

## Parte II - Os sistemas de informações geográficas: conceitos e aplicações

Potencialidades dos sistemas de informações geográficas na área da saúde

Maria de Fátima R. P. de Pina

SciELO Books / SciELO Livros / SciELO Libros

NAJAR, AL., and MARQUES, EC., orgs. *Saúde e espaço: estudos metodológicos e técnicas de análise* [online]. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 1998. 276 p. História e Saúde collection. ISBN: 85-85676-52-3. Available from SciELO Books <<http://books.scielo.org>>.



All the contents of this work, except where otherwise noted, is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported.

Todo o conteúdo deste trabalho, exceto quando houver ressalva, é publicado sob a licença Creative Commons Atribuição - Uso Não Comercial - Partilha nos Mesmos Termos 3.0 Não adaptada.

Todo el contenido de esta obra, excepto donde se indique lo contrario, está bajo licencia de la licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported.

## POTENCIALIDADES DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS NA ÁREA DA SAÚDE

*MARIA DE FÁTIMA R. P. DE PINA*

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) são instrumentos de apoio à tomada de decisões e à manipulação de informações estratégicas. Sua crescente popularização e divulgação tem aumentado o interesse de profissionais de todas as áreas quanto às potencialidades de sua utilização. A área da saúde não é exceção e verifica-se um crescente interesse destes profissionais na exploração dos SIG como técnicas de representação espacial de dados que tradicionalmente são manipulados em forma de tabelas. O presente artigo tem por objetivo principal apresentar uma visão sucinta dos SIG, suas potencialidades e aplicações na área da saúde.

### **GEOPROCESSAMENTO E SIG**

Entende-se por geoprocessamento o conjunto de tecnologias de coleta, tratamento, manipulação e apresentação de informações espaciais. É um termo amplo, que engloba diversas técnicas, cada qual com funções específicas, como digitalização, conversão de dados, modelagem digital de terreno, processamento digital de imagens e, dentre outros, os Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Estes últimos podem ser entendidos como a mais completa das técnicas de geoprocessamento, uma vez que podem englobar todas as demais. Não raro, se verifica a utilização errônea dos dois termos – geoprocessamento e SIG –, como se fossem

sinônimos; na verdade, podemos afirmar que todos os SIG são técnicas de geoprocessamento, mas nem sempre a recíproca se aplica.

Os SIG são sistemas baseados em computador, usados para armazenar e manipular informações geográficas. Estes tipos de sistemas têm se desenvolvido e popularizado tanto nas últimas duas décadas que hoje em dia são aceitos como ferramentas essenciais para a manipulação das informações geográficas.

Permitem reunir uma grande quantidade de dados convencionais de expressão espacial, estruturando-os adequadamente, de modo a otimizar o tratamento integrado de seus três componentes: posição, topologia e atributos, na execução de análises e aplicações gráficas. São compostos essencialmente por um sistema gerenciador de um banco de dados georreferenciados e permitem a realização de análises espaciais complexas através da rápida formação e alternância de cenários que propiciam a planejadores e administradores em geral, subsídios para a tomada de decisões. Caracterizam-se por serem um potente instrumento de análise, ao contemplar um amplo e qualitativo leque de alternativas nas avaliações e simulações destes cenários (Pina, 1994).

A opção por esta tecnologia objetiva melhorar a eficiência operacional das aplicações e permitir uma boa administração das informações estratégicas, tanto para minimizar os custos operacionais como para agilizar o processo de tomada de decisões, garantindo aos usuários o alcance de suas metas.

A crescente divulgação do uso dos SIG nos últimos anos implicou diversas visões equivocadas sobre sua estrutura, suas funções e suas potencialidades. A fim de desmitificar alguns destes equívocos estabelecidos com Sistemas de Informação e mapas digitais é que se define, em seguida, o que 'não' é um SIG.

O SIG não é um sistema de produção de cartografia. Estes sistemas, de automação da produção cartográfica, visam fundamentalmente o mapa, a automação de sua elaboração e o armazenamento em meio magnético para simplificar a atualização e a disposição dos elementos que, numa representação cartográfica, expressam as feições naturais e culturais que configuram a área-objeto da representação.

A confusão que por vezes interpõe-se entre cartografia digital e SIG, baseia-se numa visão equivocada, deformada e superdimensionada dos sistemas de CAD cartográficos, que são freqüentemente enxergados por seus usuários como algo muito além do que eles verdadeiramente são: sistemas automáticos de desenho de mapas. Os desencontros são constantes e, como exposto por Cowen,

*esta confusão pode ser creditada ao deslumbramento causado pela expressiva facilidade que os sistemas automáticos de desenho trouxeram à produção de mapas e à flexibilidade no arranjo e manipulação de dados que proporcionaram mais recentemente, a viabilização da associação dos mapas digitais às bases de dados alfanuméricas.*  
(Cowen, 1988)

Não há dúvida de que um sistema de automação de mapeamentos facilita a manipulação dos elementos da representação cartográfica e, por conta disso, facilita também a análise espacial empreendida pelo intérprete do mapa. Enriquece e fundamenta mais ainda esta análise

se quando permite a associação de atributos e informações alfanuméricas a elementos do mapa. Há que se enfatizar, entretanto, que a facilidade que traz para esta análise, por parte do intérprete, não faz dele, em absoluto, um SIG.

Outro mito que deve ser desmontado é o de que os SIG são uma base de dados gráfica associada a uma base de dados alfanumérica. Por serem estes dados entendidos como sistemas de informação numa conceituação tradicional, a associação com os dados gráficos conduziu à equivocada idéia de que juntos compunham um SIG.

Afinal, o que distingue e caracteriza os SIG? Esta pergunta deve ser respondida à luz do fato de que as informações são de natureza geográfica e que na ciência geográfica, em seus fundamentos, deve-se buscar o sentido dos SIG como uma poderosa ferramenta da análise, em que a preocupação é não só a apresentação mas também a manipulação dos dados espaciais. Segundo Paredes (1994), os SIG nos levam ao entendimento da própria natureza dos dados espaciais, enquanto o conceito de CAD está baseado em uma ferramenta utilizada principalmente para desenho digital sem levar em conta o processamento da informação espacial.

O SIG supera em muito a simples manipulação de mapas digitais realizada pelo CAD, através da exploração das relações existentes entre seus dados gráficos e descritivos, permitindo a execução de funções de análise espacial, envolvendo proximidade, adjacência e conectividade, além de análises abrangendo superposições de diversos mapas oriundos de diversas fontes, escalas, sistemas de projeção etc.

## **POTENCIALIDADES DOS SIG NA SAÚDE**

Em sentido mais abrangente, a saúde é o resultante das condições de alimentação, habitação, educação, renda, meio ambiente, trabalho, transporte, emprego, lazer, liberdade, acesso e posse da terra e acesso aos serviços de saúde. É assim, antes de tudo, o resultado das formas de organização social da produção, as quais podem gerar grandes desigualdades nos níveis de vida (Najar, 1992).

A questão da saúde, em sentido restrito, é médica, pois trata mais propriamente da doença, contemplando em linhas gerais uma análise dos efeitos decorrentes das deficiências da saúde pública de uma determinada região. Trata-se, portanto, de uma abordagem limitada, situada mais no âmbito das questões curativas do que no das preventivas, estas melhor apreciadas num enfoque social amplo.

Na questão da saúde pública não se pode, portanto, prescindir da abordagem holística para uma eficaz representação da relação causal entre o bem-estar da população de uma determinada região e os efeitos das insuficiências na saúde, estrito senso, de seu povo.

As análises a serem realizadas no âmbito desta abordagem devem, portanto, contemplar dados que expressem ou que forneçam consistência à expressão tanto dos principais indicadores de bem-estar social, no contexto das causas, como dos principais indicadores das consequências sobre a saúde, estrito senso, no contexto dos efeitos.

Preciso é, pois, definir os dados importantes aos dois lados, e seus relacionamentos, de forma a dar consistência à determinação da relação causal.

A questão da ambiência e do saneamento básico é outra parte integrante e indissociável de qualquer trabalho que verse sobre saúde pública, porque é, reconhecidamente, uma questão imprescindível à avaliação do nível de bem-estar de que dispõe o povo da região avaliada.

Não se trata, pois, de apenas agregar mais uma variável à questão da saúde, mas sim de, realisticamente, considerar que a questão da saúde-doença é acima de tudo social, pois de nada adianta tratar a verminose se não existe água encanada para se lavar, nem água potável para se beber, e que de nada adiantam remédios contra as alergias se a poluição impede a eliminação de suas causas (Najar, 1992).

Devem, portanto, os sistemas de diagnóstico e monitoramento de saúde pública atuar no âmbito de saneamento ambiental, contemplando além de água, esgoto e lixo urbano, também a coleta, tratamento e destino final dos resíduos sólidos industriais, a drenagem urbana, a proteção de mananciais e o controle da qualidade do ar.

A apreciação da importância dos indicadores da mortalidade em geral e da infantil, em particular, bem como das questões relativas ao saneamento ambiental, conduzem à visão sistêmica sobre saúde pública e à ênfase de que a rigorosa identificação da relação causal entre o bem-estar – no sentido amplo – da população de uma determinada região, e os efeitos que podem ser interpretados nos indicadores que refletem a mortalidade e a incidência de doenças nesta população, deve se constituir no objetivo-diretriz do trabalho de modelagem e estruturação de dados para um sistema que se proponha a, rigorosamente, descrever a complexidade e a configuração das relações de causa e efeito que explicam as deficiências da saúde pública de uma determinada região.

O zelo com todos os dados que caracterizam causas e efeitos e a preocupação em não preestabelecer nenhuma restrição ao relacionamento entre todos esses dados, tornarão mais rico o elenco de alternativas na caracterização das relações causais, possibilitando a identificação de relações virtualmente impensáveis.

## **A IMPORTÂNCIA DA ABORDAGEM GEOGRÁFICA PARA OS DADOS DE SAÚDE**

A associação da medicina com a geografia é antiga. Há mais de um século, epidemiologistas e outros cientistas da medicina começaram a explorar o potencial das informações veiculadas pelos mapas em processos de busca do entendimento do dinamismo espacial das doenças. Um dos mais famosos usuários de primeira hora dos mapas, para as ciências médicas, foi John Snow, no século XIX, que teve a percepção de que a cólera, uma epidemia clássica na Europa daquela época, podia estar sendo propagada através do escoamento superficial das águas contaminadas. Recorrendo a mapas em que se representava a distribuição geográfica de mortes por cólera, em 1854, provou a associação entre estas e as regiões drenadas por águas contaminadas, trabalho que surpreendeu a todos na ocasião e permitiu descortinar um vasto campo para as aplicações cartográficas na investigação dos problemas de saúde (Scholten, 1991). A abordagem geográfica apura e torna mais precisa a análise dos fatores que orientam e condicionam a definição das políticas públicas na área da saúde.

Como exposto, não pode a análise prescindir dos dados de saneamento ambiental, que são dados de expressão preferencialmente espacial, nem abstrair-se do contexto socioeconômico

em que se enquadra, devendo buscar, para estes, padrões de representação espacial que não deteriorem a consistência dos dados originalmente não-gráficos. Como exposto por Najjar (1992), nota-se, na apreciação das questões de mortalidade, que “à medida que se amplia o acesso da população às condições dignas de moradia e condições ambientais favoráveis, melhora a saúde de todo o povo” e que as desigualdades não se dão apenas por conta das diferenças sociais entre a população, mas também, e muito significativamente, por regiões. Pode-se inferir que há uma efetiva regionalização na distribuição dos índices de mortalidade, que como foi visto, são os que mais precisamente expressam o grau de eficiência da política de saúde pública. Esta regionalização resulta da combinação de diversos fatores determinantes, próprios a cada região considerada. A complexidade desses fatores, muitos deles de expressão naturalmente geográfica, e a característica regional já constatada na expressão dos índices de mortalidade, conduzem a análise das questões da saúde pública para o âmbito da geografia e a análise da distribuição espacial dos fatos e fenômenos que a caracterizam, no âmbito dos SIG.

Esta abordagem espacial, no âmbito dos SIG, privilegia ainda o controle de doenças endêmicas como: a febre amarela, a dengue, a malária, a esquistossomose e outras que, se negligenciadas, podem transformar-se em doenças urbanas de difícil controle. Segundo Cliff (1992), para enfatizar a importância do monitoramento permanente das doenças endêmicas, no âmbito de sistemas de geoprocessamento, convém considerar que “uma vez que uma determinada doença endêmica tenha sido erradicada localmente, ela somente poderá reaparecer quando reintroduzida a partir de outra região, aonde ainda persista”.

A abordagem geográfica do sistema de saúde pública, no âmbito dos Sistemas de Informação Geográfica, garante, com certeza, maior dinamismo e a reorientação das políticas públicas que hoje, “tal como estão, privilegiam as ações assistenciais e curativas em lugar das ações de prevenção” (Najar, 1992). A análise holística a que se propõe o SIG exige uma reorientação da abordagem atual, de modo a permitir uma melhor compreensão da importância das ações preventivas e uma maior eficiência na diminuição da mortalidade e no aumento da longevidade. Adicionalmente, traz a redução dos gastos públicos com saúde, muito maiores quando a atuação dos gestores governamentais resume-se a uma assistência médica de caráter curativo e individual, em detrimento de uma postura preventiva, voltada para a maioria da população.

## **A APLICAÇÃO DOS SIG NAS PESQUISAS DE SAÚDE**

É de fundamental importância que o tipo de instrumento a ser usado para processar com rapidez e confiabilidade informações que auxiliem as pesquisas em saúde e o planejamento, monitoramento e avaliação de programas, possibilite a análise das séries históricas de dados e o tratamento e conversão destes em informações para o planejamento das ações de saúde pública (Scholten, 1991).

Esta importância justifica a necessidade da geração de um consistente, e tão completo quanto possível, Sistema de Informação sobre as áreas de saúde e a ambiência.

Como a saúde pública e a ambiência estão intrinsecamente influenciadas pelos padrões de ocupação do espaço geográfico, este sistema de informação se tornará mais expressivo e

eficiente se contiver a distribuição espacial dos dados, tornando-se um Sistema de Informações Geográficas.

As técnicas de Sistemas de Informação Geográfica permitem às autoridades públicas ter uma visão espacial mais exata e abrangente das conseqüências advindas dos investimentos no gerenciamento do meio ambiente e da saúde pública. Torna-lhes possível rever e simular situações, analisar o resultado de tendências, ou antecipar os prováveis resultados de decisões planejadas, comparando planos alternativos e refazendo a análise para cada alternativa proposta, num tempo muito curto. Possibilitam explorar um leque de cenários possíveis e a idealização das conseqüências de um curso de ação, evitando-se que erros grosseiros ou irremediáveis sejam cometidos. Esta abordagem interativa seria proibitivamente cara, se usados métodos manuais, além de ser de difícil visualização se usados apenas sistemas literais de informação. Todas as informações relevantes devem ser armazenadas, gerenciadas, tornadas disponíveis e apresentadas de forma adequada, para serem usadas em estágios diferentes no processo de pesquisa e planejamento (Scholten, 1991).

A massa de informações deve ser criticada e conhecida, pois pode ser de diversos tipos, variando tanto em quantidade como em qualidade e estar referida a unidades territoriais de diferentes extensões.

Há ainda fatores, incluídos aí a localização e características, tais como as condições socioeconômicas e ambientais dos lugares onde as pessoas vivem, que oferecem uma fonte valiosa para a pesquisa na área da saúde, em especial na área epidemiológica.

Os dados sobre saúde e doença têm dimensão espacial e podem ser expressos neste contexto, o que sinaliza ser a distribuição geográfica uma das primeiras características a ser analisada quando da avaliação dos resultados das pesquisas de saúde. Por outro lado, as séries estatísticas completarão a visão espacial, dando aos fatos e fenômenos em consideração, a dimensão temporal. De uma maneira geral, em um SIG, a distribuição espacial estará assegurada pela base de dados gráficos, enquanto a base de dados alfanuméricos contemplará a visão estatística do problema.

A composição anterior, espaço-temporal, facilita o estudo de associações entre saúde e meio ambiente, permitindo a apreensão dos relacionamentos entre a distribuição e a difusão de doenças em presença do meio físico em que se desenvolvem, ou seja, o clima, a vegetação, a qualidade da água e a qualidade do ar. O conhecimento acerca da variação espacial na incidência de doenças é de significativo valor em diversos campos das ciências médicas, em particular aquele a que se dedica a epidemiologia (Medronho, 1993).

A determinação das associações entre as ocorrências de doenças e o meio ambiente, físico e antrópico, deve orientar a escolha das entidades, dos atributos e dos relacionamentos relevantes ao sistema.

As aplicações dos Sistemas de Informação Geográfica em pesquisas de saúde podem ser identificadas na:

- análise da distribuição de pacientes;
- monitoramento da qualidade da água;
- variações na ocorrência de epidemias;

- monitoramento de vetores;
- avaliação, em tempo real, de situações de emergência ou catastróficas; dentre outras situações de não menor importância.

A adaptação desta técnica às áreas relacionadas com a saúde pública é de grande valor, não apenas por oferecer a possibilidade de desenvolver diversas tarefas fundamentais com maior rapidez e economia, mas também por oferecer aos pesquisadores novas alternativas metodológicas, mais confiáveis e cientificamente validadas para o tratamento de informações espaciais (Scholten, 1991).

Os Sistemas de Informação Geográfica permitem que se realize funções de análise até então inviabilizadas com os pacotes estatísticos ou com os mapeamentos automatizados típicos de um ambiente CAD/CAM, empregados isoladamente.

Combinando cartografia e estatística espacial, o valor dos mapas pode ser acentuado. O manuseio de informações espaciais pode ser definido como um método com fortes laços entre geografia, cartografia e estatística.

Embora para os profissionais da área da saúde a utilização dos SIG como ferramenta de apoio à análise dos dados e à tomada de decisões não seja mais uma novidade, nota-se ainda uma subutilização da potencialidade destes sistemas que, na maioria das vezes, são utilizados apenas para elaborar mapas cujo objetivo principal é a visualização de padrões espaciais de uma determinada variável.

A facilidade de manipulação da maioria dos *softwares* de geoprocessamento facilita a que usuários não familiarizados com as técnicas de SIG, ou com a natureza das informações geográficas, possam conduzir análises inválidas sem ao menos perceberem a incoerência dos procedimentos adotados.

Segundo Aronoff (1989), um melhor entendimento da tecnologia pelos usuários, gerentes e diretores, no ambiente de uma organização, é crucial para o seu adequado uso e coerência de resultados. Isto nem sempre se verifica, e a maioria dos usuários de geoprocessamento não recebe nenhum treinamento específico, iniciando-se na técnica muitas vezes atraído pelo impacto visual que a representação de dados em um mapa pode causar.

## **A TERRITORIALIDADE NO ÂMBITO DOS SIG**

Os Sistemas de Informação convencionais armazenam, estruturam e tratam um conjunto de dados para um particular contexto, que pode ser, por exemplo, o universo de um setor produtivo da economia ou o universo da administração pública em todos os seus níveis: federal, estadual ou municipal, ou mesmo o complexo de decisões que envolvem um empreendimento, de qualquer porte, que tome um território como base de ação.

Um Sistema de Informação que pretenda ser adequado e consistente deverá possuir uma delimitação precisa do contexto retratado pelo conjunto de informações dele constantes.

Quando este Sistema de Informação incorpora ferramentas que permitem a expressão da distribuição espacial dos dados e o seu (geo)processamento neste novo ambiente, automática-



mente articula ao contexto original dos dados o posicionamento e a delimitação geográfica da base de dados, em suma, a associação de um território à base de dados.

Ao contexto abstrato do objeto do Sistema de Informação articula-se então o fato físico da distribuição espacial dos dados, enriquecendo e diversificando as possibilidades de tratamento e sofisticando o poder de interpretação e análise das informações contidas no sistema.

Como conseqüência mais exterior da articulação destes dois contextos, temos a visualização das relações espaciais entre os dados, permitindo assim a detecção de processos de concentração e de dispersão de fluxos e contrafluxos, bem como a identificação dos processos históricos de comportamento dos dados ou, mais precisamente, dos fenômenos que eles retratam.

Uma questão essencial à correta formação destes Sistemas de Informação é a definição rigorosa do território a que se refere os conjuntos de dados.

A definição do contexto da base de dados tabulares se dá pelos processos já conhecidos de estruturação de bancos de dados, a exemplo da abordagem relacional.

A definição do contexto espacial de um Sistema de Informação que se pretenda 'geográfico' envolve precipuamente a delimitação de seu espaço geográfico de abrangência, ou seja, do território sobre o qual ele é representativo.

À territorialidade dos SIG estão associadas, principalmente na administração pública, caso da área de medicina social, importantes aspectos geopolíticos, posto que a abrangência e a delimitação de territórios, em geral, constitui o objeto de estudos desta que é atualmente uma disciplina muito dinâmica.

Tanto na gestão da coisa pública quanto na formulação das estratégias e dos planos de ação, há que se ter uma clara definição do território que compete a cada nível de administração, tendo-se presente, e como ditado pelo senso comum, que não são eternas estas fronteiras, função das significativas transformações por que passam as sociedades humanas, em particular, neste final de século.

Na definição de Becker (1991), os territórios correspondem a áreas delimitadas por um conjunto de relações sociais localizadas, e do poder implícito nessas relações; figurativamente correspondem a 'arenas políticas', em que ramos do aparelho do Estado podem ou não ter um papel.

A territorialidade humana entendida como produto da prática social – envolvendo a apropriação, os limites e a intenção de poder sobre uma porção precisa do espaço, independentemente da delimitação formal do território do Estado, é decisiva para a compreensão das questões essenciais à correta e adequada delimitação do espaço geográfico que se constituirá na arena de implementação do SIG e na expressão de territorialidade que a ele se associa.

Apesar de restrito quando de sua implantação a uma territorialidade predefinida, devem os SIG ser modelados de modo a expressar, da melhor forma possível, o espaço de fluxos da organização econômica e o espaço dos lugares, da identidade cultural que retrate a organização econômica e social, flexível e aberta às transformações endógenas, que permitirá, no futuro, a identificação de novas territorialidades e a compreensão da complexidade das relações espaciais em nível regional, bem como dos processos históricos que delinearão novas relações geopolíticas.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ARONOFF, S. *Geographic Information Systems: a management perspective*. Ottawa: WDL Publications, 1989.
- BECKER, B. K. Geografia política e gestão do território no limiar do século XXI – uma representação a partir do Brasil. *Revista Brasileira de Geografia*, 1991.
- CLIFF, A. D. et al. The geographic structure of measles epidemics in the northeastern United States. *American Journal of Epidemiology*, 136(5), 1992.
- COWEN, D. J. GIS versus CAD versus DBMS : What are the Differences? *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 54(11), p.1551-1555, 1988.
- MEDRONHO, R.A. et al. A ocorrência de dengue no município do Rio de Janeiro e o meio ambiente; uma análise por geoprocessamento. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA SOBRE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA, IV, 1993, São Paulo (SP).
- NAJAR, A. L. et al. *A Saúde em Estado de Choque*. Rio de Janeiro: Espaço e Tempo, 1992.
- PAREDES, E. *Sistema de Informação Geográfica: princípios e aplicações (geoprocessamento)*, São Paulo: Érica, 1994.
- PINA, M. F. *Modelagem e Estruturação de Dados Não-Gráficos em Ambiente de Sistemas de Informação Geográfica: estudo de caso na área de saúde pública*, 1994, p.5 a 21. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro: Instituto Militar de Engenharia.
- SCHOLTEN, H. J. & LEPPER, M. J. C. The benefits of the application of geographical information systems in public and environmental health, world health statistical. *Quarterly Report*, 44:160-170, 1991.

