

# COLOCANDO DADOS NO MAPA: A ESCOLHA DA UNIDADE ESPACIAL DE AGREGAÇÃO E INTEGRAÇÃO DE BASES DE DADOS EM SAÚDE E AMBIENTE ATRAVÉS DO GEOPROCESSAMENTO

Christovam Barcellos<sup>1</sup>, Simone M. Santos<sup>2</sup>

*Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) podem ser utilizados como ambiente de consolidação e análise de grandes bases de dados sobre saúde e ambiente. No entanto, é necessário um esforço para compatibilizar técnicas de endereçamento de dados, o que implica na adequação entre bases de dados e base cartográfica. Neste trabalho são discutidos alguns problemas encontrados no georeferenciamento de dados de saúde e ambiente, bem como alguns critérios para a escolha da unidade espacial mínima de agregação de dados, permitindo a qualidade e intercâmbio entre camadas de informações. O caso do abastecimento de água no município do Rio de Janeiro pode ser utilizado como exemplo de avaliação de condições de saúde em micro-áreas, onde diversas fontes de informação com diferentes características construtivas são dispostas em mapas e interrelacionadas no espaço na forma de camadas.*

## Introdução

A década de 90 vem sendo marcada pela crescente disponibilização de dados e pela facilidade de acesso e análise destes através de sistemas computacionais simples. Nos campos de saúde e ambiente, diversos dados encontram-se em meio magnético e estruturados de maneira a permitir seu uso e interpretação por entidades acadêmicas e não-governamentais. Se, por um lado, esses dados estão disponíveis, por outro, frequentemente, sua utilização é limitada, pela ausência de

integração, qualidade e apresentação. Dados coletados por um setor não são utilizados por outros, incorrendo em múltiplos, repetitivos e desconexos sistemas de informações. Essa multiplicidade de recortes impossibilita que ações intersetoriais sejam planejadas em conjunto<sup>1,4</sup> levando diversas instituições a coletarem dados semelhantes com sistemas diferentes, com elevada centralização dos dados e limitando grandemente seu acesso. Para conhecer mais detalhadamente as condições de saúde da população é necessário trabalhar com

<sup>1</sup> Pesquisador adjunto do Departamento de Informações para a Saúde, Centro de Informação Científica e Tecnológica, Fundação Oswaldo Cruz, Av. Alcidee Brasil 4365, Rio de Janeiro, RJ 21045-900, Brasil, Tel: (021) 290-1696. Endereço eletrônico: xris@dcc001.cict.fiocruz.br

<sup>2</sup> Mestranda do Departamento de Epidemiologia e Métodos Quantitativos em Saúde, Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, RJ. Endereço eletrônico: smsantos@manguinhos.ensp.fiocruz.br

### Escolha da unidade espacial mínima de agregação de dados

As técnicas de geoprocessamento têm sido crescentemente utilizadas com o objetivo, não só de análise de dados georeferenciados, mas de geração de novas informações por meio de operações entre "camadas" de dados. Por exemplo, o geoprocessamento permite que se elabore, com certa facilidade, mapas de localização das fontes industriais dos contaminantes para o ambiente, bem como de níveis de contaminação em solos de uma determinada região. Algumas técnicas de geoprocessamento propiciam um relacionamento entre esses mapas. A sobreposição dessas informações permite que se estabeleçam padrões de transporte e de acumulação dos contaminantes na região estudada, formando uma nova camada de informação, que dificilmente poderia ser determinada através de dados tabulares.<sup>8,7</sup>

Freqüentemente, os dados de saúde e ambiente são referidos a unidades espaciais não coincidentes. O nível mínimo de agregação de dados de saneamento é o território das agências locais de água e esgoto, muitas vezes delimitado por sub-bacias hidrográficas. Dados de monitoramento de qualidade do ar e água se referem a pontos de amostragem cujas regiões de influência são dificilmente conhecidas. Essas amostras são representadas por pontos no mapa que constituem uma discretização de fenômenos aparentemente contínuos<sup>17</sup>. Pode-se, neste caso, recorrer à interpolação de dados pontuais com a definição de uma superfície que represente a variação espacial destes dados.<sup>35</sup> Os sistemas de informações nacionais sobre saúde e ambiente, por exemplo, o Sistema de Informação de Mortalidade (SIM), permitem a agregação de dados por município de residência ou ocorrência do óbito, exigindo um grande esforço para o endereçamento de informações em unidades espaciais menores. O município reúne grande parte das condições necessárias que viabilizam seu uso como unidade espacial de análise, por ser dotado de autonomia administrativa e servir como

referência de dados primários em saúde e ambiente. Por outro lado, poucos eventos de saúde de origem ambiental podem ser detectados e analisados nessa escala.<sup>6, 36</sup>

No geoprocessamento, o trabalho com as bases de dados exige que os dados estejam relacionados a unidades espaciais. Dentre as possíveis unidades espaciais de agregação de dados ambientais e sanitários encontram-se o setor censitário, o território do código de endereçamento postal (CEP), o bairro, a bacia hidrográfica, o distrito sanitário, o distrito administrativo (subdivisão do município) e o município.

Alguns critérios podem ser listados para a escolha de uma destas unidades espaciais, possibilitando diferentes níveis de agregação. Essa escolha influirá sobre a forma e estrutura que terão a base de dados e a base cartográfica. Dentre esses critérios, destacam-se os mais relevantes.

• **A presença e qualidade do registro destas unidades nos bancos de dados.** Grande parte dos bancos de usuários de serviços contém o CEP, o que facilita o endereçamento de dados nesta unidade. Já o endereço de logradouros necessita uma fase de avaliação crítica dos dados, devido à variabilidade no seu preenchimento, nos bancos de dados. Apesar da sua baixa qualidade, o endereço é um campo comumente utilizado nos grandes bancos de dados de saúde.

• **O reconhecimento da unidade espacial por parte da população.** A identificação da unidade espacial por parte do usuário do sistema garante a qualidade dos dados de endereçamento, ao mesmo tempo em que promove a apropriação das informações, por tornar o dado mais inteligível. Uma das dificuldades do uso do setor censitário como unidade espacial de agregação de dados é seu desconhecimento pela população, pois seu uso não faz parte do cotidiano.

• **A unidade espacial deve delimitar territórios que contenham dados de interesse para a saúde e ambiente.** O CEP,

por exemplo, não está diretamente relacionado a informações de saúde, dificultando o cálculo de indicadores. Por outro lado, o setor censitário é vinculado a dados sócio-demográficos que permitem a construção de indicadores com maior facilidade.

• **A unidade deve ser identificada como delimitador de um território sócio-político de atuação de grupos populacionais organizados e de instâncias administrativas do Estado.** O uso do bairro como unidade de referência possibilita a localização de informações que permitem direcionar ações específicas de planejamento, integrando a participação da população nas instâncias de decisão política, como as "Regiões do Orçamento Participativo" (agregações de bairros) no município de Porto Alegre.

• **As unidades espaciais devem possuir "homogeneidade interna" dos fatores a serem analisados.** Por isso, é importante definir previamente a necessidade de estratificação por grupos homogêneos, conforme interesse específico e de acordo com os objetivos do uso das informações.

• **É necessário que as unidades espaciais permitam níveis de agregação progressivos.** Para promover a integração das informações utilizando diferentes unidades de referência é imprescindível que os níveis mais desagregados estejam perfeitamente contidos nos níveis superiores. Os limites de bacias hidrográficas, por exemplo, extrapolam, muitas vezes os territórios administrativos distritais, municipais e estaduais, o que impede a reagregação dos dados de um nível para outro.

• **Ao escolher a unidade espacial de agregação de dados, também está sendo definida a escala de observação dos fenômenos.** Deve-se ter presente a natureza dos eventos que serão analisados para poder se definir a escala, de modo que as interações possam ser captadas<sup>7</sup>. Por exemplo, se o objetivo é definir micro-áreas de risco dentro do território de abrangência de uma unidade

mapas (meios) que permitam observar a distribuição espacial de situações de risco e dos problemas de saúde, com dados demográficos, sócio-econômicos e ambientais, promovendo a integração das informações de diversos bancos de dados. Nesse sentido é fundamental que as informações sejam localizáveis, fornecendo elementos para construir a cadeia explicativa dos problemas do território aumentando o poder de orientar ações intersectoriais específicas<sup>29, 32</sup>.

O uso do espaço como categoria de análise tem sido ressaltado em trabalhos recentes nas áreas de epidemiologia<sup>5, 23, 18, 34</sup> e análise ambiental<sup>17, 2, 4</sup>. Padrões espaciais de doenças podem permitir a identificação de fontes comuns de contaminação<sup>28, 19</sup>, trajetórias influenciadas por variáveis ambientais<sup>30, 33</sup>, padrões ou diferenças de situações de saúde ante perspectivas de agregações particulares em diversos níveis; bem como, o planejamento e avaliação de intervenções e fatores sócio-econômicos espacializados que afetam perfis de saúde<sup>15, 21, 22, 24, 30</sup>.

Por suas características, as técnicas de geoprocessamento e, em especial um dos seus sistemas - o Sistema de Informação Geográfica (SIG) - pode ser um poderoso instrumento para o planejamento, monitoramento e avaliação das ações de saúde. Os SIGs 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. Dessa forma permite a execução de análises e aplicações gráficas complexas através da rápida formação e alternância de cenários, que propiciam a planejadores e a administradores em geral os subsídios para a tomada de decisões<sup>30, 25, 26</sup>.

Neste trabalho são levantados alguns problemas enfrentados no georeferenciamento de dados de saúde e ambiente, com enfoque na escolha de unidades espaciais de agregação de dados e na possível integração de diferentes bases de dados já disponibilizadas, através do uso de SIGs.

de saúde, a unidade espacial escolhida deve permitir a caracterização diferencial deste território, como o setor censitário. Caso o objetivo for caracterizar as áreas de um município em relação a cobertura de rede ambulatorial, poderia ser utilizado o bairro como unidade espacial de agregação, para evidenciar locais sem oferta deste serviço.

### Bases de dados em saúde e ambiente e seu georeferenciamento

Para que sejam dispostos em mapas, cada um dos dados deve ser referenciado a uma unidade de análise geográfica. Grande parte dos bancos de dados utilizados na área de saúde possuem campos de identificação do município. Por outro lado, as bases cartográficas devem conter campos que permitam o relacionamento com bases de dados. É a partir do relacionamento entre base de dados e base cartográfica que se pode realizar diversos procedimentos comuns do geoprocessamento, como a análise geostatística, a gerência de informações gráficas e não-gráficas, as operações espaciais e a

Salvador, o bairro vem sendo utilizado como unidade espacial mínima de agregação de dados. Para isso, o campo correspondente foi implantado nos principais sistemas de informação e seu preenchimento vem sendo normatizado para impedir incongruências entre a base cartográfica e a base de dados não-gráficos. Nas áreas rurais, onde os dados de endereçamento são insuficientes, uma alternativa para a localização de eventos tem sido a obtenção de pares de coordenadas através de equipamentos de rastreamento por satélite - *Global Position System* (GPS)<sup>9</sup>. No Rio de Janeiro, o projeto de pesquisa SIG-FIOCRUZ desenvolveu um sistema de localização de endereços para a identificação do setor censitário correspondente a cada óbito reportado no SIM<sup>11</sup>. A implantação rotineira deste sistema depende, no entanto, da elaboração de listas de endereços dos cerca de 6.000 setores do município, da melhoria do

preenchimento dos campos de endereço (tipo, título e nome do logradouro, bairro e região administrativa) e da difusão de uma cultura de geoprocessamento de informações de saúde em todos os níveis do Sistem Único de Saúde (SUS). Este último item, talvez o mais crítico, pode ser alcançado com o retorno de análises e diagnósticos espaciais para os geradores dos dados, de modo a auxiliar nível local no planejamento de ações de saúde. A utilização permanente dos bancos de dados pode permitir o aperfeiçoamento de sua qualidade<sup>27</sup>.

Dentre as bases de dados de interesse ambiental destacam-se as informações coletadas pelos programas de monitoramento ambiental, o uso de imagens de satélite e radar e os dados de agências de saneamento. Diversas bases de dados hoje abordam questões relativas à atividade industrial<sup>16</sup>. Entre as mais importantes destacam-se o censo industrial (realizado periodicamente pelo IBGE), o cadastro de indústrias potencialmente poluidoras (gerenciado por órgãos de controle ambiental no Brasil), e a lista de indústrias mantidas por entidades da classe de industriais como a Federação das Indústrias do Estado de

São Paulo (FIESP) e Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN). O relacionamento entre estas bases de dados pode identificar lacunas nos sistemas de informação sobre controle ambiental e possíveis relações com dados de saúde. A localização destas informações permite sua sobreposição a dados ambientais, orientados especificamente para o monitoramento da qualidade ambiental em regiões industriais<sup>10, 31</sup>.

Devido às próprias necessidades dos sistemas de monitoramento ambiental, os dados de qualidade ambiental são referenciados a territórios previamente delimitados e pontos de coleta de amostras fixos. Esta característica facilita o georeferenciamento dessas informações e o acompanhamento de variações espaço-temporais. Grande parte dos dados meteorológicos, de qualidade atmosférica e da água são localizáveis em um SIG por pares de coordenadas.

### Uso do SIG na integração de dados ambientais e sanitários

Dentro do amplo espectro do que é denominado "mapa de risco" encontram-se mapas que têm como conteúdo desde a presença de agentes ambientais de risco até suas consequências, previstas ou medidas, sobre a população. Por meio da união entre os processos desencadeadores de riscos ambientais pode-se estabelecer uma complementaridade de eventos que permitem a análise globalizada de riscos à saúde<sup>7</sup>. O caso do abastecimento de água no Município do Rio de Janeiro pode ser utilizado como exemplo da construção de mapas de risco com informações complementares e intercambiáveis.

A figura 1 mostra algumas camadas de informação que contêm dados relevantes para a caracterização de riscos relacionados ao abastecimento de água em micro-áreas. Os pontos no mapa B indicam locais de coleta de amostras para avaliação de qualidade da água na rede de distribuição e, a partir destes, é possível identificar áreas de influência onde a qualidade da água é imprópria para consumo.

Tabela 1: Bases de dados de interesse para a saúde, instituições responsáveis e periodicidade de atualização.

BASE DE DADOS	ATUALIZAÇÃO	INSTITUIÇÃO	UNIDADE DE REGISTRO
pesquisa de assistência médica sanitária	anual	IBGE	unidade sanitária
AMS			
autorização de internação hospitalar	mensal	DATASUS	procedimento médico
AIH			
sistema de informações sobre nascidos vivos	mensal	DATASUS	nascimento
SINASC			
sistema de notificação de agravos	mensal	DATASUS	agravo à saúde
SINAN			
censo demográfico	decenal	IBGE	domicílio
CD			
sistema de mortalidade	anual	DATASUS	óbito
SIM			



Os arcos no mapa A representam a rede de abastecimento de água, permitindo evidenciar áreas afastadas das linhas de abastecimento. Os polígonos no mapa D indicam setores censitários, que contêm informações do censo sobre o sistema de abastecimento de água dos domicílios e sobre sua forma de canalização. Os bairros no mapa E, também representados por polígonos, são unidades utilizadas para a agregação de dados sobre agravos à saúde, podendo fornecer importantes informações sobre a incidência de doenças de veiculação hídrica. Diversas áreas de risco podem ser delimitadas utilizando-se as possíveis associações entre as camadas (mapas) de informações.

Além das sobreposições de camadas como nos mapas C e E, pode-se obter por meio de operações espaciais, por exemplo, uma lista de domicílios com carência de sistemas de abastecimento de água em áreas de alta incidência de doenças relacionadas ao saneamento. Da mesma maneira, pode-se identificar áreas de pobreza onde problemas de saneamento são em geral agravados pela carência sócio-econômica.

### Considerações finais

É importante ressaltar o papel das ações intersetoriais na melhora da qualidade da captação, registro e disponibilização de informações de interesse para saúde e ambiente. Na medida em que aumenta a necessidade de integração das informações contidas em bases de dados de diferentes setores, os sistemas de informação podem ser otimizados por meio da padronização de referência a unidades espaciais de análise e por meio da facilidade de acesso. Observa-se que a possibilidade de ações intersetoriais e a disponibilização das bases de dados têm sido mais efetivas nos locais onde a iniciativa de construção de SIGs partiu de órgãos governamentais. Por sua característica simultânea de produtor e usuário das informações para o planejamento, os órgãos do poder executivo têm maior facilidade para a definição sobre a forma como os dados serão

captados e sobre a maneira como serão possibilitadas essas integrações. Por outro lado, é o uso intensivo e descentralizado dos dados que vai garantir a permanência dos projetos de geoprocessamento e mesmo a qualidade dos dados.

### Bibliografia

- Aerts, D.; Cunha, J.; Sant'anna, A.; Hilgert, C.; Flores, R.; Cattani, A. Uso simultâneo dos sistemas: SINASC, SIM e SIG. In: *Práticas, Informações de interesse à saúde*. Vol. 1, no 4, p. 47-54, 1996.
- Ajara, C. A abordagem geográfica: suas possibilidades no tratamento da questão ambiental. In: *Geografia e Questão ambiental*. IBGE, Rio de Janeiro, 1992.
- Andersen, L.J. & Gosk, E. Applicability of vulnerability maps. *Environmental Geology and Water Science*. 13(1): 39-43, 1989.
- Atreia, O.; Dubois, J.P.; Webster, R. Geostatistical analysis of soil contamination in the Swiss Jura. *Environmental Pollution*. 86: 315-327, 1994.
- Bailey, T.C.; Gratel, A.C. *Interactive Spatial Data Analysis*. Longman Scientific & Technical, Essex, Inglaterra, 1995.
- Barcellos, C. & Machado, J.H. Seleção de indicadores epidemiológicos para o saneamento. *BIO. out/dez*, pp. 37-41, 1991.
- Barcellos, C.; Bastos, E.I. Geoprocessamento ambiente e saúde: uma união possível? *Cadernos de Saúde Pública*. 12 (3): 389-397, 1996.
- Bastos, E.I.; Barcellos, C. A Geografia social da AIDS no Brasil. *Revista de Saúde Pública*. 29(1): 52-62, 1995.
- Bretas, G. & Bessa, R. Um Sistema Geográfico de Informações para o Controle da Malária na Amazônia. *Informe Epidemiológico do SUS*. Ano V(3): 73-81, 1996.
- Briggs, D.J. Mapping Environmental Exposure. In: P. Elliot, *Geographical and Environmental Epidemiology: Methods for Small-area Studies*. p. 158-176, Oxford University Press, Tokyo, 1992.
- Cruz, O.G.; Barcellos, C.; Carvalho, M.S.; Machado, J.H.; Najat, A.L.; Pina, M.F.; Vasconcelos, M.M.; Viacava, F. GIS assembling and addressing system in Rio de Janeiro/Brazil. In: *Proceedings of the CDC/ATSDR Symposium on Statistical methods*, Atlanta, 18th, 1995.
- Davis, C.A. & Fonseca, F.T. *Endereços: A Base de um Projeto de Geoprocessamento Urbano*. Sagres editora. Curitiba (mimeo). 1996.
- De Kadt, E. & Tasca, R. Promovendo a equidade - um novo enfoque com base no setor da saúde - Cooperação Italiana em Saúde. Ed. Hucitec, São Paulo, 107 pp, 1993.
- Di Villarosa, F.N.; Tasca, R.; Fernandes, R.V. Análise da situação sócio-sanitária, microlocalização e participação no distrito sanitário de Pau da Lima, Salvador. *Revista Bahiana de Saúde Pública*. 17(1/4): 7-14, 1990.
- Duchiade, M. P. Mortalidade infantil por pneumonia na região metropolitana do Rio de Janeiro, 1976-1986. Tese de mestrado, Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública, 1991.
- Estreves, M.G.; Amendola, P.L. A questão da poluição industrial. *Diagnóstico Brasil*, a ocupação do território e o meio ambiente, p. 73-86. IBGE, Rio de Janeiro, 1990.
- Godin, P.M.; Feinberg, M.H. & Ducauze, C.J. Modelling of soil contamination by airborne lead and cadmium around several emission sources. *Environmental Pollution (Series B)*. 10: 97-114, 1985.
- Gould, P. *The Slow Plague - a Geography of the AIDS Epidemic*. Oxford: ed. Blackwell, 1993.
- Hills, M. & Alexander, F. Statistical methods used in assessing the risk of disease near a source of possible environmental pollution: a review. *Journal of Royal Statistical Society Association*. 152: 353-363, 1989.
- Hissaki, F.; Rodrigues, M. Aplicação de SIG em planejamento de ações de saúde. *Anais. II Congresso para Usuários de Geoprocessamento*. p. 3-11, Sagres Ed., Curitiba, 1996.
- Hurt, M.S.R. & Burkitt, D.P. The geography of non-infectious diseases. Oxford: Oxford University Press, pp. 164, 1986.
- Jacobson, B.S. The role of air pollution and other factors in local variations in general mortality and cancer mortality. *Archives of Environmental Health*. 39(4): 306-313, 1984.
- Kearns, R.A.; Joseph, A.E. Space in its place: developing the link in the medical geography. *Social Science and Medicine*. 37(6): 711-717, 1993.
- Medronho, R.A. Geo-processamento e Saúde: uma Nova Abordagem do Espaço no Processo Saúde Doença. Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 1995.
- Nobre, F.F.; Carvalho, M.S. Spatial and Temporal analysis of epidemiological data in GIS for health and the environment. In: Savigny, D., de; Wijeyaratne, P. (org), *GIS for Health and the environment: proceedings of an international workshop held in Colombo, Sri Lanka, 5-10 September, 1994*. pp21-31. Ottawa, IDRC, 1995.
- Perna, M.A.L.; Matos, H.J.; Floriano, D.B. Um sistema de informações geográficas como apoio a programas de vigilância epidemiológica em atenção à saúde. *Anais. II Congresso para Usuários de Geoprocessamento*. p. 115-123, Sagres Ed., Curitiba, 1996.
- Porvin, L. & Champagne, F. Utilization of administrative files in health research. *Social Indicators Research*. 18: 825: 829, 1986.
- Silvany, Nery. *Urbanização e poluição industrial: determinação social da intoxicação pelo chumbo em crianças de Santo Amaro - Bahia*. Tese de mestrado. Salvador: Universidade Federal da Bahia, 1982.

29. Souza, D.S.; Nader, E.K.; Takeda, S.M.P.; Flóres, R.; Santos, S.M.; Giacomazzi, M.C.G. O Sistema de Informações Geográficas no Planejamento de Serviços de Saúde. **Momento & Perspectiva em Saúde**. 9(2): 10-15. Porto Alegre. 1996.
30. Stephens, C.; Timaes, I.; Akerman, M.; Avle, S.; Maia, P.B.; Campanario, P.; Doe, B.; Lush, L.; Tetteh, D.; Harpham, T. Collaborative study in Accra, Ghana and São Paulo, Brazil - Analysis of urban data of four demographic and health surveys. Londres: London School of Hygiene & Tropical Medicine. 1994.
31. Stockwell, J. R.; Sorensen, J.W.; Eckert, J.W.; Carreras, E.M. The U.S. EPA geographical information system for mapping environmental releases of toxic chemical release inventory (TRI) chemicals. **Risk Analysis**, 33(2): 155-164, 1993.
32. Takeda, S.; Santos, S.M.; Flóres, R.; Souza, D.S.; Nader, E. Sistema de informação georeferenciada: apoio ao planejamento local enfocando áreas de risco - a busca da equidade. Serviço de Saúde Comunitária. Grupo Hospitalar Conceição, Mimeo, Porto Alegre, 13 pp, 1995.
33. Toledo, L. M. O cólera nas Américas e sua produção no Brasil. **Informe Epidemiológico do SUS**, ano 2, nº 1: 7-38, 1993.
34. Verhasselt, Y. Geography of health: some trends and perspectives. **Social Science and Medicine**. 36(2): 119-123, 1993.
35. Wang, J. & Xie, Y. Application of geographical information systems to oxic chemical mapping in Lake Erie. **Environmental Technology**. 15: 701-714, 1994.
36. Zapponi, G.A. Estimating Environmental Exposure. In: P. Elliot, Geographical and Environmental Epidemiology: Methods for Small-area Studies. p. 151-157, Oxford University Press, Tokyo. 1992.

Figura 1: Camadas de informação para caracterização de riscos à saúde relacionados ao abastecimento de água em micro-áreas

