoal qualificado.

Como os SIGs são sistemas que, para o seu pleno funcionamento, necessitam de grande acumulação de recursos (técnicas, dados, pessoas, instituições), é comum nas secretarias municipais de saúde a adoção das soluções fortemente influenciadas pela Administração Municipal, devido à praticidade (seja pela unificação dos formatos das bases cartográficas, seja pelo suporte) e à composição de uma sólida política de gestão. Um dos problemas freqüentemente observados no uso de técnicas de geoprocessamento em saúde é a utilização somente dos dados do setor, originados dos grandes sistemas de informação em saúde, desconsiderando outras informações que contribuiriam para revelar desigualdades sociais e ambientais com reflexos

sobre a saúde. A constru o de indicadores epidemiológicos, ambientais e sociais   um passo inicial para essas análises.

No Brasil, o geoprocessamento em saúde ainda   tratado como uma disciplina   parte nos cursos de forma o em Saúde Pública, obrigando os interessados ao ingresso em cursos especiais. As op es mais freqüentes estão entre uma pós-gradua o (*lato sensu*), normalmente voltada para aplica o em meio ambiente, ou cursos rápidos ministrados pelas empresas distribuidoras de software, mas não são dirigidos a questões de saúde. Contraindo-se a este quadro, a ENSP/Fiocruz tem oferecido cursos anuais, de curta dura o, voltados para análises em saúde, além de outros treinamentos direcionados a fins específicos, que têm sido realizados a partir de encomenda por diversas institui es, a técnicos da  rea. Todos esses cursos e treinamentos são oferecidos em quantidades ainda muito tímidas, o que externa, frente   demanda existente, anseio por parte dos técnicos sanit ristas, de autonomia para realiza o de tarefas necessárias ao geoprocessamento, inclusive no que se refere   formula o das questões a serem analisadas em um ambiente de SIG.

3. PROBLEMAS NA ANÁLISE DE DADOS ESPACIAIS DE SAÚDE

Alguns problemas de organiza o e análise de dados espaciais diferenciam o setor saúde em rela o a outras áreas onde o geoprocessamento tem sido aplicado. Em primeiro lugar, todos os eventos de saúde – o nascimento, a infec o, o adoecimento, a morte – se manifestam em pessoas. Essas pessoas não estão distribuídas aleatoriamente no espaço e, devido a isso, ao se trabalhar com registros de saúde para avaliar riscos, deve-se estimar a probabilidade de um evento ocorrer, sendo ponderada pela distribui o de popula o. A forma mais usual de se considerar a distribui o da popula o na avalia o de riscos   a agrega o de dados demográficos e de saúde em unidades espaciais discretas para posteriormente calcular indicadores epidemiológicos. Essa estratégia apresenta sérias limita es, como a desconsidera o das intera es entre as unidades espaciais e a instabilidade dos indicadores criados em pequenas áreas [King79]. Outro método de análise   o cáculo da densidade de casos (número de casos por área), produzindo uma superfície de probabilidades onde áreas com casos mais próximos apresentam maior risco, cujo denominador utilizado para a taxa  , em uma outra camada, a densidade de pessoas (habitantes por área, ou simplesmente a densidade demográfica) também como uma superfície contínua. Uma terceira estratégia de se avaliar a distribui o espacial desses eventos   testar a aleatoriedade dos “casos” em rela o a um conjunto “controles”, obtidos por inquérito ou sorteio, de uma popula o de perfil semelhante. A distribui o da popula o  , sempre, uma variável implícita em todas as análises espaciais sobre saúde.

Em segundo lugar, os macrodeterminantes das doenças, sejam ambientais, sociais ou econ micos, ocorrem “fora” das pessoas.   interessante observar que o ambiente   definido pela Organiza o Mundial de Saúde como “a totalidade de elementos externos que influem nas condi es de saúde e qualidade de vida dos indivíduos ou de comunidades”. Portanto, para se relacionar os problemas de saúde com seus determinantes deve-se unir dados de saúde, referidos   popula o, a dados ambientais, referidos a algo “externo”   popula o, cada um dos quais sendo oriundo de diferentes sistemas de informa o. Os Sistemas de Informa o Geográfica (SIGs) são imprescindíveis no relacionamento desses dados, através

da sobreposição de camadas sobre a incidência de eventos de saúde e outras camadas de interesse para essa associação [VDH97].

Em terceiro lugar, os dados epidemiológicos são coletados segundo a lógica territorial do SUS, com níveis crescentes de hierarquia e com objetivos, antes de tudo, administrativos. Desta forma, a localização dos dados é feita tendo como referência espacial essas unidades, que apresentam grande variação de áreas e de população residente. As unidades básicas de referência geográfica dos dados epidemiológicos têm sido, por imposição dos sistemas de informação, os diversos níveis da administração pública, como o município ou o estado. Entretanto, os processos, tanto ambientais quanto sociais, que promovem ou restringem situações de risco à saúde, não estão limitados a essas fronteiras administrativas. Com o aprimoramento dos SIG em nível local e o uso crescente de equipamentos de posicionamento por satélite (GPS) nas ações de vigilância em saúde, pode-se dispor desses eventos de saúde na forma de pontos, em um mapa com escala local. A principal vantagem dessa estratégia de georreferenciamento de dados é a possibilidade de produzir diferentes formas de agregação de dados, construindo-se indicadores em diferentes unidades espaciais, conforme o interesse do estudo. Um mesmo ponto (evento de saúde) pode estar contido em diferentes tipos de unidades espaciais: um bairro, uma bacia hidrográfica, um distrito sanitário, etc, definidos por polígonos nos mapas. Essa característica incorpora os preceitos de simultaneidade e interação entre escalas para a análise espacial. Por outro lado, essa propriedade implica na adoção de um rigor geométrico que deve estar presente na fase de planejamento e de construção da base cartográfica. Para que haja uma relação unívoca entre ponto e polígono, as unidades espaciais devem cobrir toda a área de trabalho, e uma área não pode ser coberta por mais de um polígono. Cada unidade espacial representa um recorte do espaço, contendo populações sob risco e incidência de agravos.

Um problema típico de transposição de dados entre camadas é o cálculo de indicadores epidemiológicos para a gestão de serviços de saúde. Utilizando-se os sistemas de informação convencionais pode-se calcular o coeficiente de mortalidade infantil para os bairros de uma cidade. No entanto, a unidade de agregação de dados mais adequada para avaliar o impacto de ações preventivas seria a área de abrangência de postos de saúde [MADM01]. Essa estimativa é de difícil obtenção, já que pressupõe a delimitação de todas essas áreas, o tratamento estatístico do indicador para reduzir sua variabilidade e o uso de operações de SIG para reagregar valores de pontos em áreas.

4. PERSPECTIVAS E DESAFIOS DA DEMOCRATIZAÇÃO DO GEOPROCESSAMENTO PARA A SAÚDE

As soluções de encaminhamento dos problemas relacionados na seção anterior devem se dar de forma coordenada, já que esses estão inter-relacionados e implicam na adoção de um conjunto de tecnologias específicas. Um SIG, para seu funcionamento pleno, depende da incorporação de programas (software), equipamentos (hardware) equipes (*peopleware*) e bases de dados. Com o objetivo de analisar aspectos metodológicos, organizacionais e mesmo políticos, da interligação necessária para a implementação do geoprocessamento em qualquer organização, foi criado o Método de Concepções de Sistemas de Informações Geográficas (MECOSIG) [Pant01]. O método ressalta conceitos fundamentais, ainda muito pouco trabalhados na nossa realidade, que muitas vezes prioriza

projetos complexos e custosos em detrimento de solu es mais simples. A Figura 1 sintetiza os desafios apresentados, segundo os quatro eixos de desenvolvimento propostos. Para cada problema levantado, são identificados objetivos e diretrizes para a sua supera o.

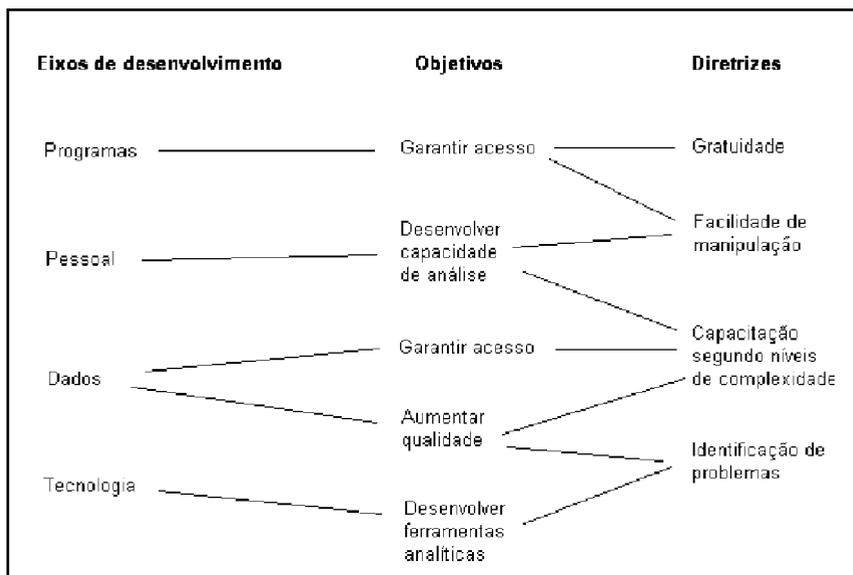


Figura 1- Eixos, objetivos e diretrizes para o desenvolvimento e incorpora o de tecnologias de geoprocessamento na saúde pública

Um conjunto de iniciativas isoladas para a organiza o e análise de dados espaciais em saúde tem vencido barreiras tecnológicas e institucionais de forma bastante criativa, buscando alianças locais entre órgãos do SUS, instâncias gestoras de prefeituras e institui es acad micas, para o intercâmbio de bases cartográficas, técnicas em SIG, metodologias de análise e treinamento de pessoal, aproveitando da melhor maneira possível a proficiência de cada órgão envolvido.

Desde a cria o dos primeiros bancos de dados, há 40 anos, os ambientes de informa o geográfica têm-se diferenciado pelo suporte a decisões com uma dimensão a mais – a espacial, incorporando funcionalidades para a manipula o e análise de dados, utilizando níveis de abstra o e padrões de visualiza o intuitiva mais próxima ao mundo real [Silv01]. Porém, o acúmulo, a heterogeneidade e a diversidade de dados nos dias atuais têm atingido enormes propor es, obrigando a inova es no processo de extra o de informa es. Desde o início da década de 90, tem-se dado importância considerável   tecnologia de *data warehouse* (DW), com as características de um grande armazém de dados não volátil, e completa integra o entre eles, possibilitando o resgate imediato das informa es históricas através de algumas estatísticas em relatórios padronizados. Várias outras ferramentas complementares como *data mining* (minera o de dados) e OLAP (*on-line analytical processing*) vêm sendo incorporadas ao ramo conhecido como KDD (*Knowledge Discovery in Databases* - Extra o de conhecimento de bases de dados) [Amar01], para que, através da agrega o, relacionamento, estatística, visualiza o, etc., o analista possa obter informa es de dimensões inatingíveis pelos métodos convencionais. Estas tecnologias já estão sendo incorporadas nos SIGs, derivando os conceitos do KDD, tem surgido por

alguns desenvolvedores o *Spatial DW*, além de ferramentas aplicadas para a mineração de dados espaciais, e SIG/OLAP, com potencial nas instituições que necessitam de grande quantidade de informações precisas e acessadas rapidamente, já que todos os procedimentos para a construção dos relatórios (*output*) são automatizados por parâmetros estabelecidos *a priori*.

Paralelamente a este movimento, vem sendo travada uma grande discussão a respeito da interoperabilidade entre plataformas tecnológicas distintas, de modo que possa haver uma completa troca de informações, contrapondo-se à grande heterogeneidade hoje identificada. Padrões como *Open GIS*, padrão de arquivo aberto, ou ainda Geo Metadados, que possui documentação sobre uma série de parâmetros necessários ao usuário, surgiram com esta intenção, mas são ainda de uso bastante tímido. Segundo Fonseca [Fons01], revisando outros textos, hoje a maior parte dos processamentos geográficos é feita em máquinas isoladas ou em redes locais. No entanto, em um futuro próximo, tanto os dados quanto a funcionalidade vão estar distribuídos através de grandes redes de computadores, de forma que a localização das informações será irrelevante desde que o usuário possa ter acesso. Esses sistemas deverão estar no ambiente da Internet, com sistemas orientados para troca de informações dentro de uma instituição e com os demais componentes da sociedade, além de possuírem interfaces que propiciem uma navegação pictórica e interativa.

O Ministério da Saúde, em ação conjunta com a OPAS, vem desenvolvendo uma estratégia de articulação interinstitucional objetivada na criação de uma Rede Interagencial de Informações para a Saúde - RIPSAs, na qual são integradas entidades e instituições envolvidas na produção e análise de dados em saúde, viabilizando parcerias e intercâmbio para o aperfeiçoamento da compreensão do quadro sanitário do Brasil. Essa rede é composta de subgrupos de trabalho, denominados de Comitês Técnicos Interdisciplinares - CTIs, segundo necessidades identificadas. O Comitê Temático Interdisciplinar sobre Geoprocessamento e Dados Espaciais em Saúde - GeoSaúde, que tem como integrantes OPAS, FUNASA, DATASUS, FIOCRUZ, IBGE, e representantes das secretarias municipais e estaduais de saúde, possui um papel primordial na coordenação do movimento nacional para o aperfeiçoamento da análise dos sistemas de informação, a articulação entre instituições produtoras de dados de interesse ao geoprocessamento em saúde, com reunião de dados textuais e cartográficos e divulgação de técnicas e programas de análise espacial e dados.

A análise espacial é definida como a capacidade de se gerar informações novas a partir de dados espaciais existentes [Bail94]. Para isso, têm sido desenvolvidos programas e aplicativos que facilitem a busca de padrões e de exceções no espaço geográfico. Essas técnicas, no entanto, não substituem o profissional de saúde, que deve formular questões a serem examinadas através dos dados e técnicas disponíveis. Um dos itens essenciais para a democratização de técnicas de geoprocessamento no setor saúde é justamente a capacitação de pessoal na organização e análise de dados espaciais. Essa tarefa é premente no nível local, onde os dados são captados através de sistemas de informação em saúde e onde é tomada a maior parte das decisões que podem reverter situações de saúde desfavoráveis.

KEYWORDS

Geoprocessing– Public health– Training program– Spatial analysis

ABSTRACT

There is a growing demand for the incorporation of geoprocessing techniques in public health analysis in Brazil. This process will only be successful with access to data, software and training programs, as well as the development of spatial analysis tools. These development lines are inter-dependent and the possible technological solutions should consider the basic conditions: data availability and quality, cartographic data exchangeability, improvement of software that must be user-friendly and able to analyze specific sector problems. On the other hand, these conditions implicate the adoption of training strategies for the Health System hierarchical network. This work examines the current conditions of the sector development and points out challenges for the democratization of these technologies in Brazil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [Amar01] AMARAL, F.C.N. *Data Mining: técnicas e aplicações para o marketing direto*. Berkeley, 2001.
- [Bail94] BAILEY, T.C. A review of statistical spatial analysis in geographical information systems. In *Spatial Analysis and GIS*, 13-44, 1994.
- [Benn91] BENNETT, D. Explanation in medical geography. Evidence and epistemology. *Social Science and Medicine* 33: 339-346, 1991.
- [Brig92] BRIGGS, D.J. Mapping Environmental Exposure. In *Geographical and Environmental Epidemiology: Methods for Small-area Studies*, 158-176, Oxford University Press, 1992.
- [CPS00] CARVALHO, M.S., PINA, M.F., SANTOS, S.M. *Conceitos básicos de sistemas de informação geográfica e cartografia aplicados à saúde*. OPS, 2000.
- [Fons01] FONSECA, F. T., DAVIS Júnior, C. A. *Geoprocessamento e Internet: Cenário atual e perspectivas*. www.fatorgis.com.br/artigos, 2001.
- [IRBP99] IÑGUEZ-ROJAS, L.I., BARCELLOS, C., PEITER, P. Utilização de mapas no campo da epidemiologia no Brasil: reflexões sobre trabalhos apresentados no IV Congresso Brasileiro de Epidemiologia. *Informe Epidemiológico do SUS* 8(2): 25-35, 1999.
- [King79] King, P.E. Problems of spatial analysis in geographical epidemiology. *Social Science & Medicine* 13: 249-252, 1979.
- [MADM01] MALTA, D.C., ALMEIDA, M.C.M., DIAS, M.A.S., MERHY, E.E. A mortalidade infantil em Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, por área de abrangência dos centros de saúde (1994-1996). *Cadernos de Saúde Pública* 17(5):1189-1198, 2001.
- [Pant01] PANTAZIS, D.N. *Implementing GIS In Organizations: Ten Use Friendly Short Lesson*. www.geo.ulg.ac.be, 2001.

[RIPS02] RIPSA. *Relatório da oficina análise de dados espaciais em saúde. V Congresso Brasileiro de Epidemiologia*. Curitiba, mimeo. 2002.

[Silv01] SILVA, E.C.S. *Integração de sistemas de informação geográfica e ferramentas Olap*. www.fatorgis.com.br/artigos, 2001.

[VDH97] VINE, M.F., DEGNAN D., HANCHETTE, C. Geographic Information Systems: Their use in environmental epidemiologic research. *Environmental Health Perspectives* 105(6):598-605, 1997.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a todos os participantes permanentes e convidados do comitê de análise espacial da RIPSA (Geo-Saúde), especialmente Ernani Bandarra, João Baptista Risi e Marília Sá Carvalho, que têm lutado pela democratização das tecnologias de geoprocessamento no Brasil.

SOBRE OS AUTORES

CHRISTOVAM BARCELLOS

*Pesquisador do Departamento de Informações em Saúde – FIOCRUZ
Sanitarista, Doutor em Geociências*

Colaborador do Centro Nacional de Epidemiologia – CENEPI/FUNASA

*Áreas de interesse: Sistemas de informação geográficos, Análise de dados espaciais,
Indicadores de saúde, Ensino de geoprocessamento.*

WALTER RAMALHO

Veterinário, especialista em Saúde Pública

Consultor do Centro Nacional de Epidemiologia – CENEPI/FUNASA

*Áreas de interesse: Sistemas de informação geográficos, Análise de dados espaciais,
Indicadores de saúde, Ensino de geoprocessamento.*