

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
SISTEMA DE BIBLIOTECAS DA UNICAMP
REPOSITÓRIO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA E INTELECTUAL DA UNICAMP

Versão do arquivo anexado / Version of attached file:

Versão do Editor / Published Version

Mais informações no site da editora / Further information on publisher's website:

Sem URL

DOI: 0

Direitos autorais / Publisher's copyright statement:

©2016 by Livronovo. All rights reserved.

DIRETORIA DE TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO

Cidade Universitária Zeferino Vaz Barão Geraldo

CEP 13083-970 – Campinas SP

Fone: (19) 3521-6493

<http://www.repositorio.unicamp.br>

CAPÍTULO 22 – GEOPROCESSAMENTO COMO FERRAMENTA PARA PLANEJAMENTO EM SAÚDE

Emílio Prado da Fonseca

Dentista, Especialista em Gestão Pública de Serviços de Saúde, Mestre em Odontologia e Doutorando do PPG em Odontologia da FOP UNICAMP.

Marcelo de Castro Meneghim

Docente do Departamento de Odontologia Social da FOP UNICAMP, Mestre e Doutor em Odontologia Social pela FOA UNESP.

Antonio Carlos Pereira

Mestre e Doutor em Saúde Pública pela FSP-USP; Docente do Departamento de Odontologia Social da FOP UNICAMP.

GUIA DO CAPÍTULO

Objetivos

Esse capítulo tem o propósito de recuperar o espaço como uma categoria imprescindível de análise de situações de saúde, contribuindo para o planejamento e entendimento do quadro sanitário atual e suas tendências, através da construção de novas abordagens voltadas para as práticas de Gestão em Saúde, como identificação de áreas críticas, distribuição dos pontos de atenção em saúde, priorização das ações e dos recursos humanos e financeiros. Em última instância, subsidiar a tomada de decisão dos gestores para a melhoria da qualidade de vida e das condições de saúde, utilizando instrumentos de geoprocessamento e análise espacial.

Conteúdo Programático

- Espaço Geográfico
- Geoprocessamento: Aplicações em saúde
- Análise espacial em saúde
- Sistema de Informação em Saúde (SIG)
- Análise espacial em odontologia
- Construção dos mapas

- Banco de dados não gráficos e gráficos
- Formas de construção e análise por mapas
- Componentes dos mapas
- Estatística espacial
- Considerações finais

Leitura Obrigatória

- 1) Moreira RS, Nico LS, Tomita NE. A relação entre o espaço e a saúde bucal coletiva: por uma epidemiologia georreferenciada. *Ciência & Saúde Coletiva*. 2007; 12(1): 275-84.
- 2) Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Fundação Oswaldo Cruz. Abordagens espaciais na saúde pública. Brasília: Ministério da Saúde; 2006. v.1, 136p.
- 3) Pina MF, Santos SM. Conceitos básicos de sistema de informação geográfica e cartografia aplicada à saúde. Brasília: OPAS; 2000. 122p.
- 4) Carvalho MS, Santos RS. Análise de dados espaciais em saúde pública: métodos, problemas perspectivas. *Cad Saúde Pública*. 2005; 21(2): 361-78.

Leitura complementar

- 1) Borrel LN, Northridge ME, Miller DB, Golembeski CA, Spielman SE, Sclar ED, et al. Oral health and health care for older adults: a spatial approach for addressing disparities and planning services. *Spec Care Dent*. 2006; 26(6): 252-6.
- 2) Müller EPL, Cubas MR, Bastos LC. Georreferenciamento como instrumento de gestão em unidade da saúde da família. *Ver Bras Enferm*. 2010; 63(6): 978-82.
- 3) Brasil. Ministério da Saúde. Organização Mundial de Saúde. Organização Pan-Americana de Saúde. Rede Interagencial de Informações para a Saúde. Sistema de informação geográfica e a gestão da saúde no município. Brasília: Ministério da Saúde; [2000?]. 25p.
- 4) Skaba DA, Carvalho MS, Barcellos C, Martins PC, Terron SL. Geoprocessamento dos dados da saúde: o tratamento dos endereços. *Cad Saúde Pública*. 2004; 20(6): 1753-6.
- 5) Barcellos C, Ramalho WM, Gracie R, Magalhães MAFM, Fontes MP, Skaba D. Georreferenciamento de dados de saúde na escala submunicipal: algumas experiências no Brasil. *Epidemiol Serv Saúde*. 2008; 17(1): 59-70.

Atividades recomendadas:

- 1) Os mapas são ferramentas que auxiliam o planejamento em saúde para a tomada de decisão. Faça uma discussão crítica.
- 2) A partir de um mapa de seu município identifique a localização e distribuição dos pontos de atenção em saúde (unidades básicas de saúde, ESF, unidades especializadas e hospitais). Faça uma análise da cobertura dos pontos de atenção.

1. Conceitos Iniciais: Espaço Geográfico

O espaço geográfico é visto atualmente como um conjunto de elementos sociais, econômicos, culturais e ambientais interrelacionados de forma dinâmica (Miranda et al., 2002). A forma como o 'espaço geográfico humanizado' é ocupado e utilizado estabelece fluxos de circulação de bens e serviços, com reflexos para a saúde dos grupos sociais (Chiesa et al., 2002; Miranda et al., 2002). Assim, é possível compreender a distribuição das iniquidades em saúde, ou seja, uma diferença na posição geográfica representa também uma diferença na posição social (Moreira et al., 2007). Para o planejamento e gestão em saúde é necessário o entendimento da construção, ocupação do espaço geográfico e as consequências para a saúde da população inserida em um determinado território (Barcellos et al., 2008).

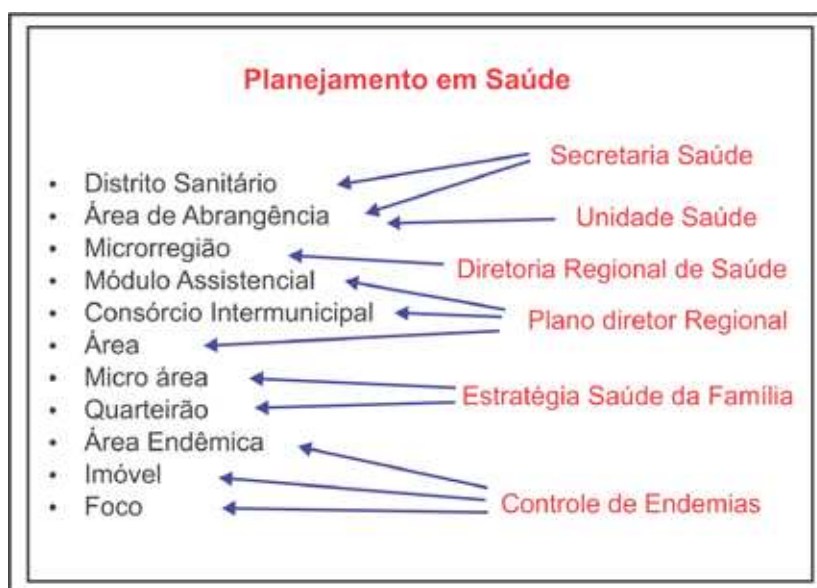


Figura 1: Usos do território no planejamento em saúde.
Fonte:Barcellos et al., 2008.

Neste sentido, pessoas residentes em um determinado espaço geográfico (vizinhos mais próximos) tendem a reproduzir comportamentos semelhantes se comparados com outro espaço geográfico dos vizinhos mais distantes (Barcellos e Bastos, 1996; Chiesa et al., 2002). Este é um princípio básico norteador do geoprocessamento e análise espacial como instrumento para o planejamento de ações em saúde (Barcellos e Bastos, 1996).

2. Geoprocessamento: Aplicações em saúde

É uma tecnologia com aplicações nas áreas de planejamento urbano, logística, agricultura e geografia de mercado. Na área da saúde o geoprocessamento oferece grandes possibilidades para a pesquisa,

gerenciamento do sistema de saúde, planejamento e a avaliação das ações, baseados na distribuição espacial das doenças e agravos (epidemiologia espacial), localização dos serviços e dos riscos (interação de pontos fixos e fluxos), identificação de aglomerados de doentes e planejamento de sistemas e ações de saúde (Barcellos e Ramalho, 2002; Elliot e Wartenberg, 2004; Guagliardo, 2004; Higgs, 2004; Carvalho e Santos, 2005). Oferece para pesquisadores e técnicos novos métodos para o manejo da informação para o planejamento em saúde (tomada de decisão), e constituindo-se em uma poderosa ferramenta para a conexão entre saúde e ambiente (Scholten e Lepper, 1991; Briggs e Elliot, 1995; Moore e Carpenter, 1999; Werneck, 2008). Além disso, é utilizado como instrumento integrador de diversos bancos de dados de diferentes tipos e instituições, facilitando a compreensão do fenômeno em estudo em toda sua complexidade (Camara e Monteiro, 2001). Também melhora as possibilidades da descrição e análise espacial das doenças em grandes conjuntos de dados referenciados geograficamente (Skaba et al., 2004; Werneck, 2008). A capacidade de executar múltiplos questionamentos sobre o conjunto de dados, juntamente com o uso de alta resolução gráfica, tem facilitado grandemente a obtenção e interpretação das informações em saúde (Carvalho, 1997; Odoi et al., 2005; Araujo et al., 2008; Pereira et al., 2009), ou seja, a informação (fidedigna) auxilia a redução de incertezas para a tomada de decisão com o foco na saúde.

As técnicas de geoprocessamento vêm sendo utilizadas cada vez mais no planejamento, monitoramento e avaliação das ações de saúde, além de constituir numa importante ferramenta para análise das relações entre o ambiente e eventos relacionados à saúde, identificando regiões e grupos sob alto risco de adoecer, como também no planejamento de ações de prevenção e controle de doenças novas ou reemergentes (Snow, 1990; Antunes et al., 2002; Tomazelli et al., 2003; Horner e Mascarenhas, 2007).

O geoprocessamento de eventos em saúde é importante para identificação e avaliação de riscos à saúde coletiva (Carvalho, 1997).

3. Análise espacial em saúde

A moderna tecnologia de análise de dados, baseada na distribuição espacial de doenças e agravos, vem sendo cada vez mais valorizada na gestão dos sistemas de saúde (Brasil, 2000). Em diversos momentos, tem sido apontada a necessidade de assegurar apoio aos gestores do Sistema Único de Saúde (SUS) para a organização das informações sobre a situação de saúde através de sistemas informatizados (Brasil, 2000). Este modelo permite analisar o estado de saúde da população e os serviços de saúde ofertados, a partir de sua localização espacial (Brasil, 2000).

Isto se faz necessário porque os gestores locais tornam-se vulneráveis a pressões por soluções dos problemas relacionados à saúde (Brasil, 2000). A construção dessa forma de olhar a saúde – espacializando as informações – é trabalhosa e exige investimento, principalmente em capacitação de técnicos (Barros et al., 2009). O uso dos mapas para o planejamento e gestão em saúde, pouco ou nada significam se utilizados apenas em momentos de “crise” ou de forma pontual. Portanto, é necessário um processo de desenvolvimento técnico e operacional contínuo dos sistemas de informações.

A Análise espacial em saúde refere-se ao uso de métodos quantitativos em estudos no qual o objeto de interesse é definido geograficamente, como a análise da distribuição espacial da ocorrência de doen-

ças e sua relação com os serviços de saúde, visando identificar padrões espaciais de morbidade ou mortalidade e fatores associados, descrever processos de difusão de doenças e gerar conhecimentos sobre etiologia de doenças, sua predição e controle (Carvalho e Santos, 2005; Werneck, 2008). A análise da distribuição das doenças é comumente feita por meio de três pilares: pessoas, tempo, espaço (Moore e Carpenter, 1999; Werneck, 2008).

Os métodos para análise espacial podem ser divididos em três grupos: visualização, análise exploratória de dados e modelagem (Moore e Carpenter, 1999; Werneck, 2008). No método da visualização, o mapeamento de eventos de saúde é a ferramenta primária, podendo variar desde uma simples distribuição pontual de incidência de doenças ou evento, até superposições complexas de mapas de incidência de doença. Essa forma de análise pode ser empregada para analisar a distribuição de profissionais ou unidades de saúde (Barros et al., 2009).

A análise espacial constitui uma poderosa ferramenta de apoio à decisão em saúde (Werneck, 2008).

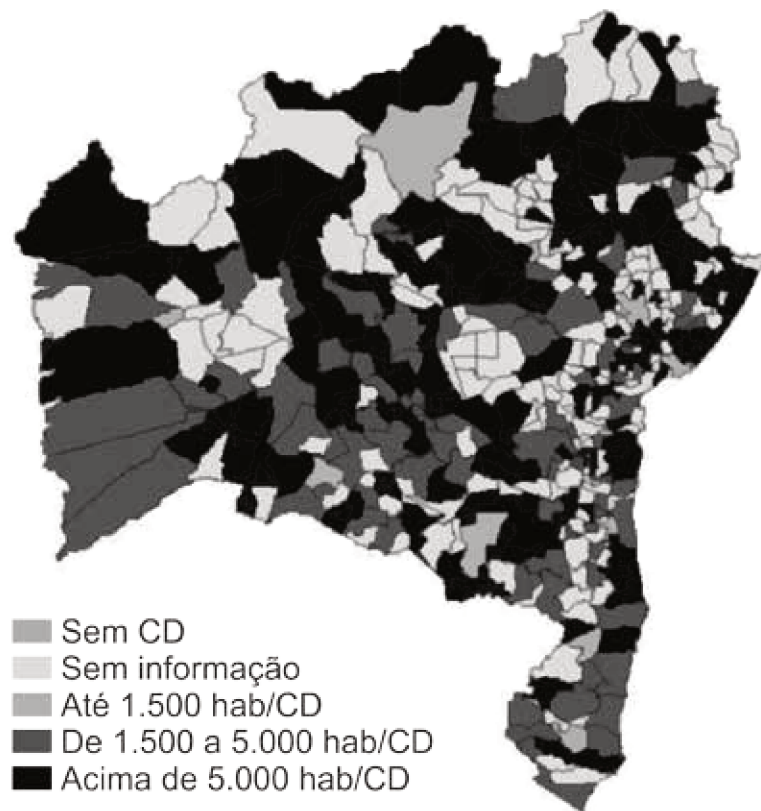


Figura 2. Distribuição dos cirurgiões-dentistas pelos municípios do estado da Bahia, segundo dados do CRO-BA, 2007

Figura 2: Exemplo da técnica de visualização: Distribuição de dentistas pelo estado da Bahia em 2007. Fonte: Barros et al., 2009.

As técnicas exploratórias possuem a forma de gráficos e outras são de natureza cartográfica. Ao aprofundar o conhecimento das distintas realidades das áreas, durante a apropriação do território, é possível ajustá-las ao planejamento e gestão dos serviços de saúde oferecidos à população inserida em um determinado território (Müller et al., 2010). Cabe ressaltar que, pela diversidade brasileira, o uso da ferramenta de geoprocessamento de informações de interesse para saúde nem sempre é possível no espaço interno de uma unidade de saúde (Müller et al., 2010).



Figura 3: Exemplo da técnica exploratória: Geocodificação de crianças menores de um ano em uma unidade de saúde de Curitiba.

Fonte: Müller et al., 2010.

Já a modelagem é utilizada para testar uma hipótese ou estimar relações, como a incidência de uma determinada doença e variáveis ambientais e/ou sociais (Pádua et al., 2006). De forma simplificada a técnica da modelagem permite a conexão entre diferentes bancos de dados e diferentes informações.

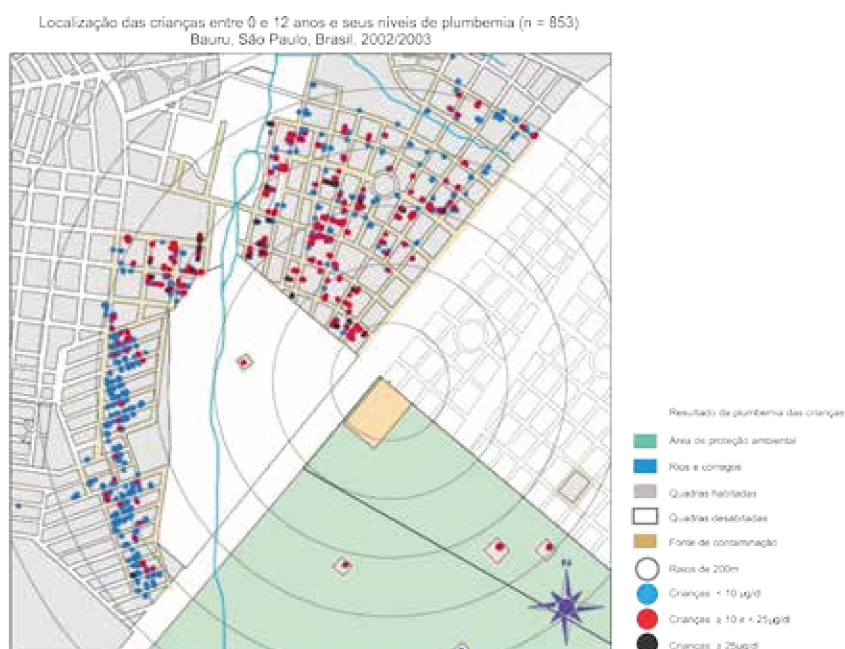


Figura 4: Exemplo da técnica de Modelagem: Localização de crianças com intoxicação por chumbo na cidade de Bauru entre 2002 e 2003.

Fonte: Pádua et al., 2006.

Na área da saúde, com o foco no planejamento e avaliação de ações, as técnicas de análise espacial estão sendo empregada com maior intensidade para a conexão com variáveis sociais e a identificação de padrões de desigualdades (Oliveira et al., 2008; Teixeira et al., 2014).

O planejamento de ações de saúde deve ser centrado em critérios de risco espaciais, ambientais e sociodemográficos que são localizados e quantificados (Müller et al., 2010).

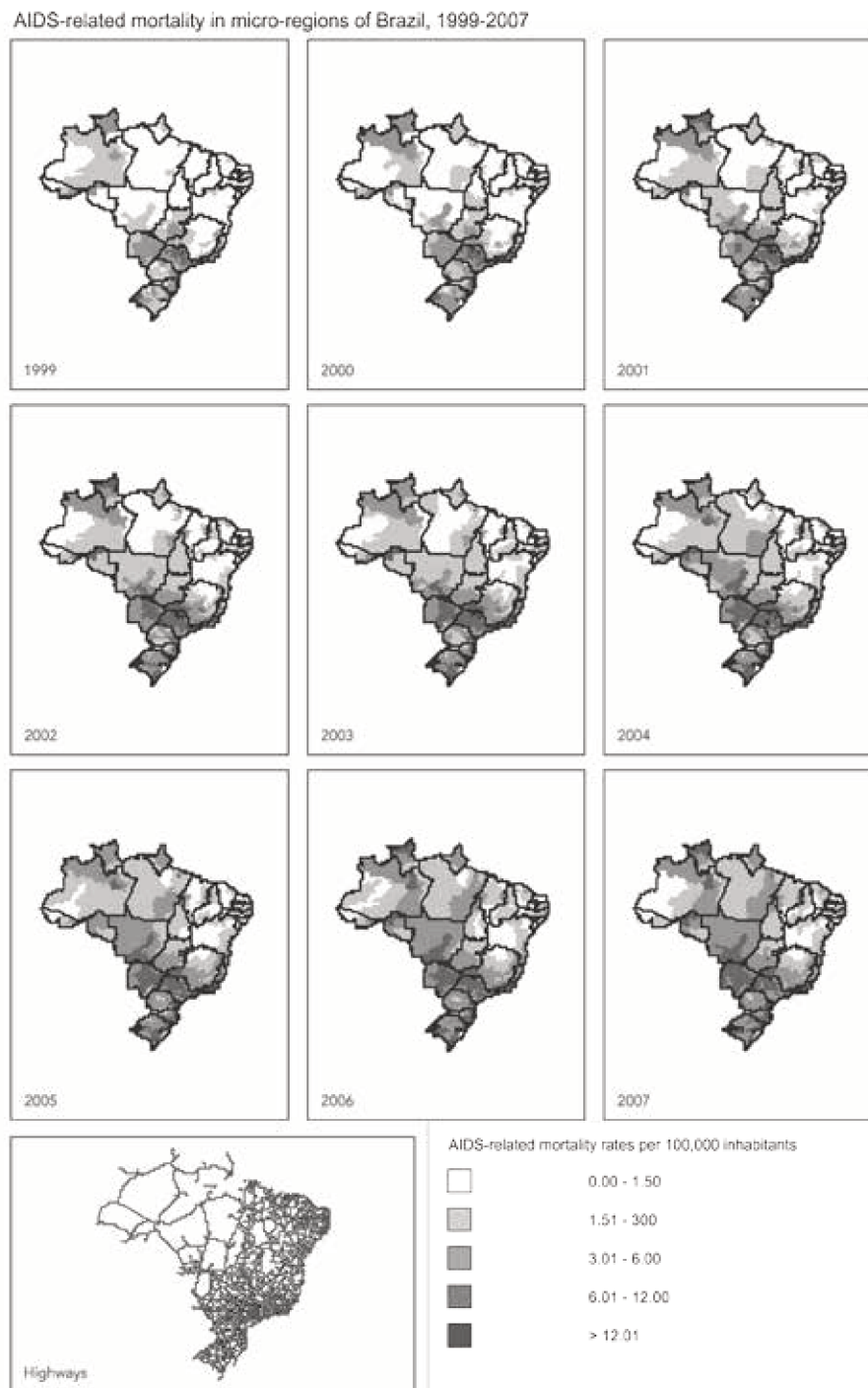


Figura 5: Identificando padrões de desigualdades regionais taxa de mortalidade da AIDS no Brasil entre 1999 e 2007.
Fonte: Teixeira et al., 2014.

4. Sistema de Informação Geográfica (SIG)

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) é uma tecnologia capaz de armazenar, organizar, recuperar e modificar informações sobre a distribuição espacial de dados localizáveis na superfície da terra. Os programas possuem capacidade de manipular dados gráficos (mapas) e relacioná-los aos dados não-gráficos (Burrough e McDonnell, 1998; Pina e Santos, 2000; Silva, 2003). Os SIG têm sido apontados como instrumentos de integração de dados ambientais e sociais com dados de saúde, permitindo melhor caracterização e quantificação da exposição, seus possíveis determinantes e os agravos à saúde (Pina e Santos, 2000; Silva, 2003).

É um método utilizado na saúde pública, entretanto, vêm despertando o interesse dos profissionais da área devido a informações inovadoras que estas ferramentas podem oferecer (Silva, 2003). Esta ferramenta também tem sido útil para o planejamento de recursos humanos e avaliar a distribuição de profissionais de saúde por área ou cidades, e ainda, através de programas para atrair profissionais para regiões onde a demanda é baixa, assim como avaliar a acessibilidade de indivíduos à assistência em saúde (Krause et al., 2005).

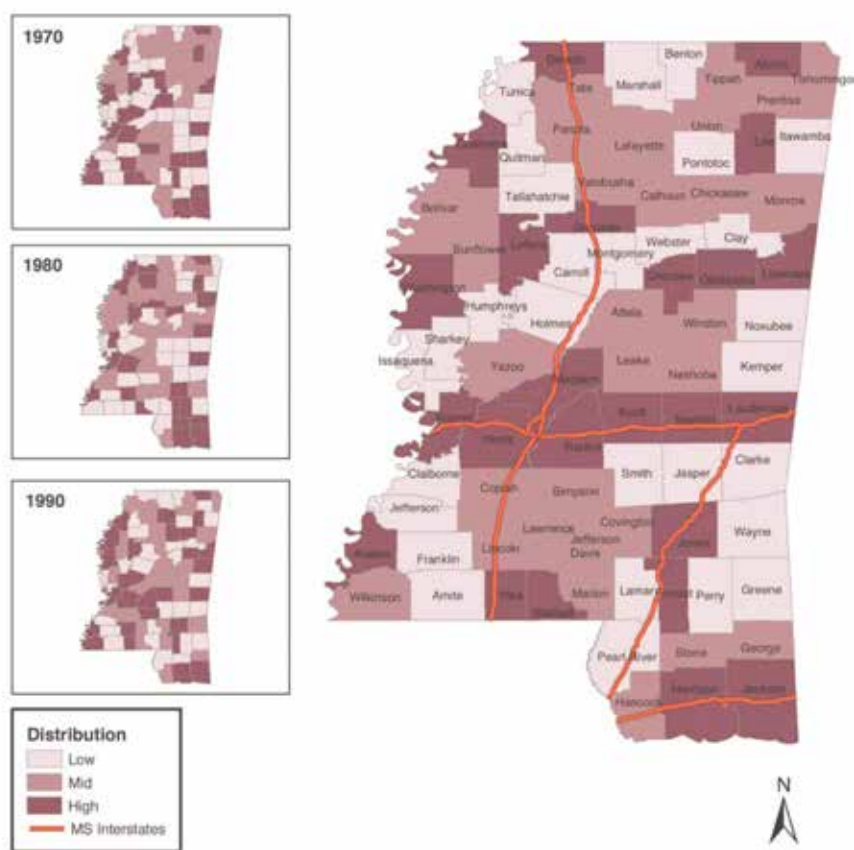


Figura 6: Distribuição de Dentistas no estado do Mississippi, EUA entre 1970 e 2000.

Fonte: Krause et al., 2005.

A complexidade dos fatores sociais que se relacionam aos problemas de saúde requer análises e medidas cada vez mais cuidadosas. A união das ferramentas para explicar o processo saúde-doença nas

diferentes populações fortalece o planejamento de ações para o monitoramento dos vulneráveis e mais expostos a riscos. Dessa maneira, os serviços de saúde podem atuar alterando a frequência, a distribuição dos agravos à saúde e até mesmo a desigualdade entre setores sociais, repercutindo na qualidade de vida das populações (Campos et al., 2009).

O SIG é uma forma de organização, consolidação e análise de bases de dados espaciais sobre saúde e ambiente (Campos et al., 2009).



Figura 7: Distribuição de idosos chefes de família por setor censitário em Botucatu (SP) entre 2001 e 2002.
Fonte: Campos et al., 2009.

5. Exemplo: Análise espacial e Geoprocessamento em Odontologia

O uso dos sistemas computacionais para a análise da distribuição espacial das doenças na Odontologia é uma tecnologia nova e potencial para a investigação em saúde bucal. Os estudos são recentes e têm demonstrado resultados importantes para o planejamento em saúde bucal (Borrel et al., 2006).

As principais possibilidades de estudar a distribuição espacial em Odontologia, com o foco no planejamento, é analisar o perfil de distribuição de eventos/agravos bucais como cárie dentária, condições gengivais, câncer de boca, trauma dental, edentulismo em idosos, distribuição de profissionais e sua relação com áreas de privação social em dois níveis, individual e coletiva, por meio de análises multiníveis e um SIG (White et al., 2000; Susi e Mascarenhas, 2002; Moysés et al., 2008; Chiang et al., 2010; Pereira et al., 2010; Kruger et al., 2011; Moreira et al., 2011).

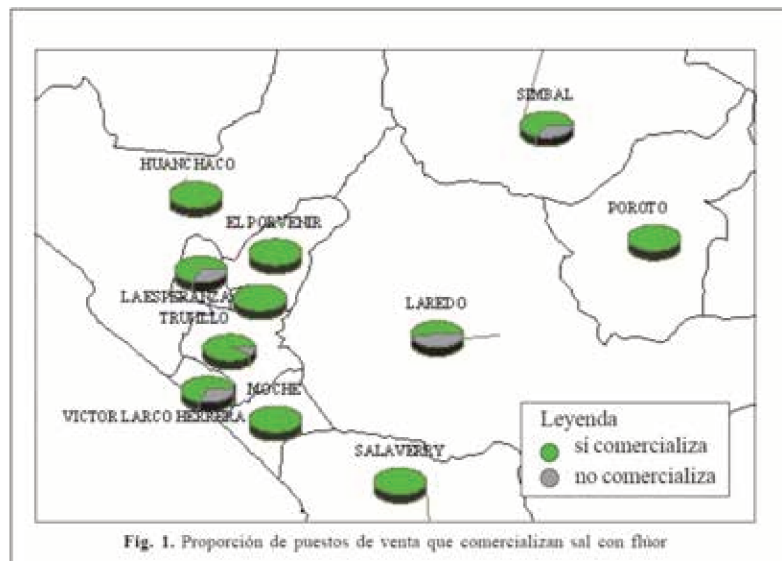


Figura 10: Mapa da comercialização de sal Fluoretado em Trujillo (Peru).
Fonte: Arana, 2006.

A fluoretação da água de abastecimento público contribui para a redução da prevalência da cárie (Brasil, 2011; Alves et al., 2012). Entretanto, o emprego dessa tecnologia requer o controle da sua utilização (Alves et al., 2012). Os mapas podem auxiliar a identificação de áreas não cobertas e contribuir para o planejamento de estratégias de vigilância em saúde bucal (Morgan e Treasure, 2003).



Figura 11: Cobertura da Fluoretação das águas de abastecimento público entre municípios do estado de São Paulo entre 1980 e 2000.
Fonte: Alves et al., 2012

6. Construção dos mapas

Com o avanço tecnológico, a construção de mapas e análise espacial de informações de saúde é realizada por programas computacionais específicos pagos ou disponibilizados de forma gratuita. Atualmente, existe um grande número de *softwares* (aplicativos) de domínio público que podem ser instalados em computadores pessoais. Também são disponibilizados tutoriais capazes de proporcionar o aprendizado do uso dos programas. Isto aproxima o uso do geoprocessamento por profissionais e serviços de saúde. Entretanto, muitos desses aplicativos não possuem versão em Português (quadro 1).

Antes de construir um mapa temático você deve ter em mente que o mapa é uma forma de comunicação. Portanto, você deve saber:

- 1 – Qual informação quer passar com o mapa? Para quem vou informar?
- 2 – Quais dados vão ser necessários?
- 3 – Onde e como conseguir os dados corretos?
- 4 – Como montar os dados corretamente? (Brasil, 2007a).

Quadro1: Principais programas de geoprocessamento utilizados para construção de mapas e análise espacial.

Aplicativo	Sistema	Licença	Características	Desenvolvedor/País
DIVA-GIS	Windows / Java	Gratuito	Geoprocessamento	CIP / Peru
gvSIG	Java	Aberto	Geoprocessamento	GVA / Espanha
ILWIS	Windows	Aberto	Geoprocessamento e PDI	ITC / Holanda
jGRASS	Java	Aberto	Geoprocessamento (uDIG plug-in)	UIITH / Itália
JUMP	Java	Aberto	Toolkit Geoprocessamento	Vivid Solutions / Canadá
Kosmo	Java	Aberto	Geoprocessamento	SAIG / Espanha
MapWindow	Windows	Aberto	Geoprocessamento	Utah Water Research / EUA
MySQL	Windows/Linux/MacOS/BSD	Aberto	Sistema Gerenciador de Banco de Dados	MySQL AB / Suécia / EUA
FWTools	Windows/Linux/MacOS	Aberto	Geoprocessamento	AS e CRS / Canadá
OpenJUMP	Java	Aberto	Geoprocessamento	JPP / Internacional
OrbisCAD	Java	Aberto	CAD (desenho assistido por computador)	França
OrbisGIS	Java	Aberto	Geoprocessamento	França
Paraview	Windows/Linux/MacOS/BSD	Aberto	Visualização 3D e interpolação	Kitware / EUA
PostGIS	Windows/Linux/MacOS/BSD	Aberto	SGDB (Armazenar dados espaciais)	RR / Canadá
Quantum GIS	Windows/Linux/MacOS	Aberto	Geoprocessamento (módulos do GRASS)	EUA
SAGA	Windows/Linux	Aberto	Geoprocessamento	UH / Alemanha
SavGIS	Windows	Gratuito	Geoprocessamento e SGDB	IRD / França
GeoDa	Windows/Linux/MacOS/BSD	Aberto	Análise Espacial / Geoprocessamento	GeoDa Center / ASU / EUA
ArcGis	Windows/Linux/MacOS/BSD	Pago	Análise Espacial / Geoprocessamento	ESRI / EUA
SatScan	Windows/Linux/MacOS/BSD	Gratuito	Análise Espacial / Análise Espaço-Temporal	CDC / Harvard / USA
MapInfo	Windows	Pago	Geoprocessamento	EUA
Terraview	Windows/Linux	Aberto	Visualização / Geoprocessamento	INPE / Brasil

Cabe ressaltar que os programas não são de uso exclusivo da área da saúde, o que requer conhecimentos de cartografia, computação, geografia, demografia, entre outras áreas do conhecimento. Na área da saúde os principais programas que estão sendo utilizados com aplicações práticas para os serviços de saúde são: TerraView, Quantum GIS, ArcGis, SaTScan, GeoDa.

O Ministério da Saúde disponibiliza uma série de manuais para a capacitação e atualização para técnicos da área da saúde (Brasil, 2006; Brasil, 2007a; Brasil, 2007b). Estes manuais foram disponibilizados pelo Ministério da Saúde e funcionam como tutoriais que permitem o autoaprendizado de forma gradual e com uma linguagem acessível para os técnicos de saúde. Entretanto, são necessários recursos e conhecimentos básicos em informática.

“O cenário atual do geoprocessamento em saúde, no Brasil, é extremamente favorável para a estruturação de uma rede de capacitação de profissionais para o manuseio das ferramentas disponíveis e aprimoramento das abordagens do espaço nas análises de saúde. Vários centros de pesquisa têm se dedicado à aplicação de técnicas de análise espacial em saúde (Brasil, 2007a)”. Além do uso de *softwares* de domínio público favorece a aproximação dos profissionais da saúde com o geoprocessamento tornando a tarefa de construção dos mapas de fácil compreensão, execução e aceitabilidade. (Brasil, 2007a).



Figura 12: Volume 1 da Série de capacitação em geoprocessamento em saúde do Ministério da Saúde.
Fonte: Brasil, 2006.

De forma simplificada um mapa é o resultado da união de um banco de dados não gráficos com uma base cartográfica de dados gráficos (Brasil, 2007a; Brasil, 2007b).

7. Banco de dados não gráficos e gráficos

O banco de dados denominado “não gráfico” é composto por dados atributivos contendo variáveis que se pretende analisar (Pina e Santos, 2000; Brasil, 2006; Brasil, 2007a).

Bairro	Cidade	Estado
Vila Resende	piracicaba	sp
Algodoal	piracicaba	sp
Piracicamirim	piracicaba	sp
Caxambu	piracicaba	sp
Cecap	piracicaba	sp
Parque Piracicaba	piracicaba	sp
Vila Sonia	piracicaba	sp
Campestre	piracicaba	sp
Mario Dedini	piracicaba	sp
Vila Cristina	piracicaba	sp
Agua Branca	piracicaba	sp
Estação Paulista	piracicaba	sp
Jupia	piracicaba	sp
Independencia	piracicaba	sp
Pompela	piracicaba	sp
Monte Alegre	piracicaba	sp
Santa Rosa	piracicaba	sp
Centro	piracicaba	sp
Santa Terezinha	piracicaba	sp

Figura 13: Exemplo de base não gráfica de alguns bairros de Piracicaba (SP) listados em planilha do Excel.

Paralelamente é feita a construção da base de dados “gráficos” contento dados geográficos de uma base cartográfica digital da área dos dados não gráficos. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) disponibiliza a maior parte das bases cartográficas digitais do Brasil (Pina e Santos, 2000; Brasil, 2006; Brasil, 2007a).



Figura 14: Exemplo de base cartográfico digital dos bairros do município de Piracicaba (SP) disponibilizada pelo IBGE.

A ligação entre as duas bases é feita por um código comum ou “chave primária” que deve ser uma variável presente nas duas bases. Cada plano de informação gerado é chamado *layer* (camada) e que contem uma série de variáveis que representam um tema ou classe de informação como: local, mês da coleta, resultado (Brasil, 2006; Brasil, 2007a).

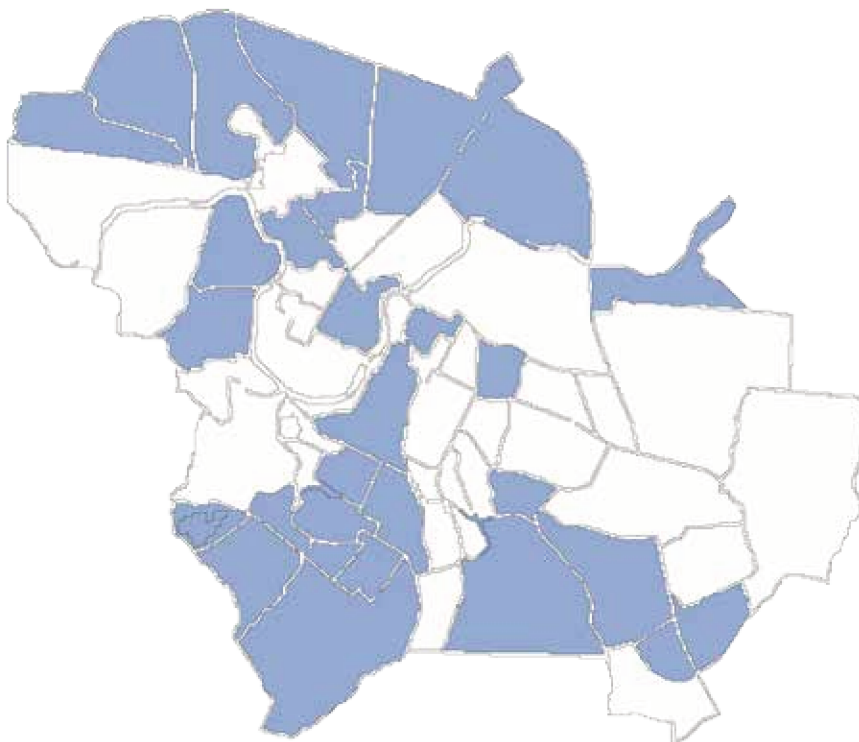


Figura 15: União da base gráfica e não gráfica dos bairros selecionados de Piracicaba (SP).

O armazenamento dos dados pode ser feito através do modelo vetorial ou matricial que também é chamado de *raster* (Pina e Santos, 2000; Brasil, 2006; Brasil, 2007a).

8. Formas de construção e análise por mapas

Existem dois modelos de armazenamento dos mapas por *raster* ou vetor. No **modelo raster** a área em estudo é dividida em células formando uma grade regular (matriz). Essas células são também chamadas de *pixel* (Picture cell). Já no **modelo vetorial** qualquer elemento da superfície terrestre é representado por pares de coordenadas, que marcam pontos existentes. As demais formas (linha e polígonos) são formadas por derivações desses pontos (Brasil, 2006).

As informações espaciais podem ser representadas por pontos, linhas ou polígonos (Brasil, 2006; Brasil, 2007a). Para cada tipo de construção existem técnicas de análise espaciais específicas (Bailey, 2001; Brasil, 2007b). Quando no estudo, os dados serão analisados em áreas (polígonos), é necessário definir qual o tamanho da unidade espacial de saúde será utilizada, isto é, qual será o nível de agregação dos dados brutos (quadra, bairro, setor censitário, município, microrregião, macrorregião, estado, entre outras). Para que o mapa seja gerado é necessário que a variável de ligação seja compatível entre as bases (Brasil, 2006; Brasil, 2007a), ou seja, se os dados não gráficos foram armazenados por bairro os dados gráficos devem ser compostos também por bairros (Brasil, 2000; Brasil, 2007). A partir desses mapas é possível planejar estratégias e alocar recursos humanos e materiais necessários através da visualização dos dados (Bailey, 2001; Brasil, 2007b).

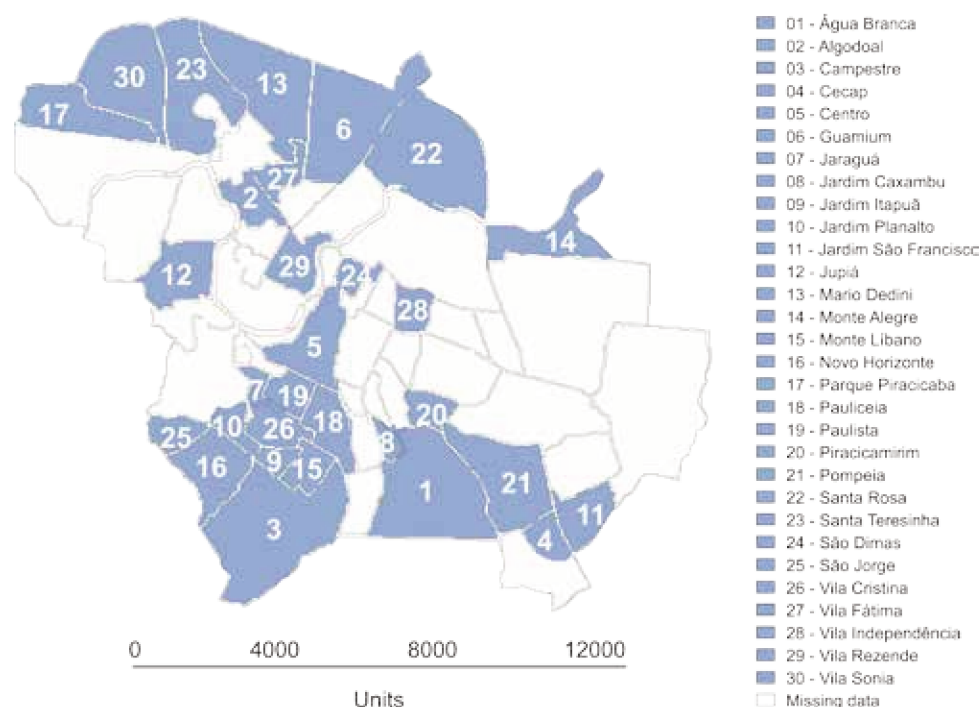


Figura 16: Exemplo da visualização da distribuição por área de alguns bairros de Piracicaba (SP).

No caso de dados por pontos, a construção do banco de dados não gráfico é realizada por meio do sistema de coordenadas (latitude/longitude ou X/Y) e, posteriormente, ao georreferenciamento dos pontos de controle na superfície terrestre pelo cruzamento das coordenadas de latitude e longitude (posicionamento) ou da localização geográfica dos pontos através de um endereço válido (Pina e Santos, 2000; Brasil, 2006; Brasil, 2007a).

Em seguida se estabelece o relacionamento entre a base gráfica e não gráfica.

Unidade	Endereço	Cidade	Estado	CEP
CRAB. Cecap	Rua Melvin Jones, 91	Piracicaba	SP	13421-520
CRAB. Mario Dedini	Rua Nadir Eraldo Stela, 137	Piracicaba	SP	13412-304
CRAB. Piracicamirim	Rua Gonçalves Dias, 70	Piracicaba	SP	13418-520
CRAB. Santa Teresinha	Rua Nicolau Zem, 220	Piracicaba	SP	13411-059
CRAB. Vila Cristina	Av. Raposo Tavares, 1851	Piracicaba	SP	13401-542
CRAB. Vila Rezende	Rua Santo Estevão, 394	Piracicaba	SP	13405-249
CRAB. Vila Sonia	Rua João Zem, 751	Piracicaba	SP	13408-196
PSF 1º de Maio	Rua Augusto Gomes da Silva, 40	Piracicaba	SP	13423-704
PSF Boa Esperança II	R. Cupuaçu, 340	Piracicaba	SP	13420-056
PSF Bosque dos Lenheiros I	Rua das Seringueiras, 33	Piracicaba	SP	13412-526
PSF Campestre	Av. Laranjal Paulista, 4090	Piracicaba	SP	13401-630
PSF Cecap	Alameda Melvin Jones, 55	Piracicaba	SP	13421-520
PSF IAA I	Rua João Pedro Corrêa, 810	Piracicaba	SP	13411-142
PSF Itapua I	Rua Garça, 495	Piracicaba	SP	13402-055
PSF Jaraguá I	Rua Prof. Mariano da Costa, 380	Piracicaba	SP	13403-015
PSF Jardim Oriente	Av. Luis Pereira Leite, 2351	Piracicaba	SP	13426-239
PSF Jardim Vitória	Av. Conchas, nº 550	Piracicaba	SP	13402-000
PSF Kobayat Libano	Av. Frei Francisco Antonio Perin, 987	Piracicaba	SP	13402-127
PSF Mário Dedini II	Rua Francisca Tagero Barbosa, 55	Piracicaba	SP	13412-355
PSF Parque Orlanda	Rua Jorge Anéfalos, 350	Piracicaba	SP	13408-255
PSF São Jorge	Rua Mococa, 180	Piracicaba	SP	13413-012
PSF São José	Av. dos Patriotas, 1233	Piracicaba	SP	13403-060
PSF Tatuapé I	Rua Professor Carlos Brasiliense Pinto, 405	Piracicaba	SP	13401-480
PSF Vila Fátima	Rua João Alves de Almeida, 355	Piracicaba	SP	13412-080

Figura 17: Exemplo de base não gráfica com os endereços de algumas Unidades de Saúde do município de Piracicaba (SP). Fonte: www.saude.piracicaba.sp.gov.br/goto/store/categorias.aspx?SID=8dbe1f2233a9552c-2784180c2556052b&id=19&mid=162

Uma das formas alternativas frequentemente utilizadas para a localização geográfica de um ponto é através do Código de Endereçamento Postal (CEP). Porém, ao adotar o CEP como estratégia de localização a precisão ficará parcialmente comprometida. Na área da saúde esta estratégia é amplamente utilizada, apesar das críticas (Barcellos e Ramalho, 2002; Skaba et al., 2004; Carvalho e Santos, 2005).



Figura 18: Base cartográfica digital por ruas do município de Piracicaba (SP).

Para a análise de um problema de saúde, o investigador deve refletir sobre os dados que possui e também ter conhecimentos sobre elementos conceituais e práticos que o auxiliem no cálculo e interpretação de variáveis socioeconômicas e ambientais, além de indicadores e taxas que irão nortear a tomada de decisão (Brasil, 2007a).



Figura 19: Cruzamento da base não gráfica (localização geográfica das unidades de saúde) com a base gráfica digital por ruas de Piracicaba (SP).

Assim, o resultado do cruzamento entre dados gráficos de uma determinada área (base cartográfica) e dados não gráficos da mesma área (pontos ou áreas) ou de alguma análise espacial são os chamados mapas temáticos.

O uso dos mapas para o planejamento de ações em áreas rurais ou remotas pode ser comprometido devido à dificuldade de se encontrar bases cartográficas digitais que abranjam estas regiões. Uma alternativa seria a construção de mapas a partir de bases cartográficas impressas em formato de papel (Brasil, 2007b).

No exemplo acima é possível identificar o que está sendo representado (título), local, escala, legenda, seta de direção (Norte), o mapa em si e a gradação de cor indicando melhor para o pior (Hewlett et al., 2015). Mesmo que nem todos os elementos estejam presentes como borda, créditos e projeção, torna-se possível interpretar as informações contidas no mapa.

Um detalhe importante na construção dos mapas é a padronização da legenda porque um mapa temático pode gerar diferentes padrões espaciais dependendo do tipo de informação que será inserida na legenda do mapa (Dent, 1996; Brasil, 2006).

Algumas revistas científicas não publicam em colorido. Alternativamente podem ser construídos mapas temáticos com gradação de cor em tons de cinza como mostrado em vários exemplos anteriores (Brasil, 2006).

10. Estatística espacial

Além dos mapas temáticos existem pressupostos estatísticos nas abordagens espaciais que podem ser utilizados para o aprofundamento da análise espacial (Bailey, 2001; Brasil, 2007b).

As técnicas estatísticas ampliam as análises de modo a permitir a realização de inferências e de testes de hipóteses geradas pelos profissionais e pesquisadores da área da saúde para responder questões sobre a distribuição de eventos (Bailey, 2001; Brasil, 2007b).

11. Considerações finais

No contexto brasileiro o geoprocessamento e a aplicação de tecnologias inovadoras favorecem a utilização de ferramentas disponíveis que potencializam o planejamento do setor saúde baseado em uma abordagem espacial. Esse cenário envolve a apropriação de tecnologias disponíveis e de estratégias que fortalecem a gestão diferenciada e moderna com o foco na tomada de decisão em saúde.

12. Referências

Alves RX, Fernandes GF, Razzolini MTP, Frazão P, Marques RAA, Narvai PC. Evolução do acesso à água fluoretada no Estado de São Paulo, Brasil dos anos 1950 à primeira década do século XXI. Cad Saúde Pública. 2012; 28 Suppl:69-80.

- Antunes JLF, Frazão P, Narvai PC, Bispo CM, Pegoretti T. Spatial analysis to identify differentials in dental needs by area-based measures. *CommunityDent Oral Epidemiology*. 2002; 30(2): 133-42.
- Arana AS. Mapeo del sal con flúor em los mercados de la provincia de Trujillo utilizando el sistema de información Geográfica. *RevEstomatolHered*. 2006; 16(1): 5-8.
- Araujo JR, Ferreira EF, Abreu MHNG. Revisão sistemática sobre estudos de espacialização da dengue no Brasil. *Rev BrasEpidemiol*. 2008; 11(4): 696-708.
- Bailey TC. Spatial statistical methods in health. *Cad Saúde Pública*. 2001; 17(5): 1083-98.
- Barcellos C, Bastos FA. Geoprocessamento, ambiente e saúde: uma união possível? *Cad Saúde Pública*. 1996; 12(3): 389-97.
- Barcellos C, Ramalho WM. Situação atual do geoprocessamento e da análise de dados espaciais em saúde no Brasil. *RevInform Pública*. 2002; 4(2): 221-30.
- Barcellos C, Ramalho WM, Gracie R, Magalhães MAFM, Fontes MP, Skaba D. Georreferenciamento de dados de saúde na escala submunicipal: algumas experiências no Brasil. *EpidemiolServ Saúde*. 2008; 17(1): 59-70.
- Barros SG, Prates A, Moura AP, Leite M, Bagdeve T. Distribuição de cirurgiões-dentistas pelo território da Bahia-2007. *Rev Baiana Saúde Pública*. 2009; 33(2): 162-73.
- Borrel LN, Northridge ME, Miller DB, Golembeski CA, Spielman SE, Sclar ED, et al. Oral health and health care for older adults: a spatial approach for addressing disparities and planning services. *Spec Care Dent*. 2006; 26(6): 252-6.
- Brasil. Ministério da Saúde. Organização Mundial de Saúde. Organização Pan-Americana de Saúde. Rede Interagencial de Informações para a Saúde. Sistema de informação geográfica e a gestão da saúde no município. Brasília: Ministério da Saúde; 2000. 25p.
- Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Coordenação Geral de Saúde Bucal. SB Brasil 2010 – pesquisa nacional de saúde bucal: resultados principais. Brasília: Ministério da Saúde; 2011.
- Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Fundação Oswaldo Cruz. Abordagens espaciais na saúde pública. Brasília: Ministério da Saúde; 2006. v.1, 136p.
- Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Fundação Oswaldo Cruz. Sistemas de informação geográfica e análise espacial na saúde pública. Brasília: Ministério da Saúde; 2007a. v.2, 148p.
- Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Fundação Oswaldo Cruz. Introdução à estatística espacial para a saúde pública. Brasília: Ministério da Saúde; 2007b. v.3, 120p.
- Briggs DJ, Elliot P. The use of geographical Information system in Studies on environment and health. *World Health Stat Q*. 1995; 48(2): 85-94.
- Burrough PA, McDonnell RA. Principles of geographical information system. Oxford: Oxford University Press; 1998.
- Camara G, Monteiro AMV. Geocomputation techniques for spatial analysis: are they relevant to health data? *Cad Saúde Pública*. 2001; 17(5): 1059-81.
- Campos FG, Barrozo LV, Ruiz T, César CLG, Barros MBA, Carandina L, et al. Distribuição espacial dos idosos de um município de médio porte do interior paulista segundo algumas características socio-demográfico e de morbidade. *Cad Saúde Pública*. 2009; 25(1):77-86.
- Carvalho DM. Grandes sistemas nacionais de informação em saúde: revisão e discussão da situação atual. *InfEpidemiol SUS*. 1997; 5(4): 7-46.
- Carvalho MS, Santos RS. Análise de dados espaciais em saúde pública: métodos, problemas perspectivas. *Cad Saúde Pública*. 2005; 21(2): 361-78.
- Center for Disease Control and Prevention. Geography and Geospatial Science Working Group. Cartographic guidelines for public health. Georgia: CDC; 2012. 33p.

- Chiang CT, Hwang YH, Tsai KY, Lian IB, Yuan HY, Chang TK. Elucidating the underlying causes of oral câncer through spatial clustering in high risk areas of Taiwan with a distinct gender ratio of incidence. *Geospat Health*. 2010; 4(2): 231-42.
- Chiesa AM, Westphal MF, Kashiwagi NM. Geoprocessamento e promoção da saúde: desigualdades sociais e ambientais em São Paulo. *Rev Saúde Pública*. 2002; 36(5): 559-67.
- Dent BO. Cartography, thematic map design. Boston: WCB Publishers; 1996.
- Elliott P, Wartenberg D. Spatial epidemiology: current approaches and future challenges. *Environ Health Perspect*. 2004; 112(9): 998-1006.
- Guagliardo MF. Spatial accessibility of primary care: concepts, methods and challenges. *Int J Health Geogr*. 2004; 3(1):3-11.
- Hewlett SA, Calys-Tagoe BNL, Yawson AE, Dako-Gyeke P, Phil EN, Folsom G, et al. Prevalence and geographic distribution of edentulismo among older Ghanaians. *J Public Health Dent*. 2015; 75(1): 74-83.
- Higgs G. A literature review of the use of GIS – based measures of access to health care services. *Health Serv Outcomes Res Methodol*. 2004; 5(2): 119-39.
- Horner MW, Mascarenhas AK. Analyzing location-based accessibility to dental services: an Ohio case study. *J Public Health Dent*. 2007; 67(2): 113-8.
- Krause D, Frate DA, May WL. Demographics and distribution of dentists in Mississippi: a dental work force study. *J Am Dent Assoc*. 2005; 136(5): 678-80.
- Kruger E, Tennant M, George R. Application of geographic informationsystems to the analysis of private dental practices distribution in Western Australia. *Rural Remote Health*. 2011; 11(3): 1736.
- Miranda AC, Barcellos C, Moreira JC, Monken M. Território, ambiente e saúde. Rio de Janeiro: FIOCRUZ; 2002. 272p.
- Moore DA, Carpenter TE. Spatial analytical methods and geographic information system: use in health research and epidemiology. *Epidemiol Rev*. 1999; 21(2): 143-61.
- Moreira RS, Nico LS, Tomita NE. A relação entre o espaço e a saúde bucal coletiva: por uma epidemiologia georreferenciada. *Ciê Saúde Colet*. 2007; 12(1): 275-84.
- Moreira RS, Nico LS, Tomita NE. O risco espacial e fatores associados ao edentulismo em idosos em município do sudeste do Brasil. *Cad Saúde Pública*. 2011; 27(10): 2041-53.
- Morgan MZ, Treasure ET. Mapping caries prevalence and water distribution in Wales lechyd Morgannwg Health Authority as a case study. *Community Dent Health*. 2003; 20(2): 94-9.
- Moysés ST, Camilotte AG, Vetorello M, Moysés SJ. Spatial analysis of dental trauma in 12-year-old schoolchildren in Curitiba, Brazil. *Dent Traumatol*. 2008; 24(4): 449-53.
- Müller EPL, Cubas MR, Bastos LC. Georreferenciamento como instrumento de gestão em unidade da saúde da família. *Rev Bras Enferm*. 2010; 63(6): 978-82.
- Odoi A, Wray R, Emo M, Birch S, Hulchison B, Eyles J, et al. Inequalities in neighbourhood socioeconomic characteristics: potencial evidence-base for neighbourhood health planning. *Int J Health Geogr*. 2005; 4: 20.
- Oliveira CE, Bernini GF, Miyazaki LCY, Tomita NE. Características sociodemográficas da mortalidade por câncer de boca em Bauru, SP, no período de 1991 a 2001: uso do geoprocessamento. *Rev Bras Epidemiol*. 2008; 11(2): 185-95.
- Pádula NAMR, Abreu MH, Miyazaki LCY, Tomita NE. Intoxicação por chumbo e saúde infantil: ações intersectoriais para o enfrentamento da questão. *Cad Saúde Pública*. 2006; 22(1): 163-71.
- Pereira SM, Ambrosano GMB, Cortellazzi KL, Tagliaferro EPS, Vettorazzi CA, Ferraz SFB, et al. Geographic Information Systems (GIS) in assessing dental health. *Int J Environ Res Public Health*. 2010; 7(5): 2423-36.
- Pereira SM, Pereira AC, Ambrosano GMB, Meneghim MC, Vettorazzi CA. O uso dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) em saúde. In: Pereira AC, organizador. *Tratado de saúde coletiva em odontologia*. Nova Odessa: Napoleão; 2009. p.383-94.

- Pina MF, Santos SM. Conceitos básicos de sistema de informação geográfica e cartografia aplicada à saúde. Brasília: OPAS; 2000. 122p.
- Ross A. Geografia e saúde: espacialização da concentração de flúor das águas subterrâneas do município de Londrina-PR [trabalho de conclusão de curso – bacharelado]. Londrina: Universidade Estadual de Londrina; 2013. 66f.
- Scholten HS, Lepper MJC. The benefits of the application of geographical information system in public and environmental health. *World Health Stat Q*. 1991; 44(3): 160-70.
- Silva AB. Sistemas de informações Geo-referenciadas: conceitos e fundamentos. Campinas: Editora Unicamp; 2003. 236p.
- Skaba DA, Carvalho MS, Barcellos C, Martins PC, Terron SL. Geoprocessamento dos dados da saúde: o tratamento dos endereços. *Cad Saúde Pública*. 2004; 20(6): 1753-6.
- Snow J. Sobre a maneira de transmissão do cólera. São Paulo: Hucitec; 1990.
- Susi L, Mascarenhas AK. Using a geographical information system to map the distribution of dentists in Ohio. *J Am Dent Assoc*. 2002; 133(5): 636-42.
- Teixeira TRA, Gracie R, Malta MS, Bastos FI. Social geography of AIDS in Brazil: identifying patterns of regional inequalities. *Cad Saúde Pública*. 2014; 30(2): 259-71.
- Tomazelli J, Czeresnia D, Barcellos C. Distribuição espacial dos casos de AIDS em mulheres no Rio de Janeiro de 1982 a 1997: uma análise espacial. *Cad Saúde Pública*. 2003; 19(4): 1049-61.
- Werneck GL. Georeferenced data in epidemiologic research. *Ciênc Saúde Colet* 2008; 13(6): 1753-66.
- White DA, Anderson RJ, Bradnock G, Gray MM, Jenkins P. The use of a geographical Information system in investigating dental services. *CommunityDent Health*. 2000; 17(2): 79-84.