

MINISTÉRIO DA SAÚDE



Série: Capacitação e atualização em geoprocessamento em saúde



# Abordagens espaciais na Saúde Pública

Brasília • DF  
2006



MINISTÉRIO DA SAÚDE  
FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ



Série: Capacitação e atualização em geoprocessamento em saúde

# Abordagens espaciais na Saúde Pública

Série B. Textos Básicos de Saúde

Brasília - DF  
2006

---

© 2006 Ministério da Saúde.

Todos os direitos reservados. É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte e que não seja para venda ou qualquer fim comercial.

A responsabilidade pelos direitos autorais de textos e imagens desta obra é da área técnica.

A coleção institucional do Ministério da Saúde pode ser acessada, na íntegra, na Biblioteca Virtual em Saúde do Ministério da Saúde: <http://www.saude.gov.br/bvs>

Série B. Textos Básicos de Saúde

Série Capacitação e Atualização em Geoprocessamento em Saúde; 1

Tiragem: 1.ª edição – 2006 – 1000 exemplares

*Elaboração, distribuição e informações:*

**MINISTÉRIO DA SAÚDE**

**Secretaria de Vigilância em Saúde**

Departamento de Análise de Situação em Saúde  
Esplanada dos Ministérios, bloco G  
Edifício Sede, 1.º andar, sala 134  
CEP: 70058-900, Brasília – DF  
E-mail: [svs@saude.gov.br](mailto:svs@saude.gov.br)  
Home page: <http://www.saude.gov.br/svs>

**Fundação Oswaldo Cruz**

Centro de Informação Científica e Tecnológica  
Avenida Brasil 4365, Manguinhos,  
Rio de Janeiro, RJ, CEP 21045-900  
Home page: [www.fiocruz.br](http://www.fiocruz.br)

*Coordenação Executiva do projeto*

Walter Massa Ramalho  
Christovam Barcellos  
Mônica M.F.Magalhães  
Simone M. Santos

Impresso no Brasil / Printed in Brazil

*Equipe Técnica da Elaboração:*

Ana Paula C. Resendes – ENSP/FIOCRUZ  
Christovam Barcellos – CICT/FIOCRUZ  
Daniel A. Skaba - IBGE  
Evangelina X.G.Oliveira – IBGE  
Grácia Maria de Miranda Gondim – EPSJV/FIOCRUZ  
Luisa B. Iñiguez Rojas – Univ. Havana, Cuba  
Maria de Fátima Pina – Univ. do Porto, Portugal  
Mônica Avelar F.M.Magalhães – CICT/FIOCRUZ  
Paulo C. Peiter – CICT/FIOCRUZ  
Reinaldo Souza-Santos – ENSP/FIOCRUZ  
Renata Gracie – CICT/FIOCRUZ  
Simone M. Santos – CICT/FIOCRUZ

*Revisão Técnico-pedagógica*

Grácia Maria de Miranda Gondim  
Simone M. Santos

*Revisão de Português:*

Itamar José de Oliveira

*Ilustração da capa, Programação Visual e*

*Direção de Arte:*

Vera Lucia Fernandes de Pinho

*Fotos da capa:*

Peter Illiciev / Multimagem / CICT / Fiocruz

*Confecção Figuras Especiais:*

Marcelo Rabelo

*Tratamento de Imagens e Fotografias:*

Os autores

---

**Ficha Catalográfica**

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Fundação Oswaldo Cruz.

Abordagens espaciais na saúde pública / Ministério da Saúde, Fundação Oswaldo Cruz; Simone M.Santos, Christovam Barcellos, organizadores. – Brasília : Ministério da Saúde, 2006.

136 p. : il. – (Série B. Textos Básicos de Saúde) (Série Capacitação e Atualização em Geoprocessamento em Saúde; 1)

ISBN 85-334-1181-2

1. Sistemas de informação geográfica. 2. Vigilância em saúde. 3. Cartografia. 4. Saúde pública. I. Simone M. Santos (Org.). II. Christovam Barcellos (Org.). III. Título. IV. Série.

NLM W 26.55.14

---

Catálogo na fonte – Coordenação-Geral de Documentação e Informação – Editora MS – OS 2006/1337

*Títulos para indexação:*

Em inglês: Spatial Approaches in Public Health

Em espanhol: Abordajes espaciales en la Salud Pública

## AUTORES

### **Ana Paula da Costa Resendes**

Bióloga, mestre e doutoranda em Saúde Pública, pesquisadora colaboradora do Departamento de Endemias Samuel Pessoa da Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca da Fundação Oswaldo Cruz.

### **Christovam Barcellos (organizador)**

Geógrafo, Sanitarista, doutor em Geociências, pesquisador titular do Departamento de Informações em Saúde do Centro de Informação Científica e Tecnológica da Fundação Oswaldo Cruz.

### **Daniel Albert Skaba**

Engenheiro de Eletricidade, mestre em Sistemas e Computação, doutorando em Saúde Pública, tecnologista senior da Coordenação de Estruturas Territoriais da Diretoria de Geociências da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

### **Evangelina Xavier Gouveia de Oliveira**

Geógrafa, doutora em Saúde Pública, pesquisadora Coordenação de Geografia da Diretoria de Geociências da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

### **Grácia Maria de Miranda Gondim**

Arquiteta, mestra e doutoranda em Saúde Pública, pesquisadora colaboradora da Escola Politécnica Joaquin Venâncio da Fundação Oswaldo Cruz.

### **Luisa Basilia Iñiguez Rojas**

Geógrafa, doutora em Ciências Geográficas, professora do Centro de Estudios de Salud y Bienestar Humanos, Universidad de laHabana, Ciudad de la Habana.

### **Maria de Fátima de Pina**

Engenheira cartógrafa, mestra em Sistemas e Computação, doutora em Engenharia Biomédica, professora associada da Faculdade de Medicina da Universidade do Porto e pesquisadora do Instituto de Engenharia Biomédica, cidade do Porto.

### **Mônica de Avelar F.M. Magalhães**

Engenheira Cartógrafa, mestranda em Geomática, tecnologista do Departamento de Informações em Saúde do Centro de Informação Científica e Tecnológica da Fundação Oswaldo Cruz.

### **Paulo Cesar Peiter**

Arquiteto, doutor em Geografia, assistente de pesquisa do Departamento de Informações em Saúde do Centro de Informação Científica e Tecnológica da Fundação Oswaldo Cruz.

### **Reinaldo Souza dos Santos**

Biólogo, doutor em Saúde pública, pesquisador associado do Departamento de Endemias Samuel Pessoa da Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca da Fundação Oswaldo Cruz.

### **Renata Gracie**

Geógrafa, mestranda em Saúde Pública, assistente de pesquisa do Departamento de Informações em Saúde do Centro de Informação Científica e Tecnológica da Fundação Oswaldo Cruz.

### **Simone M. Santos (organizadora)**

Médica, especialista em Saúde Coletiva, mestra em Epidemiologia, pesquisadora colaboradora do Departamento de Informações em Saúde do Centro de Informação Científica e Tecnológica da Fundação Oswaldo Cruz.



# Prefácio

O uso do geoprocessamento na área de saúde tem história recente, principalmente no Brasil. As suas primeiras aplicações datam da década de 50, utilizando-se computadores de grande porte, para o planejamento urbano e posteriormente para a análise ambiental. A digitação sistemática de dados, junto à oferta de programas de fácil manipulação e equipamentos de baixo custo e alta capacidade de memória, possibilitaram a difusão do geoprocessamento, no final da década de 1980 e início dos anos 1990. Essa difusão envolveu a área de saúde ampliando o número de usuários desses sistemas para o mapeamento digital, organização de dados espaciais e produção de mapas temáticos. Especialmente os Sistemas de Informações Geográficas 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.

A incorporação de sistemas de geoprocessamento pelos serviços de saúde vinha sendo limitada pelo alto custo de implantação isolada desses projetos e pelas dificuldades na montagem das bases e edição de dados cartográficos, bem como no georreferenciamento de bases textuais, o que envolve de um lado os esforços para melhoria da qualidade e disponibilização dos dados de saúde. Do outro lado, devemos investir na capacitação dos profissionais para a análise destes mapas, sua redação cartográfica e o conhecimento estatístico espacial para o amplo entendimento dos processos sócio-espaciais subjacentes.

Essas limitações impulsionaram o Ministério da Saúde a estabelecer um fórum específico para discutir profundamente as estratégias de superação das mesmas, com diversas instituições, através da Rede Interagencial de Informações para a Saúde – RIPSa. No âmbito da RIPSa, com apoio da Organização Pan-Americana da Saúde – OPAS, o Comitê Temático Interdisciplinar sobre Geoprocessamento e Dados Espaciais em Saúde – CTI-Geo, tem focado sua atuação na otimização do acesso às informações básicas



e às ferramentas requeridas para o desenvolvimento de análise espacial em saúde voltado para as atividades das secretarias municipais de saúde, e de outros órgãos públicos do setor. Várias iniciativas importantes tiveram origem nesse fórum, impulsionando o interesse e a incorporação do tema nas análises em saúde. Destacam-se entre esses produtos, a incorporação de módulos de mapeamento no *software* Tabwin (DATASUS), o desenvolvimento de uma plataforma no ambiente Terraview (INPE) para análises de dados espaciais em saúde, o material instrucional “Sistemas de Informação Geográfica e a Gestão da Saúde no Município” e os livros “Conceitos Básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia Aplicados à Saúde” e “Sistemas de Informação Geográfica – Conceitos Básicos”.

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. 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.

Nesse contexto, a Secretaria de Vigilância em Saúde em parceria com o CICT/FIOCRUZ deu origem à série de livros didáticos “Capacitação em Geoprocessamento para a Saúde”, que já conta com 3 volumes: Abordagens espaciais na Saúde Pública, Sistemas de Informações Geográficas e análise espacial em Saúde Pública, e Introdução à Estatística espacial para a Saúde Pública; que tratam dos temas com níveis de complexidade crescente e exercícios direcionados à abordagem prática de situações-problema comuns à rotina dos serviços de vigilância em saúde.

Esperamos que este Projeto seja bem aproveitado e contribua para o fortalecimento da gestão do Sistema Único de Saúde brasileiro.

---

**Walter M. Ramalho**

Coordenação Executiva do projeto de Capacitação e  
Atualização em Geoprocessamento para a Saúde Pública



# Apresentação

O Centro de Informação Científica e Tecnológica, da Fundação Oswaldo Cruz, e a Secretaria de Vigilância em Saúde, do Ministério da Saúde apresentam o livro *Abordagens Espaciais na Saúde Pública*, o primeiro da série *Capacitação e atualização em geoprocessamento em saúde*, publicação que busca contribuir para o fortalecimento da capacidade analítica em todas as instâncias do Sistema Único de Saúde (SUS), como processo contínuo de capacitação e atualização em ferramentas de organização e análise de dados espaciais de saúde.

Esse livro tem adicionalmente o propósito de recuperar o espaço como uma categoria imprescindível de análise de situações de saúde, contribuindo para o entendimento do quadro sanitário atual e suas tendências, através da construção de novas abordagens voltadas para as práticas de Vigilância em Saúde, como a identificação de áreas críticas, a focalização de grupos populacionais, a priorização das ações e dos recursos.

A utilização de *softwares* conhecidos e de domínio público, e de bancos de dados secundários, patrocina maior aproximação dos profissionais da saúde, devido à familiaridade com os instrumentos, tornando a obra de fácil compreensão, execução e aceitabilidade. O desdobramento esperado desta iniciativa é o aprimoramento e a melhoria da qualificação do profissional de saúde pública com diversos níveis de complexidade, e em última instância, a multiplicação de estudos analíticos subsidiando a tomada de decisão dos gestores para a melhoria da qualidade de vida e das condições de saúde.

Neste contexto, a reunião de técnicas inovadoras aplicadas à execução de gestão diferenciada, envolvendo diversas instituições e profissionais, torna-se um poderoso instrumento auxiliar na construção de intervenções capazes de superar as dificuldades técnicas e operacionais, até então limitantes à gestão baseada em evidências.

---

**Ilma Noronha**

Diretora do Centro de Informação Científica e Tecnológica,  
Fundação Oswaldo Cruz

**Fabiano Geraldo Pimenta Junior**

Secretário de Vigilância em Saúde, Ministério da Saúde





## **Capítulo 1: Espaço geográfico e Epidemiologia ..... 11**

1.1 - Modelos teóricos da Epidemiologia e da Geografia sobre o processo saúde/doença	13
• Os espaços urbanos e a saúde .....	15
1.2 - Saúde, doenças e situação de saúde .....	17
1.3 - Representação dos processos espaciais em mapas .....	20
1.4 - Elaboração de mapas voltados para a análise de situação de saúde .....	23
1.5 - Indicadores de saúde, ambiente e população .....	29
1.6 - Distribuição espacial das desigualdades em saúde .....	33
1.7 - Repercussão de problemas ambientais sobre a saúde .....	35
1.8 - Acesso, distribuição espacial dos serviços de saúde e iniquidades .....	38

## **Capítulo 2: Sistemas de Informações Geográficas em saúde ..... 45**

2.1 - Geoprocessamento e SIG .....	47
2.2 - Funções e Objetivos de um SIG .....	50
2.3 - Aplicações do SIG na Vigilância em Saúde .....	53
2.4 - Fontes Nacionais de Dados sobre Saúde e Ambiente .....	56
• Principais Sistemas de Informação utilizados em Saúde .....	59
– Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) .....	60
– Sistema de Informação sobre Nascido Vivo (SINASC) .....	60
– Sistema de Informação sobre Agravos Notificação (SINAN) .....	60
– Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS) .....	61
– Sistema de Informações Ambulatoriais do SUS (SIA/SUS) .....	61
– Sistema de Informações da Atenção Básica (SIAB) .....	62
• Dados Demográficos .....	62
• Dados Cartográficos .....	64

2.5 - Desenvolvimento de projetos de SIG .....	66
2.6 - Noções de Cartografia .....	67
• A forma da terra .....	68
• Sistema Geodésicos .....	69
• Escala Cartográfica .....	71
• Sistema de Projeção .....	73
– Sistema de Coordenadas Geográficas .....	74
– Sistema de Coordenadas Planas .....	74
• Projeções Cartográficas .....	75
– Sistema Universal Transverso de Mercator - UTM .....	75
2.7 - Unidades Espaciais de Dados .....	77

### **Capítulo 3: Análise de Dados Espaciais..... 85**

3.1 - Dados espaciais .....	87
• Estrutura de armazenamentos de dados gráficos .....	87
– Modelo Matricial ou <i>raster</i> .....	88
– Modelo Vetorial ou <i>vector</i> .....	88
• Dados não-gráficos .....	89
– Estrutura de armazenamento de dados não-gráficos .....	90
• Geocodificação .....	90
3.2 - Mapeamento Temático .....	91
3.3 - A linguagem cartográfica .....	98
3.4 - Interpretação de mapas para a saúde .....	102
• Comparação entre mapas .....	106
• Sobreposição entre camadas e interpretação visual .....	110
3.5 - Mapeamento de Fluxos .....	112

### **Anexo: Exercícios ..... 117**

Exercício 1 : Mortalidade por homicídios em São Paulo- Escala Estadual .....	119
Exercício 2 : Desigualdade e Dengue - Escala Intramunicipal .....	126

### **Referências Bibliográficas ..... 133**



*Capítulo*

---

# **Espaço geográfico e Epidemiologia**

Paulo César Peiter

---

Christovam Barcellos

---

Luisa Basília Iñiguez Rojas

---

Grácia Maria de Miranda Gondim

---

## Capítulo 1:

### Espaço geográfico e Epidemiologia

1.1 - Modelos teóricos da  
Epidemiologia e da Geografia sobre  
o processo saúde/doença

*pág. 13*

Os espaços urbanos e a saúde

*pág. 15*

1.2 - Saúde, doenças e  
situação de saúde

*pág. 17*

1.3 - Representação dos  
processos espaciais em mapas

*pág. 20*

1.4 - Elaboração de mapas voltados  
para a análise de situação de saúde

*pág. 23*

1.5 - Indicadores de saúde,  
ambiente e população

*pág. 29*

1.6 - Distribuição espacial das  
desigualdades em saúde

*pág. 33*

1.7 - Repercussão de problemas  
ambientais sobre a saúde

*pág. 35*

1.8 - Acesso, distribuição  
espacial dos serviços de saúde  
e iniquidades

*pág. 38*

## 1.1 - Modelos teóricos da Epidemiologia e da Geografia sobre o processo saúde/doença

A saúde é muito mais que não ter doença, e pode ser considerada como um estado que no nível individual pressupõe a sensação de bem-estar. No nível coletivo, populacional, a saúde insere-se na noção mais ampla de condições de vida. Por isso, afirma-se que o binômio saúde-doença, no nível populacional, ou melhor, a saúde e os problemas de saúde, são construídos socialmente, mediante processos. Os fatores gerais que participam nestes processos são de várias origens e todos atuam em uma teia: a biologia humana, o ambiente, os modos de vida e o próprio sistema de serviços de saúde. Conforme o problema de saúde, um fator pode ser mais decisivo que outro. Por exemplo, para as doenças diretamente associadas a malformações congênitas, o peso da biologia é maior. Nas doenças sexualmente transmissíveis, os modos de vida são mais importantes. Nas intoxicações por agrotóxicos os fatores ambientais são predominantes. Mas todos os fatores interagem e atuam sobre todos os problemas de saúde de forma integrada.

No caso do ambiente, considera-se tanto o ambiente natural quanto o construído e o psicossocial. O ambiente natural é aquele que expressa as relações entre componentes vivos (bióticos) ou não-vivos (abióticos), por exemplo, entre rochas, relevos e vegetação e o mundo animal. Mas a sociedade transforma o lugar onde vive de forma permanente, e o desenvolvimento científico e tecnológico amplia a intensidade destas transformações. De modo geral, considera-se que nas áreas rurais as transformações são menores, e os homens estão mais próximos e com mais contatos com o ambiente natural, e nas áreas urbanas a relação com o ambiente natural é quase inexistente, e a **densidade populacional** é mais elevada.

As pessoas também vivem em um ambiente social, e se relacionam através de redes entre indivíduos ou grupos sociais. Essas redes difundem padrões culturais, produtivos e de consumo. Além disso, essas redes exercem influência nos sentimentos, valores, reações e hábitos associados às diferentes situações. Por isso se fala em um ambiente psicossocial. O modo de vida de um grupo populacional está associado à estrutura social de um lugar (o sistema produtivo, a cultura) que se relaciona com a renda familiar (proveniente de qualquer fonte, salarial ou não) e com a intensidade das relações sociais, que por sua vez influenciam os padrões de consumo de bens e serviços. O relacionamento entre as pessoas e os lugares se constrói no cotidiano, que também sofre influência dos modos de vida (preferências, atitudes, formas de viver), da história familiar, ou das marcas da vida deixadas pelos lugares onde se viveu anteriormente.

### Densidade populacional

É a relação entre o número de pessoas (população) por uma unidade de área, podendo ser expressa em número de habitantes por metro quadrado, quilômetro quadrado, ou hectare. Significa a concentração de pessoas em um dado espaço ou território – área urbana ou rural, bairro, domicílio e outros. Sua compreensão e uso servem para orientar a tomada de decisão, a definição de processos de investigação e propostas de intervenção.

O **território**, segundo o geógrafo Milton Santos, é um espaço de relações (sociais, econômicas e políticas), um sistema de objetos e de ações (fixos e fluxos) em permanente interação. Mas, sobretudo, são nesses espaços delimitados de poder onde os diferentes atores sociais que fazem uso do território buscam viabilizar seus projetos e desejos para levar a vida.

**Situação de saúde** é um conjunto detalhado dos problemas e das necessidades de uma população em um dado território em um tempo estabelecido. A situação de saúde revela as condições de vida e o perfil de adoecimento e morte de uma população, evidenciando seus determinantes e condicionantes (causas e conseqüências). Constitui-se em subsídio fundamental para o processo de planejamento de ações para o enfrentamento contínuo dos problemas identificados.

### Objetos Geográficos

Geralmente pensamos nos objetos como coisas pequenas, mas uma casa, uma fábrica, uma plantação ou até mesmo uma cidade podem ser considerados objetos geográficos. Para o geógrafo Milton Santos, os objetos geográficos são tudo que existe na superfície da Terra, toda herança da história natural e todo resultado da produção humana que se concretizou. São objetos móveis e imóveis, tal como uma cidade, uma barragem, uma estrada de rodagem, um porto, um prédio, uma floresta, uma plantação, um lago ou uma montanha. Aquilo que se cria fora do homem e se torna instrumento material de sua vida. O uso deles pelas pessoas possibilita e potencializa as ações humanas e podem produzir ou ampliar, em decorrência de sua utilização e qualidade, problemas para a saúde humana.

É no dia-a-dia que as pessoas se expõem a situações que beneficiam ou prejudicam sua saúde. No **território**, as pessoas estudam, produzem e consomem. A exposição às situações que afetam a saúde, em geral, não são escolhas de indivíduos nem de famílias, mas o resultado da falta de opções para evitar ou eliminar as situações de vulnerabilidade. Também participa dessas situações o desconhecimento sobre essa vulnerabilidade. Os lugares com condições de vida desfavoráveis são em geral marcados pelo saneamento precário, contaminação das águas, do ar, dos solos ou dos alimentos, por conflitos no relacionamento interpessoal, pela falta de recursos econômicos e, portanto, enormes limitações para o consumo de bens e serviços, incluindo os mais elementares.

Assim, as condições de vida de grupos sociais nos territórios definem um conjunto de problemas, necessidades e insatisfações. Essas condições de existência podem ser boas ou ruins, e se modificam para melhor ou pior, a depender da participação de instituições de governo e da própria população. Por isso diz-se que a **situação de saúde** de um grupo populacional em um território é definida pelos problemas e necessidades em saúde, assim como pelas respostas sociais a esses problemas.

A Epidemiologia tem como preocupação compreender e explicar o processo saúde-doença nos indivíduos e em populações. A Geografia da Saúde por sua vez, procura identificar na estrutura espacial e nas relações sociais que ela encerra, associações plausíveis com os processos de adoecimento e morte nas coletividades. Ambas aceitam como premissa geral que os padrões de morbi-mortalidade e saúde não ocorrem de forma aleatória em populações humanas, mas sim em padrões ordenados que refletem causas subjacentes (Curson, 1986). A maior contribuição da geografia para os estudos de saúde é antiga, mas vem sendo retomada com a Geografia Crítica a partir da década de 1970. Segundo esta abordagem, o espaço geográfico não é um espaço abstrato, sinônimo de superfície ou área da geometria, nem o espaço natural.

O espaço geográfico é o espaço social onde se dão as relações humanas, é um espaço relacional. Milton Santos dizia que o espaço geográfico é o conjunto de relações realizadas através de funções (produção, a circulação e o consumo) e formas **(objetos geográficos)**.

O espaço é construído pelas relações sociais no processo de reprodução social e, portanto, reflete a divisão do trabalho, a divisão em classes, as relações de poder, a centralidade e a marginalização, as diferenças, as desigualdades e as injustiças da distribuição dos recursos e da riqueza, dos produtos do trabalho coletivo, e as contradições deste processo. Assim, a ocupação do espaço refletirá as posições ocupadas pelos indivíduos na sociedade, e sendo conseqüência de uma construção histórica e social, reproduz as desigualdades e os conflitos existentes. O espaço socialmente organizado guarda as marcas impressas pela organização social, inclusive aquelas herdadas do passado, adquirindo características locais próprias que expressam a diferenciação de acesso aos resultados da produção coletiva (Santos, 1979).

## • Os espaços urbanos e a saúde •

O espaço transformado pelo homem, ou espaço socialmente organizado, assume diversas formas, dentre as quais podem-se apontar duas bem distintas: o espaço urbano e o espaço rural. Os espaços urbanos caracterizam-se pelo maior adensamento humano enquanto que os rurais, pelo povoamento mais disperso.

Os espaços urbanos são cada vez mais importantes na medida em que a população vive cada vez mais em cidades, num processo de migração do campo para a cidade que se iniciou na Revolução Industrial nos séculos XVIII e XIX, na Europa. No Brasil esse processo de urbanização foi mais tardio. Até a década de 1940, a maior parte da população vivia em áreas rurais e da atividade agrícola. Atualmente, cerca de 80% da população brasileira vivem em cidades (Souza, 2005). Esses números são relativos, pois no Brasil são consideradas cidades desde aglomerações com menos de dois mil habitantes até cidades como São Paulo, com mais de dez milhões de habitantes, bastando para tal ser sede de município.

O que realmente identifica uma cidade é a sua centralidade, que significa seu poder de atração, a diversidade de atividades que apresenta e de bens e serviços que oferece. É isso que distingue a cidade de um mero aglomerado de pessoas. A importância da cidade está no fato de ser o centro de gestão do território, o que se aplica também ao setor saúde. É na cidade onde se concentram as instituições de gestão da saúde, e onde se concentra a maior parte dos serviços. Por isso, destaca-se a importância de se conhecer a fundo a problemática do meio urbano, tanto para a compreensão dos processos saúde-doença e a situação de saúde da população brasileira, quanto para a gestão local da saúde nos estados e municípios.

As cidades não estão isoladas no espaço, elas estão interligadas a outros centros urbanos de maior ou de menor nível e a áreas rurais com quem estabelecem relações de troca. Nesse ponto é preciso introduzir dois novos conceitos inter-relacionados: o de rede urbana e o de hierarquia de cidades.

Não existe cidade auto-suficiente, ela sempre se relaciona com o espaço circundante (vizinhança) e com espaços distantes através das **redes** de comunicação e transporte, sejam eles outras cidades ou áreas rurais, formando assim uma **rede urbana**. Na verdade é desse relacionamento que ela extrai sua força. Pode-se até mesmo dizer que quanto mais conectada está uma cidade mais importante ela é, ou pelo menos, maior o seu potencial econômico. O inverso também é verdadeiro, quanto mais isolada, menos força ela tem, menos poder e influência. É importante dizer que o grau de conectividade e importância de uma cidade, em geral, tem um efeito nos processos de difusão de doenças, ou seja, as mais conectadas são atingidas com maior rapidez, como ocorreu na epidemia de Aids no Brasil.

As cidades estão interligadas numa rede. A geografia trata de classificar essa rede em **níveis hierárquicos** da metrópole global, ao centro regional e local, dependendo da abrangência da área de influência de cada cidade. Cada cidade ocupa uma posição relativa numa rede urbana ou sistema de cidades mais vasto. Essa posição hierárquica tem efeitos no processo saúde-doença das populações de cada cidade e conseqüentemente de sua área de influência.

Vários estudos demonstraram a forte relação entre a hierarquia urbana brasileira e a intensidade da epidemia de Aids, que atingiu primeiro e de forma mais intensa as metrópoles nacionais irradiando-se em seguida para os centros regionais e, por fim, alcançando aglomerados urbanos menores do interior. As conexões entre metrópoles mostraram-se mais fortes do que entre estas e os centros menores, na medida em que atingiram primeiramente estas cidades (Barcellos e Bastos, 1996).

A estrutura da rede urbana é, portanto, fundamental quando se analisam processos de difusão de doenças em escalas menores, ou seja, em níveis elevados (internacional, nacional e regional). Se houver a entrada de um novo agente infeccioso no Brasil, provavelmente este agente vai seguir essa rede hierárquica, como já ocorreu com os vírus de dengue.

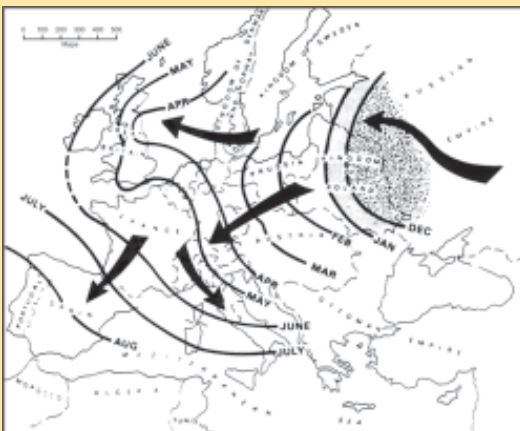
Também essas redes são usadas para organizar o fluxo de pacientes no SUS, que em geral se deslocam de centros com menor capacidade de atenção para cidades com maior capacidade e complexidade dos serviços, como será visto mais adiante.

### Estruturas espaciais e difusão de doenças

Os exemplos abaixo mostram como as estruturas espaciais agem nos processos de difusão de doenças. No primeiro par de figuras, pode-se observar a progressão temporal da difusão de gripe na Europa em dois momentos, antes e depois da introdução do transporte por trens naquele continente no final do século XIX.

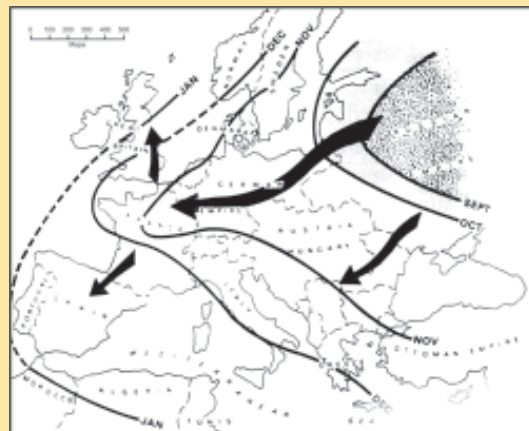
**FIGURA 1.1** - Difusão da doença

Difusão da gripe em 1782 (transporte a cavalo)



Fonte: Gould, 1993.

Difusão da gripe em 1889 (transporte ferroviário)

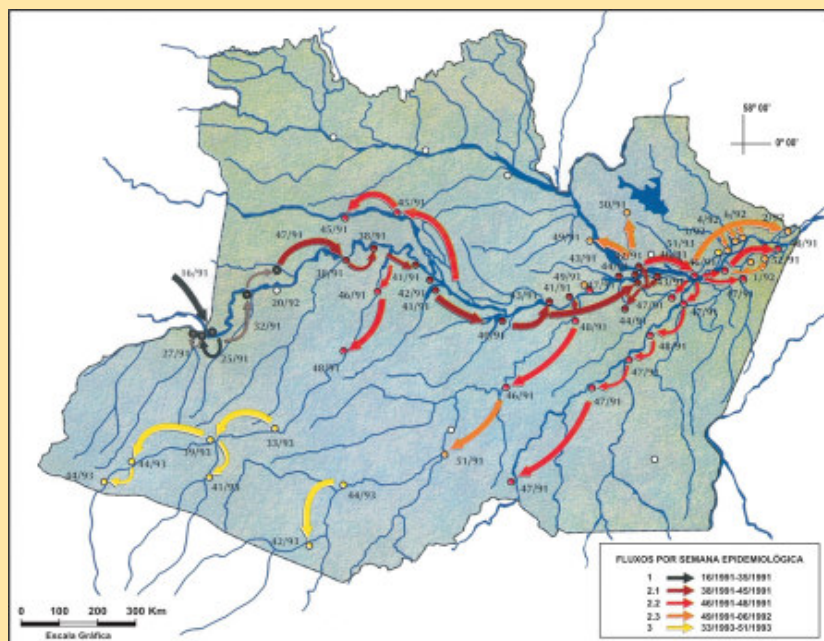


Fonte: Gould, 1993.



Na figura abaixo observam-se os caminhos da difusão do cólera no Estado do Amazonas na epidemia de 1992-1995.

**FIGURA 1.2** - Caminhos da difusão do cólera no estado do Amazonas de 1992 a 1995



Fonte: Iñiguez Rojas, 1998.

Segundo Gould (1993) “é a estrutura do espaço geográfico, a hierarquia dos sistemas de fluxos feitos de relações humanas de toda natureza, que controla a existência e a transmissão de agentes responsáveis pelas doenças”. Portanto, para melhor interpretar um mapa de distribuição de eventos de saúde no Brasil, deve-se considerar os determinantes destes eventos no nível nacional, que são fortemente influenciados pela rede e hierarquia de cidades. As cidades estão conectadas e possuem uma região de influência que vai ser afetada pelos eventos de saúde.

## 1.2 - Saúde, doenças e situação de saúde

Sabe-se que as noções de saúde e doença foram construídas socialmente ao longo da história. Destaca-se nesse processo de construção do conhecimento, um marco fundamental que influenciou fortemente a noção que hoje temos de saúde: a definição da Organização Mundial da Saúde em 1948 que afirmou ser a saúde “... um estado de completo bem-estar físico, mental e social e não simplesmente a ausência de doença”. Uma definição muito criticada por ser extremamente vaga, mas que teve um grande impacto, principalmente para as correntes mais ligadas a uma concepção exclusivamente biológica da saúde. Essa definição teve o mérito de ampliar o debate sobre o conceito de saúde e também sobre o campo da saúde, reforçando a convicção de que a saúde não é um assunto só para médicos (e pacientes).

Ela reforçou a idéia de que a saúde não pode ser tratada somente na sua dimensão individual, mas deve ser vista também na sua dimensão social e coletiva.

Para entender a noção de situação de saúde é fundamental considerar que:

- a) A saúde não pode ser entendida como ausência de doenças. Não existe pessoa ou população absolutamente livre de qualquer processo patológico, a não ser transitoriamente;
- b) Cada indivíduo e cada comunidade, em dado momento de sua existência, sentem necessidades e correm riscos que lhes são próprios seja em função da idade, sexo, ou outros atributos individuais, seja em decorrência de sua localização geográfica e ecológica, sua cultura e nível educacional ou ainda por sua situação econômica e social, aspectos que se traduzem em perfil de problemas de saúde, os quais afetam em maior ou menor grau suas possibilidades de realização pessoal e coletiva;
- c) A situação de saúde é um atributo coletivo, isto é, de populações humanas;
- d) A análise da situação de saúde implica a identificação dos perfis de necessidades e problemas hierarquizados pelos diferentes atores sociais que interagem cotidianamente.

A situação de saúde de um determinado grupo de população é assim, um conjunto de problemas de saúde, descritos e explicados desde a perspectiva de um ator social; quer dizer, de alguém que decide uma conduta determinada em função de uma dita situação (Castellanos, 1987).

Portanto, a situação de saúde do ponto de vista de um ator social contém: uma seleção de problemas, fenômenos que afetam grupos de população selecionados; uma enumeração de fatos, que em seu conteúdo e forma são assumidos como relevantes (suficientes e necessários) para descrever os problemas selecionados e; uma explicação, quer dizer a identificação e percepção do complexo de relações entre os múltiplos processos, em diferentes planos e espaços, que produzem os problemas.

Partindo das definições de espaço geográfico e de situação de saúde, pode-se chegar a uma síntese de conhecimentos que possibilite o reconhecimento dos territórios e dos processos de adoecimento que ali ocorrem, os quais estão diretamente influenciados tanto pela materialização das formações econômicas, das persistências de origem natural (clima, solos, relevo, regimes hídricos, vegetação, etc.) como pela experiência biológica da população em contato com diversos agentes patógenos (Dubos, 1989). "... Assim, todo espaço geográfico populacional, portará história: ecológica, biológica, econômica, comportamental, cultural, em síntese, social que inevitavelmente irá orientar o conhecimento do processo saúde-enfermidade..." (Iñiguez Rojas, 1998).

A vantagem desse tipo de abordagem nos estudos da relação entre espaço e saúde é que ela permite organizar as informações por tipo de determinante (ambiental, biológico, comportamental e sistema de saúde), facilitando a formulação de hipóteses, a seleção de variáveis e a criação de indicadores, possibilitando a simulação de diversas situações possíveis na busca dos principais determinantes de um dado problema de saúde. Essa abordagem

facilita também a adoção de medidas ou ações de saúde enfatizando um ou outro aspecto determinante.

No entanto nenhuma abordagem ou modelo explicativo é suficientemente robusto e completo para explicar a realidade e os fenômenos que nela ocorrem. Todos têm suas falhas e limitações.

Os estudos que objetivam analisar as relações entre saúde e espaço devem utilizar escalas ecológicas para abordar fatores que possam estar envolvidos nestas relações. As características estudadas serão sempre atributos de uma população (um grupo de pessoas) e do ambiente (contexto) onde estas estão inseridas. **Estudos com esse delineamento são chamados ecológicos.**

Conforme Susser (1996), é fundamental medir características de contexto para entender como estas afetam a saúde das pessoas e grupos, uma vez que medidas de atributos individuais não podem dar conta dos processos envolvidos nesta relação. Processos como seleção, distribuição, interação e adaptação, acontecem na escala contextual e não podem ser analisados através dos estudos baseados nos indivíduos. Por exemplo, padrões de mortalidade e morbidade, e a difusão de doenças só podem ser explicados tendo-se em consideração os níveis ecológicos.

As principais dificuldades das **análises ecológicas em saúde**, apontadas por diversos autores, são: a escolha dos indicadores e medidas de saúde e doença; o nível de agregação das variáveis (individuais ou populacionais) para efetuar inferência; o problema da escala, na medida em que a escolha da unidade de análise influencia os coeficientes de correlação; o problema da latência e da mobilidade; o intervalo de tempo entre a exposição e o evento (morte ou manifestação da doença), entre outros.

Nesse sentido, quando se afirma que a Saúde Pública e a Epidemiologia têm como objetos de suas observações a saúde de populações, está se optando por uma forma de abordagem que difere da utilizada para análise de saúde nos indivíduos. Essa diferença reside, não no quanto de indivíduos se agrega para o estudo, mas principalmente, no nível de organização da realidade (natural e social, compostas de inúmeros objetos, seres e processos) na qual se pretende trabalhar os problemas e as intervenções necessárias (Almeida Filho, 1990).

Portanto, ao se escolher qual o nível de agregação que se irá trabalhar o problema apontado em uma investigação, necessariamente define-se as **unidades de análise**; as **variáveis** (como serão formuladas); os **indicadores**; a natureza das amostras e como mensurá-las; os procedimentos de análise; a interpretação dos resultados, e as possíveis inferências. O importante é reconhecer a organização social existente em cada unidade de análise e sua relação com o fenômeno a ser estudado (Castellanos, 1997).

Sobretudo, é preciso se ter sempre claro que "... um atributo essencial de toda população é a interação entre seus membros, de modo que constituam

Os estudos ecológicos são especialmente úteis para:

- Detectar áreas com excesso de doenças;
- Descobrir fatores de risco coletivos que expliquem esse excesso;
- Gerar hipóteses sobre a etiologia de doenças;
- Testar hipóteses em diferentes bancos de dados, com diferentes metodologias.

As **análises ecológicas em saúde** são afetadas pela escolha dos indicadores; o nível de agregação e escala, a diferença entre tempos de exposição e o evento de saúde.

**Unidades de análise** – É um conjunto de unidades espaciais, representadas por polígonos nos mapas, para onde são referidos dados e são calculados indicadores. Por exemplo, quando afirmamos que a taxa de incidência de hanseníase na Amazônia é mais alta que no Nordeste, está implícito que as unidades de análise são as regiões.

uma unidade de interação e que, por sua vez interajam com outras unidades populacionais. Como toda interação gera uma organização e hierarquia, uma população é sempre, na realidade, um grupamento de subpopulações que interagem como sistemas complexos e hierárquicos, de modo que cada subpopulação é, simultaneamente, uma totalidade correspondente a um nível inferior e uma unidade integrante de uma totalidade maior” (Castellanos, 1997).

Existem hoje algumas alternativas metodológicas para se trabalhar com estruturas complexas de dados, como as técnicas de multinível, a estatística bayesiana e outras que serão vistas em outros livros desta série.

### 1.3 - Representação dos processos espaciais em mapas

**FIGURA 1.3** - Objetos geográficos



*Foto dos autores*

Pensando nas formas que existem no espaço, e tomando a cidade como exemplo, podemos perceber a existência de uma série de objetos (casas, fábricas, prédios residenciais e de escritórios, hospitais, shoppings e centros comerciais, museus, praças, parques, clubes, quadras de samba, quadras de esporte, estações terminais de transportes, estações de tratamento de água e esgoto, estações de energia elétrica, aterros sanitários, etc.) interligados por redes (calçadas, ruas, ciclovias, canais, linhas de trem e metrô, rede elétrica, rede de água, rede de esgoto, etc).

Todos esses objetos e redes desempenham funções determinadas (produção, ensino, comércio, prestação de serviços, escoamento de água e esgoto, fornecimento de energia, telefonia, etc.) e para desempenhá-las são necessárias pessoas (professores, operários, médicos, engenheiros, administradores, advogados, comerciantes, etc.) que se deslocam constantemente no espaço, do seu lugar de moradia para o lugar de trabalho ou para lugares adequados para as atividades que desejam ou necessitam exercer no dia-a-dia, proporcionando uma dinâmica espacial que se manifesta na forma de mobilidade espacial, com deslocamentos pendulares, de curta duração ou de maior duração, dependendo do caso. A intensidade desses

movimentos no espaço varia ao longo das 24 horas do dia, com momentos de pico, chamados de “rush”, em geral pela manhã e no final da tarde quando as pessoas se deslocam de casa para o trabalho e vice-versa. Esses movimentos variam também ao longo do ano seguindo as datas comemorativas, os períodos de férias e feriados e fins de semana. Há, portanto, uma importante variação temporal e espacial dos movimentos no espaço, em particular no espaço urbano, que precisam ser considerados na vigilância em saúde. Nos espaços rurais os movimentos assumem ritmos diferentes (obedecem, por exemplo, as estações do ano e o calendário agrícola). Em geral são movimentos menos frenéticos que os das cidades. Quanto maior a cidade, mais intenso o ritmo dos movimentos e maiores as distâncias médias percorridas pelos indivíduos em seu dia-a-dia.

As cidades em geral propiciam maiores facilidades de encontros, que também tendem a ser mais diversificados, as redes sociais são mais extensas, contudo mais efêmeras e instáveis. As possibilidades de encontros nas cidades são potencialmente maiores, mas paradoxalmente, a solidão é um fenômeno muito presente na cidade, fruto de relações impessoais, do anonimato que a cidade propicia, além de um maior individualismo dos seus habitantes. Todos esses aspectos influenciam a situação de saúde nas cidades e precisam ser considerados, ainda que dificilmente possam ser colocados nos mapas.

Existem muitas formas de se conhecer melhor o espaço em que vivemos e atuamos. Os mapas são instrumentos extremamente úteis que nos auxiliam nesta tarefa. Eles permitem que representemos alguns aspectos concretos do espaço geográfico, entretanto, existe um conjunto de técnicas adequadas para fazê-lo de forma clara e que realmente contribua para o nosso conhecimento sobre o espaço.

Todos estamos familiarizados com os mapas-mundi, com os mapas de ruas de nossa cidade encontrados nas listas telefônicas ou em publicações especiais vendidas nas bancas de jornal ou distribuídas gratuitamente em postos de informações turísticas. Atualmente, com a Internet é possível encontrar uma série de páginas que proporcionam imagens de mapas das mais diversas cidades do país e do estrangeiro. Esses mapas nos auxiliam nos nossos deslocamentos, e também na localização de pontos de interesse (hospitais, prontos socorros, centros comerciais, estações de metrô, etc.). Os mapas do território estadual, ou nacional, permitem nos localizar em espaços mais amplos, e a verificarmos grandes distâncias entre cidades, algo muito útil quando desejamos programar uma viagem mais longa. Esse tipo de mapa se apresenta em diversos formatos, sendo os guias rodoviários os mais conhecidos. Neles, além dos limites dos territórios (municípios, estados, país) encontramos os traçados das estradas (representados por linhas) que ligam cidades (representadas por pontos, ou manchas). Os mapas de ruas e os

mapas rodoviários são apresentados em diferentes escalas; os primeiros em grandes escalas, e os últimos em escalas pequenas (estas definições de escala serão vistas mais adiante).

Essas representações proporcionam níveis de detalhamento, e mostram e omitem alguns aspectos da realidade. Se quiséssemos representar toda a complexidade do espaço num mapa ele se tornaria incompreensível.

Os mapas são necessariamente simplificações da realidade e esta simplificação depende da escala em que está representado o terreno, e do nosso objetivo ao fazer este mapa.

Por exemplo, se o que desejamos conhecer são os caminhos existentes numa determinada região para planejar um deslocamento neste espaço, não há necessidade de se representar no mapa determinados objetos geográficos como as linhas de transmissão de energia, o tipo de vegetação, os tipos de solo, etc., mas devem ser representadas cidades e vilas. Talvez seja interessante também apresentar o relevo, a hidrografia, a localização de cidades e vilas, os postos de gasolina, etc.

Se o nosso mapa tem como objetivo ajudar um novo morador de um determinado lugar a conhecê-lo e se apropriar deste espaço, talvez seja interessante apontar no mapa a localização das escolas, dos hospitais e postos de saúde, as estações e pontos de ônibus, trens e metrô, as ruas e principais vias de circulação, etc.

Se pertencemos a um serviço de vigilância em saúde o que precisaríamos representar num mapa? Um mapa único serviria para todas as nossas necessidades? Qual seria a melhor escala desse mapa?

Tudo isso dependerá do problema que estamos analisando e dos objetivos a que nos propomos. Por isso é importante antes de começar a elaborar um mapa pensar bem no problema que estamos abordando, nos objetivos a que nos propomos e na disponibilidade de informações mapeáveis que poderemos dispor.

Quando pensamos num mapa que possa nos auxiliar a entender a manifestação espacial de um determinado problema de saúde é importante saber se este problema tem abrangência limitada a um local ou se atinge a diversos locais diferentes atingindo áreas mais extensas. Precisamos saber se os elementos relacionados à manifestação espacial do problema são locais, regionais, nacionais ou internacionais.

A malária, por exemplo, é uma doença que pode ocorrer na Amazônia. É impossível pensar em controlar a doença localmente sem pensar também na sua distribuição na região. A malária afeta a população vulnerável de municípios localizados dentro da Amazônia, por causa do contexto geográfico, da teia de fatores que interagem, como o clima, vegetação e condições produtivas e sociais que favorecem a transmissão da doença. Existem também doenças que têm um grande alcance, uma escala global de transmissão. É o caso da Aids, da síndrome respiratória aguda grave (SARS) e de outras doenças emergentes. Os meios de transporte de hoje permitem que os agentes

patogênicos circulem pelo mundo com grande rapidez. Imagine que a SARS surgiu no Sudeste Asiático e um dos países mais afetados foi o Canadá, levada para lá por causa das viagens de pessoas infectadas. A vigilância em saúde deve estar atenta a todos os tipos de problemas, em todas as **escalas** em que eles se manifestam, sejam globais, regionais ou locais.

A distribuição de eventos, relacionados ou não à produção de saúde ou doença, sempre ocorre em um determinado espaço geográfico, e pode ser representada em mapas de diferentes formatos e conteúdos. Esses mapas serão sempre simplificações de fatos e fenômenos da realidade, localizados sobre uma base cartográfica.

## 1.4 - Elaboração de mapas voltados para a análise de situação de saúde

Um mapa é antes de tudo uma forma de organização e de transmissão de informações, um meio de comunicação. Se ele for feito por uma pessoa e somente esta pessoa pode entendê-lo, então não serve para nada. Os mapas devem ser simples e comunicar informações para os outros. Para que essa comunicação se faça, é necessário seguir alguns critérios cartográficos para padronizar tanto a sua produção quanto a sua leitura. A produção de mapas parte de algumas operações essenciais que são:

- A projeção, isto é, o estabelecimento de uma relação matemática entre os lugares na Terra e uma superfície plana.
- A redução dos processos a miniaturas, segundo a **escala** escolhida.
- A generalização das informações espaciais.
- A codificação através de símbolos convencionados para a transmissão de informações.

Quando se elabora um mapa, tanto no papel quanto no computador, usando técnicas de geoprocessamento, uma das primeiras decisões é a escolha da escala de trabalho. Dependendo dessa escala o mapa terá uma maior ou menor quantidade de detalhes, e também determinará se um tipo de objeto geográfico vai ou não ser visível. Por isso, o estabelecimento de escalas de trabalho na epidemiologia, como na cartografia, é reconhecidamente artificial. A escala é uma escolha intencional do técnico e pode mostrar alguns processos e esconder outros. A cartografia, segundo Monmonier (1996), é sempre uma forma de induzir uma leitura da realidade.

O que chamamos de **escala** aqui é um conceito semelhante ao usado pela cartografia. Na cartografia a escala é uma relação entre o mapa e o mundo real. Quanto menor a escala, maior será a área abrangida pelo mapa e menores serão os detalhes que este mapa poderá conter. Nas análises espaciais de saúde, quanto menor a escala mais gerais serão os processos retratados. Por isso as escalas regionais e globais exigem a simplificação de objetos geográficos.

FIGURA 1.4 - Representação de objetos geográficos no mapa



Agora que sabemos alguns truques da cartografia, vamos olhar criticamente este mapa do Brasil. O Brasil aqui é representado pelas suas Unidades da Federação, rodovias, estradas de ferro, rios e capitais. Este não é o Brasil, é uma das várias formas de se representar o país. Poderíamos ter optado por mostrar o relevo ou os principais tipos de vegetação, mas foram escolhidas estas informações como forma de sintetizar o espaço geográfico.

Em segundo lugar, não são mostrados todos os objetos geográficos do país. Não estão aí todos os rios, por exemplo, somente os principais. Se este mapa contivesse todos os rios do Brasil, ele ficaria ilegível, cheio de linhas azuis e mal se poderiam ver as

cidades e estradas. Foi preciso escolher alguns. E isso demonstra, mais uma vez, a intencionalidade do produtor do mapa. Qual foi o critério usado para escolher os rios principais? Depende dos objetivos do produtor deste mapa.

Em terceiro lugar, foram estabelecidas algumas convenções para generalizar as informações disponíveis. As rodovias foram desenhadas em vermelho, os rios em azul, as estradas de ferro em preto. Claro que cada rodovia é diferente. Existem algumas com pista dupla, outras com pistas simples e outras que nem são asfaltadas. Mas todas estão representadas pela mesma cor, como uma forma de simplificar as informações e permitir a sua interpretação pelo leitor do mapa.

Em quarto lugar, esta escala reduzida é a que permite observar todo o país em uma só folha pequena de papel. Mas, se pudéssemos imprimir este mapa em uma parede bem grande, poderíamos colocar nele um número maior de informações. As informações não consideradas importantes foram suprimidas para permitir ver o Brasil todo, isto é, ver o *todo* sem ver *tudo*. O próprio desenho de um objeto pode variar segundo a escala escolhida. Por exemplo, uma cidade no mapa do Brasil como este pode ser representada por um ponto. Num mapa de um estado pode ser representada por uma mancha. Uma estrada num mapa local pode ser representada por uma faixa larga. Neste mapa do Brasil é apenas uma linha.

Estas opções de codificação através de símbolos e generalização já existiam quando se produziam mapas a mão em papel, antes da difusão do geoprocessamento. Eram decisões *a priori* de quem coletava e organizava



informações cartográficas. A diferença agora, que os mapas são produzidos em computador com programas específicos, é que se pode alterar com certa facilidade os símbolos usados para cada objeto espacial, *a posteriori*. O processo de codificação de dados pode acontecer também dentro de um ambiente de SIG.

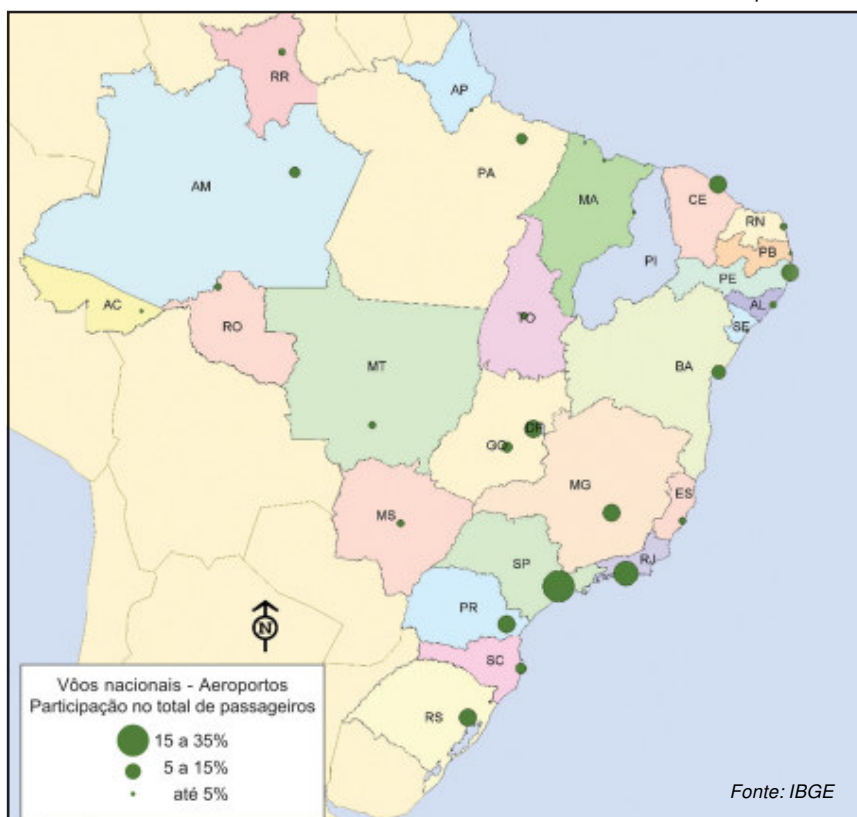
Podemos, por exemplo, representar cada objeto geográfico segundo sua propriedade, usando símbolos para diferenciar estes objetos. A figura ao lado mostra as capitais dos estados com símbolos graduados. As capitais de maior valor de uma variável são representadas com símbolos maiores. Esse é um recurso que pode ser usado por quem elabora um mapa num ambiente de SIG.

Essas operações é que marcam as diferenças de um mapa construído manualmente em papel, de um mapa criado a partir de uma base de dados, trabalhada dentro de um programa de geoprocessamento. No caso do geoprocessamento, um mapa como

este é feito porque existe um tabela com dados das capitais ligada aos objetos capitais. O mapa mostra os intervalos de valores de uma das variáveis dessa tabela. Fica como opção do operador escolher a variável a ser mostrada no mapa (no caso a proporção dos passageiros em vôos nacionais dos aeroportos de cada capital) e o símbolo (foi escolhido um círculo verde, mas poderíamos usar um quadrado, um triângulo e outras cores). O melhor desse processo é que ele é interativo, quer dizer, podemos elaborar um mapa seguindo escolhas de símbolos e de cores e mudar depois, caso estas não sejam consideradas satisfatórias. Num mapa manual em papel, se errássemos nas escolhas deveríamos jogar o papel no lixo e começar tudo de novo.

Voltemos ao mapa. Esta figura mostra o movimento de pessoas em vôos nacionais. Pode-se notar que os aeroportos de São Paulo e Rio de Janeiro são os que apresentam maior movimento, seguidos de Brasília, Porto Alegre, Curitiba, Belo Horizonte, Recife e Fortaleza. Aparentemente este mapa não traz nenhuma informação importante para a saúde. Mas imaginemos que um novo vírus, de transmissão pessoa a pessoa comece a circular no Brasil. Provavelmente essas cidades citadas seriam as primeiras atingidas, e destas o vírus se espalharia para outras cidades, mesmo as não servidas por aeroportos.

FIGURA 1.5 - Mapa temático



Este mapa não é dinâmico como é o espaço geográfico, ele é simplesmente um retrato instantâneo de um indicador, mas este mapa pressupõe movimento, ações e relações entre objetos. Para interpretá-lo temos de lembrar que as pessoas saíram de um aeroporto para outro e que esses aeroportos servem a uma região maior que a capital, sendo usados por pessoas que moram no interior, próximo dessas capitais.

Como falamos anteriormente, os objetos mapeados foram as capitais. A esses objetos foram associados dados como o movimento de passageiros nos respectivos aeroportos. E finalmente essa variável foi representada no mapa de acordo com o seu valor. Este é um processo de produção de mapas que se faz hoje com grande facilidade usando os dados disponíveis e alguns programas simples de geoprocessamento.

Outra inovação dos programas de geoprocessamento é que eles permitem mostrar simultaneamente diversos tipos de objetos geográficos. No nosso primeiro mapa são mostrados: Unidades da Federação, rodovias, estradas de ferro, rios e capitais. Em qualquer mapa em papel, sejam os comerciais, que se vende nas bancas de jornais, sejam os produzidos por órgãos oficiais de cartografia, como o IBGE, também é assim. Existe uma quantidade grande de informações que são mostradas no mapa. Mas para não se confundir a leitura dos mapas, são usadas convenções cartográficas para diferenciar esses objetos. Por exemplo, os rios são desenhados em azul, e as rodovias em preto. Se esses objetos tivessem o mesmo padrão gráfico não se poderia distinguir uma estrada de um rio. Nos programas de geoprocessamento o problema é parecido. Para não misturar dados das estradas e rios, estes dados são armazenados em **camadas** diferentes, em arquivos computacionais diferentes. Esse termo (camadas) é uma característica essencial dos SIG. É a maneira que temos de organizar dados, separando conjuntos de dados de acordo com seus temas.

O primeiro mapa, portanto, é formado pelas seguintes camadas: Unidades da Federação, rodovias, estradas de ferro, rios e capitais. Cada uma dessas camadas tem a sua história de construção e suas propriedades. Cada uma foi feita por uma instituição e podem se integrar em um ambiente de SIG. Muitas dessas camadas estão disponíveis na forma de arquivos em páginas da Internet. Como estamos na Era das Informações, essas camadas são trocadas com facilidade entre técnicos e pesquisadores.

Hoje, pode-se construir um mapa usando camadas que foram criadas por diversas pessoas e instituições. Por isso, é importante reconceituar o que seja um mapa em função do advento do geoprocessamento e a sua popularização. Um mapa é uma imagem formada pela sobreposição de camadas de temas. Eles não estão prontos, como é o caso dos mapas em papel. Portanto, para isso precisa-se de camadas que vão compor esses

mapas. Se antigamente pedia-se um mapa pronto em papel nas instituições de cartografia, hoje, o que se solicita são camadas de dados cartográficos que estas instituições produzem para confecção de novos e diferentes mapas. Nesse sentido, serão os técnicos e os usuários de sistemas de geoprocessamento que irão produzi-los, a partir das necessidades apontadas para esse fim. Este assunto vai ser tratado com mais profundidade adiante neste livro.

Em resumo, existem algumas diferenças entre o espaço geográfico e o que dele é representado em mapas:

- Os mapas representam objetos, mas devemos ter em mente que estes objetos estão ligados entre si;
- Os objetos dos mapas pressupõem ações e fluxos de pessoas, agentes patológicos, informação, mercadorias. Os mapas não mostram essas ações que devem ser presumidas pelo técnico;
- O objeto está inserido num contexto e os mapas servem para recuperar este contexto. O mapa mostra estes objetos que se sobrepõem a outros objetos. Esta relação deve ser feita pelo técnico;
- As ações se dão simultaneamente em diversas escalas, com fortes ligações com objetos muitas vezes longínquos, que estão presentes em outras escalas, por isso não aparecem no mapa, interpretando o mapa.

A escolha das camadas que irão compor um mapa pode indicar a intenção do autor do mapa. No caso do primeiro mapa do Brasil, mostrado na Fig.1.4), houve uma clara preocupação em mostrar as vias de transporte no Brasil e como as capitais e estados estão ligados por estas vias. E os mapas da saúde? Que camadas devem conter? Cabe aos técnicos escolhê-las, baseados em hipóteses de trabalho, que são geralmente construídas através do conhecimento epidemiológico existente sobre um determinado problema de saúde.

A escolha das camadas explicita estas hipóteses. Colocar uma camada de estradas sobre uma camada de incidência de Aids pode evidenciar o papel destas estradas na difusão do HIV. Um mapa de uma camada de pontos de garimpo de ouro, sobreposta a outra camada com casos de intoxicação por mercúrio, pode ser útil para estudar-se a relação entre a emissão de mercúrio e os seus possíveis efeitos sobre a saúde.

O exemplo mais marcante do uso do mapeamento para análises de saúde é talvez o mais antigo, produzido por John Snow, em 1854 (Snow, 1990). Durante uma terrível epidemia de cólera, esse médico mapeou as residências de mortos pela doença e as bombas d'água que abasteciam as residências em Londres, mostrando o papel da contaminação da água na ocorrência da cólera. Está implícito, na construção do mapa, que o autor tinha a hipótese de que a água poderia transmitir a cólera.

Pode-se observar no mapa duas características básicas que ajudaram a elucidar a forma de transmissão da cólera, totalmente desconhecida na época. Em primeiro lugar, o mapa mostra uma concentração de pontos que representam mortes por cólera em uma região da cidade de Londres, isto é, os pontos possuem um “padrão de distribuição espacial”. Se este fenômeno acontece, essas mortes podem ter algumas características comuns e podem estar relacionadas a uma causa comum. Em segundo lugar, foram mapeadas as bombas que permitiam o abastecimento de água pela população, marcadas por um quadrado preto (■). Estas características são ambientais, e mostram possíveis fontes de exposição da população a situações de risco. Relacionando no mapa essas duas informações foi possível identificar as fontes de água que estariam causando a epidemia. No centro do mapa aparece uma bomba de água que foi considerada perigosa pela grande concentração de mortes no seu entorno, e que foi interditada pela equipe de John Snow. A partir desta decisão, os casos de cólera começaram a rarear e isso serviu para comprovar que a hipótese de transmissão da cólera pela água estava correta.

FIGURA 1.6 - Cólera em Londres



Snow, 1854

Modernamente, com o uso de técnicas de geoprocessamento, se diria que as informações colhidas e analisadas por John Snow, sobre mortes e sobre fontes de água, constituem **camadas** de informações, relacionadas através de um mapa único. A base de ruas seria uma terceira camada, que permite melhor visualizar o contexto da epidemia e se situar na cidade. Atualmente, esse mapa, que custou um imenso trabalho à equipe envolvida, poderia ser construído em poucas horas, contando com um mapa digital das ruas e do registro de óbitos nos sistemas de informação de saúde. Além disso, os técnicos poderiam executar algumas outras tarefas, anteriormente repetitivas e trabalhosas, como a busca de informações vinculadas aos objetos do mapa, por exemplo, a identificação da época em que cada morte ocorreu, etc.

O trabalho da vigilância em saúde exige a integração entre esses dados sobre ambiente, sociedade e saúde, que nem sempre estão disponíveis, e que raramente apresentam uma relação tão clara como o exemplo citado. O geoprocessamento pode ajudar a integrar esses dados e automatizar operações que facilitam analisá-los. O geoprocessamento, no entanto, não pode dispensar o técnico, que utiliza este instrumento para a consulta de

dados e a verificação de hipóteses. O geoprocessamento, como outros instrumentos computacionais, pode somente ajudar a responder questões levantadas pelos técnicos e pela comunidade.

Todo o processo de produção dos mapas temáticos usando geoprocessamento envolve escolhas conscientes de:

- Seleção de unidades espaciais que representem o lugar de ocorrência de um fenômeno espacial;
- Seleção de indicadores que representem o problema de saúde enfocado;
- Codificação e simbolização do indicador para sua análise e comunicação;
- Seleção de camadas que ajudam a explicar o contexto dos problemas de saúde em estudo.

Essas representações têm conseqüências tanto analíticas quanto sobre o impacto visual de mapas.

## 1.5 - Indicadores de saúde, ambiente e população

Sempre que se deseja caracterizar uma situação de saúde recorre-se ao uso de indicadores quantitativos, como taxas de mortalidade por causas específicas, condições de nascimento, dentre outros. É importante também conhecer o entendimento que os diversos atores sociais locais têm sobre o que são necessidades e problemas, dado que, muitas vezes, o que é considerado um problema prioritário para um grupo, pode ser pouco importante para outros. A análise da situação de saúde permite a definição de perfis de necessidades e problemas com a identificação de uma hierarquização de prioridades a partir do conhecimento dos diferentes atores sociais (da comunidade e das instituições), bem como das respostas sociais que estes são capazes de organizar e articular frente aos problemas apontados. Isso é importante porque os perfis de morbidade e mortalidade resultam da interação entre a presença de situações-problema e a capacidade de resposta de cada população a partir da sua organização social frente a estas necessidades.

Há diferentes perfis de situação de saúde para diferentes grupos de populações. O importante é identificar quando essas diferenças são redutíveis ou evitáveis, muitas vezes por estarem vinculadas a condições de vida adversas (áreas e situações de risco). Nesse caso, essas condições podem ser modificadas a partir da mobilização da comunidade e de ações interinstitucionais.

Dentro do enfoque populacional, busca-se identificar maneiras de reforçar as ações de caráter preventivo e de promoção da saúde (como saneamento, serviços de infra-estrutura, educação, por exemplo), além das ações de atenção individual, curativas e preventivas (como diagnóstico precoce de doenças, assistência e imunização). As possíveis ações sobre grupos populacionais específicos demandam integração entre vários setores, para além da área da saúde, na busca de promover o desenvolvimento social e econômico.

O principal objetivo dos indicadores socioambientais é evidenciar desigualdades entre grupos de população em territórios específicos. De nada serve um indicador que não apresente variabilidade entre diferentes unidades de análise. É importante, no entanto, distinguir as noções de desigualdade e iniquidade. Segundo Castellanos (1997), “nem toda diferença na situação de saúde pode ser considerada uma iniquidade. Mas toda diferença ou desigualdade redutível, vinculada a condições heterogêneas de vida, constitui iniquidade”. Desse modo, as análises de desigualdade em saúde são pautadas na compreensão prévia dos processos de determinação social da saúde e doença. Com base nessa concepção e na construção conceitual e operacional de indicadores sociais, ambientais e epidemiológicos devem ser avaliadas as associações entre estes indicadores. Há iniquidade quando existe uma associação entre condições de vida e situação de saúde. Essa desigualdade é casual quando esta associação não se verifica, ou quando esta é causada por fatores que estão além das possibilidades de intervenção humana.

Portanto, a seleção de indicadores, tanto os socioambientais quanto os epidemiológicos, adquire papel primordial na identificação de desigualdades e iniquidades. O setor saúde, em articulação com outros setores, deve atuar sobre as unidades de análise nas quais as desigualdades possam ser reduzidas. Dessa forma, ao se demonstrar correlação entre esses grupos de indicadores, são apontados caminhos e estratégias de ação para o seu enfrentamento. A escolha do indicador e da unidade espacial de análise são importantes para determinar áreas e grupos socioespaciais sob maior risco e para a tomada de decisões.

Alguns critérios usados para a seleção de indicadores são: a sensibilidade a mudanças das condições de ambiente e saúde; a reprodutibilidade segundo padrões metodológicos estabelecidos; a rapidez de reação a mudanças sociais e ambientais, o baixo custo e acessibilidade, bem como seu fácil entendimento pela população leiga (Briggs, 1999). Esses critérios tendem a restringir a escolha de indicadores, que podem apresentar vantagens segundo um critério, mas desvantagens segundo outro. Alguns limites para o uso dos indicadores são impostos pela sua disponibilidade.

A construção de indicadores depende de um conjunto de sistemas de informação, compreendido como meios que permitem a coleta, armazenamento, processamento e recuperação de dados. Enquanto os sistemas de informação de saúde passaram no Brasil ao longo da década de 1990 por um processo inegável de universalização, melhoria de qualidade, bem como de facilitação de acesso e análise através de sistemas computacionais simples, dados sobre condições ambientais são muitas vezes coletados e organizados de forma assistemática. A descontinuidade de coleta de dados, baixa cobertura da rede de amostragem, atraso ou desatualização de dados, bem como as mudanças de metodologia, podem prejudicar a identificação de tendências espaço-temporais de fatores sociais e ambientais.

#### **Instabilidade estatística**

Também deve ser ressaltado que algumas variações nos valores numéricos dos indicadores podem ocorrer ao acaso. Isso acontece principalmente ao se calcular estes indicadores para populações pequenas. Por exemplo, numa comunidade com 1000 habitantes nasce uma média de 10 crianças por ano. Se num determinado ano nenhuma criança morre no primeiro ano de vida, a taxa de mortalidade infantil será de zero por mil nascidos vivos. Se apenas uma criança morrer num outro ano, a taxa subirá para 100 óbitos por mil nascidos vivos, o que é um valor extremamente alto. Em um ano, o município tinha excelentes indicadores de saúde e no ano seguinte passa a ter péssimos indicadores. Essa grande variabilidade é considerada aleatória, quer dizer, não corresponde a uma mudança real de tendência.

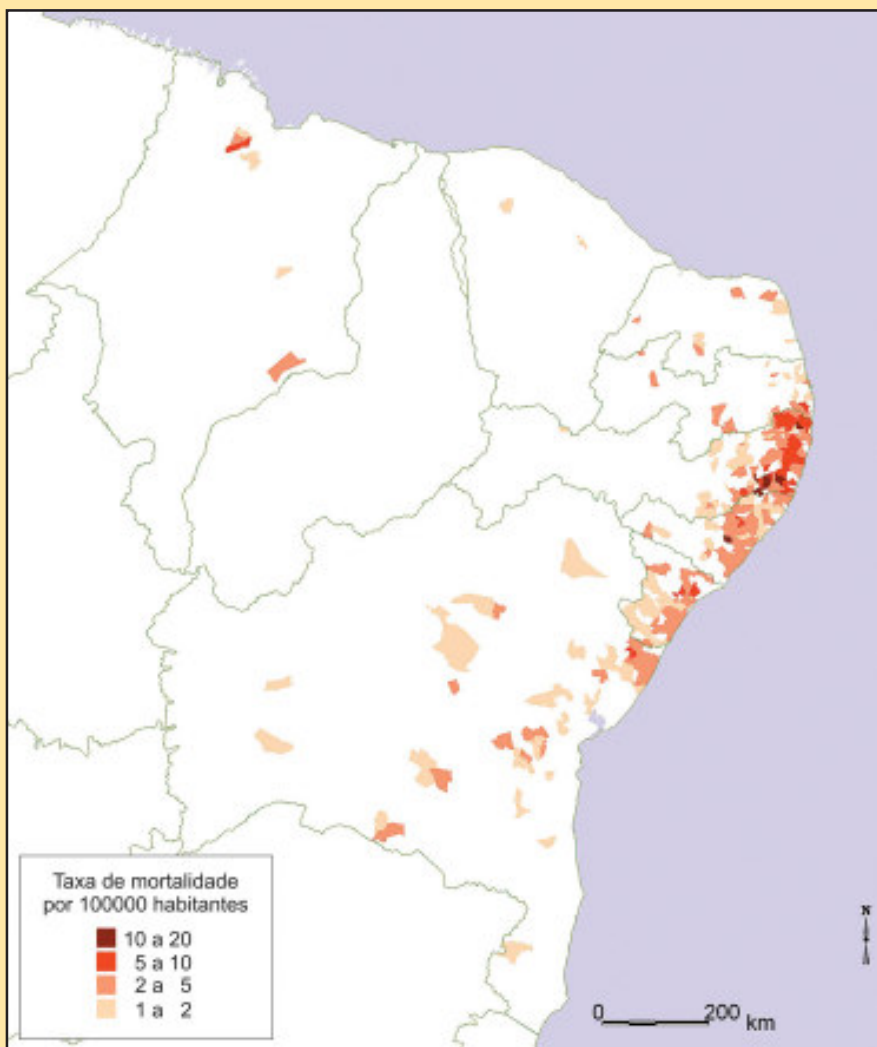
Devemos neste caso tomar muito cuidado com a interpretação destes resultados. Devemos sempre olhar o tamanho da população do local que estamos analisando e avaliar a qualidade dos dados gerados neste local. Qualquer mapa de indicadores epidemiológicos pode ser influenciado pela presença de valores extremamente altos ou baixos, como um ruído que se estabelece entre o fenômeno real e o que se percebe mapeando os indicadores.

Uma das principais tarefas da Vigilância em Saúde é avaliar se existe um aglomerado de agravos à saúde ocorrendo no **espaço**. Existem técnicas clássicas, utilizadas na prática de Vigilância em Saúde para se realizar este trabalho, olhando para um gráfico que representa o **tempo**, como os diagramas de controle. Quando olhamos um mapa, nosso trabalho é identificar áreas que têm maior incidência de agravos, considerando que este mapa é fortemente influenciado pela qualidade dos dados de saúde e pela variabilidade aleatória dos indicadores.

Observe o mapa abaixo de esquistossomose na região Nordeste.

A mortalidade por esquistossomose ocorre em quase toda a Região Nordeste. As maiores taxas ocorrem em municípios pequenos (com pouca população) de Pernambuco. Muitas taxas baixas acontecem também nesse mesmo estado e diversos municípios não registraram óbitos neste ano, mesmo estando ao lado de municípios com taxas altas. O que o mapa mostra é que existe uma tendência de aglomeração de óbitos no litoral dos estados da Paraíba, Pernambuco, Alagoas e Sergipe e no interior da Bahia. O esforço que estamos fazendo visualmente, usando nosso conhecimento do lugar e da doença, é **filtrar** a variação que é aleatória e verificar se existe uma tendência ou padrão espacial do indicador, que mostre a concentração de riscos em uma área formada por um conjunto de municípios. Existem técnicas estatísticas para avaliar tendências e detectar padrões espaciais, o que vai ser tratado ao longo desta série de livros. Mas, sempre nos mapas de problemas de saúde, coexistem processos como a qualidade dos dados, incluindo a inexistência de médicos e serviços deficientes de vigilância epidemiológica, junto aos contextos de produção social e ambiental das doenças.

FIGURA 1.7 - Mortalidade por esquistossomose





## 1.6 - Distribuição espacial das desigualdades em saúde

Conforme foi visto anteriormente, Castellanos afirma que não existe pessoa nem ao menos população que possa ser considerada como absolutamente livre de doenças. Cada indivíduo, família e comunidade, em geral, em cada momento de sua existência sentem necessidades e estão sujeitos a riscos que lhes são próprios, em função, seja da idade, sexo ou outras características individuais, ou pela sua localização geográfica, seu nível educacional, ou ainda por sua situação sócioeconômica. Todos esses aspectos se expressam em diferentes perfis de problemas de saúde.

As pessoas que moram num município têm grandes diferenças de condições de vida. Em geral os governos locais têm dificuldades para criar instrumentos que revelem essas desigualdades e, portanto, estabelecer ações para reduzi-las ou eliminá-las.

É preciso lembrar que nem todas as **desigualdades** espaciais são **iniquidades**. Por exemplo, um problema de saúde pode ser mais freqüente em um território devido a um efeito populacional, de diferenças na proporção de mulheres em idade reprodutiva, de idosos ou de crianças. Essas são características chamadas de estrutura da população. A diferença na freqüência de determinados problemas associados a esses grupos populacionais em determinados territórios, não representa de fato uma iniquidade.

A abordagem populacional dos problemas de saúde é uma conseqüência do conceito ampliado de saúde. A situação de saúde de uma população inclui os problemas e necessidades desta população, e as respostas sociais organizadas. O perfil epidemiológico de uma população é o resultado da interação entre os dois processos. Para se fazer a vigilância da saúde é preciso entender como funcionam e se articulam num território as condições econômicas, sociais e culturais, como se dá a vida das populações, quais os atores sociais e a sua íntima relação com seus espaços, seus lugares.

As relações entre as pessoas e os espaços onde vivem variam muito, entretanto a geografia tem procurado entender algumas características constantes na forma como as sociedades se organizam no espaço, desvendando a ordem existente dentro do aparente caos dos espaços humanos, como o das cidades. Para isso, passou-se a estudar a cidade do ponto de vista de sua organização interna.

O espaço de uma cidade é formado pela diversidade de subespaços que desempenham distintas funções, às vezes excludentes e às vezes não. Destacam-se os espaços residenciais, de negócios, comerciais e de serviços e industriais, além dos espaços peri-urbanos que correspondem às áreas de

### Organização interna das cidades

A organização interna das cidades varia muito e depende da sua situação (se no litoral, ou no interior), de aspectos fisiográficos (presença de montanhas, vales, mar, lagoas, rios) e até mesmo de valores culturais. Sabemos que em cidades do litoral brasileiro, por muito tempo o espaço da praia não era valorizado e, portanto, estas cidades se desenvolveram de costas para o litoral.

As áreas centrais, por serem em geral mais antigas, são as que proporcionam uma maior cobertura de infra-estrutura urbana e equipamentos urbanos. Entretanto, é processo comum nas cidades o abandono das áreas centrais antigas em prol de novos centros ou subcentros, assim, é freqüente observar uma deterioração dos equipamentos e infra-estruturas urbanas dos centros mais antigos, com seus efeitos diretos na saúde das populações que aí vivem. Esse abandono leva a uma deterioração dos imóveis e à presença de populações marginalizadas, como os moradores de rua. Esse processo de empobrecimento e decadência das antigas áreas centrais das cidades brasileiras relaciona-se às altas taxas de tuberculose, Aids, uso de drogas, prostituição e violência encontradas nestes espaços.

As áreas periféricas das grandes cidades são, em geral, menos assistidas por infra-estrutura, com carência de serviços de saneamento e presença de violência e marginalização. Mas nem sempre as áreas periféricas têm piores condições de vida, ou são habitadas exclusivamente por grupos de população de baixa renda. O que se observa atualmente nas grandes cidades brasileiras é a tendência de criação de condomínios de luxo na periferia das cidades, em geral em áreas mais preservadas, com bela paisagem e longe da agitação e da poluição das áreas centrais.

transição entre a área urbanizada e a área rural, um espaço híbrido: nem totalmente urbano nem totalmente rural. A partir dessa tipologia dos espaços das cidades foram formulados diversos modelos que procuraram esquematizar a sua **organização interna**. O modelo clássico mais difundido é o dos círculos concêntricos. No núcleo central, o centro de negócios e de poder (institucional), no anel seguinte uma área que conjuga residências de baixa renda, comércio e serviços, que é circunscrita por um anel de residências de maior poder aquisitivo, até o anel periférico onde novamente encontram-se residências de baixa renda, e por fim a área industrial. Este modelo foi aperfeiçoado por diversos especialistas com maior ou menor grau de sofisticação.

É importante perceber a organização interna da cidade, e que seus diferentes espaços e as diferentes funções que desempenham, têm dinâmicas diferentes e, portanto, comportam-se diferentemente com relação aos processos saúde-doença. Por exemplo, as áreas centrais das cidades caracterizam-se pela circulação intensa de pessoas vindas de diversos lugares dentro e fora dela. Espera-se, desse modo, que a intensidade de contatos sociais seja maior nesses espaços. A maior aglomeração e o anonimato das pessoas nos grandes centros são amplificados nas áreas centrais, propiciando a criminalidade e a violência. Por outro lado, também são nessas áreas que as pessoas se reúnem para pressionar os governos e exercer sua cidadania, expor seus problemas e necessidades e exigir seus direitos. Um outro aspecto importante e muito relacionado à organização interna da cidade é o diferencial de acessibilidade em seus diferentes espaços, que envolve a organização da estrutura viária, dos meios de transportes disponíveis e seu custo.

As cidades diferem entre si não só pelo tamanho, mas também pela qualidade de vida que podem oferecer aos seus habitantes. Essa qualidade de vida não é só uma questão econômica, resultado só da renda dos seus habitantes, relaciona-se com a formação socioespacial, com as formas de sociabilidade e com os modelos político-ideológicos e econômicos de cada sociedade. Tem a ver também com a distribuição da riqueza e com a educação. Nossa sociedade é marcada pela extrema desigualdade (de renda e educação), baixa qualidade institucional, que resulta em relações sociais marcadas pelos privilégios, pelas injustiças, pelo individualismo e pela violência estrutural, incluindo aí aspectos psicossociais (como o medo da violência). Nossas cidades não poderiam deixar de espelhar esse quadro onde os conflitos urbanos das mais diversas ordens se acumulam permanentemente, com intensos reflexos na situação de saúde da população.

## 1.7 - Repercussão de problemas ambientais sobre a saúde

Como foi dito anteriormente, o espaço geográfico é resultado do processo de produção e reprodução da sociedade em cada tempo histórico. Cada grupo social deixa, inscrito na organização espacial dos lugares, traços e formas característicos de sua existência, consoantes com os modos de vida de seu cotidiano. Pelo trabalho e suas outras atividades, o homem modifica a primeira natureza, socializando-a. A produção de bens e riquezas e o seu consumo implicam retirar da natureza os elementos indispensáveis à reprodução da vida, mas também na criação de resíduos, alguns deles perigosos, que são dispostos no ambiente.

Todos os processos ambientais são altamente diferenciados no espaço. A natureza, por definição, se distribui de forma heterogênea no espaço. Basta se observar os diversos tipos de vegetação existentes no Brasil. Alguns padrões de vegetação estão presentes há milhares de anos e vêm sendo alterados pela ocupação humana do espaço. Esses padrões, junto com o clima, tipos de solo e hidrografia são substratos para as atividades humanas e também a produção de doenças. Algumas dessas doenças são fortemente dependentes do clima, como as transmitidas por vetores. Um dos problemas ambientais mais atuais, que têm repercussão direta sobre as condições de saúde, é a infestação por mosquitos nos espaços urbanos.

A poluição também não está uniformemente distribuída no espaço. As principais fontes de contaminação industrial, por exemplo, estão concentradas em regiões metropolitanas, sendo pouco presentes em áreas rurais. A análise espacial de indicadores de poluição ajuda a identificar áreas com maiores e menores riscos à saúde, considerando que a presença destas fontes de poluição no espaço é uma razoável aproximação da exposição a que cada grupo populacional está submetido.

Usando a estratégia de **agregação de dados** em unidades espaciais, podemos afirmar que a qualidade do ar no município de São Paulo é pior que a qualidade do ar em Embu, que fica na mesma região metropolitana, mas tem menos fontes de poluição. Mas nesse caso, existe claramente um artifício para representar este indicador. Nem o ambiente pode ser completamente constricto dentro dos limites de um território, nem os processos sociais se restringem a estes limites. Podemos falar da qualidade da água de um bairro, mas sabemos que a água não é do bairro. Ela provém de uma fonte de abastecimento, é tratada ou não e distribuída para vários bairros e às vezes várias cidades. Mas para atuar sobre o problema da qualidade da água devemos também pensar no bairro, como um território que tem uma população que pode estar sob risco, e que tem uma organização política. Além disso, o território

é, na maior parte das vezes, utilizado como estratégia para a coleta e organização de dados sobre ambiente e saúde, mas deve-se manter claro que os processos sociais e ambientais transcendem estes limites. É importante obter relatórios, analisar e atuar sobre esses territórios, mesmo sabendo que os problemas na maior parte das vezes não estão limitados a esse território.

Da mesma maneira, os indicadores epidemiológicos são representados em unidades espaciais, mas os processos de produção de saúde e doença não estão presos a estas unidades. Por exemplo, a taxa de incidência de hepatite A é uma boa aproximação dos riscos existentes pela ausência ou má qualidade de serviços de saneamento, por esta doença ser de transmissão fecal-oral. Quando representamos essa taxa de incidência por bairros estamos valorando estas unidades espaciais segundo estes riscos presumidos. Devemos lembrar, no entanto, que esse indicador foi obtido dividindo-se o número de casos novos de hepatite A de pessoas residentes naquele bairro (dentro do polígono) pela população total deste bairro. Mas sabemos que a exposição a fontes de risco de transmissão de hepatite pode ocorrer fora do local de domicílio. E sabemos que as áreas de maior risco de transmissão da doença podem ser maiores ou menores que o bairro. Pode haver um pequeno foco de transmissão em uma comunidade, mas o indicador vai ser representado na unidade espacial bairro.

Em geral, fazemos estatísticas da situação de saúde nos vários territórios do Brasil (bairros, municípios, estados, etc.), mas sabemos que estas doenças podem ser espalhadas e que não obedecem aos limites destes territórios. O que procuramos fazer como prática da vigilância em saúde é compreender onde essas doenças estão e que caminhos (percursos) podem seguir para podermos prevenir situações de emergência. Os órgãos de governo se organizam e atuam sobre esses territórios e por isso é importante que os relatórios ou mapas gerados através de técnicas de geoprocessamento mencionem os territórios administrativos, para indicar locais de intervenção do setor saúde e outros setores.

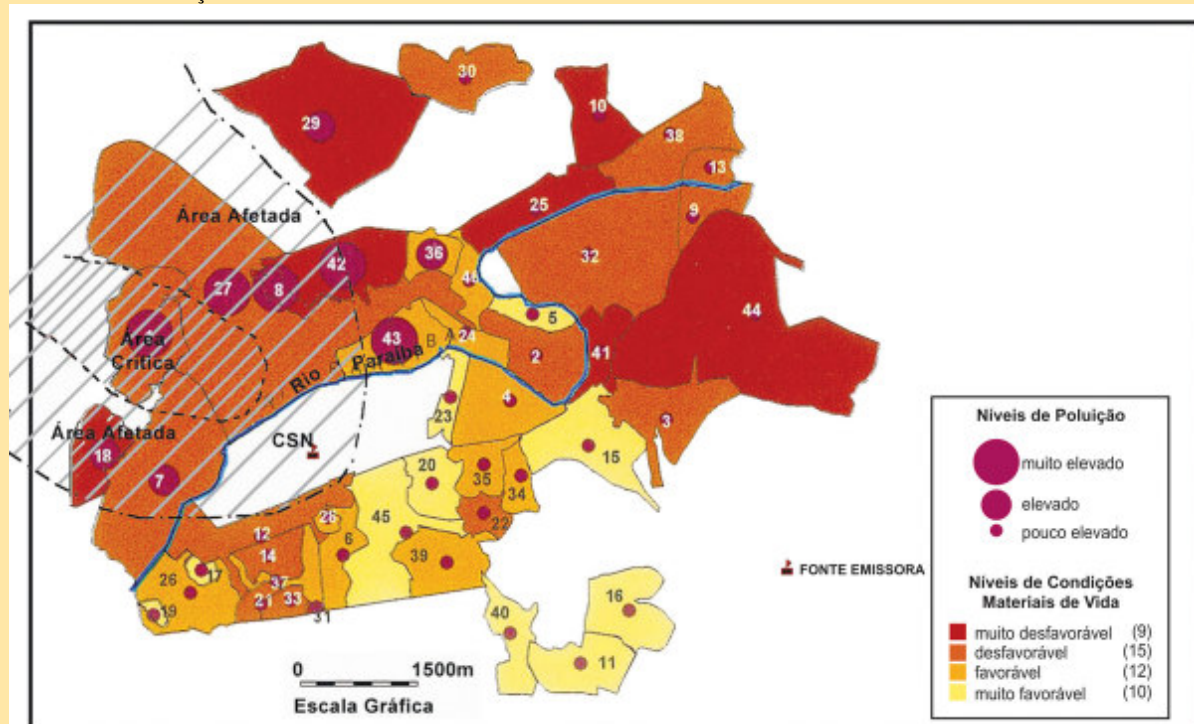
Estamos nesse caso utilizando a noção dos territórios e dos poderes instituídos dentro destes territórios (Rafestin, 1993). A idéia de que esses territórios são fechados e autônomos é artificial. Apesar disso, esta territorialização serve, primeiramente, para organizar as práticas de trabalho de vigilância e atenção à saúde. Precisamos atuar sobre esse território e, ao mesmo tempo, reconhecer que ele tem um conteúdo social, político e ambiental e que tem uma população que pode sofrer conseqüências dos processos de produção e consumo sobre a sua saúde. Além disso, precisamos lembrar que esses territórios estão ligados por redes em que as pessoas, as informações, energia e materiais circulam cada vez com mais intensidade e velocidade.

Mesmo nas cidades planejadas, as relações sociais acabam por localizar os grupos mais pobres em áreas degradadas ou ambientalmente impróprias para moradia. A cidade de Volta Redonda, no estado do Rio de Janeiro, é um exemplo dessa interação entre problemas sociais e ambientais.

### Poluição e Segregação Espacial em Volta Redonda

Volta Redonda é uma cidade do Vale do Paraíba fluminense que foi construída especialmente para abrigar a nossa primeira usina siderúrgica, a Companhia Siderúrgica Nacional – CSN, que começa a operar no final da década de 1940. A empresa nascida como uma empresa estatal era dona de todas as terras que viriam a conformar a nova cidade. Os espaços da nova cidade foram planejados de forma a colocar os trabalhadores de alto nível e dirigentes nas áreas mais aprazíveis e longe da poluição, localizando os bairros residenciais de melhor nível à sudoeste da usina, a saber, no lado oposto aos ventos dominantes na região e, portanto, protegidos da fumaça e efluentes atmosféricos produzidos pela siderúrgica. Essa estruturação do espaço da cidade marcou e reproduziu-se ao longo do seu desenvolvimento, fato que foi demonstrado a partir do mapeamento e o cruzamento das informações de condições de vida e de níveis de poluição atmosférica na cidade (Peiter, 1998), como mostram os mapas abaixo.

FIGURA 1.8 - Poluição em Volta Redonda - Rio de Janeiro



Peiter, 1998

O SIG pode ajudar na análise integrada de dados de ambiente e saúde graças à sua capacidade de relacionar dados ambientais e epidemiológicos que estão armazenados em camadas diferentes. Os macrodeterminantes das doenças, sejam ambientais, sociais ou econômicos, ocorrem muitas vezes “fora” das pessoas. Portanto, para se relacionar os problemas de saúde com seus determinantes deve-se unir dados de saúde, referidos à população, a dados ambientais, referidos a algo “externo” à população. Cada um desses dados é oriundo de um sistema de informação diferente (Vine, 1997). No mapa de Volta Redonda, as condições de vida da população são representadas através das unidades espaciais de bairros e a poluição é representada pela pluma de poluição que é emitida no parque siderúrgico. Através deste mapa pode-se estimar a **exposição** a que os grupos populacionais estão submetidos.

## 1.8 - Acesso, distribuição espacial dos serviços de saúde e iniquidades

Para avaliar as desigualdades no acesso aos serviços básicos de saúde é necessário ir além dos clássicos estudos de demanda, procurando também indivíduos que estão fora deste sistema para identificar prováveis recortes de exclusão (Mooney, 1987). Segundo Travassos et al. (2000), a disponibilidade, o tipo, a quantidade de serviços e recursos (financeiros, humanos, tecnológicos), a localização geográfica, a cultura médica local, a ideologia do prestador, entre outros, são aspectos da oferta que influenciam o padrão de consumo de serviços de saúde. Da mesma maneira, as escolhas individuais também são cruciais, embora nem todas as necessidades se convertam em demandas e nem todas as demandas sejam atendidas. Muitas vezes por indução da oferta, o uso de serviços não está relacionado somente com as necessidades.

A busca por serviços de saúde está diretamente relacionada à percepção que os indivíduos e as populações têm acerca de suas necessidades e problemas de saúde. Por outro lado, cada indivíduo ou grupo populacional específico (crianças, mulheres, idosos, homens, diabéticos, e outros) procura a rede de assistência à saúde a partir de demandas singulares de atenção e cuidado. Visto assim, as desigualdades no uso de serviços de saúde, ou seja, no ato de procurá-los, de ter acesso e se beneficiar com o atendimento recebido, refletem tanto as desigualdades individuais no risco de adoecer e morrer, como as diferenças no comportamento do indivíduo perante a doença, além das características da oferta de serviços que cada sociedade disponibiliza para seus membros (Travassos et al., 2000).

A figura 1.9 exemplifica graficamente como a ocorrência de uma “simples” dor de cabeça pode ter significados variados para diferentes indivíduos e grupos populacionais que vivem e trabalham em um mesmo território. O mesmo pode acontecer com outras queixas como um resfriado, dengue, pressão alta, má digestão, insolação, mau olhado, dentre outras. Essas situações vão demandar diferentes acessos por atenção e cuidado.

Pode-se observar neste esquema a percepção e as relações (fluxos) que os indivíduos e os grupos sociais estabelecem em torno de um problema de saúde. Esses fluxos são condicionados pela capacidade técnico-operacional e as possibilidades de acesso aos serviços (fixos) e a outras formas de cuidado, capazes de responder às necessidades de atenção.

Cada indivíduo ou grupo irá procurar resolver seu problema de acordo com suas percepções e entendimentos, seja em relação ao processo saúde-doença, seja quanto à capacidade resolutiva dos serviços de saúde. Alguns podem

FIGURA 1.9 – Percepção da saúde-doença e acesso aos serviços de saúde



Fonte: Gondim, 2006

dirigir-se à rede pública de saúde - hospital, centros e postos de saúde. Outros irão procurar serviços privados. Há aqueles que preferirão ir direto à farmácia ou procurar uma rezadeira. Observa-se uma teia ou rede de fluxos (trajetos, informações, relações) que se estabelecem no contexto de tomada de decisão – individual e coletiva, para resolver um problema e atender a necessidades.

Para compreender as desigualdades no acesso aos serviços de saúde, é fundamental se considerar a heterogeneidade da população quanto às suas necessidades e a distribuição espacial desigual de bens e serviços, tendo no conceito de equidade o eixo para a priorização das ações. Compreender a relação entre a estrutura social e as condições de saúde, é de suma importância para a análise e intervenção do Estado através de políticas públicas e no atendimento das necessidades de reprodução social dos diferentes grupos sociais. Nessa perspectiva, a categoria território é uma alternativa metodológica para estabelecer uma aproximação entre condições de vida e atenção à saúde (Mendes, 1999; Paim, 1997).

Considerando que o espaço é socialmente construído, adotar essa categoria de análise e sua materialização em territórios aponta possibilidades de se evidenciar relações entre a saúde e a estrutura social, e para a estratificação

da população, segundo condições de vida (Paim, 1997). Estudos nessa direção podem subsidiar e orientar políticas públicas no sentido da equidade, formular intervenções capazes de aprimorar as condições de vida, e orientar os modelos assistenciais no que tange a organização da rede de atenção à saúde, diminuindo as desigualdades no acesso e uso dos serviços.

Através de técnicas de geoprocessamento, pode-se localizar e visualizar na organização espacial dos territórios a reprodução dessas assimetrias, revelando particularidades de grupos sociais nas formas de adoecer e morrer, correlacionando eventos de saúde e condições de vida das pessoas. Quando fazemos isso, podemos evidenciar uma grande heterogeneidade social e espacial nas condições de pobreza. A distribuição desigual de população no espaço, decorrente da distribuição assimétrica da riqueza entre os grupos sociais, propicia de forma direta a exposição diferenciada aos riscos inerentes a cada território (socioambientais e sanitários). Essa desigualdade pode ser compensada ou agravada pela alocação dos serviços de saúde, que deve estar voltada para o atendimento adequado aos problemas e às necessidades da população.

No Brasil, apesar da saúde estar assegurada pela Constituição de 1988 como um direito de todas as pessoas, com acesso universal e igualitário, freqüentemente observam-se grandes barreiras no acesso aos serviços ambulatoriais e hospitalares. Essas barreiras são impostas por inúmeros fatores. Dentre eles destacam-se a indisponibilidade da oferta de serviços básicos e especializados à grande maioria da população e a distribuição geográfica da capacidade instalada em saúde. Esta última, dada a distância entre a localização da demanda e da oferta, impõe dificuldade adicional no uso desses serviços.

Nessa perspectiva, dentre oito questões fundamentais para se entender por que os grupos populacionais mais pobres morrerem mais cedo que os outros, cinco são relacionadas aos serviços de saúde – menor acesso aos serviços de saúde; pior qualidade da atenção em serviços de atenção primária; menor probabilidade de receber tratamentos essenciais; e menor acesso aos serviços de maior complexidade resolutiva (atenção secundária e terciária) (Victora et al., 2003).

O SUS (Sistema Único de Saúde) representa hoje um marco fundamental na consolidação do sistema de saúde brasileiro, na medida em que determina a cobertura universal e igualitária dos serviços de saúde a todos os cidadãos brasileiros, para fins de promoção, proteção e recuperação da saúde. Uma das características mais importantes desse novo modelo de atenção refere-se à descentralização político-administrativa dos recursos destinados ao financiamento dos serviços de saúde. Aponta a municipalização da saúde, tanto na gestão quanto no financiamento dos serviços, como uma estratégia político-gerecncial capaz de adequar o modelo assistencial às reais necessidades da população, buscando aproximar as soluções dos problemas aos lugares onde eles ocorrem (Andrade, 2002; Paim, 2002).



Os processos de descentralização e regionalização desencadeados a partir de instrumentos regulatórios – normas operacionais, vêm se consolidando ao longo dos últimos anos, com a implementação das NOB/SUS (Norma Operacional Básica do SUS). Foram feitas, desde o início dos anos 1990, várias tentativas para transferir as responsabilidades de saúde para os municípios. As NOB/SUS 01/91 e NOB/SUS 01/92 já enfatizavam a necessidade da descentralização das ações e serviços de saúde, porém foi a partir da NOB 01/93 que se elegeu a municipalização como foco da atenção. Em 1996 foi criada a NOB/SUS 01/96, a que redefinia novas condições de gestão dos municípios (Gestão da Atenção Básica e Gestão Plena do Sistema Municipal de Saúde) e estados (Gestão Avançada e Gestão Plena do Sistema Estadual). Ainda em vigor atualmente, essa norma vem possibilitando a expansão mais acelerada da rede de serviços municipais de saúde, e os gestores estaduais e federais passam a se constituir co-responsáveis pela assistência à saúde.

Em 2001, com a NOAS-SUS (Norma Operacional de Assistência à Saúde), foi feito o movimento no sentido de se estabelecer pólos regionais de saúde, na perspectiva de superar possível ineficiência na prestação de todos os níveis de assistência em cada município. A NOAS alerta para a atomização dos serviços provocada pela municipalização e aponta para sua otimização uma rede de serviços regionalizada. Nesse sentido, introduz como norma para o SUS um Plano Diretor de Regionalização (PDR) para o ordenamento do processo de organização da assistência à saúde, tendo como coordenador o gestor estadual. Para tanto, visa a identificar as funções de cada município no sistema de saúde do estado e suprir as iniquidades na atenção à saúde, definindo um conjunto de ações de atenção básica, que devem ser incorporadas por todos os municípios, além do incentivo de criação de unidades referenciadas capazes de atender as demandas de saúde de um conjunto maior de pessoas, englobando um conjunto de municípios vizinhos (Paim, 2002).

A NOAS garantiu uma maior flexibilidade da solução dos problemas regionais na área da saúde, pois permitiu que o PDR fosse elaborado de acordo com as especificidades epidemiológicas, sanitárias, geográficas, sociais e no acesso aos serviços de saúde de cada estado. Mesmo assim, a despeito de todos os esforços despendidos para viabilizar e facilitar o atendimento à saúde para a população, nos diferentes níveis de complexidade da atenção, ainda existem grandes problemas na gestão e financiamento dos serviços.

A regionalização proposta pelos Planos Diretores de Regionalização (PDR), de Investimento (PDI), de Programação Pactuada e Integrada da Atenção à Saúde (PPI), tem por base operacional as regiões de saúde, como recortes territoriais que irão viabilizar a proposta da atenção integral à saúde. O Plano de Regionalização tem como objetivos garantir acesso, resolutividade e qualidade das ações e serviços de saúde, cuja complexidade e contingente populacional transcendam a escala local/municipal; reduzir desigualdades

sociais e territoriais e promover a equidade, ampliando a visão nacional dos problemas; assegurar a integralidade da atenção à saúde, por meio da operacionalização do conceito ampliado de saúde para o ordenamento das ações de promoção, prevenção, tratamento e reabilitação com garantia de acesso em todos os níveis de complexidade do sistema, e potencializar o processo de descentralização, fortalecendo estados e municípios na gestão de suas necessidades e interesses regionais, inclusive para racionalizar gastos e otimizar recursos.

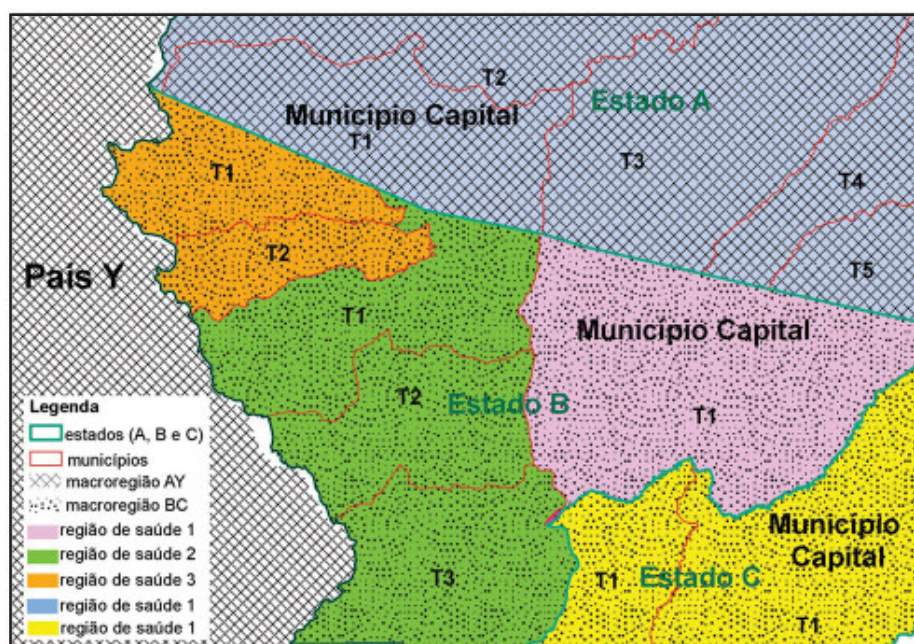
Nesse novo desenho operacional, as regiões de saúde são delimitações territoriais inseridas em um espaço geográfico contínuo, definidas pelos gestores municipais e estaduais de acordo com suas identidades culturais, econômicas e sociais, de redes de comunicação e infra-estrutura de transporte compartilhado do território.

A delimitação dessas regiões deve ter como critério um grau ótimo de resolatividade referente a cada território no que tange a suficiência em atenção básica e parte da média complexidade. Quando as necessidades e os problemas das populações extrapolarem a capacidade de resposta da região de saúde, a complementaridade da atenção (média e alta complexidade) deverá ser buscada a partir de arranjos inter-regionais que agreguem as regiões em macrorregião de saúde. As regiões podem ter diferentes desenhos – intra-estaduais, composta por mais de um município dentro do mesmo estado; intramunicipais, organizadas no interior de um mesmo município de grande extensão territorial e densidade populacional; interestaduais, conformada por municípios limítrofes de diferentes estados; e de fronteira, composta por municípios limítrofes com países vizinhos (Figura 1.10).

O município tem como responsabilidade as ações de Atenção Básica e as de Vigilância da Saúde. A média e a alta complexidade serão oferecidas por outras regiões de maior capacidade operacional e densidade tecnológica.

A Figura 1.10 representa graficamente o processo de regionalização da saúde entre três estados (A, B, e C) e um país (Y). O Estado C, aparentemente, ainda tem pouca auto-suficiência nos três níveis de complexidade da atenção: básica, alta e média; necessitando pactuar com o município B para compor uma macrorregião de saúde (BC) na perspectiva de atender as necessidades de sua população. Todos os seus municípios, inclusive a capital, têm capacidade resolutive em Atenção básica e parte da média complexidade, e se constituem em regiões de saúde que se subdividem em territórios de acordo com suas peculiaridades (T1, T2, T3), os quais podem se configurar como territórios do PSF (áreas de atuação das equipes). Estes, por sua vez, podem se subdividir em microáreas de atuação dos agentes comunitários de saúde. Também se observa que o Estado A, por estabelecer fronteira com o país Y, compõe uma macrorregião em função de seus problemas e necessidades em saúde.

**FIGURA 1.10** - Regionalização em saúde (Pacto de Gestão, 2006)



Fonte: Gondim, 2006

O esquema da figura 1.10 possibilita identificar vários territórios: as delimitações do PSF, as regiões de saúde e as macrorregiões, cada um com suas singularidades socioculturais e econômico-sanitárias, limites e abrangência, poderes e responsabilidades próprias e complementares para garantir o acesso equânime da população e a integralidade das ações.

Portanto, com a regionalização proposta pelos pactos, tem-se como imagem-objetivo um novo Mapa da Saúde, onde a oferta de serviços e ações de saúde estarão asseguradas pelos três entes federados às populações delimitadas pelos territórios das regiões de saúde, apontando para diferentes formas de acesso. Esses fluxos de população da região para macrorregião de saúde redefinem territórios que promovem maior fluidez no acesso. Conseqüentemente deverá haver maior controle social para assegurar a equidade, na medida em que há uma distribuição espacial das respostas para o enfrentamento das desigualdades em saúde.

O SIG pode ajudar no processo de regionalização, como ferramenta para a identificação de necessidades das populações e a distribuição espacial da estrutura dos serviços de saúde. Um dos aspectos importantes para a avaliação de serviços é a análise da distribuição espacial de serviços de saúde, o planejamento e otimização de recursos de saúde (através de modelos de locação-alocação), o estudo de acessibilidade (física, econômica, social, étnica, psicológica) e a utilização dos serviços de saúde. Através da análise de fluxo de pacientes, é possível definir áreas de onde provém a demanda de determinado recurso de saúde.

Analisar a saúde de grupos populacionais, considerando a sua localização espacial e temporal, sua inserção com o ambiente, com a distribuição espacial dos recursos de saúde e com outros grupos populacionais, auxilia a compreensão do processo saúde e doença nas populações.





Capítulo

---

# Sistemas de Informações Geográficas em saúde

Mônica de Avelar F. M. Magalhães

---

Simone Maria dos Santos

---

Renata Gracie

---

Christovam Barcellos

---

## Capítulo 2:

# Sistemas de Informações Geográficas em saúde

2.1 - Geoprocessamento e SIG *pág. 47*

2.2 - Funções e Objetivos de um SIG *pág. 50*

2.3 - Aplicações do SIG na Vigilância em Saúde *pág. 53*

2.4 - Fontes Nacionais de Dados sobre Saúde e Ambiente *pág. 56*

Principais Sistemas de Informação utilizados em Saúde *pág. 59*

Dados Demográficos *pág. 62*

Dados Cartográficos *pág. 64*

Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM)

Sistema de Informação sobre Nascido Vivo (SINASC)

Sistema de Informação sobre Agravos Notificação (SINAN)

Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS)

Sistema de Informações Ambulatoriais do SUS (SIA/SUS)

Sistema de Informações da Atenção Básica (SIAB)

2.5 - Desenvolvimento de projetos de SIG *pág. 66*

2.6 - Noções de Cartografia *pág. 67*

A forma da terra *pág. 68*

Sistemas Geodésicos *pág. 69*

Escala Cartográfica *pág. 71*

Sistema de Projeção *pág. 73*

Projeções Cartográficas *pág. 75*

Sistema de Coordenadas Geográficas

Sistema de Coordenadas Planas

Sistema Universal Transverso de Mercator - UTM

2.7 - Unidades Espaciais de Dados *pág. 77*

## 2.1 - Geoprocessamento e SIG

A incorporação de técnicas de geoprocessamento na área de saúde tem história relativamente recente e depende de um conjunto de bases tecnológicas e metodológicas. De um lado, o desenvolvimento tecnológico deve ser apoiado em problemas concretos da prática de saúde para não incorrer no tecnicismo ou na adoção de procedimentos inaplicáveis no dia-a-dia dos serviços. Do outro lado, esses serviços devem incorporar meios automatizados de coleta e análise de dados espaciais para superar as dificuldades de manipulação desses dados.

O geoprocessamento pode ser definido como um conjunto de técnicas computacionais necessárias para manipular informações espacialmente referidas. Aplicado a questões de Saúde Coletiva permite o mapeamento de doenças, a avaliação de riscos, o planejamento de ações de saúde e a avaliação de redes de atenção.

O termo **Geoprocessamento** pode ser entendido como conjunto de técnicas de coleta, tratamento, manipulação e apresentação de dados espaciais. Pode-se considerar que é uma área de conhecimento que envolve diversas disciplinas, como a Cartografia, Computação, Geografia e Estatística. Algumas das técnicas de geoprocessamento mais utilizadas são: o sensoriamento remoto, a cartografia digital, a estatística espacial e os Sistemas de Informações Geográficas.

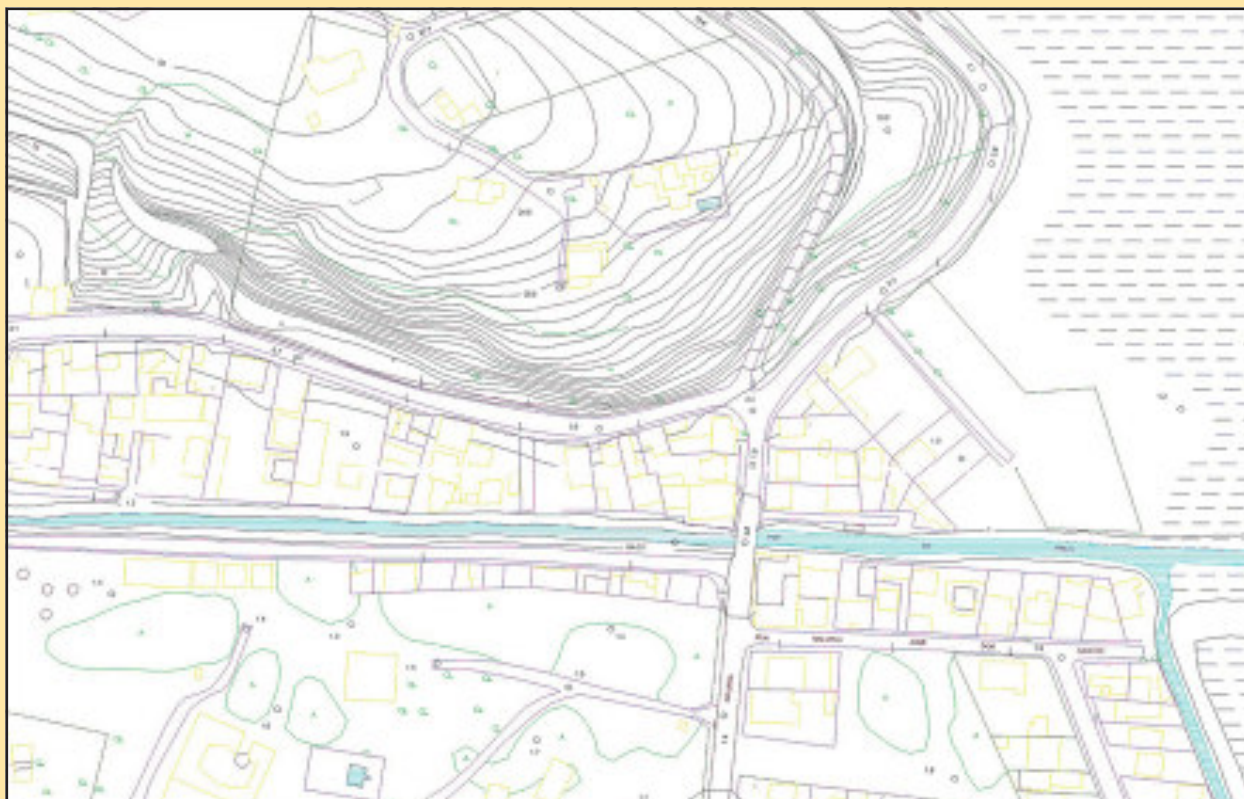
Neste livro daremos atenção especial aos **Sistemas de Informações Geográficas (SIG)**, que são sistemas de computador usados para capturar, armazenar, gerenciar, analisar e apresentar informações geográficas.

A utilização de SIG possibilita realizar análises espaciais complexas, pois permite integração de dados de diversas fontes, manipulação de grande volume de dados e recuperação rápida de informações armazenadas. Na rápida difusão do SIG, alguns conceitos são muitas vezes trocados e acabam por confundir os usuários. A principal confusão se dá com o conceito de **CAD** (*Computer Aided Design*, ou Sistemas de Apoio a Projetos em Computador) que são programas utilizados na automação de tarefas cartográficas, principalmente a transformação de mapas em papel para mapas digitais. Os CAD são basicamente desenhos de mapas com ligação rudimentar a um banco de dados. A diferença básica entre esses dois sistemas é a capacidade que os SIG têm de representar relacionamentos espaciais entre os elementos geográficos. É o que chamamos de **topologia**.

### Topologia

A estrutura topológica permite a realização de análises espaciais complexas, pois reconhecem as relações de vizinhança, baseadas na posição de um objeto em relação a outro. Essas relações são importantes para as análises espaciais, pois permitem responder questões do tipo: Quais os bairros vizinhos de determinado bairro? Qual o melhor percurso para se chegar a uma unidade de saúde? Se acontecer um derramamento de produto químico em um rio, qual a população atingida?

FIGURA 2.1 - Mapa em CAD.



Este é um exemplo de um mapa elaborado em CAD. Observam-se diversos dados que estão contidos no mapa, como os lotes, ruas, rios e montanhas (representadas por curvas de nível). Mas existem vários dados que não têm, a princípio, nenhum interesse para a Saúde Pública, como postes, árvores, cercas e muros. Esse excesso de dados pode confundir, ao invés de facilitar a análise.

Os mapas em formato CAD são meios importantes para se armazenar dados cartográficos, mas adequá-los para integrá-los em um SIG é uma tarefa árdua e custosa. As informações estão todas juntas numa verdadeira sopa de linhas, pontos e polígonos. Os diversos elementos do mapa estão todos juntos em um só arquivo, embora diferenciados por cores. As ruas estão em rosa, os rios em azul, mas só sabemos disso através da interpretação visual desses objetos no mapa. A simples importação desse tipo de arquivo para um programa de SIG não permite que esses objetos sejam distinguidos pelo sistema. É necessário entender o que cada elemento representa, quais seus atributos e sua integração com os outros elementos antes de convertê-lo para ambiente de SIG.



Para atender toda essa expectativa, os SIG são compostos por: procedimentos para obtenção e manipulação de dados gráficos e não-gráficos, responsáveis pela entrada dos dados; sistemas de gerenciamento de banco de dados; técnicas de análise de dados espaciais; procedimentos para armazenamento e recuperação dos dados e procedimentos para disponibilização dos resultados (visualização, plotagem, relatórios, etc.).

### Um pouco do TabWin

O programa TabWin foi concebido pelo Departamento de Informática do Ministério da Saúde (Datasus) com os propósitos de tabular os bancos de dados produzidos pelo SUS, importar dados provenientes de outros sistemas, integrar dados, criar indicadores e gerar gráficos e cartogramas.

Com todas essas ferramentas, ainda é um programa extremamente pequeno, que pode ser obtido a partir da página Internet Portal Saúde ([www.saude.gov.br](http://www.saude.gov.br)). Nesse endereço também está disponível material didático de apoio sobre o programa, além de bases cartográficas do Brasil.

Apesar de não ser um programa de SIG, o TabWin possibilita a criação de cartogramas temáticos de forma simples e rápida, além de ser um dos programas mais utilizados para a recuperação e criação de indicadores no SUS.

FIGURA 2.2 - Janela do TabWin.

The screenshot shows the TabWin application window titled 'Mortalidade - Bahia'. The menu bar includes 'Arquivo', 'Editar', 'Opções', 'Análise com R', 'Quadro', 'Gráfico', and 'Ajuda'. The toolbar contains various icons for file operations and data analysis. The main window displays a table with the following data:

Município	Óbitos p. Presidência
Total	64,791
291177 Feira da Mata	11
290740 Cabalândia	12
293075 São do Mato	13
290250 Baianópolis	15
290390 Alagoinhas	15
291790 Jeremoabo	16
291910 Lajedão	17
290290 Antônio Gonçalves	18
291690 Fátima Alves	19
291800 Lajedinho	19
292090 Maripissol	19
292340 Maracás	20
291590 Barro Preto	20
291690 Lajedão	21
292270 Nova Ismael	21
290810 Camacini	22
290670 São do Oeste	22
291840 Anunciada	23
291670 Lajedão Coutinho	24
292790 Santa Cruz de Vitória	24
291120 Oeiras	24
290790 Cardeal de Sá	24
292930 Rio do Preto	24
292710 Poddeus	25
290880 Condado de Sincora	25
292300 Nova Trindade	25
292460 Paraíso Novo	26
292950 Ribeirão do Largo	26
291250 Biquara	26
290330 Azeitona	27
292540 Poitugosa	27
292280 Nova Barreira	27
292290 São Paulo	27
292340 Pradópolis	26
290320 Vitória	26
291140 Oeiras	26
290540 Cairu	26
291890 Macurau	26
290650 Cratozinho	26

At the bottom of the window, it says 'Rodapé | Período 2004'.

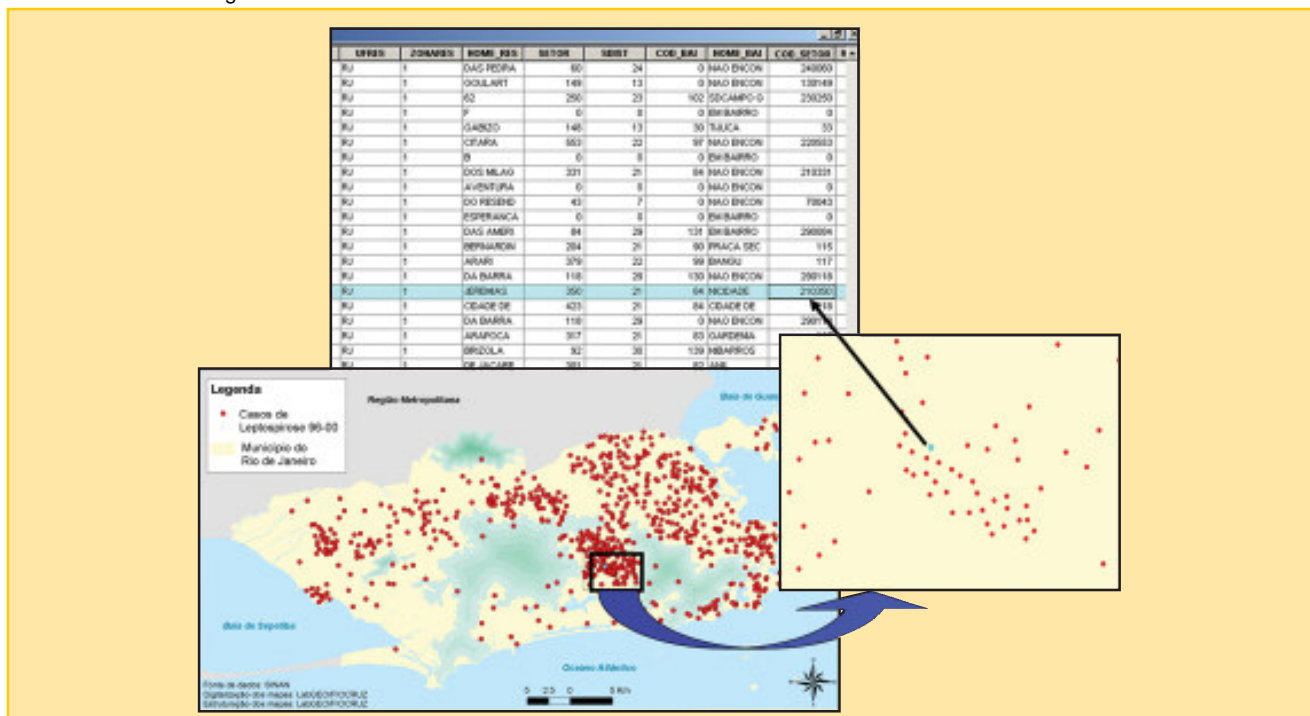
## 2.2 - Funções e Objetivos de um SIG

Os SIG (Sistemas de Informações Geográficas) armazenam e manipulam informação espacial utilizando um modelo de dados. Esse modelo de dados é um conjunto de regras usado para converter dados geográficos reais em pontos, linhas, áreas ou em uma superfície contínua (formada por pequenas células ou *pixels*). É, portanto, uma abstração digital ou aproximação do mundo real (Aronoff, 1995).

Os SIG de uma maneira geral permitem realizar diversas funções, que serão utilizadas conforme os objetivos de análise. De acordo com esses objetivos, deverão ser definidas a unidade espacial, a escala e as variáveis a serem analisadas.

Um Sistema de Informações, para ser considerado geográfico, necessita possuir uma referência da localização de onde está a informação, ou seja, a informação precisa ter uma posição geográfica. Essa posição geográfica pode ser identificada através de um par de coordenadas, ou seu endereço. Pode ser obtida também pelo código de área, quando estamos trabalhando com polígonos que representam áreas, a partir do código que as identifica, ou seja, **geocódigo**. Além da localização geográfica definida, que qualifica os dados como georreferenciados, os dados de um SIG caracterizam-se por possuir duas componentes fundamentais: gráfica e não-gráfica, isto é, cada objeto no mapa tem seus atributos e cada atributo está vinculado a um objeto no mapa. Os analistas de sistemas chamam isso de uma relação unívoca, ou uma relação 1-1 (lê-se um para um).

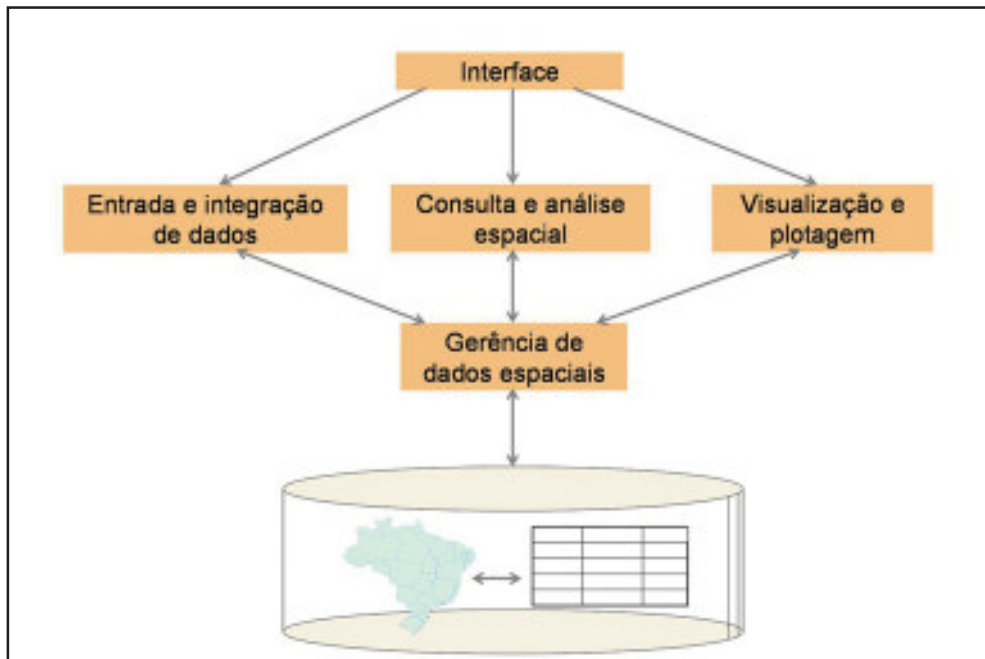
FIGURA 2.3 - Geocódigo



É importante destacar que os dados cartográficos (mapas) e os dados tabulares (tabelas) devem ter a mesma unidade espacial e com um código idêntico para que os atributos possam ser relacionados com os mapas, ou seja, os dados das tabelas possam ser inseridos nos mapas para que estes possam informar de acordo com seu objetivo (Câmara, 1994 e 1998).

Esse sistema necessita ter alguns componentes como: um formato de apresentação cartográfica dos diversos tipos de informações (ponto, linhas e polígonos); um banco de dados com **geocódigos** idênticos na base não-gráfica e na base gráfica. Esse vínculo é o que permite a realização de consultas e a manipulação dos dados geográficos. Um SIG deve também dispor de ferramentas que permitam o usuário realizar análises espaciais, sejam elas estatísticas ou não (Pina, 2000).

FIGURA 2.4 - Estrutura de um SIG.



Fonte: Câmara — Ilustração: Marcelo Rabello - Multimeios/CICT/FIOCRUZ

Um SIG possui quatro funções básicas:

**1• Aquisição de dados:** captura, importação, validação e edição são procedimentos que envolvem as etapas necessárias à alimentação do sistema. Esses podem ser adquiridos através da importação de dados já existentes em outros formatos, o que é muito comum em projetos do setor saúde. Os dados podem também ser confeccionados especificamente para introdução no sistema através de técnicas como sensoriamento remoto, restituição aerofotogramétrica, digitalização de levantamentos topográficos, digitação de dados em tabela, etc. Entretanto, existe uma série de condições às quais

esses dados devem obedecer, no que diz respeito à sua estrutura, para que possam ser utilizados. Por isso, eles precisam ser analisados, e eventuais incoerências e imperfeições devem ser corrigidas.

**2 • Gerenciamento de banco de dados:** envolvem o armazenamento dos dados de forma estruturada, de modo a possibilitar e facilitar a realização de análises. A forma como os dados são estruturados é crucial para o sistema, pois dela dependem os tipos de análises que poderão ser realizados. A um mapa armazenado no SIG, sempre podem ser associadas novas informações, provenientes de diversas fontes, permitindo que se incorpore o trabalho de diferentes órgãos e instituições. Ele permite combinar vários tipos de informações, como, por exemplo, dados obtidos em campo por GPS ou por topografia convencional, tabelas, mapas, imagens, entre outros.

**3 • Visualização e apresentação cartográfica:** um SIG necessita ter agilidade para utilizar as diversas camadas de dados e exibir este resultado através de mapas de síntese com boa qualidade gráfica. Os mapas anteriormente feitos a mão, transformam-se agora em um produto de todas as operações desenvolvidas dentro do SIG, com inúmeras possibilidades de atualização mais constante.

**4 • Consulta e análise:** uma função que pode ser considerada como a principal de um SIG é a de análise, pois possibilita operações de extração e geração de novas informações sobre o espaço geográfico, a partir de critérios especificados pelo próprio usuário. As operações mais comuns são a pesquisa de dados, a busca de informações de acordo com algum critério de seleção (por exemplo, pela localização, proximidade, tamanho, valor) e a análise espacial que envolve modelagem e análise de padrões espaciais.

As principais características de um SIG, que interessam particularmente à vigilância em saúde são:

- Capacidade de relacionamento entre dados tabulares (não-gráficos) e cartográficos;
- Sobreposição e integração entre diferentes camadas;
- Capacidade analítica (buscas, estatísticas, gerência de bancos de dados, etc.).

## 2.3 - Aplicações do SIG na Vigilância em Saúde

Quando falamos sobre Vigilância em saúde é fundamental compreender qual população estamos nos referindo, que ambiente, quais processos produtivos estão presentes na construção do espaço durante um período, pois a compreensão destas dimensões ajuda na compreensão das condições socioeconômicas (Augusto, 2005).

Uma das principais aplicações dos mapas na epidemiologia é facilitar a identificação de áreas geográficas e grupos da população que apresentam maior risco de adoecer ou morrer prematuramente e que, portanto, precisam de maior atenção, seja preventiva, curativa ou de promoção da saúde. A epidemiologia espacial também permite reconhecer que a frequência, a distribuição e a importância dos diversos fatores que influem no aumento de determinados riscos para a saúde não são, necessariamente, os mesmos em todos os grupos populacionais. Permite também identificar grupos que compartilham determinantes de risco similares. O reconhecimento desses grupos facilita a identificação de intervenções sociais e de saúde para diminuir ou eliminar os determinantes específicos de risco para a saúde. Essa aplicação da epidemiologia implica uma reorganização dos serviços de saúde que responda não apenas às demandas de atenção, mas também, fundamentalmente, às necessidades de saúde não atendidas (OPAS, 2002).

A construção de um sistema de vigilância da saúde, orientado por um modelo de análise de situações de risco em substituição ao modelo de risco individual, utiliza o espaço como referência e tem potencialmente um maior poder explicativo por expressar diferentes acessos aos bens e serviços de infraestrutura urbana (Mendes et al., 1994; Santos, 1996) evidenciando, dessa forma, as desigualdades existentes no interior dos municípios. Além disso, possibilita o planejamento de intervenções e monitoramentos seletivos conforme as reais necessidades de pequenas áreas (Ximenes et al., 1999).

A análise de dados distribuídos pelo espaço geográfico vem sendo cada vez mais valorizada na gestão de saúde, por apontar novos subsídios para o planejamento e a avaliação das ações baseadas na análise da distribuição espacial das doenças, a localização dos serviços de saúde e dos riscos ambientais, entre outros (Barcellos e Bastos, 1996). A produção de mapas, que permitam visualizar situações de risco à saúde resultantes da interseção e da complementaridade de eventos, é coerente com um conceito de vigilância em saúde de base territorial (Souza et al., 2005).

As análises realizadas com base em dados espaciais possibilitam ao técnico avaliar não só quantitativamente os dados, como também relacionar as informações de saúde com dados ambientais, socioeconômicos e com a

posição que o evento ocupa na superfície terrestre, a fim de acompanhar as permanentes mudanças do espaço geográfico e detectar áreas e populações sujeitas a agravos de saúde.

O SIG vem sendo cada vez mais utilizado na área da saúde, uma vez que otimiza a análise da situação de saúde e das condições de vida da população e do ambiente, possibilitando trabalhar com informações de diferentes origens e formatos. O crescente acesso aos computadores e aumento na disponibilidade de dados são fatores que estão impulsionando a sua incorporação na Saúde Pública.

Principais aplicações da análise espacial em saúde:

- Mapeamento de doenças (construir mapas de indicadores epidemiológicos)
- Estudos ecológicos (medir associação entre indicadores agregados)
- Saúde e ambiente (relacionar camadas de dados sobre ambiente e saúde)
- Detecção de aglomerados (identificar áreas de maior incidência)
- Processos de difusão (avaliar a evolução da distribuição espacial de doenças no tempo)
- Estudo de trajetória entre localidades (analisar redes de atenção à saúde)

Através da análise da distribuição espacial de agravos e seus determinantes pode-se gerar e analisar hipóteses de investigação. Os SIG permitem responder a algumas perguntas freqüentes na Vigilância em Saúde como:

- A distribuição dos casos de uma doença forma um padrão no espaço?
- Existe alguma associação da doença com possíveis fontes de contaminação ou meios de disseminação?
- Existe a evidência de uma determinada doença ser transmitida de indivíduo a indivíduo, ou através de uma fonte comum?

Assim como existem diversas maneiras de se conceituar, identificar e quantificar riscos (Bennett, 1991), os usos do geoprocessamento na Saúde Coletiva são vários. A expressão “mapa de risco” é muito usada na Saúde Pública, mas pode ter várias construções. A presença de lixões com descarga de material perigoso é uma fonte de risco. Portanto, um mapa contendo a localização e principais características desses lixões é um “mapa de risco”.

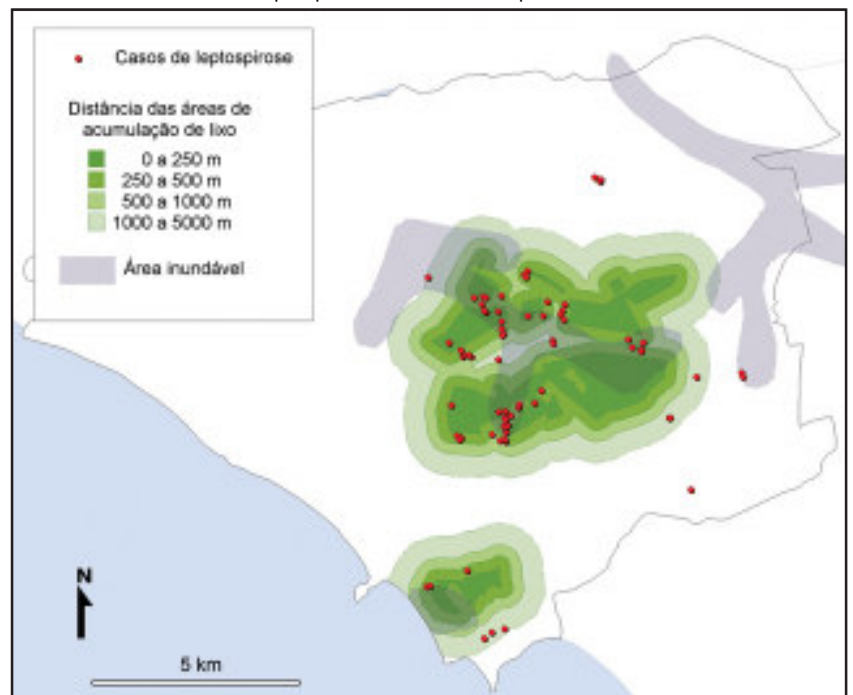
Por outro lado, um mapa com as taxas de incidência, ou de mortalidade por algum agravo à saúde, também pode ser considerado um “mapa de risco”. Esse é um dos preceitos da estatística, que diz que a probabilidade de um evento no passado é semelhante ao risco deste evento no futuro. Assim, a taxa de mortalidade infantil de um município no ano passado equivale ao risco de

uma criança de menos de um ano falecer no próximo ano. Pensando em mapas, uma região que concentre vários municípios com altas taxas de mortalidade infantil pode indicar a presença de riscos. Este é o propósito da maior parte dos mapas de indicadores epidemiológicos.

Podemos dizer que, do ponto de vista espacial, os riscos à saúde ocorrem com o encontro entre populações vulneráveis e fontes de risco. Portanto temos dois caminhos para identificar esses riscos: do indicador epidemiológico para identificar áreas com problemas sociais e ambientais, e dos indicadores socioambientais para averiguar se existe uma concentração de eventos adversos sobre a saúde. Se existe uma concentração de casos ou óbitos no espaço, provavelmente existe ali uma (ou mais) fonte de riscos. Esse é o caso do mapa do John Snow, que partiu da distribuição espacial de mortes por cólera e encontrou os poços de água contaminados como fontes de risco.

Partindo agora do lado oposto dessa relação, se existe uma concentração de fontes potenciais de risco numa determinada região, pode haver ali uma concentração de eventos adversos de saúde. Sabemos que a leptospirose é transmitida principalmente através do contato com a urina de roedores e durante enchentes urbanas. Portanto, se mapearmos áreas urbanas com concentração de lixo e sujeitas à ocorrência de enchentes, teremos uma boa aproximação dos locais de risco de transmissão dessa doença. Podemos verificar essas relações entre populações vulneráveis e fontes de risco mapeando uma camada sobre a outra. No caso da leptospirose, colocando casos desta doença sobre as camadas de áreas sujeitas a enchentes e presença de lixo.

**FIGURA 2.5** – Casos de leptospirose e camadas explicativas.



Pode-se observar que a maior parte dos casos está localizada em áreas onde coincidem os fatores de risco presença de lixo e enchentes. Mas alguns casos estão fora dessas áreas. Nesse caso, a vigilância em saúde tem um trabalho importante a fazer que é verificar por que ou como estas pessoas se infectaram e adoeceram, o que pode ter ocorrido fora do local de residência. Também os dados sobre lixo e enchente podem ter problemas de atualização e qualidade, o que levanta o problema da fonte de dados e das possíveis modificações ocorridas neste lugar sem que os sistemas de informação tenham registrado. Enfim, a análise do mapa permite que se confirme hipóteses sobre a transmissão da doença, mas também que se levante novas hipóteses que serão importantes para a continuidade das ações da vigilância.

Cabe à vigilância em saúde examinar um conjunto de indicadores e, através do mapeamento destes, analisar os contextos particulares em que se dão os riscos. Nem sempre se consegue confirmar relações entre os problemas de saúde e os fatores ambientais e sociais. A ausência de relação entre os indicadores, ao contrário de ser um resultado negativo de uma investigação é, antes de tudo, uma pista para identificar padrões de proteção ou de agravamento de riscos.

## 2.4 - Fontes Nacionais de Dados sobre Saúde e Ambiente

Ao contrário de outros campos de aplicação de SIG, os dados de saúde não são obtidos por meios remotos. O processo de adoecimento é invisível aos olhos e sensores. Dados sobre as condições de saúde das pessoas devem ser buscados ativamente através de inquéritos e censos, ou passivamente através dos sistemas de vigilância epidemiológica. A própria representação da doença, que será captada por esses instrumentos, é uma construção histórica e social. Esses dados são atributos de pessoas e todo o esforço tecnológico e metodológico desenvolvido nessa área tem sido voltado para captar e tratar esses dados como uma característica do território. Essa transformação exige uma abstração e simplificação de processos sociais e ambientais presentes na determinação de doenças. Assim, as bases cartográficas digitais, que são muitas vezes o produto final de projetos de geoprocessamento, constituem apenas o ponto de partida para as análises espaciais de saúde.

Para se avaliar os riscos existentes em um território, deve-se usar algumas informações para levantar as atividades humanas. E isso pode ser feito de diversas maneiras. Um delas é através de dados secundários. As agências



de governo possuem bases de dados que são usadas para gerenciar suas ações, e podem ser interessantes para caracterizar as atividades econômicas existentes no território.

O IBGE produz e divulga estatísticas sobre: população e domicílios, economia, serviços de saúde, ensino (matrículas, docentes e rede escolar), estatísticas do registro civil, pecuária, lavoura, extração vegetal e silvicultura, estrutura empresarial, instituições financeiras, finanças públicas, frota de veículos e outras.

Podemos destacar os seguintes tipos de dados que podem ser usados para o diagnóstico do território:

- **Demográficos** são referentes à população, como o número de habitantes de uma área ou a distribuição de subgrupos populacionais (por idade ou sexo). Em geral são utilizados como denominadores no cálculo de taxas (coeficientes). O censo demográfico (IBGE) e o Sistema de Informações de Nascidos Vivos (SINASC) são as fontes mais utilizadas na área de saúde. O censo também é uma fonte de dados importante para avaliar as condições de renda e escolaridade da população.

- **Ambientais** e de condições de vida se referem a características gerais do território, dos domicílios e setores censitários. O censo demográfico levanta dados de interesse para análises ambientais, como por exemplo, as condições de saneamento e habitação, que caracterizam o contexto de vida da população ou de indivíduos. O setor saúde também é responsável pelo levantamento de dados ambientais que interessam diretamente à saúde, como os níveis de infestação por mosquitos (através do Sistema de Informação sobre Febre Amarela e Dengue - SISFAD) e da qualidade da água de consumo (através do SISÁGUA). O IBAMA também possui dados que podem ser usados para análises de saúde.

- **Morbidade** se refere às doenças e aos agravos à saúde. A notificação de agravos à saúde é a principal fonte de informação, mas restringe-se a algumas doenças transmissíveis (SINAN). Para o planejamento de ações preventivas e oferta de serviços, podemos utilizar os dados do Sistema de Informações Hospitalares (SIH) e Ambulatoriais (SIA) do SUS. Além desses, existem algumas informações em sistemas específicos, como do Instituto Nacional do Câncer (INCA), de acompanhamento de Programas (PNI, por exemplo).

- **Mortalidade** se refere aos óbitos. A declaração de óbito é a principal fonte de informação sobre as causas de morte da população, que são registradas no Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM). Através do acompanhamento da distribuição dos óbitos infantis, por exemplo, podemos inferir sobre as condições de vida da população.

• **Serviços de saúde** são dados que descrevem os recursos de saúde e a produção de serviços: recursos físicos, humanos, financeiros, produção na rede de serviços básicos de saúde e em outras instituições de saúde. Podem ser obtidos através do SIH, da Pesquisa de Assistência Médico-Sanitária (AMS, feita pelo IBGE) ou o Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES, mantido pelo Ministério da Saúde).

O Datasus tem uma excelente página na Internet para divulgação de dados e indicadores de saúde ([www.datasus.gov.br](http://www.datasus.gov.br)).

As informações geradas por um Sistema de Informações em Saúde (SIS) representam uma ferramenta essencial nos processos de organização, avaliação, planejamento e tomada de decisões, fornecendo elementos de ajuste e de avaliação da execução dos Planos e Ações do Setor Saúde fundamentados nas premissas do Sistema Único de Saúde.

A eficiência do sistema depende da obtenção, em tempo hábil, de informações fidedignas (tanto no nível central quanto nos regionais e locais) sobre a demanda dos serviços, recursos materiais, financeiros e humanos, agravos tratados no serviço, perfil epidemiológico da população, etc., de forma a orientar a operacionalização dos serviços de saúde, bem como, a investigação e o planejamento com vistas ao controle de doenças.

No Brasil, existem diversas fontes de dados secundários na área de saúde, originárias, principalmente, dos Sistemas de Informação em Saúde (SIS), sob responsabilidade de órgãos do Ministério da Saúde. Também são de extrema importância os dados populacionais, cuja origem são os censos e contagem populacionais realizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

A partir dessas fontes, vários indicadores podem ser construídos para análise espacial em saúde. A escolha da fonte de informação vai depender da definição de quais indicadores pretendemos obter e para quê serão utilizados.

Cada um desses sistemas gera grandes bases de dados nacionais que têm diferentes histórias, se prestam a finalidades diversas e, portanto, possuem especificidades no que diz respeito à sua confiabilidade, representatividade e oportunidade. Esse conjunto de características deve ser considerado quando da seleção e avaliação dos indicadores de saúde a serem utilizados (Carvalho, 1997).

## • Principais Sistemas de Informação utilizados em Saúde •

Dentre os diversos Sistemas de Informação em Saúde, destacaremos os seis maiores que vêm sendo utilizados em análises de dados espaciais para a vigilância em saúde. São eles: Sistema de Informação sobre Mortalidade (SIM); Sistema de Informação sobre Nascido Vivo (SINASC); Sistema de Informação sobre Agravos de Notificação (SINAN); Sistema de Informação Hospitalar (SIH); Sistema de Informação Ambulatorial (SIA) e Sistema de Informação da Atenção Básica (SIAB), cujas características principais estão resumidas no quadro 1 abaixo.

**QUADRO 1** - Principais Características dos Sistemas de Informações em Saúde (Santos et al., 2004)

Sistema de Informação em Saúde	SIM	SINASC	SINAN	SIH / SUS	SIA / SUS	SIAB*
<b>Unidade de registro</b>	Óbitos	Nascidos Vivos	Agravos Notificáveis	Internações Hospitalares pagas pelo SUS	Atendimentos Ambulatoriais pagos pelo SUS	Família
<b>Unidade territorial mínima de referência**</b>	Município e bairro ou distrito	Município e bairro ou distrito	Município e bairro	Município e CEP	Município	Microárea, área e município
<b>Documento de registro de dados</b>	Declaração de Óbito	Declaração de Nascido Vivo	Fichas Individuais de Notificação e de Investigação	Autorização de Internação Hospitalar	Boletim de Serviços Produzidos	Fichas A, B, C e D do PACS/PSF
<b>Atualização nacional</b>	Anual	Anual	Mensal	Mensal	Mensal	Mensal
<b>Utilização</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vigilância</li> <li>• Planejamento</li> <li>• Avaliação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vigilância</li> <li>• Planejamento</li> <li>• Avaliação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vigilância</li> <li>• Planejamento</li> <li>• Avaliação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vigilância</li> <li>• Planejamento</li> <li>• Avaliação</li> <li>• Controle</li> <li>• Auditoria</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planejamento</li> <li>• Avaliação</li> <li>• Controle</li> <li>• Auditoria</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vigilância</li> <li>• Planejamento</li> <li>• Avaliação</li> </ul>
<b>Principais Indicadores para Análise da Situação de Saúde</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mortalidade geral</li> <li>• Mortalidade proporcional por causa ou faixa etária</li> <li>• Mortalidade infantil</li> <li>• Mortalidade materna</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proporção de NV de baixo peso</li> <li>• Proporção de NV prematuros</li> <li>• Proporção de NV de mães adolescentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Taxa de incidência de agravos</li> <li>• Taxa de prevalência de agravos</li> <li>• Taxa de letalidade de agravos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frequência de Internações</li> <li>• Frequência das causas de internação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frequência de atendimentos ambulatoriais</li> <li>• Frequência de procedimentos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Condições de moradia e saneamento</li> <li>• Frequência de atendimentos ambulatoriais</li> <li>• Prevalência de alguns agravos</li> </ul>

\* É um sistema que não possui abrangência nacional, disponibiliza informações sobre municípios onde há PACS/PSF.

\*\* Na DO, DN e AIH, é registrado o endereço de residência do indivíduo a partir do qual as informações no nível local são agregadas. Cada município pode agregar em níveis superiores (por exemplo: bairro, distrito de saúde, região administrativa) e no SIAB por microárea.

#### – Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM)

Foi o primeiro Sistema de Informações em Saúde no Brasil, formulado em 1975 e implementado em 1979. O SIM utiliza registros de um instrumento legal - a Declaração de Óbito (DO) - para gerar informações sobre as causas dos óbitos e características demográficas e sociais dos óbitos e do local de óbito (hospital, residência ou via pública). O sistema tem cobertura nacional e boa confiabilidade de dados. O registro do óbito em cartórios de Registro Civil é obrigatório, no país, inclusive para óbitos fetais, e nenhum sepultamento pode ser realizado sem a declaração (certidão) correspondente. Apesar disso, estima-se que exista sub-registro de até 20%, principalmente nas regiões Norte e Nordeste.

#### – Sistema de Informação sobre Nascido Vivo (SINASC)

Foi implantado a partir de 1994. O SINASC é baseado na Declaração de Nascido Vivo (DN). A DN deve ser preenchida para todo nascido vivo no país. No caso de gravidez múltipla deve ser preenchida uma DN para cada bebê nascido vivo. O registro do nascimento em Cartório de Registro Civil também é obrigatório em todo território nacional. O sistema registra dados sobre as condições da criança ao nascimento, sobre a gestação e o parto, e características da mãe. Essas informações são importantes para o planejamento de ações mais adequadas às necessidades da assistência ao pré-natal, parto e ao recém-nascido. Em alguns locais do Brasil, principalmente onde há uma carência de serviços de saúde, são observadas elevadas taxas de sub-registro de nascimento.

#### – Sistema de Informação sobre Agravos Notificação (SINAN)

O SINAN registra dados referentes a doenças e agravos de notificação compulsória, com abrangência nacional desde 1995. Esse Sistema foi desenvolvido pelo então CENEPI, hoje Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS). Apesar dos problemas enfrentados na sua implementação nas Unidades da Federação, esse sistema revela um grande potencial, principalmente na análise epidemiológica de agravos. Assim como outros sistemas, também o SINAN possui caráter universal, e responde a uma imposição legal sobre a obrigatoriedade de notificação de algumas doenças e agravos. Esse sistema é alimentado pela ficha de notificação de agravos e pela investigação desses agravos. Para as doenças cuja notificação é obrigatória em todo o território nacional (vide anexo), existe uma padronização que permite a consolidação das informações nacionais. Cada nível gestor tem autonomia para acrescentar doenças relevantes na sua área de abrangência, de acordo com as particularidades de cada local. Existe também uma variação muito grande de cobertura e de qualidade das informações. Por isso, de acordo com a doença

de interesse, pode ser mais conveniente acessar as informações desse Sistema junto às Secretarias de Saúde Municipais e Estaduais.

A subnotificação dos agravos, principalmente daqueles assistidos na rede privada (não vinculada ao SUS), é um dos problemas verificados no sistema, gerando informações limitadas para o planejamento e a execução das ações de saúde. O percentual de notificação (relação entre o número de casos notificados e os realmente existentes numa comunidade) pode sofrer variações de acordo com determinados contextos.

#### – Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS)

O SIH-SUS processa as Autorizações de Internação Hospitalar – AIH (seu documento principal de coleta de dados) desde 1981, com maior descentralização a partir de 1994, e dispõe de informações sobre recursos destinados a cada hospital que integra a rede do SUS e conveniada. Esse sistema, que tem o controle do faturamento como objetivo principal, passou a ser uma importante fonte de dados com informações sobre morbidade (para enfermidades que requerem internação) disponível no país. O sistema tem ampla cobertura nacional, uma vez que abrange a quase totalidade da rede hospitalar, seja pública (federal, estadual, municipal e universitária) e contratada (privada, filantrópica e sindical), em torno de 70 a 80% da rede. O sistema é totalmente informatizado, desde a entrada de dados até a geração de relatórios, o que possibilita agilidade no acesso à base de dados. No sistema de informação são registradas informações sobre o paciente, os procedimentos solicitados e autorizados, data da internação, data da saída, diagnósticos principal e secundário (causas de internação classificadas pelo CID) e dados sobre o hospital. É importante considerar que pode haver mais de uma internação de um mesmo paciente ao longo de um ano, por exemplo, e que estas podem ser por causas diferentes.

#### – Sistema de Informações Ambulatoriais do SUS (SIA/SUS)

O sistema foi implantado em todo território nacional em 1991, tendo como principal finalidade o pagamento dos serviços executados, pela rede ambulatorial pública e contratada, vinculada ao SUS. Além da finalidade financeira, o SIA/SUS permite avaliar a produção de serviços de saúde, o acompanhamento das programações físicas e orçamentárias e das ações de saúde produzidas, gerando instrumentos analíticos de controle e avaliação do SUS. No sistema são registrados dados de identificação da unidade de saúde e os procedimentos adotados (consulta, exames e especialidade, seja médica ou não-médica). As informações produzidas se referem unicamente às unidades de saúde vinculadas ao SUS. É importante destacar que os dados individuais de atendimento não são registrados e armazenados,

impossibilitando a avaliação da assistência prestada a cada paciente, ao contrário do SIH/SUS. É especialmente útil para análise de indicadores operacionais da atenção à saúde.

#### – Sistema de Informação da Atenção Básica (SIAB)

Além dos cinco principais sistemas de informação, destacamos o Sistema de Informação da Atenção Básica (SIAB), que não possui abrangência nacional, mas é utilizado somente nos municípios onde existe o Programa de Agentes Comunitários de Saúde (PACS) ou o Programa de Saúde da Família (PSF). Foi implantado em 1998 e é alimentado, mensalmente, com dados sobre as famílias da área de abrangência das equipes de saúde, que incluem condições de moradia e saneamento (cadastro da família – ficha A), situação de saúde, e também contém dados sobre a produção e composição das equipes (acompanhamento de grupos de risco – fichas B e C - e registro de atividades, procedimentos e notificações - ficha D). Como instrumento dos sistemas locais de saúde ele deve ser aprimorado, pois suas informações só geram relatórios consolidados por microárea sob responsabilidade do agente de saúde, não possibilitando o resgate das informações desagregadas por família. É importante considerar a cobertura em cada município, pois esta é extremamente variável devido à implantação de novas equipes no decorrer do tempo. Além disso, ao utilizarmos as informações sobre mortalidade e morbidade devemos considerar a possibilidade de haver superestimação pela duplicidade de registros e por equívocos conceituais relacionados ao óbito infantil. Apesar disso, nas localidades onde o sub-registro de óbitos infantis é muito alto, vem sendo considerado como fonte alternativa para a estimativa da mortalidade infantil. O SIAB registra ainda a incidência de alguns agravos, como hipertensão (HAS), diabetes, tuberculose e hanseníase.

#### • Dados Demográficos •

Além das informações dos sistemas do setor saúde, existem diversas bases de dados que possuem informações sobre a população e sobre ambiente. Dentre elas, destacam-se as disponibilizadas pelo IBGE, principalmente a do Censo Demográfico que possui diversas informações sócioambientais e a Contagem Populacional, que servem de referência para os contingentes populacionais. Também a Pesquisa Brasileira por Amostra de Domicílios (PNAD) e a Pesquisa de Assistência Médico-Sanitária (AMS) são pesquisas que podem ser utilizadas para a análise das condições de vida e situação de saúde da população, mas limitadas em níveis de agregação maiores que os municípios, como as regiões metropolitanas e estados.

O Censo Demográfico é realizado de dez em dez anos coletando informações sociodemográficas da população residente em todo o território nacional, sob responsabilidade da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. São levantadas cerca de 240 variáveis que após consolidação são disponibilizadas na página Internet do IBGE ([www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)) e através de CD-ROM. As informações mais recentes são do censo demográfico de 2000.

Os dados sociodemográficos são informações sobre a população e geralmente incluem idade, escolaridade, condição de emprego, renda, condições de moradia (abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta de lixo, número de banheiros e cômodos do domicílio, entre outros). Apesar de coletados sobre indivíduos e domicílios, os dados são consolidados por área. A área mínima é o setor censitário (área sob responsabilidade de cada recenseador que abrange um conjunto médio de 300 domicílios) que são agregados em municípios, estados e país, sucessivamente. Essas informações são extremamente úteis para se conhecer o perfil da população de uma determinada área, além serem a base de dados de muitos denominadores populacionais usados para o cálculo de indicadores de saúde, como por exemplo, taxas de mortalidade.

Os dados desses sistemas de informação perpassam toda a estrutura do SUS, nos diversos níveis de governo. Os dados coletados pelos níveis municipais e estaduais são enviados ao gestor nacional, que os disponibiliza para o público em geral, através de anuários, CD-ROM e também na página do Datasus: [www.datasus.gov.br](http://www.datasus.gov.br)

Entre os principais desafios para a utilização desses sistemas para a vigilância em saúde estão:

- Aumentar a cobertura dos sistemas de informação;
- Garantir a qualidade dos dados, principalmente o diagnóstico de doenças;
- Aumentar a capacidade de análise de dados no nível local;
- Integrar as diferentes bases de dados;
- Introduzir variáveis sociais e ambientais nos sistemas de informação em saúde;
- Localizar os dados de saúde com exatidão e precisão para permitir seu georreferenciamento.

## • Dados Cartográficos •

Até a década de 1980 poucas informações cartográficas eram digitalizadas. Os projetos de construção de SIG eram voltados sempre para a produção de bases cartográficas digitais que pudessem ser posteriormente utilizadas para análise. Hoje em dia, raramente se constrói um SIG a partir do nada. A primeira tarefa dos técnicos envolvidos nesse tipo de projeto é verificar a existência e qualidade de dados cartográficos digitais. No Brasil, algumas instituições se destacam na produção de dados cartográficos:

- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) – responsável pelo mapeamento sistemático do Brasil nas escalas de 1:25000 e menores;
- DSG (Diretoria de Serviços Geográficos do Exército) – divide com o IBGE a responsabilidade do mapeamento sistemático;
- DHN (Diretoria de Hidrografia e Navegação) – responsável pelo mapeamento náutico;
- ICA (Instituto de Cartografia da Aeronáutica) – responsável pela geração de cartas aeronáuticas;
- INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) – responsável pela aquisição e disponibilização de imagens de satélite;
- Prefeituras – responsáveis por levantamentos cadastrais dos municípios.

A utilização da cartografia digital ainda não é uma realidade nacional. Municípios pequenos geralmente possuem mapeamentos desatualizados, quando esse existe. Mas a cada dia tem crescido o investimento em mapeamentos por parte das prefeituras, principalmente para cobrança de impostos. Geralmente a qualidade desses mapas é muito boa. Tem uma excelente precisão, quer dizer, tudo está desenhado no mapa de forma muito parecida com a realidade. Mas alguns desses mapas podem estar desatualizados. Por isso, esse tipo de mapa pode e deve ser complementado em campo, marcando sobre ele tudo o que é importante para estudar problemas de saúde mas que não está nessa base. Uma das tarefas nesse caso é colocar no mapa as áreas carentes, de favelas e invasões, que geralmente não são identificadas nos mapas oficiais. Essa é uma base de troca importante entre o setor saúde e outros setores que produzem mapas digitais. A Saúde Pública está presente em diversos lugares do Brasil, graças à atuação de agentes de saúde do PSF e de controle de endemias, isto é, a saúde tem o que se chama capilaridade. O setor saúde pode oferecer às instituições locais de cartografia a possibilidade de atualizar e complementar mapas. Em troca devemos pedir dessas instituições o acesso às bases cartográficas outros dados de interesse para a saúde.



Alguns municípios realizaram levantamentos aerofotogramétricos, mas isso não quer dizer que possuem um mapa atualizado do seu território. Um levantamento como esse produz uma série de fotografias aéreas, que para se transformar em base cartográfica necessitam ainda fases de consolidação, edição e conversão de dados, o que exige muito tempo e investimento financeiro.

Existem outras fontes onde se pode conseguir mapas. A FUNASA trabalha para o controle de endemias, com os RG (Reconhecimento Geográfico) ou croquis de campo. Esse tipo de mapa é tradicional na área de Saúde Pública e vem sendo usado para planejar as ações feitas no campo. Numa área urbana, por exemplo, tem o desenho de ruas, quarteirões, canais e outras referências que permitem ao agente se localizar no campo e planejar o seu trabalho. Esses mapas geralmente foram desenhados sem uma medição em campo, por isso não têm escala nem orientação. Isso significa que as distâncias medidas no mapa não podem ser convertidas para o terreno. Em muitos outros lugares, como em áreas rurais e na Amazônia, esse mapa é o único disponível para se usar como base de trabalho. Para obter esses mapas basta consultar na FUNASA regional se existe um RG da sua área e pedir uma cópia em papel.

Mapas gerados por essas instituições têm sido convertidos em formato digital, quer dizer, podem ser usados através de programas computacionais. Mas isso não quer dizer que possam ser utilizados em um programa de SIG. Para isso, os arquivos digitais de mapas devem passar por um processo de conversão, onde são recuperadas informações sobre o sistema de coordenadas, a escala e as diversas camadas que compõem o mapa.

As informações referenciadas aos setores censitários podem ser adquiridas do IBGE, enquanto os demais consolidados podem ser acessados diretamente via Internet ou pela aquisição do CD-ROM.

Na fase de aquisição de dados cartográficos, seja em papel seja em meio digital, é importante considerar aspectos como a precisão, exatidão, escala, atualidade, integridade e consistência de cada camada. Essas camadas serão integradas em um só mapa, o que exige que os sistemas de projeção sejam coerentes.

Se essas camadas forem importadas de uma outra instituição é necessário conhecer informações sobre o sistema geodésico, escala e sistema de projeção, para que a integração dos mapas seja possível.

A qualidade dos dados é de fundamental importância para sua utilização. Todas as etapas da análise espacial poderão ser comprometidas se dados inconsistentes ou de qualidade duvidosa forem inseridos no sistema. O conhecimento da origem e qualidade de cada dado é essencial para o bom funcionamento do sistema. Além disso, devemos estar cientes de que os dados coletados estão diretamente ligados aos objetivos do SIG, que podem exigir maior ou menor precisão.

## 2.5 - Desenvolvimento de projetos de SIG

É fundamental ter clareza quanto aos objetivos da aplicação de um Sistema de Informações Geográficas e fazer perguntas sobre: que produto se deseja e que fenômenos espaciais devem ser estudados, ou seja, quais os objetivos da aplicação; como se podem desenhar estes fenômenos por meio de um sistema; que dados são relevantes e necessários para a coleta de informações; como se integram às informações de acordo com o modelo; e ainda, que produtos ou variáveis de saída são, de fato, passíveis de construção e de aplicação na gestão local. Para que todas estas questões sejam atendidas é importante identificá-las antes do início da implantação de um SIG (Silva, 1999). Não existe um modelo perfeito para implantação de SIG e cada experiência possui seu contexto político, prazos, recursos disponíveis e objetivos (Davis, 2003).

A decisão de implementar um SIG deve ser baseada na análise dos custos e benefícios, pois, o processo de estruturação é longo e pode ser caro dependendo da região do Brasil onde está sendo implantado (Carvalho et al., 2000). Alguns dos benefícios de um SIG são:

- melhor armazenamento e atualização dos dados;
- recuperação de informações de forma mais eficiente;
- produção de informações mais precisas;
- rapidez na análise de alternativas; e
- decisões mais acertadas.

Atualmente, existem programas com estrutura de SIG que têm distribuição gratuita e, inclusive alguns são livres (que possuem código aberto), mas a aquisição de bases cartográficas ainda é um desafio em alguns lugares no Brasil, onde quase exclusivamente são produzidas por empresas privadas. Nesses casos, a sugestão é sempre pensar em estabelecer convênios com diversas instituições públicas e privadas. As secretarias municipais e estaduais de saúde, educação, transporte e planejamento podem também se articular, e em conjunto dividir os custos de um investimento em aquisição de bases cartográficas.

A fase de coleta dos dados e construção das bases de dados é a mais onerosa, demorada e trabalhosa na implementação de um SIG. Hoje em dia, apesar de já existir uma grande quantidade de dados em meio digital, disponíveis e atualizados, ainda existem muitos problemas de compatibilização entre bases de dados distintas e de georreferenciamento de dados, principalmente a partir de informações de endereços. Para a construção da base de dados geográficos ser eficiente, é necessário que haja um

planejamento cuidadoso e que os objetivos que se pretende alcançar estejam bem definidos *a priori* a fim de se determinar que dados são realmente importantes, evitando-se a coleta excessiva ou insuficiente destes e, garantindo que os objetivos para os quais o sistema foi criado sejam atendidos. Ao se iniciar um projeto de SIG é importante ter em mente qual é a pergunta, ou perguntas, para as quais se procuram respostas. Em face dessas perguntas, é preciso selecionar os dados (tanto mapas quanto tabelas) que serão necessários na busca das soluções para o problema. É nesta fase, de Modelagem de Dados, que se determinam que dados entrarão no sistema (quais as camadas de informação?), qual a estrutura em que ficarão armazenados (vetorial ou matricial?), qual a maneira de os representar (pontos, linhas ou áreas?), quais os relacionamentos que terão entre si e que atributos terão. A fase de modelagem da base de dados é fundamental para o sucesso de implementação de um SIG.

## 2.6 - Noções de Cartografia

A Cartografia nasceu da necessidade do Homem conhecer e entender seu território para assim dominá-lo e explorá-lo. As civilizações mais remotas já utilizavam os mapas como um meio de armazenar dados para veicularem informações sobre a superfície terrestre.

Os mapas que datam da pré-história visavam a delimitar territórios de caça e pesca. Já no Império Romano, os mapas eram documentos presentes nas esferas mais importantes do governo. Com a queda do Império Romano, o mundo ocidental esqueceu os mapas que voltaram a serem utilizados, mais intensamente no século XVIII, como ferramenta de gestão do território. Mas foi no século XX que a Cartografia teve um avanço tecnológico importante, principalmente para fins militares, mas que abrangeu o uso civil.

A evolução das tecnologias aéreas e espaciais permitiu o mapeamento de grandes áreas com ótima precisão. Paralelamente, as tecnologias computacionais também foram se desenvolvendo e se tornando cada vez mais acessíveis. A automação de processos de mapeamento e de gerenciamento de banco de dados também teve importante papel na disseminação da Cartografia. A conjunção de todos esses condicionantes levou ao desenvolvimento da tecnologia de processamento de dados espaciais, denominada **Geoprocessamento**.

A Cartografia "é o conjunto de estudos e operações científicas, técnicas e artísticas que, tendo por base os resultados de observações diretas ou da

*análise de documentação, se voltam para a elaboração de mapas, cartas e outras formas de expressão ou representação de objetos e ambientes físicos, bem como o seu estudo e utilização” (ACI – Associação Cartográfica Internacional).*

Pode-se dizer que o processo cartográfico envolve o desenvolvimento de atividades desde a coleta de dados, passando pelo estudo, análise, composição e representação de observações, de fatos e fenômenos de diversos campos científicos associados à superfície terrestre.

Um **mapa** é a representação gráfica de aspectos geográficos, naturais e artificiais da Terra em um plano. De forma mais abrangente pode-se dizer que um mapa é um meio de comunicação e organização de conjuntos de dados e informações, que utiliza a linguagem cartográfica.

Muitas pessoas associam ao mapa um documento em papel, estático, mas atualmente a maior parte dos mapas utilizados está em formato digital. Podemos dizer que os mapas hoje são mais dinâmicos, pois permitem combinar elementos de interesse do usuário, que podem ser atualizados em um pequeno intervalo de tempo.

Para utilização consciente e eficaz, seja em papel ou em computador, o usuário deve conhecer os componentes do mapa que irá usar: Sistema Geodésico; Escala; Sistema de projeção; Convenções cartográficas. A definição de cada um deles será abordada mais adiante. É importante ressaltar que o desconhecimento ou não entendimento de um ou mais componentes pode inviabilizar a utilização de um mapa.

#### • A forma da terra •

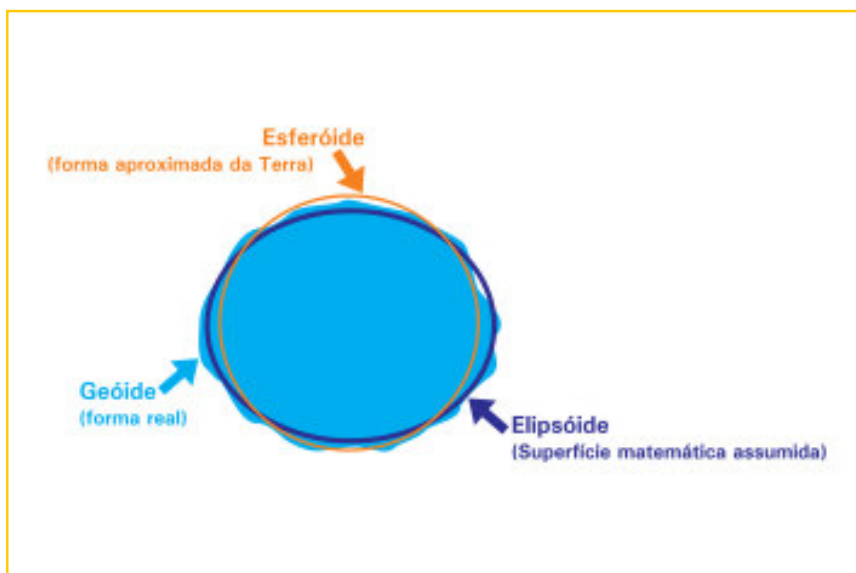
O que hoje é verdade incontestável, já foi, há muitos anos atrás, motivo de muita controvérsia e discussão. Muitas foram as interpretações e conceitos desenvolvidos para definir qual seria a forma da Terra (IBGE, 2005). Desde a Grécia antiga, já se acreditava que a superfície do nosso planeta era esférica e muitos estudiosos buscavam formas para calcular suas dimensões.

No início do século XVII, baseados em afirmações de Newton e Huygens de que a Terra não era perfeitamente redonda, mas tinha leves achatamentos nos pólos, devido à força da gravidade e à força de rotação, adotou-se o **elipsóide** como figura geométrica que mais se aproximava da forma da Terra. Posteriormente, no século XVIII, Gauss postulou que a forma do planeta na realidade era uma superfície formada pelo prolongamento do nível médio dos mares sob os continentes, chamada de **geóide**. O geóide é a forma que mais se aproxima do real desenho da superfície terrestre. E sobre ele são realizadas todas as medições inerentes ao processo cartográfico. Entretanto por se tratar de uma superfície não matemática foi necessário adotar um modelo mais

simples que representasse o nosso planeta para efeito de cálculo: o **elipsóide de revolução**.

A figura 2.6 mostra as três formas e as diferenças entre elas. Dependendo do tamanho da área, essa diferença é imperceptível. Para áreas menores que 50 km, para muitas aplicações pode-se considerar a Terra esférica.

**FIGURA 2.6** - Forma da Terra.



Marcelo Rabello - Multimeios/CICT/FIOCRUZ

### • Sistemas Geodésicos •

Como foi visto, as medições são feitas no geóide e os cálculos matemáticos solucionados no elipsóide (Pina e Cruz, 2000). Para que se possa estabelecer uma relação entre um ponto determinado na superfície terrestre (geóide) e o elipsóide, deve-se possuir um sistema específico de relacionamento. Os sistemas geodésicos têm essa função: buscam uma melhor correlação entre o geóide e o elipsóide de referência. Como o geóide é irregular, não existe um elipsóide que se ajuste ao mundo inteiro. Cada país adota o que melhor se ajuste à sua área.

No Brasil, o sistema geodésico mais utilizado faz parte do **Sistema Geodésico Sul Americano (SAD 69)**, que possui como características: Elipsóide de referência - UGGI67 (União Geodésica e Geofísica Internacional de 1967); Datum planimétrico - Vértice Chuá (Minas Gerais); Datum altimétrico - Marégrafo de Imbituba (Santa Catarina).

Deve-se tomar cuidado, principalmente os usuários de **SIG** (Sistema de Informações Geográficas), pois no Brasil até 1977 utilizava-se outro sistema, que possuía como características: o elipsóide de referência Internacional de Hayford de 1924 e como origem das coordenadas o *datum* planimétrico Córrego Alegre. Desde fevereiro de 2005 o Brasil adotou SIRGAS como novo sistema geodésico. Os novos mapeamentos deverão usá-lo como referência, mas o período de transição deve durar aproximadamente 10 anos.

Um outro cuidado a ser tomado é na utilização de **GPS** (Global Positioning System). É extremamente importante que o receptor (aparelho) seja configurado para o sistema geodésico de trabalho. A maioria dos receptores GPS pode ser ajustada para vários dos sistemas mais utilizados no mundo e, geralmente, são de fácil configuração.

Quando se for coletar pontos de campo utilizando o sistema GPS, deve-se configurar alguns parâmetros no receptor. Por exemplo, o formato das coordenadas: graus, minutos, segundos; ou graus decimais, ou UTM, entre outras. Além disso, deve-se configurar o datum de referência: SAD69, WGS84, etc. e as unidades: métricas, milhas, etc. Lembre-se que, dependendo de suas bases de dados é necessário configurar o GPS de maneira que os dados coletados se integrem.

O GPS (Global Positioning System) é um sistema de transmissão de dados via satélite criado nos EUA para fins militares, mas pela sua enorme utilidade se disseminou pelo mundo inteiro também para uso civil. A concepção do sistema permite que um usuário, em qualquer local da superfície terrestre, tenha à sua disposição, no mínimo, quatro satélites, dos vinte e quatro em órbita que podem ser rastreados. Esse número de satélites permite o posicionamento em tempo real do ponto onde o usuário se encontra. Na Europa está sendo desenvolvido um sistema semelhante ao GPS, chamado Galileo, que pretende oferecer serviços de localização para todo o mundo.

As informações sobre o sistema geodésico utilizado devem sempre estar presentes na legenda dos mapas. Se em um projeto os mapas utilizados estiverem em sistemas geodésicos diferentes é necessário fazer uma padronização para a integração consistente dos dados. Essa padronização consiste na transformação de um sistema para outro e pode ser feita através de rotinas computacionais existentes na maioria dos programas de SIG em uso.

No caso específico desse programa de capacitação, a transformação entre sistemas geodésicos pode ser feita somente no TerraView, *que apresenta os sistemas mais utilizados. O TabWin não oferece essa ferramenta, se houver a necessidade de transformação terá de ser feita em outro programa.*

## • Escala Cartográfica •

O conceito cartográfico de **escala** é a relação entre uma medida de um objeto ou lugar sobre o mapa e sua medida real na superfície terrestre. Isso significa que as medidas efetuadas no mapa terão representatividade direta sobre seus valores reais no terreno. O conhecimento da escala de um mapa utilizado é um dos elementos fundamentais para seu entendimento e uso eficaz (Fitz, 2000).

Um mapa é sempre um modelo simplificado da realidade. Ele retrata todo o território mas em tamanho diminuído. A escala de um mapa informa quantas vezes as dimensões do terreno foram reduzidas, de modo a ser representado em uma folha de papel. A maioria dos mapas do Brasil que se vê nas paredes tem escala de 1:10.000.000 (lê-se um para dez milhões). Isso quer dizer que tudo o que existe no Brasil foi diminuído dez milhões de vezes. Se a distância entre o Rio de Janeiro e Recife é de 2000 quilômetros, no mapa vai ter apenas 20 centímetros. Quando desenhamos um bairro em uma folha de papel, geralmente usamos uma escala de 1:10000 (um para dez mil). Se no campo um quarteirão tem 100 metros de comprimento, no mapa ele fica com 1 centímetro.

Dois são as formas de apresentação da escala: **gráfica e numérica**.

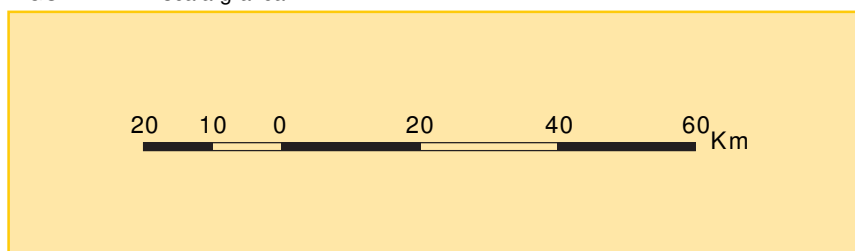
• A **escala numérica** é representada por uma fração, onde o numerador é a distância medida no mapa e o denominador é a distância correspondente medida no terreno real. É apresentada das seguintes formas:

1:5000 ou 1/5000

onde lê-se “um para cinco mil”. Nesse exemplo, uma unidade no mapa representa cinco mil unidades no terreno, isto é, um centímetro no mapa representa cinco mil centímetros no terreno.

• A **escala gráfica** é apresentada por uma barra com subdivisões semelhantes a uma régua, como mostra a figura 2.7. O tamanho de cada subdivisão representa a relação de seu comprimento com o valor correspondente no terreno. É bastante utilizada em mapas temáticos, principalmente elaborados em SIG, pela forma direta que pode ser utilizada para medir distâncias sobre os mapas.

FIGURA 2.7 - Escala gráfica.



Para se obter uma distância no terreno, tendo em mãos um mapa da área com a escala, basta medir no mapa a distância de interesse e usar uma “regra de três” simples montada da seguinte forma:

$$d \text{ — } 1$$

$$D \text{ — } N \rightarrow D = N \times d$$

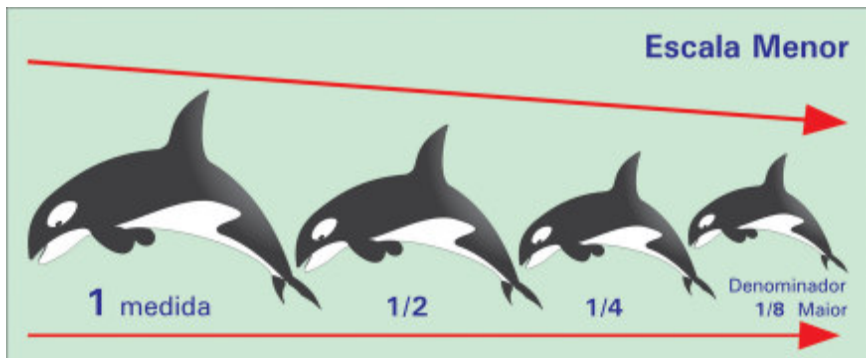
Onde, d = distância medida no mapa

N= denominador da escala (escala = 1/N)

D = distância real no terreno

O conceito de escala por se tratar de uma fração, muitas vezes causa confusão em relação à menor e maior. Lembre-se: quanto **maior** o denominador da fração, **menor** é a escala e vice-versa. A figura 2.8 mostra essa relação.

FIGURA 2.8 - Relação menor e maior em escala.



Marcelo Rabello - Múltiplos/CICT/FIOCRUZ

No caso da Cartografia, quanto **maior** o denominador **menor** serão os detalhes desenhados no mapa. Isso implica diretamente no nível de detalhamento dos mapas. Quanto maior a escala, maior o nível de detalhe representado, mas menor a área de abrangência do mapa. Veja na figura 2.9 a diferença de detalhamento em mapas de diferentes escalas.

FIGURA 2.9 - Escalas diferentes do mesmo local - diferentes detalhes (com dois mapas da mesma área com escalas diferentes).



Quando um objeto não tem tamanho real suficiente para ser representado, mas sua importância faz com que ele seja indispensável no mapa, faz-se o uso de símbolos para poder representá-lo.



O erro na cartografia é uma função principalmente da escala do mapeamento. O erro gráfico representa a componente final de todos os erros acumulados durante o processo de construção do mapa (campo, aerotriangulação, restituição, gravação e impressão) (Pina e Cruz, 2000).

O olho humano é capaz de distinguir uma linha de 0,1 mm de largura, porém um ponto só é percebido quando tem 0,2 mm de diâmetro. Por isso, o valor de 0,2 mm é adotado como a precisão gráfica e caracteriza o erro gráfico vinculado à escala de representação. Dessa forma, a precisão gráfica de um mapa é calculada da seguinte maneira: 0,2 mm x denominador da escala.

Para um exemplo onde a escala do mapa é 1:50000, o erro gráfico associado seria de:

$$0,2 \text{ mm} \times 50000 = 10000 \text{ mm} = 10 \text{ m}$$

Isso significa que as medidas feitas nesse mapa terão no máximo 10 m de precisão. Se para o usuário esse valor não atender aos seus objetivos, será necessário recorrer a outro mapa.

Na utilização de mapas digitais a escala e erro gráfico tendem a ser deixados em segundo plano, uma vez que, ao contrário dos mapas em papel, eles são dinâmicos e podem ser facilmente mudados de escala a partir de ferramentas de *zoom*, disponibilizadas em todos os programas. Mas isso não significa que não seja importante o conhecimento da escala original em que foi construído o mapa. Quando se amplia um mapa, os erros a ele associados são igualmente ampliados, o que pode inviabilizar operações de sobreposição entre mapas que foram construídos em escalas muito diferentes.

## • Sistema de Projeção •

Para localizar qualquer elemento na superfície terrestre utilizamos os **sistemas de coordenadas**. São sistemas de referência para posicionamento de pontos sobre uma superfície, seja ela uma esfera, um elipsóide ou um plano.

No caso do elipsóide e da esfera, usualmente empregamos um sistema de coordenadas, cartesiano e curvilíneo, que corta o globo terrestre em linhas imaginárias denominadas **paralelos** e **meridianos** que dão origem às medidas de longitude e latitude. Já para o plano, o sistema de coordenadas cartesianas X e Y é geralmente o mais usado.

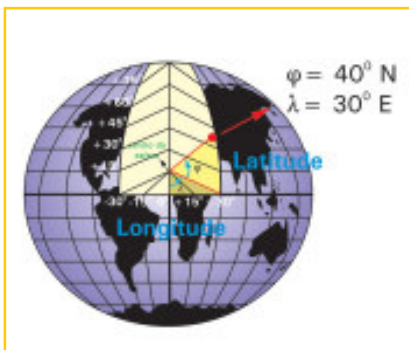
A utilização de sistemas de coordenadas estabelece os relacionamentos matemáticos necessários para o **georreferenciamento** (posicionamento) de um ponto na superfície terrestre.

### – Sistema de Coordenadas Geográficas

O **sistema de coordenadas geográficas** considera a Terra esférica, e que todo e qualquer ponto na superfície terrestre dista igualmente ao centro da Terra. É a maneira mais usual de representar as coordenadas de um mapa. O par de coordenadas nesse sistema recebe o nome de latitude (Y) e longitude (X) e são expressas através de unidades angulares: graus ( $^{\circ}$ ), minutos (') e segundos (").

O sistema de coordenada geográfica é bastante usado, principalmente por localizar de forma direta qualquer ponto sobre a superfície da Terra sem a necessidade de qualquer outra indicação. Para isso basta colocar no valor da coordenada o hemisfério a que pertence: N para norte ou S para sul e W para oeste ou E para leste.

**FIGURA 2.10** - Sistema de Coordenadas Geográficas - latitude e longitude.



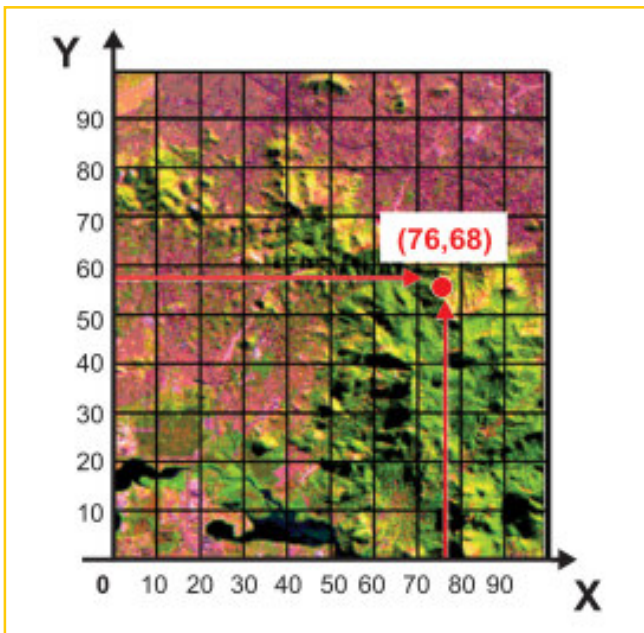
Marcelo Rabello - Multimeios/CICT/FIOCRUZ

Atenção quando precisar inserir um arquivo que contém pares de coordenadas, cada programa utiliza uma maneira de indicar norte, sul, leste e oeste. Alguns acrescentam à coordenada a letra N (norte) ou S (sul), E (este) ou O (oeste), outros usam o sinal de positivo (norte e leste) ou negativo (sul e oeste). No TabWin e Terra View, quando se deseja inserir um arquivo com as coordenadas de pontos, a indicação dos hemisférios é feita com os sinais positivo e negativo.

### – Sistema de Coordenadas Planas

O mais utilizado é o cartesiano, onde um ponto é definido por um par de coordenadas x e y. Esse sistema pode ser bi ou tridimensional, neste caso acrescenta-se a coordenada z, que indicará a altitude às outras duas.

**FIGURA 2.11** - Sistema de Coordenadas Planas.



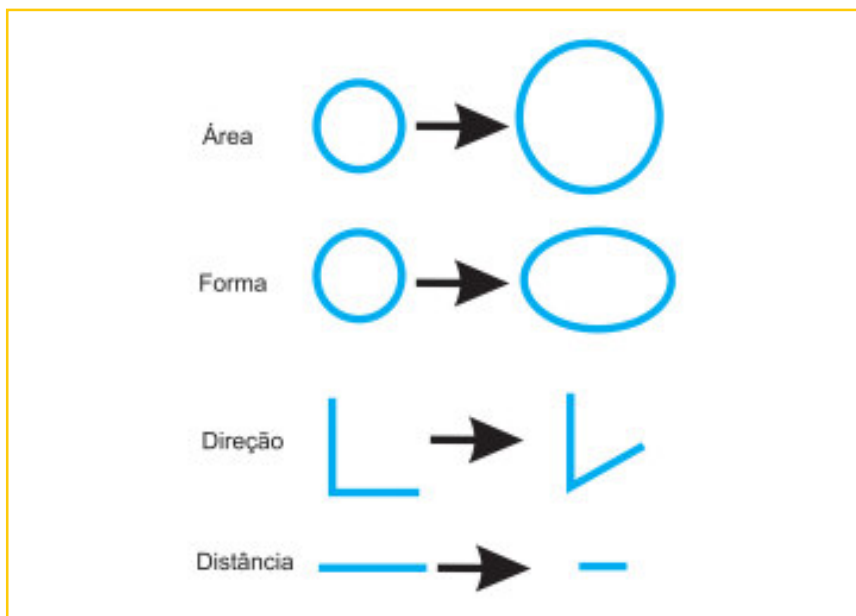
## • Projeções Cartográficas •

As **projeções cartográficas** nasceram da necessidade de representar a superfície terrestre aproximadamente esférica em um **plano**.

O estabelecimento da projeção cartográfica constitui um dos maiores desafios da Cartografia. Não é possível transformar uma superfície esférica em uma superfície plana sem deformações.

Os mapas, como resultados dessa transformação, sempre serão uma aproximação da representação da superfície terrestre. Não existe solução perfeita para esse problema, mas dependendo do objetivo do mapa as distorções podem ser minimizadas quanto à forma, direção, área ou distância.

FIGURA 2.12 - Tipos de deformação.



### - Sistema Universal Transverso de Mercator - UTM

A conhecida projeção UTM é na verdade um sistema da projeção transversa de Mercator conforme de Gauss. Adotado em 1955 pelos órgãos responsáveis pelo mapeamento sistemático do país, gradativamente foi sendo adotado para os mapeamentos topográficos de qualquer região, sendo hoje bastante utilizado em variados tipos de levantamentos.

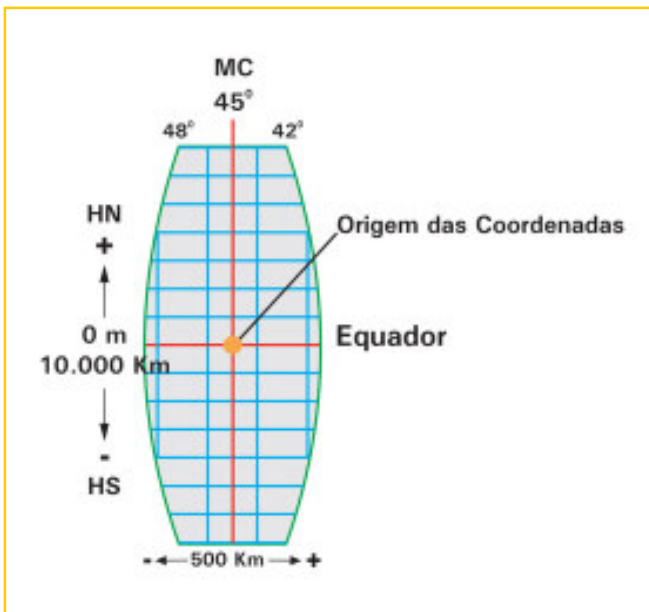
As principais características do sistema UTM são:

- A Terra é dividida em 60 fusos de 6 graus de longitude (Figura 2.13), numerados a partir do antimeridiano de Greenwich (180 graus), seguindo de oeste para leste até o fechamento neste mesmo ponto de origem;
- Cada fuso possui um meridiano central (MC) que o divide exatamente ao meio, sendo o seu valor igual ao do limite inferior do fuso mais 3 graus;
- A contagem de coordenadas é idêntica em cada fuso e tem sua origem a partir do cruzamento entre a linha do Equador e o meridiano central do fuso;
- A extensão em latitude vai de 80 graus Sul até 84 graus Norte, ou seja, vai até as calotas polares.

FIGURA 2.13 - Mapa do Brasil com fusos UTM.



FIGURA 2.14 - Esquema do fuso UTM.



Marcelo Rabello - Multimeios/CICT/FIOCRUZ

A origem das coordenadas no sistema UTM se dá no cruzamento da linha do Equador com o meridiano central de cada fuso. Portanto as mesmas coordenadas se repetem em cada fuso, o que torna necessário o conhecimento acerca da numeração do fuso ou da coordenada do Meridiano Central, já que estes são os únicos parâmetros que distinguem os fusos.

Para evitar coordenadas negativas são acrescentadas as seguintes constantes:

- 10.000.000 m para o Equador no hemisfério sul (no hemisfério norte o Equador recebe o valor de 0m). As coordenadas vão diminuindo em direção ao pólo sul e aumentando em direção ao pólo norte.

- 500.000 m para o meridiano central de cada fuso. As coordenadas vão aumentando para leste e diminuindo para oeste do Meridiano Central.

A figura 2.14 apresenta esquematicamente um fuso e a contagem de coordenadas UTM.

A simbologia adotada para as coordenadas UTM é: N = para as coordenadas NORTE-SUL; e E = para as coordenadas LESTE-OESTE.

O conhecimento do fuso, como já foi dito, é fundamental para o posicionamento correto das coordenadas do Sistema UTM. O seu cálculo pode ser efetuado facilmente através da seguinte fórmula:

$$\text{Fuso} = \text{inteiro} ((180 \pm \lambda) / 6) + 1$$

Onde  $\lambda$  é a latitude em graus

## 2.7 - Unidades Espaciais de Dados

Como já foi visto, os dados espaciais podem ser representados por pontos, linhas ou polígonos. Para cada tipo de expressão tem-se técnicas de análise espacial específicas. Quando no estudo, os dados serão analisados em áreas, é necessário definir qual a unidade espacial será utilizada, isto é, qual será o nível de agregação dos dados brutos.

A escolha da unidade espacial de análise influencia diretamente na definição dos métodos de coleta e organização dos dados que serão inseridos no sistema. A adoção de unidades espaciais como unidades discretas, pressupondo que sejam independentes, tem sido uma das estratégias mais utilizadas e criticadas nos estudos ecológicos (Nurminen, 1995).

Alguns critérios para a escolha de unidades espaciais de análise devem ser considerados: a disponibilidade e qualidade dos dados para a unidade escolhida, o reconhecimento da unidade espacial por parte da população, a existência de grupos populacionais organizados e de instâncias administrativas na unidade, homogeneidade interna dos dados de interesse e heterogeneidade externa, de modo a apontar gradientes de risco, entre outras (Barcellos e Santos, 1997).

Além disso, é importante considerar o tamanho da unidade espacial escolhida. Se por um lado o trabalho em pequenas unidades espaciais traz uma maior precisão na localização de eventos, permitindo aperfeiçoar estimativas de exposição (Vine et al., 1997), por outro pode ocasionar instabilidade de taxas. A agregação de dados em unidades maiores reduz essa instabilidade, mas pode falsear informações, construindo grandes médias que apagam diferenciais internos (Carvalho e Cruz, 1998).

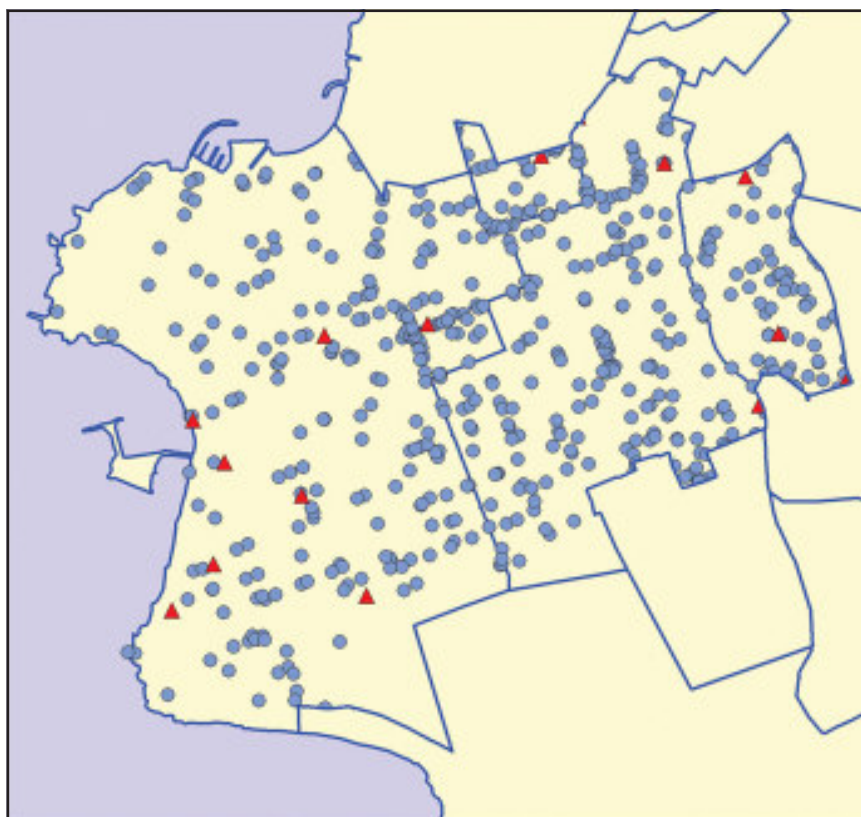
Os dados epidemiológicos são coletados segundo a lógica territorial do SUS, com níveis crescentes de hierarquia e com objetivos, antes de tudo,

administrativos. Dessa 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.

Mas o trabalho com o SIG permite que se adotem outras unidades espaciais que melhor reflitam a distribuição de um determinado fenômeno no espaço, através da **Agregação de dados** que estão contidos em diferentes camadas.

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 (Malta et al., 2001). 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. Veja o exemplo:

FIGURA 2.15 - Eventos de saúde e área de abrangência.



Fonte: SMS - Porto Alegre

A figura mostra pontos sobrepostos a polígonos que representam áreas de abrangência de postos de saúde. Os pontos em azul mostram os endereços de nascidos vivos e os pontos em vermelho os óbitos infantis no mesmo período. A taxa de mortalidade infantil é calculada dividindo-se o número de pontos de óbitos pelo número de nascimentos. A unidade de análise, nesse caso, é a área de abrangência. A operação matemática que se está realizando é a agregação de dados. Isso pode ser feito através da relação geométrica que existe entre os pontos e os polígonos. Podemos contar quantos pontos vermelhos estão contidos dentro da área maior (mais a oeste). São 7 pontos vermelhos. Essa mesma área contém 281 pontos azuis.

A taxa de mortalidade infantil nessa área é de:

$$\text{TMI} = (7/281) * 1000 = 24,9 \text{ por mil nascidos vivos}$$

Essa operação, que é ao mesmo tempo matemática e geométrica, é possível em um SIG desde que os dados originais estejam desagregados e que tenhamos a camada de áreas de abrangência e de pontos de nascimentos e óbitos.

Uma das formas mais utilizadas para representar o espaço geográfico não é a localização de todos os objetos geográficos existentes neste espaço. A estratégia mais comum é o uso de polígonos que representam território, que muitas vezes têm caráter político-administrativo. Dentro desses territórios existe uma população e, por sua vez, esta população tem um perfil epidemiológico. Também nesses territórios existem condições ambientais e sociais que podem promover melhores situações de saúde ou gerar riscos. Assim, o mapeamento é feito com base em unidades espaciais discretas, representadas como polígonos no mapa e a estes polígonos estão associados dados tabulares que vão permitir elaborar mapas temáticos.

O que caracteriza essas unidades espaciais é que elas contêm dados (atributos) que são independentes dos dados das demais unidades. Quando se produz um mapa de um indicador social, por exemplo, se está assumindo que este indicador é o resultado de todas as condições internas deste polígono e não de outros polígonos.

Essas condições podem ser uma boa aproximação para alguns indicadores sociais (como as condições de habitação e renda). Mas pode ser imprecisa para outros tipos de dados, como os ambientais e mesmo dados epidemiológicos. Por exemplo, com base nos dados do censo podemos afirmar que 22% dos habitantes do município do Rio de Janeiro moram em favelas. Esse dado não vai ser representado em um mapa de favelas, que são objetos geográficos, como vimos anteriormente. Essa é uma característica (um atributo) do município. Por isso, o polígono do município é que vai ser representado com cores que mostrem o valor deste indicador para todo o município e para podermos comparar este valor com os de outros municípios. As favelas não

são representadas, mas seus dados são agregados e atribuídos a uma unidade espacial maior que é o município. Não podemos afirmar que esse dado não serve para análise somente por ser um dado agregado. Ele tem um grande valor se pensarmos no planejamento de cidades e na priorização de políticas públicas de habitação.

FIGURA 2.16 - Distribuição das favelas no município do Rio de Janeiro em 2000.

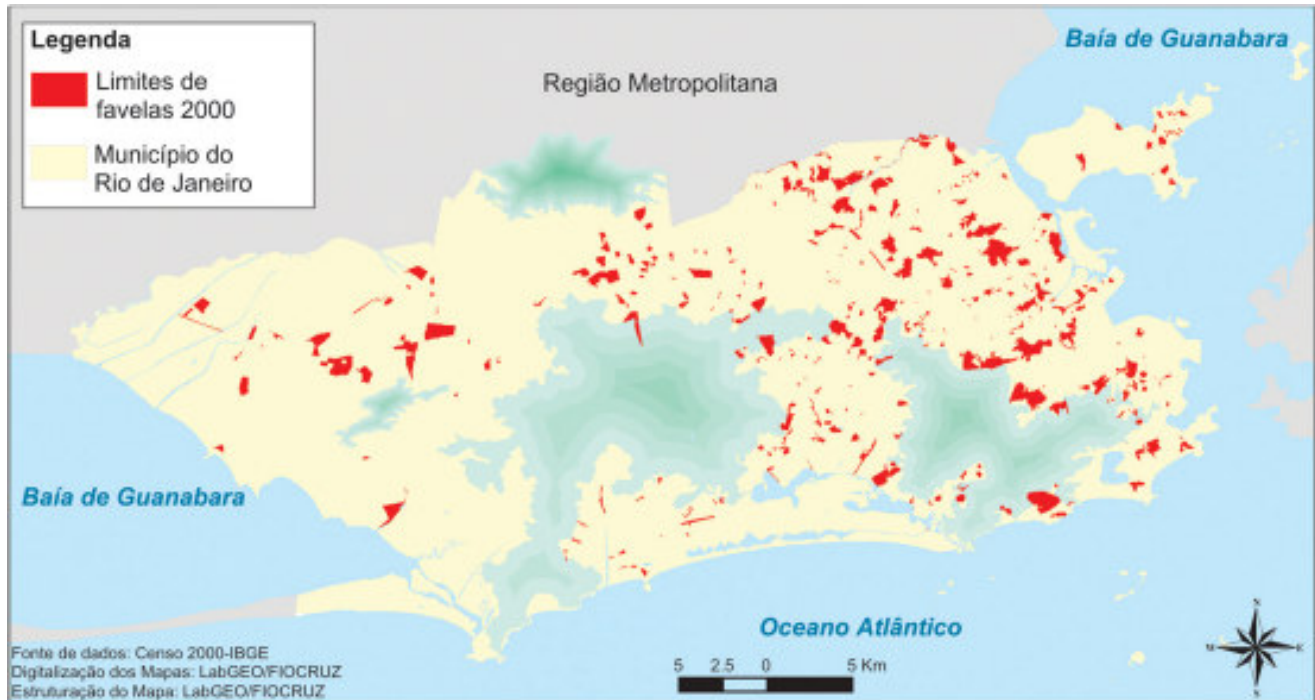
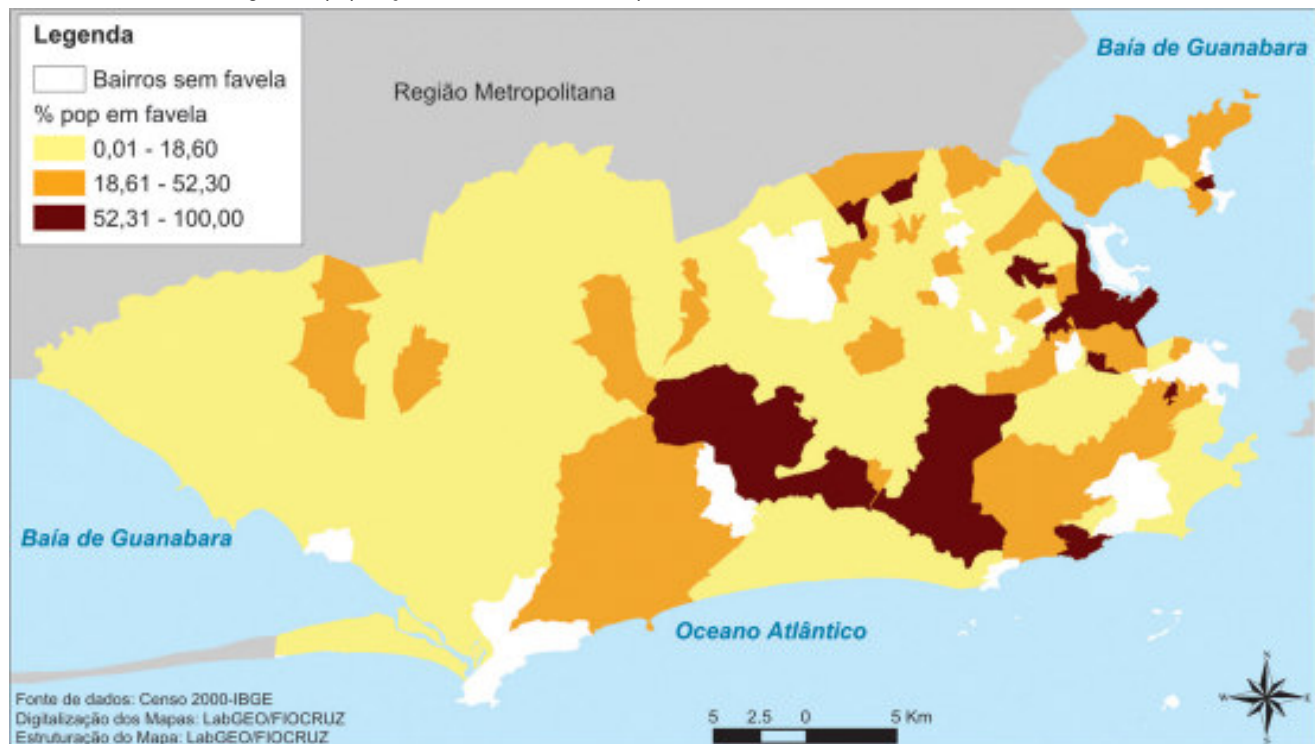


FIGURA 2.17 - Porcentagem de população em favelas no município do Rio de Janeiro em 2000.





### **Agregação de dados**

Todos os eventos de saúde – o nascimento, a infecção, o adoecimento, a morte – se manifestam em pessoas. Essas pessoas não estão distribuídas aleatoriamente no espaço, mas essa distribuição é determinada por fatores históricos e socioeconômicos. Por isso, ao se trabalhar com registros de saúde para avaliar riscos, deve-se estimar a probabilidade de um evento ocorrer, ponderada pela distribuição de população. A forma mais usual de se considerar a distribuição da população na avaliação de riscos é a agregação de dados demográficos e de saúde em unidades espaciais para posteriormente calcular indicadores epidemiológicos.

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 possui campos de identificação do município. Por outro lado, as bases cartográficas devem conter campos que permitam o relacionamento com as bases de dados. É, a partir do relacionamento entre base de dados e base cartográfica, que se podem realizar diversos procedimentos comuns do geoprocessamento, como a análise estatística, gerência de informações gráficas e não-gráficas, operações espaciais e representação gráfica de resultados. Entre os possíveis campos indexadores dessas bases dispõe-se do nome (completo) do município, código do município (padronizado pelo IBGE) e como campos auxiliares as siglas e códigos dos estados.

Existem outras unidades espaciais que podem ser usadas para demonstração de indicadores em mapas. Dentre as possíveis unidades espaciais de agregação de dados ambientais e de saúde encontram-se o setor censitário, o bairro, a bacia hidrográfica, o distrito sanitário, o distrito administrativo (subdivisão do município), as regionais de saúde, além do município. Essa escolha influirá sobre a forma e estrutura que terão a base de dados e a base cartográfica.

As unidades espaciais hierárquicas são unidades que possibilitam a agregação sem que, qualquer porção das unidades menores fique dividida em duas ou mais áreas da unidade de agregação maior. A figura 2.18 mostra um esquema de unidades espaciais hierárquicas. Unidades espaciais hierárquicas compartilham limites comuns. Como exemplos de unidades hierárquicas podemos citar os municípios que são contidos em toda sua completude nas unidades de federação. As microbacias hidrográficas são contidas em meso-bacias, sem que nenhuma porção pertença a uma meso-bacia diferente.

FIGURA 2.18 - Unidades hierárquicas.



As unidades espaciais não-hierárquicas não possuem limites comuns, isto é, porções de áreas das unidades menores podem ser divididas em unidades maiores. Unidades espaciais não-hierárquicas não compartilham limites comuns. Se sobrepujarmos os limites de municípios aos limites das bacias hidrográficas perceberemos que os limites da bacia não respeitam os limites do município. Existem municípios que têm parte do seu território em uma bacia e parte em outra bacia. Essas unidades são consideradas não-hierárquicas.

FIGURA 2.19 - Unidades não-hierárquicas.



Geralmente dados socioeconômicos são disponibilizados agregados em unidades administrativas: bairros, municípios, UF, etc.

Já dados de ambiente são disponibilizados em unidades naturais impostas por fronteiras topográficas: bacias hidrográficas, áreas de vegetação, etc.

Dados de saúde são muitas vezes disponibilizados por unidades administrativas bem definidas, como por exemplo municípios, mas ocorre também a disponibilização em áreas mais específicas da administração da Saúde, como por exemplo, distritos sanitários.





Capítulo

---

# Análise de Dados Espaciais

Maria de Fátima de Pina

---

Mônica de Avelar F. M. Magalhães

---

Evangelina X. G. Oliveira

---

Daniel Albert Skaba

---

Christovam Barcellos

---

## Capítulo 3:

### Análise de Dados Espaciais

#### 3.1 - Dados espaciais

pág. 87

Estrutura de armazenamentos  
de dados gráficos

pág. 87

Modelo Matricial ou raster

Modelo vetorial ou vector

Dados não-gráficos

pág. 89

Estrutura de armazenamento de dados não-gráficos

Geocodificação

pág. 90

#### 3.2 - Mapeamento Temático

pág. 91

#### 3.3 - A linguagem cartográfica

pág. 98

#### 3.4 - Interpretação de mapas para a saúde

pág. 102

Comparação entre mapas

pág. 106

Sobreposição entre camadas e  
interpretação visual

pág. 110

#### 3.5 - Mapeamento de Fluxos

pág. 112

---

## 3.1 - Dados espaciais

A maioria dos programas de SIG organiza os dados gráficos em forma de camadas, também chamadas planos de informação ou *layers*. Cada camada representa um tema (rios, estradas, bairros, ferrovias, etc.) que se integram através do relacionamento espacial, isto é, das coordenadas geográficas.

Para a integração de camadas é necessário verificar se todos os planos estão com mesmo sistema de projeção e sistema geodésico. E se as escalas dos documentos de onde esses dados gráficos se originaram podem ser integradas. Se os mapas estiverem em sistemas diferentes devem ser padronizados. Todos os programas de SIG permitem essa conversão, como é o caso do Terra View. O TabWin, como programa de visualização, não permite essa conversão.

A definição de quais temas e planos de informação irão compor o SIG, faz parte da modelagem do sistema (Pina, 2000) e deve ser realizada pelas equipes de implementação, técnicos, usuários e gestores, de acordo com o objetivo do sistema.

A organização em planos de informação permite combinar apenas as informações de interesse, facilitando e agilizando as análises, e novas informações podem ser facilmente incorporadas.

O resultado de análise ou a integração de vários níveis pode gerar um novo plano de informação.

### • Estrutura de armazenamentos de dados gráficos •

Os dados gráficos descrevem a localização, os objetos geográficos e os relacionamentos espaciais entre os objetos, ou seja, a descrição gráfica do objeto como simbolizado em um mapa: coordenadas, códigos, símbolos.

Existem duas maneiras utilizadas para armazenar os dados gráficos em ambiente SIG: o modelo vetorial e o modelo matricial (*raster*). A maioria dos SIG de hoje suporta as duas estruturas e permite ao usuário efetuar transformações entre elas, contudo ambas possuem vantagens e desvantagens dependendo da utilização a que se destinam. No caso dos programas gratuitos existentes no Brasil, o TabWin trabalha somente com dados vetoriais, enquanto o Terraview e o Spring aceitam dados tanto vetoriais quanto matriciais.

### – Modelo Matricial ou *raster*

No **modelo matricial** a área em estudo é dividida em células formando uma grade regular (matriz). Essas células são também chamadas de *pixel* (que vem de picture cell). A posição da célula é definida pela linha e pela coluna onde estão localizadas na grade. A cada célula é associada uma porção do terreno, assim a localização dos elementos geográficos representados se dá em função da posição das linhas e colunas onde se encontram. Cada célula armazena um valor que indica o tipo de objeto que se encontra naquela posição. E os elementos da superfície terrestre são representados por um conjunto de *pixels*, seja ele um ponto, uma linha ou uma área. Dependendo da resolução espacial da matriz, o ponto pode ser representado por uma única célula ou por um conjunto delas. A resolução espacial da matriz está diretamente ligada à área que cada célula representa; quanto maior o tamanho da célula, menos detalhes será capaz de representar e portanto menor será a resolução espacial. Da mesma maneira que uma fotografia digital armazena uma imagem como um conjunto de pixels. Menores os pixels, maior a resolução e mais memória computacional será utilizada. A figura 3.1 mostra um exemplo de armazenamento pelo método matricial.

FIGURA 3.1 - Modelo matricial.

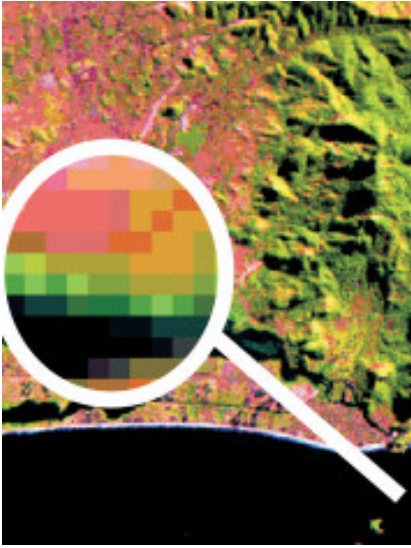


FIGURA 3.2 - Modelo vetorial.



### – Modelo vetorial ou *vector*

No **modelo vetorial** qualquer elemento da superfície terrestre é representado por pares de coordenadas, que marcam pontos existentes. Todas as demais formas (linhas e polígonos) são formadas por derivações desses pontos.

O ponto é representado por um par de coordenadas (x, y) e os elementos assim representados são os que não possuem dimensões espaciais na escala de representação escolhida. As linhas são formadas por uma lista de pontos e representam elementos que possuem dimensão linear, por exemplo, estradas e rios. O polígono é formado por uma cadeia fechada de linhas e representa elementos bidimensionais, por exemplo, um bairro ou um município.

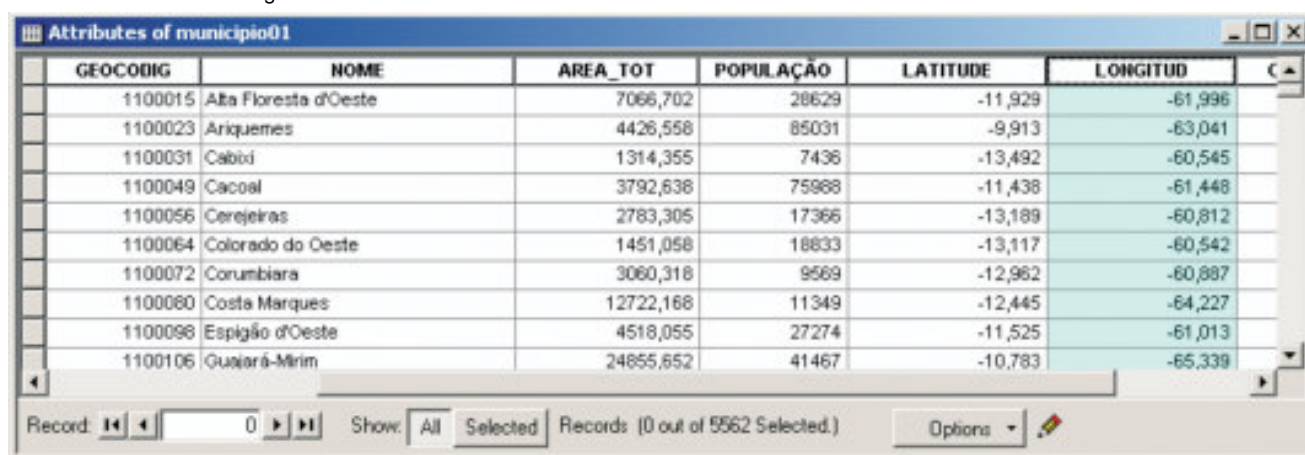


- Dados não-gráficos •

Os Dados não-gráficos descrevem fatos e fenômenos, sociais e naturais, representados no mapa, também podem ser chamados de textual ou atributivo. Fornecem informações descritivas acerca de objetos gráficos (características ou relacionamentos de objetos na representação cartográfica). Os componentes gráficos e não-gráficos têm características distintas, o que exige técnicas particulares para otimizar seus gerenciamentos; normalmente ficam armazenadas em bases de dados distintas, embora alguns programas já utilizem uma base única.

Podemos diferenciar os **dados não-gráficos**, classificando-os em duas categorias: atributivos e dados geograficamente referenciados ou textuais.

FIGURA 3.3 - Dados não-gráficos.



GEOCODIG	NOME	AREA_TOT	POPULAÇÃO	LATITUDE	LONGITUD
1100015	Alta Floresta d'Oeste	7066,702	28629	-11,929	-61,996
1100023	Ariquemes	4426,558	85031	-9,913	-63,041
1100031	Cabixí	1314,355	7436	-13,492	-60,545
1100049	Cacoal	3792,638	75988	-11,438	-61,448
1100056	Cerejeiras	2783,305	17366	-13,189	-60,812
1100064	Colorado do Oeste	1451,058	18833	-13,117	-60,542
1100072	Corumbiara	3060,318	9569	-12,962	-60,887
1100080	Costa Marques	12722,168	11349	-12,445	-64,227
1100098	Espigão d'Oeste	4518,055	27274	-11,525	-61,013
1100106	Guajará-Mirim	24855,652	41467	-10,783	-65,339

Dados atributivos: esses dados descrevem características dos objetos gráficos. Se ligam ao elemento gráfico através do **geocódigo**, que são identificadores comuns presentes tanto na base gráfica quanto na não-gráfica. Nesta classe incluem-se os dados qualitativos e quantitativos que descrevem os objetos gráficos da base de dados. Por exemplo: uma base de dados que represente os municípios de um estado pode conter como seus dados atributivos o nome do município, sua população, sua renda *per capita*, entre outros. Os SIG permitem fazer pesquisas nos atributos e gerar resultados considerando apenas o atributo de interesse.

Dados geograficamente referenciados: geralmente esses dados ficam armazenados em arquivos separados e não diretamente associados aos objetos gráficos contidos numa base (Pina, 2000). Porém esses dados contêm elementos que identificam a localização do evento ou fenômeno.

São exemplos desse tipo de dados, número de casos de dengue, que pode estar associado ao bairro ou setor censitário, ou ainda número de óbitos por causas externas que pode estar associado ao município.

### - Estrutura de armazenamento de dados não-gráficos

O armazenamento e organização dos dados não-gráficos em um SIG são feitos por um Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD). A maioria dos SIG utiliza o modelo relacional onde os dados ficam armazenados em tabelas e cada linha corresponde a uma ocorrência e cada coluna a um atributo.

A rapidez de recuperação e resposta de um SIG pode ser associada ao sistema de gerenciamento de banco de dados (SGDB) utilizado.

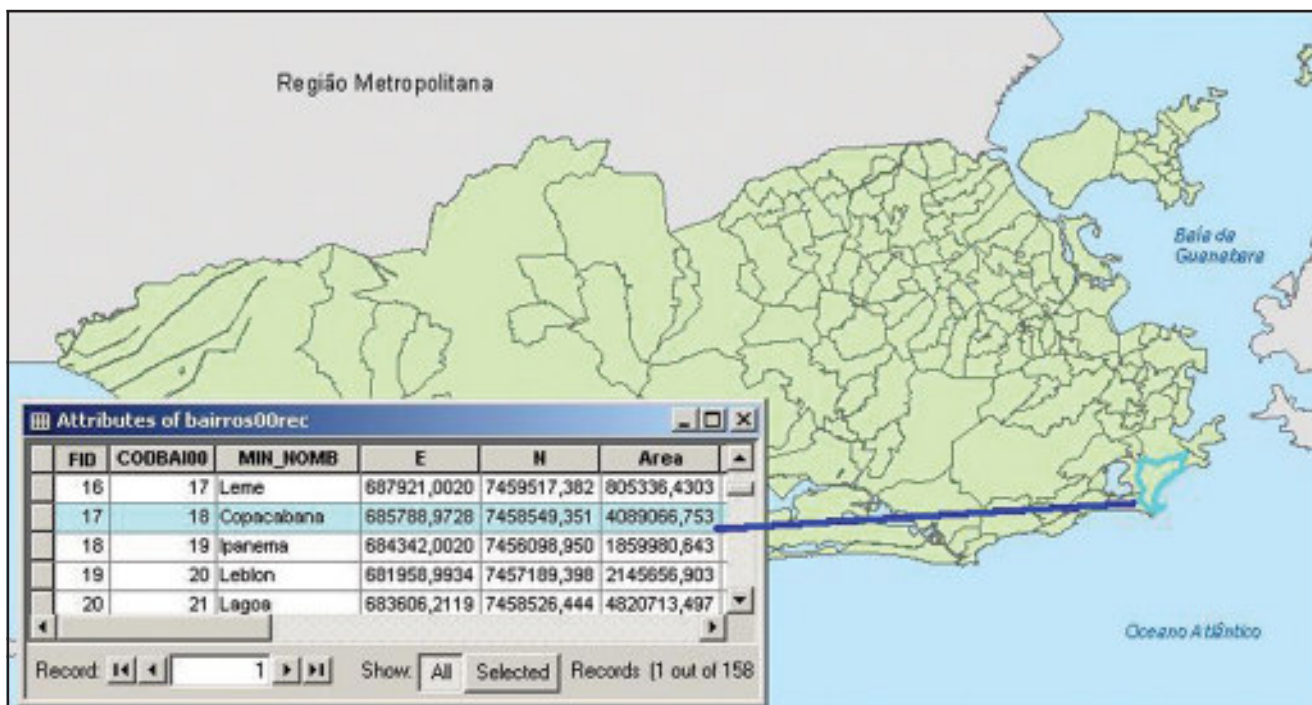
O método mais utilizado de se estabelecer os relacionamentos entre as duas bases de dados é através do armazenamento de códigos comuns, que identificam univocamente cada elemento do tema. Esses códigos são chamados de “**chave primária**”.

### • Geocodificação •

Geocodificação é o processo pelo qual se estabelece o relacionamento entre a base gráfica e a não-gráfica em um SIG. A Geocodificação é feita através de um código comum em ambas as bases de dados, chamado de geocódigo. Os geocódigos devem ser unívocos, isto é, não pode haver códigos iguais para representar elementos diferentes ou vice-versa.

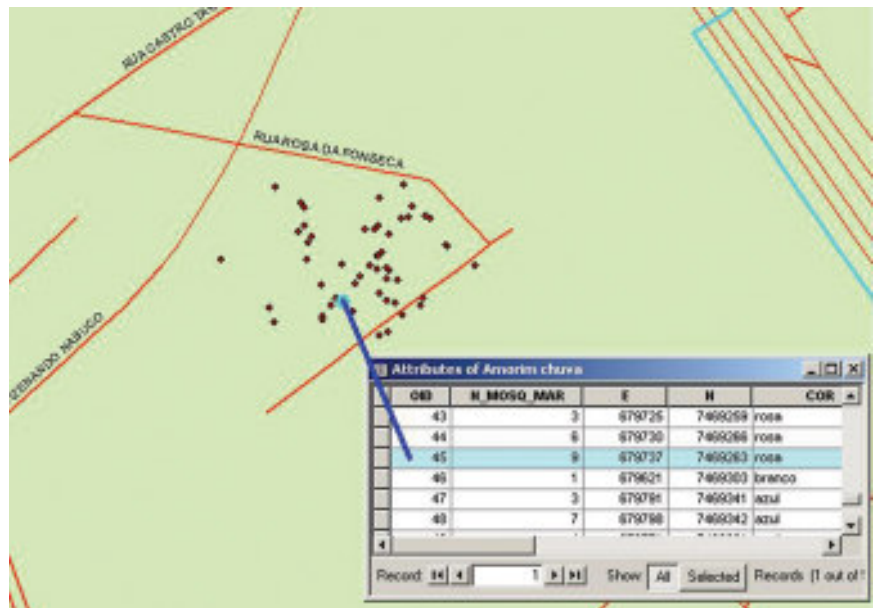
A figura 3.4 mostra os geocódigos de uma base de bairros do município do Rio de Janeiro.

FIGURA 3.4 - Geocodificação por polígono.



A Geocodificação pode ser feita através da indicação da localização geográfica. Para isso deve-se incluir campos referentes às coordenadas geográficas na base de dados não-geográfica como mostra a figura 3.5.

FIGURA 3.5 - Geocodificação por coordenadas.



## 3.2 - Mapeamento Temático

O resultado mais usual da utilização de SIG são mapas que apresentem as informações de interesse ou o resultado de alguma análise espacial. Esses mapas, chamados de temáticos, são destinados a um tema específico que exprime conhecimentos particulares para uso geral.

Os **mapas temáticos**, geralmente, baseiam-se em outros mapas pré-existentes, por isso para se ter um bom resultado é fundamental o conhecimento preciso das características da base cartográfica de origem e das informações que a ela serão associadas.

Como já foi visto anteriormente, a definição de quais as informações serão incorporadas ao SIG e em quais temas e planos de informação serão organizadas, são estabelecidas pela equipe de implementação (técnicos, usuários e gestores), que devem levar em consideração o objetivo do sistema e os tipos de análises e resultados esperados.

Uma criteriosa organização das informações nas camadas estabelecidas permite que no futuro não haja problemas e impossibilidades na realização de alguma análise ou na obtenção de resultados.

Comunicar, transmitir e compartilhar um conhecimento são ações cotidianas de todos aqueles que trabalham na área da Saúde. Esta não é, no entanto, uma tarefa simples e muitas vezes o discurso textual não é suficiente para a disseminação desse conhecimento. Gráficos, tabelas, análises estatísticas, diagramas e outros recursos de expressão são cada vez mais comuns à comunicação, independentemente do público-alvo ser uma comunidade especializada ou não (Castiglione e Pina, 2004). Quando se trata do comportamento de um fenômeno no espaço geográfico, um dos meios mais adequados à comunicação desse conhecimento é o **mapa**. O mapa é, portanto, um meio de comunicação do conhecimento, que utiliza uma linguagem muito específica, a **linguagem cartográfica**, composta por um conjunto de símbolos e convenções. Com a evolução dos SIG, os mapas deixaram de ser apenas meios de comunicação e, juntamente com as técnicas de estatística espacial, passaram também a ser instrumentos essenciais para a análise geográfica. Em suma, deixaram de ser meios passivos de comunicação do conhecimento e passaram a ter um papel ativo na produção do conhecimento.

Normalmente, qualquer processo de análise ou visualização de dados nos SIG resulta na apresentação de mapas. Esses mapas, de acordo com os objetivos, podem ser classificados em: **mapas gerais**, que como o próprio nome diz contêm informações de aspecto geral, como planimetria ou altimetria; **mapas especiais**, que são muito específicos e técnicos e atendem a situações muito particulares, como por exemplo, as cartas náuticas e aeronáuticas; e **mapas temáticos**, que são construídos a partir dos mapas gerais, têm como objetivo principal a visualização de um determinado tema e são destinados a diversas áreas do conhecimento, entre elas a Saúde Pública. Os mapas temáticos podem ter diferentes níveis de leitura: desde o mais elementar, em que o mapa é utilizado apenas para visualizar a localização de eventos, até o mais complexo em que o mapa é utilizado para comparar e identificar tendências e padrões espaciais, ou ainda para determinar a associação espacial das informações representadas (Iñiguez Rojas et al., 2000; Silva, 2006).

Ao contrário dos mapas gerais e especiais, que são construídos por grandes equipes de profissionais especializados (engenheiros cartógrafos, topógrafos, técnicos de cartografia), os mapas temáticos normalmente são produto do trabalho de equipes mais reduzidas, formadas por especialistas no tema a ser representado. O desenvolvimento dos programas de SIG, a redução dos custos dos computadores e dos programas e a crescente disponibilidade de dados ambientais, socioeconômicos e de saúde que têm acontecido nas duas últimas décadas, têm impulsionado a construção de mapas temáticos por profissionais das mais distintas áreas, onde a Saúde não é exceção. Dessa maneira, um número de usuários cada vez maior se aventura numa área que até recentemente era restrita aos cartógrafos (Castiglione e Pina, 2004). A facilidade trazida pelos programas informáticos na construção de mapas

temáticos, no entanto, pode ser perigosa, uma vez que, se por um lado democratizou a construção de mapas, por outro lado permite que usuários mal-informados e despreparados construam mapas utilizando técnicas inadequadas para o tipo de dados ou para a natureza dos fenômenos que procuram retratar. Os programas de SIG dispõem de uma grande diversidade de símbolos e de recursos para a representação dos objetos ou fenômenos, e apresentam uma série de opções padrão (*default*) para a construção do mapa, que nem sempre (aliás quase nunca) conduzem a bons resultados, mas que dão ao usuário leigo a sensação de que é muito fácil construir um mapa.

Construir mapas interessantes, atrativos e cientificamente corretos não é tão fácil como se possa pensar. Não basta ter os dados e saber usar os programas de SIG. É preciso também ter conhecimento técnico sobre os princípios da representação gráfica, conhecer os fenômenos que se quer retratar e dispor de dados, além de ter criatividade, bom senso e obviamente experiência (Silva, 2006). Ao construir o mapa é necessário ainda ter em mente os objetivos da representação e o público-alvo. Se o mapa é um meio de comunicação, ao construí-lo é preciso saber como “contar a história” (Silva, 2006) ou, como diz Tyner (1992) “saber como dizer, o quê, a quem”. Os programas de SIG, se usados sem critérios, simplesmente auxiliam a criar mapas ruins mais rapidamente.

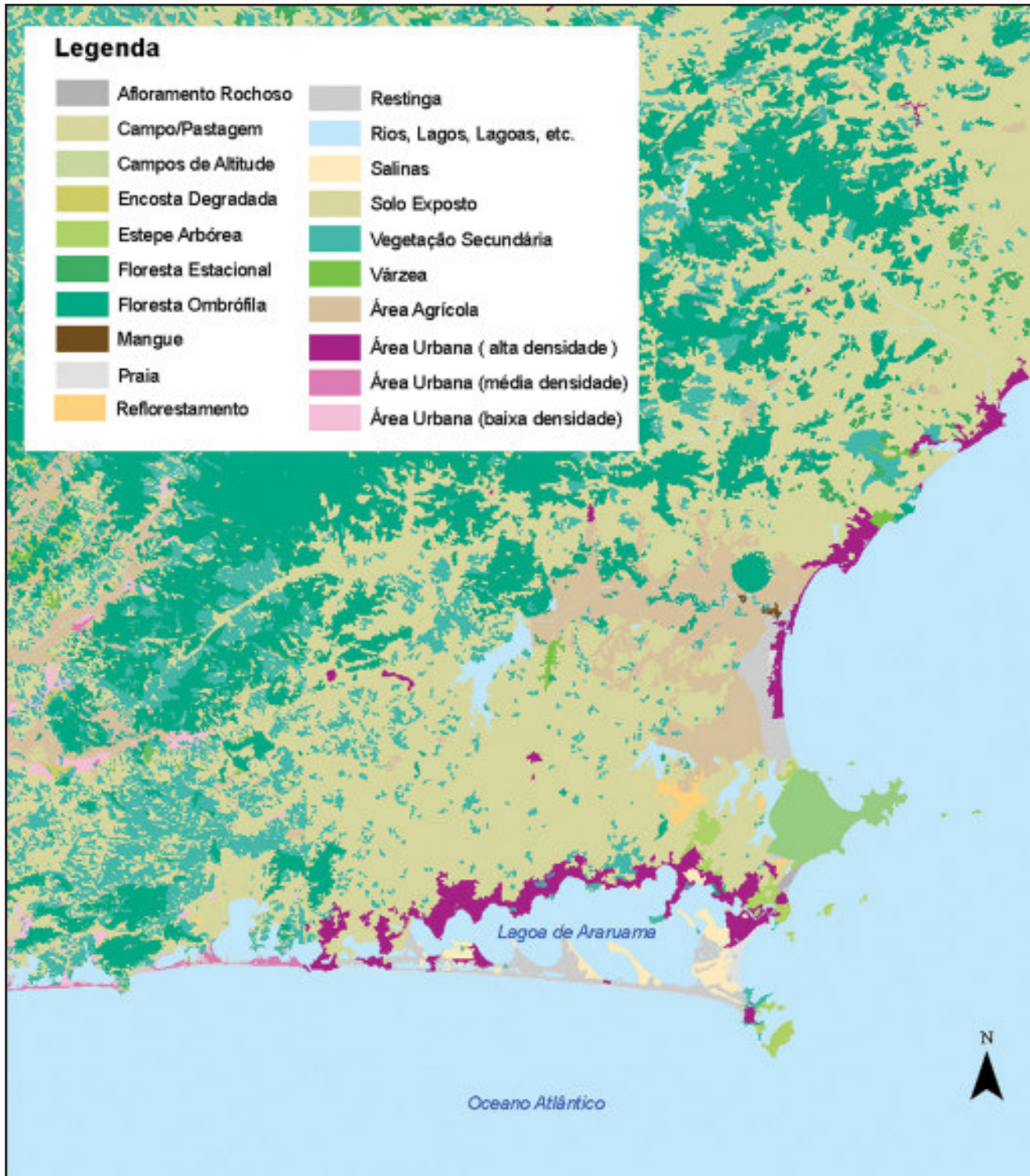
Um mapa é, necessariamente, uma abstração da realidade. As variações geográficas do mundo real são infinitamente complexas e para conter com precisão todos os dados descritivos do mundo real, um SIG teria de possuir um banco de dados infinito. Dessa forma, os dados armazenados sobre uma determinada região, de alguma maneira precisam ser reduzidos a um número finito para poderem ser manipulados, ou seja, é preciso abstrair da realidade e selecionar apenas as informações relevantes para cada estudo. O mapa não é uma representação **fotográfica** da realidade, mas sim uma representação **gráfica**. Ao contrário da fotografia, onde todos os elementos visíveis estão presentes, num mapa é preciso encontrar uma solução equilibrada entre a quantidade, a complexidade e o tipo de informação que irá ser representada. Se existir muita informação importante, então o ideal é fazer vários mapas em vez de acumular informação numa única figura. É um erro tentar que um único mapa responda a diversas questões. A simplificação de uma imagem facilita a comunicação com o leitor do mapa (Silva, 2006).

Na representação gráfica da informação é fundamental ter em consideração as características dos dados disponíveis. Nem todas as representações são adequadas para todos os tipos de dados. As informações a serem representadas num mapa temático apresentam características específicas e devem ser trabalhadas com muito cuidado.

Os mapas temáticos podem ser qualitativos ou quantitativos. Os primeiros mostram categorias (qualidades), ou seja, mostram a distribuição espacial ou a localização de determinadas características da região mapeada. Nesse tipo

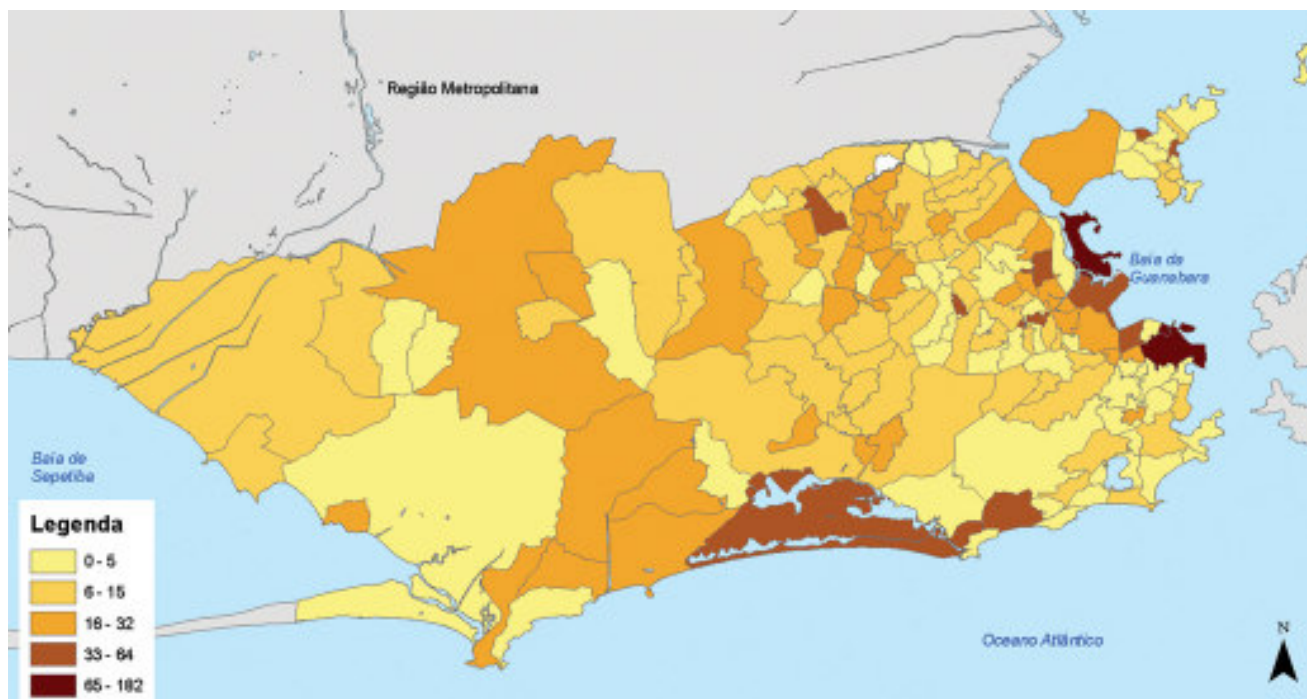
de mapa não se pode determinar quantidades, nem criar uma ordem hierárquica de classes, já que não existe nenhum valor numérico associado às diferentes categorias. Um exemplo é um mapa de uso dos solos, em que as classes podem ser: solo agrícola, floresta, solo urbano, etc.

FIGURA 3.6 - Mapa qualitativo - Uso do solo.



Os mapas quantitativos apresentam a distribuição de uma determinada variável, ou seja, mostram o quanto de uma determinada variável está presente em uma área.

**FIGURA 3.7** - Mapa quantitativo - Taxa de ocorrência de óbitos por acidente de trânsito nos bairros do Rio de Janeiro.



Souza, 2006

Ao produzir um mapa é necessário inicialmente identificar a natureza dos dados. Existem diversas maneiras de se classificar os dados. De acordo com o período de referência a que dizem respeito, podemos classificá-los em seccionais, quando os valores se referem a apenas um período, e temporais quando envolvem valores relativos a diversos períodos, que evoluem cronologicamente ao longo do tempo (Silva, 2006).

Podemos ainda fazer uma subdivisão em variáveis qualitativas nominais, quando as categorias têm a mesma importância (ex. sexo feminino e masculino), ou ordinais, quando está subjacente uma ordem, ou seja, uma hierarquia das categorias (ex. muito ricos, ricos, médios, pobres, muito pobres, ou ainda, ensino superior, ensino secundário, ensino primário) (Silva, 2006). Já as variáveis quantitativas podem dividir-se em contínuas ou discretas. São contínuas se forem relativas a dados que podem assumir todos os valores de um intervalo. São discretas quando assumem valores num conjunto numerável. As variáveis quantitativas podem, ainda, ser relativas a unidades de medição absolutas (quando se referem aos valores de uma variável) ou relativas quando tratam de uma relação entre variáveis, por exemplo, as taxas e a maior parte dos indicadores sociais e epidemiológicos.

Qualquer fenômeno que tenha expressão espacial pode ser posicionado na superfície terrestre (georreferenciado), seja ele um evento de saúde (nascimento, óbito) ou um elemento geográfico, como um rio ou uma estrada.

Os métodos de mapeamento podem se basear em pontos, linhas ou polígonos, dependendo do tipo de fenômeno em estudo e da escala de análise. Por exemplo, em uma escala muito pequena uma cidade pode ser representada por um único ponto, já na escala média esta mesma cidade pode ser representada por uma área que delimita as suas fronteiras, e em uma escala grande a mesma cidade seria representada por um conjunto de polígonos, linhas e pontos, que delimitam respectivamente quarteirões, estradas e casas.

Nos casos dos mapas de áreas administrativas ou operacionais, normalmente existem variáveis associadas a cada área e as cores, ou tonalidades de cores, são usadas para representar as diferenças entre as áreas. Esses são chamados **mapas coropléticos** e o nome vem da junção de duas palavras gregas, “choros” que significa valor e “plethos” que significa área, ou seja, são mapas com valores associados a áreas. Embora os mapas coropléticos sejam muito fáceis de construir e muito utilizados na Saúde Pública, é preciso ter alguns cuidados com a sua utilização, especialmente na interpretação dos resultados, porque nesses mapas os resultados são totalmente dependentes do método de classificação dos dados, do número de classes escolhidas e da configuração das áreas. Variando um desses parâmetros, o mapa resultante muda e por vezes a interpretação dos resultados também.

Para cada variável há uma infinidade de possibilidades de mapeamento, mudando o número de classes e os intervalos de valores em cada classe. Qual das infinitas soluções é a melhor? Para responder a essa questão é preciso conhecer bem a distribuição dos dados e esta deve ser a primeira preocupação antes da elaboração do mapa. Fazer uma análise exploratória dos dados, por exemplo, através de um histograma e decidir quantos e quais os pontos de corte para as diversas classes. Existem diversos métodos, baseados em conceitos estatísticos, para a determinação dos intervalos das classes. É sempre uma decisão difícil definir quais os pontos de corte da classificação porque a escolha do método pode influenciar o entendimento do resultado. Por essa razão é imprescindível o conhecimento, mesmo que básico, de alguns conceitos estatísticos. Na maioria dos programas de SIG podemos encontrar os seguintes métodos de classificação: quebra manual, desvio-padrão, percentis, intervalos iguais, entre outros. Cabe ao técnico responsável pela análise escolher o que melhor se ajusta aos seus dados. Neste capítulo não daremos ênfase a esse assunto por ser muito amplo e necessitar de alguns pré-requisitos. Nos outros livros desta série serão tratadas as técnicas estatísticas descritivas necessárias para a definição das classes nos mapas



coropléticos, ajudando a definir qual o método de classificação dará um retrato mais fiel da distribuição dos dados.

Além do método de classificação, é importante também definir quantos intervalos serão utilizados. O número de classes determina o quanto a distribuição da variável será detalhada, e o número máximo de classes depende não só da complexidade da distribuição como também da capacidade de percepção de diferentes classes pelo olho humano (Burrough, 1998).

As figuras 3.8 A, B e C mostram três mapas que apresentam a mesma variável classificada com métodos diferentes. Podemos ver como o resultado final muda de acordo com o tipo escolhido.

Os dois programas tratados nesta série de capacitação possuem ferramentas para divisão de classes. O Terraview apresenta mais recursos que o TabWin. Mas o técnico que está fazendo o mapa deve ter conhecimento das diferenças existentes na escolha de um ou outro método.

FIGURA 3.8-A - Diferentes classificações da mesma variável - **Intervalos Iguais**



FIGURA 3.8-B - Diferentes classificações da mesma variável - **Quantil**

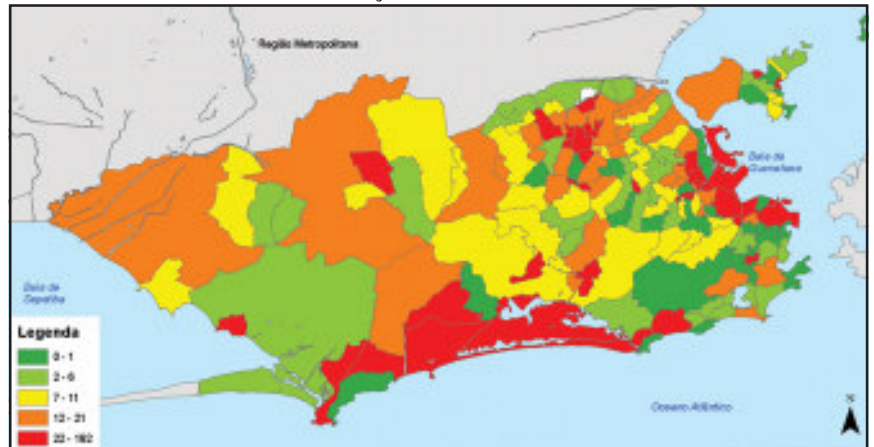
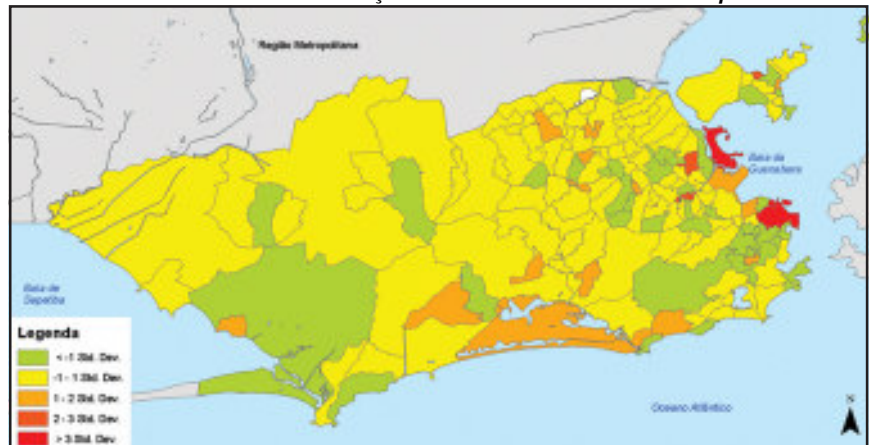


FIGURA 3.8-C - Diferentes classificações da mesma variável - **Desvio padrão**



### 3.3 - A linguagem cartográfica

Um mapa, como um texto, precisa ser lido e relido por seus autores durante sua produção, para que haja uma permanente crítica acerca da objetividade e da clareza da mensagem que está sendo transmitida. Os autores do mapa devem se abstrair de seu papel de autores, para que possam, ao assumir a postura de leitores críticos, identificar as eventuais inconsistências e imperfeições de sua própria produção. Esta é uma postura especialmente pertinente quando o assunto é a definição e a configuração de símbolos e convenções (Castiglione e Pina, 2004).

Talvez a pergunta essencial seja: será que o leitor, ao interpretar esse símbolo, poderá decodificar a mensagem transmitida?

Não é apenas a **forma** do símbolo que responde pela transmissão da mensagem, apesar de em algumas situações (por exemplo, nos mapas de pontos nominais) ser exatamente a partir da forma que se transmitem essas informações mais essenciais. O **tamanho** dos símbolos, por exemplo, pode ajudar a ordenar a representação de um determinado tema. À forma e ao tamanho dos símbolos associa-se outra característica visual importante: a **cor**. Não se trata apenas de uma questão estética. A cor tem um significado no mapa e pode auxiliar na leitura das informações a ele associadas (Castiglione e Pina, 2004). Algumas cores exercem uma atração mais forte sobre o olhar do que outras, normalmente aquelas que podem ser vistas a uma distância maior (Tyner, 1992). Os tons quentes são os que mais atraem o olhar, por esta razão são comumente utilizados para destacar algumas informações. Num mapa hipsométrico (que representa o relevo), os vermelhos e castanhos estão normalmente associadas às maiores altitudes; como o olho humano percebe inicialmente estas cores, fica a sensação de terceira dimensão relacionada ao relevo (Kraak e Ormeling, 1996). Dentro de uma mesma cor, os tons mais fortes são aqueles que primeiro são percebidos pelo observador, portanto as informações associadas a estes tons são aquelas que obtêm mais destaque. A informação mais importante, para a qual se quer dar destaque, deve estar associada às cores, ou tonalidades mais fortes.

As cores devem ser utilizadas com cuidado. Elas devem servir a um propósito e não ser usadas indiscriminadamente. Não existe um consenso em relação ao número máximo de cores, ou de tons dentro de uma mesma cor, que podem ser utilizadas num mapa sem prejudicar a sua legibilidade (Monmonier, 1993). A percepção da cor depende do tamanho das áreas às quais as cores estão associadas, da complexidade do mapa e da proximidade das cores (por exemplo, o amarelo é muito mais visível sobre o azul-escuro do que sobre um fundo branco).

Quando e como usar as cores? Antes de mais nada é necessário conhecer o significado das cores e o tipo de dados que se quer mapear. A primeira questão é saber se queremos mostrar tipos diferentes de eventos ou diferenças de intensidade de um mesmo evento. No primeiro caso, por exemplo, mapas de uso do solo, tipos de vegetação e outros, são mapas em que cada área representa um tipo diferente e, portanto, o uso de cores diferentes para cada área faz todo o sentido. Pode-se, por exemplo, usar cores similares para representar os tipos mais próximos e cores radicalmente diferentes para representar objetos gráficos muito diferentes. Por exemplo, no mapa de uso de solos, podemos usar a cor verde para representar áreas de floresta e o rosa para representar áreas urbanas.

Por outro lado, quando queremos mostrar diferentes intensidades de um mesmo fenômeno, o mais correto é utilizar diferentes tonalidades de uma mesma cor, que nos darão uma impressão de hierarquia, já que uma mesma cor possui variações tonais que vão do fraco ao forte. Mapas desse tipo são os mais utilizados na área da Saúde e normalmente representam taxas, valores médios, porcentagens ou outras medidas de intensidade (mapas quantitativos). As diferenças de tonalidade da cor dão-nos a sensação de uma hierarquia dos dados, enquanto que, de um modo geral, a diferença entre cores não tem uma estrutura hierárquica. Existem exceções, é claro. Algumas seqüências de cores proporcionam uma ordem hierárquica e podem ser utilizadas nos mapas completos. A progressão do amarelo para o preto (figura 3.9-A) tem uma seqüência lógica desde o mais claro até o mais escuro, já a progressão mostrada na figura 3.9-B não tem uma seqüência lógica, ou seja, o cérebro humano não associa de imediato uma estrutura hierárquica a esta seqüência de cores, o que torna a leitura do mapa mais difícil, com constante ida à legenda.

**FIGURA 3.9** - Seqüências de cores policromáticas.

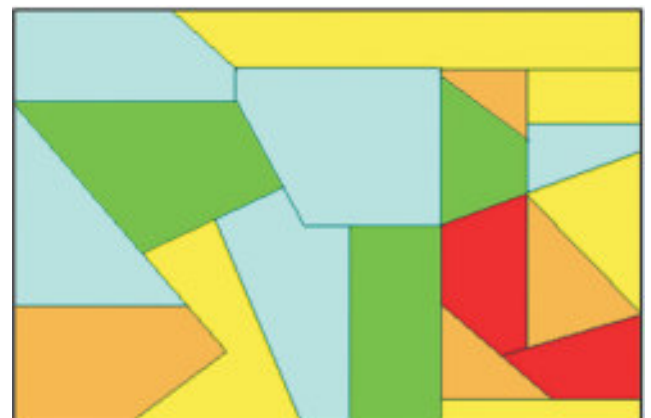
a) Seqüência simples.



Mais baixo

Mais alto

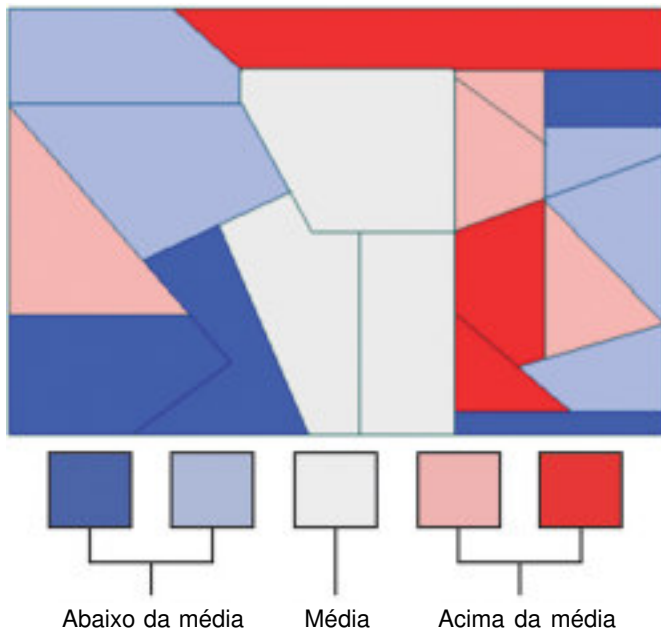
b) Seqüência complexa.



Mais baixo

Mais alto

FIGURA 3.10 - Seqüência de cores bipolares.



Algumas seqüências de cores estão tradicionalmente associadas a alguns temas, por exemplo, nos mapas de temperatura, uma seqüência de cores do azul para o vermelho é intuitivamente associada com frio (azuis) e calor (amarelos, laranjas, vermelhos).

É comum também o uso de gradação de cores bipolares ou divergentes, como mostrado na figura 3.10. São seqüências de cores cuja variação é visualmente crescente nos dois sentidos. O objetivo dessas seqüências é fazer uma divisão entre a variação de um evento, separando por exemplo crescimento positivo de negativo, ou ainda mostrando valores abaixo e acima da média.

O ser humano responde emocionalmente ao estímulo das cores e por esta razão, porque algumas cores carregam um significado sutil que pode ajudar na interpretação do mapa, são usadas por convenção

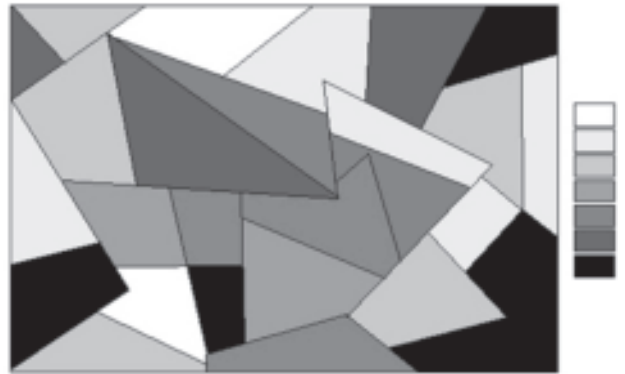
em cartografia, e a sua interpretação é quase intuitiva: o azul claro (cyan) para representar a hidrografia, verdes para a vegetação, castanhos (sépia) para as curvas de nível, etc. Também com relação aos símbolos existem algumas convenções cartográficas, utilizadas internacionalmente e que devem ser respeitadas, de maneira a facilitar a leitura do mapa; por exemplo, linhas paralelas podem representar uma estrada com duas faixas de rodagem. Por serem muito extensas, não apresentaremos neste livro as convenções cartográficas na elaboração de mapas, no entanto recomendamos que manuais de convenções cartográficas sejam consultados pelos interessados em produzir mapas de qualidade.

Outro problema que causa confusão entre as cores no mapa e as cores na legenda é a utilização de um número de classes muito grande, já que de um modo geral, o olho humano tem dificuldade em distinguir mais do que 6 tons dentro da mesma cor ou mais de 12 cores diferentes simultaneamente, se estas não estiverem alinhadas hierarquicamente (Monmonier, 1993). Isso significa que ao olharmos uma seqüência de cores (ou tonalidades da mesma cor) na legenda, onde elas estão alinhadas hierarquicamente, conseguimos perceber pequenas diferenças, mas quando olhamos para o mapa, onde as cores (ou tonalidades) estão misturadas, temos dificuldade em fazer a correspondência entre o mapa e a legenda. Nas figuras 3.11 e 3.12 estão mostrados dois exemplos, com excesso de cores e de tons de cinza, respectivamente. Repare como, ao olhar para as legendas consegue-se perceber as diferenças, mas ao tentar fazer correspondência entre as cores no mapa e na legenda tem-se dificuldades.

**FIGURA 3.11** - Excesso de cores.



**FIGURA 3.12** - Excesso de tons de cinza.



Silva (2006) resume da seguinte maneira os critérios para a escolha de cores para o mapa:

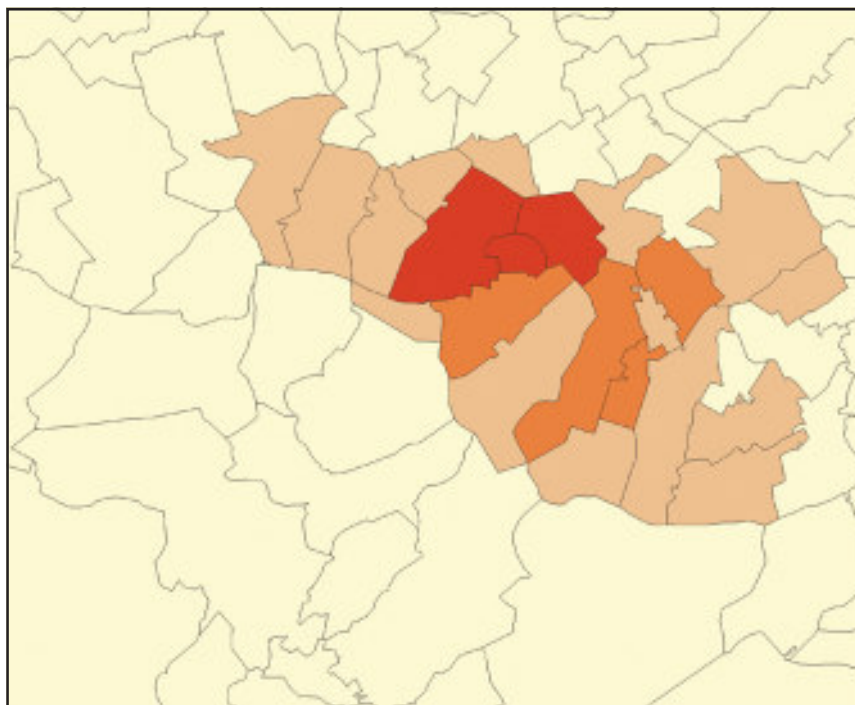
1. Usar as cores apenas para realçar e não para decorar a apresentação dos dados.
2. Não usar cores desnecessariamente em títulos, linhas auxiliares, etc.
3. Escolher combinações de cores, para categorias nominais, de maneira a que ambas apresentem o mesmo peso visual.
4. Testar as cores escolhidas e a sua leitura em diversos tipos de mídia: impressão, projeção, *Internet* etc. As cores que surgem no monitor do computador nem sempre são iguais quando impressas ou projetadas na parede.
5. Em suma, não realçar a apresentação em detrimento dos dados.

### 3.4 - Interpretação de mapas para a saúde

Os processos de saúde e doença são complexos e possuem diversos níveis de determinação. Alguns desses determinantes ocorrem no ambiente e na organização social, outros no indivíduo que pode ter predisposições genéticas ou ter um comportamento que atenuem os riscos, e em última instância ocorrem na própria rede de atenção à saúde. Para interpretar os mapas, portanto, deve-se conhecer os principais mecanismos envolvidos na produção do agravo (como, por exemplo, o agente infeccioso ou as substâncias químicas), as representações sociais da doença e o modo como ela é tratada pelos serviços de saúde. Interpretar um mapa de saúde não é uma tarefa fácil e exige a troca de experiências e conhecimento entre equipes multidisciplinares.

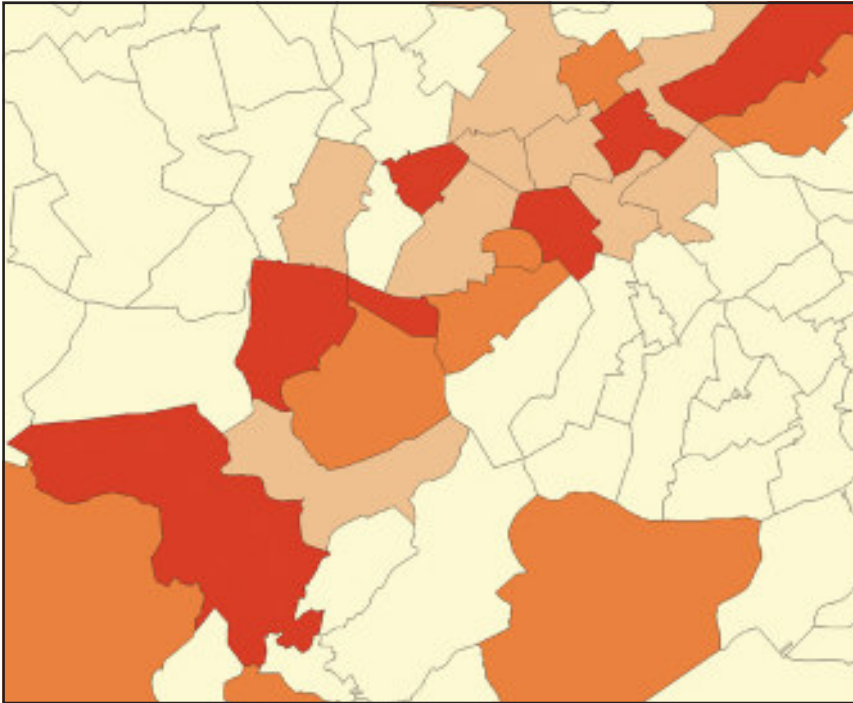
Um mapa temático produzido segundo um indicador social, ambiental ou epidemiológico pode gerar diferentes padrões espaciais, isto é, formas que sugerem os processos envolvidos na relação entre populações vulneráveis e fontes de risco.

**FIGURA 3.13** - Altas taxas em torno de um ponto.



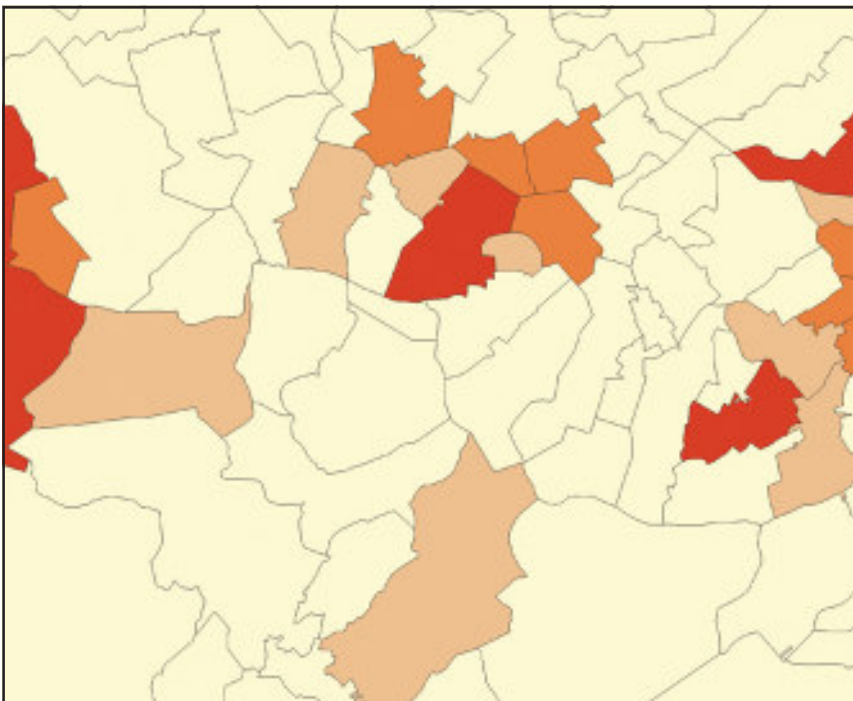
A dispersão concentrada de pontos, ou de polígonos, com altas taxas em torno de um ponto (núcleo) sugere que existe uma fonte pontual única naquela região. Este padrão pode ocorrer na presença de uma indústria que emita poluentes potencialmente danosos à saúde.

**FIGURA 3.14** - Eventos de saúde concentrados em torno de uma fila.



Quando os eventos de saúde estão concentrados em torno de uma fila, o desenho pode indicar um padrão linear de distribuição. Este é o padrão esperado para fontes de risco em forma de linha, como uma estrada ou uma linha de transmissão de energia.

**FIGURA 3.15** - Padrão espacial mosaico.



Existe também um padrão espacial que podemos considerar como um **mosaico**. Ele é caracterizado por apresentar diversos focos, ao redor dos quais se concentram as maiores incidências de agravos à saúde. Esse é o padrão mais comumente encontrado nos mapas que são produzidos a partir de indicadores epidemiológicos. Em diversas situações, não existe uma fonte única de riscos e, portanto, é comum que se encontre uma dispersão de focos onde se concentram os agravos à saúde, em torno de alguns núcleos. No caso de fontes de emissão de poluentes, esses núcleos poderiam ser as diversas áreas industriais de uma região. No caso de uma doença transmitida por vetor, esses núcleos podem indicar a presença de condições para a proliferação deste vetor. Raramente um vetor tem um único local de reprodução. Por isso, é mesmo esperado que estes focos sejam dispersos.

Também a distribuição de agravos relacionados à pobreza pode apresentar este padrão em forma de mosaico. Isso porque raramente existe uma só área rica e uma só área pobre. A história de formação do Brasil deixou algumas marcas no território nacional, produzindo áreas pobres rurais no Nordeste e Amazônia, mas também em torno das grandes cidades. Tipicamente no caso das desigualdades sociais temos um padrão de espalhamento das condições de vida, em que a riqueza se concentra nas maiores cidades. Dentro dessas cidades, existe também um padrão misto de distribuição da riqueza e pobreza. As áreas pobres de uma cidade são favelas ou áreas da periferia urbana, ou ainda áreas remanescentes rurais. Obviamente, nessa situação pode-se esperar que o padrão de distribuição de agravos se pareça também com um mosaico.

O problema nesse caso é reconhecer se esse padrão se deve realmente a uma distribuição dispersa das fontes de risco, ou se esse padrão é resultado da própria flutuação (aleatória) dos indicadores. Como saber se esse padrão se deve a uma flutuação aleatória do indicador ou se existem diversas fontes de risco dispersas na região?

Algumas dicas são importantes para ajudar a diferenciar o que pode ser realmente um padrão espacial e o que seja meramente um fator aleatório. Em primeiro lugar devemos procurar garantir maior estabilidade estatística ao indicador. Isso pode ser obtido com o aumento do período de tempo considerado para se calcular o indicador. Por exemplo, o indicador taxa de mortalidade infantil pode ser extremamente variável no Brasil, já que temos municípios de diversos tamanhos populacionais. Se esse indicador é calculado para um ano apenas, a instabilidade é maior. Se forem usados vários anos para esse cálculo, o indicador terá maior estabilidade estatística.

Da mesma maneira, unidades espaciais maiores podem promover essa estabilidade, já que têm populações maiores que as unidades menores.



Por exemplo, o mesmo mapa da taxa de mortalidade infantil por municípios terá mais flutuações que um mapa por Microrregiões Geográficas. Em resumo, dados mais agregados, seja no espaço (usando unidades espaciais maiores), seja no tempo (usando maiores períodos de tempo) apresentam maior confiabilidade do indicador.

Outra maneira de se obter essa estabilidade eliminando as flutuações aleatórias do valor dos indicadores é usando técnicas de estatística, como as médias móveis e os modelos bayesianos. Esse é um tema importante que será desenvolvido nos livros mais avançados desta série. Essas técnicas dependem da escolha de um modelo que vai ser usado para compensar a pouca informação que temos de uma área pequena e da grande quantidade de dados que temos nas áreas maiores.

Outra dica importante para perceber padrões espaciais nos mapas é a utilização de camadas de informações que ajudem a compreender os diversos fatores que podem determinar a distribuição espacial de riscos. Por exemplo, se detectamos que um mapa de incidência de uma doença transmitida pessoa a pessoa, como o sarampo, tem um padrão de distribuição em forma de linha, podemos sobrepor a este mapa uma camada de estradas, para avaliar se estas linhas coincidem e portanto a estrada pode ter um papel na difusão da doença. Se as áreas de maior incidência de doenças transmitidas por vetores formarem um bloco de polígonos com altas taxas, podemos sobrepor a este mapa uma camada de vegetação e/ou de clima, que ajudem a explicar os locais com maior possibilidade de reprodução deste vetor.

Nos diversos casos em que as condições de pobreza dos lugares podem representar um risco à saúde, é muito comum a ocorrência de um padrão de distribuição espacial em forma de mosaico. Isso porque as áreas mais pobres estão quase sempre espalhadas dentro de uma cidade (em favelas, por exemplo) ou dentro de um estado, que em geral concentra a riqueza na capital, ficando o interior mais pobre com pequenos bolsões de riqueza. Podemos avaliar essa hipótese sobrepondo uma camada que indique as condições de vida sobre o mapa de incidência do agravo.

Enfim, o geoprocessamento é antes de tudo um ambiente computacional para se explorar dados, testar hipóteses e gerar novos dados e hipóteses, de modo a sempre se aproximar mais e identificar com maior precisão áreas e condições de risco. O principal desafio dessa tecnologia aplicada à análise de saúde 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 objetivas que serão respondidas pelo sistema.

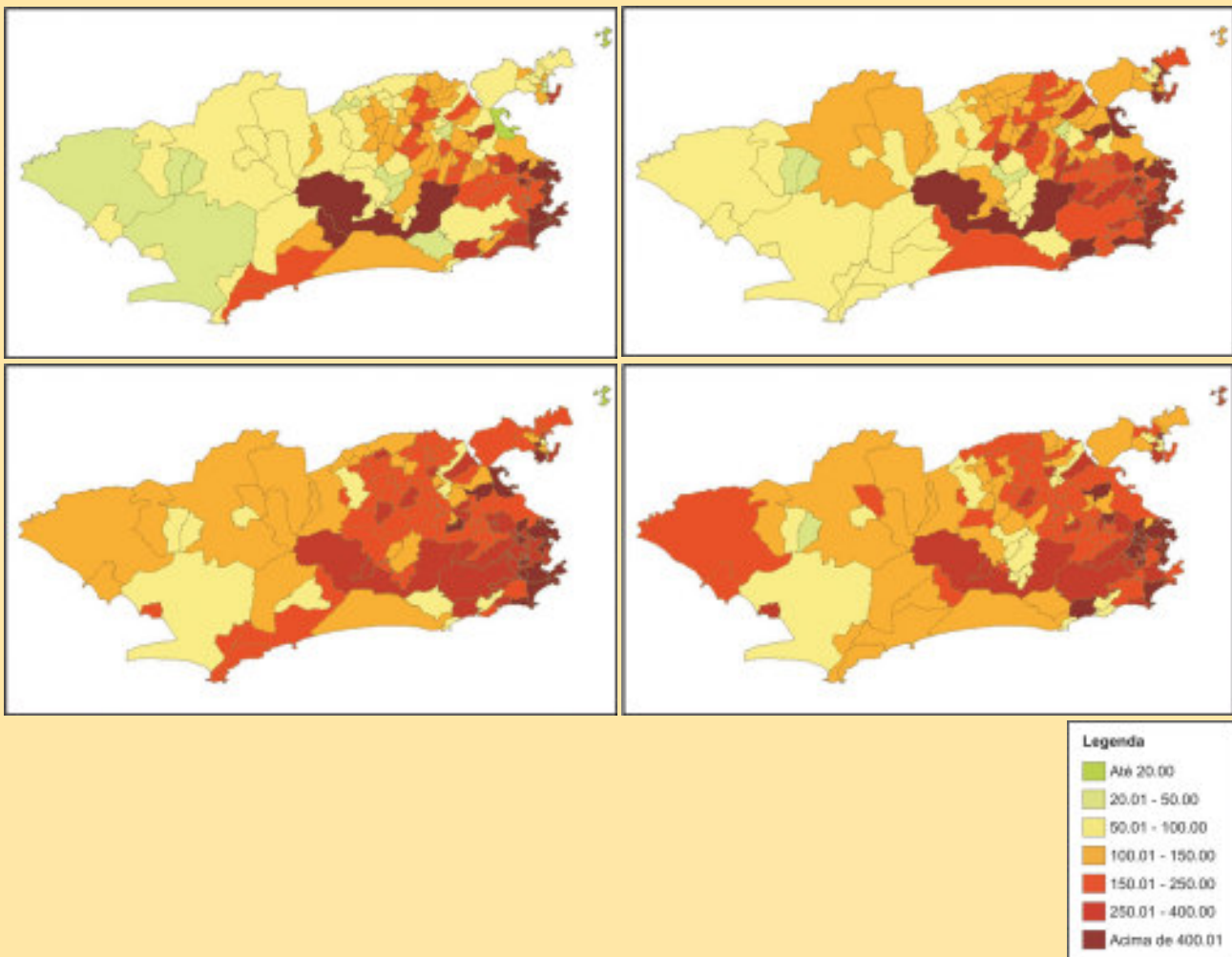
- Comparação entre mapas •

A comparação entre mapas pode ser feita segundo duas abordagens: a comparação da mesma variável no tempo e a comparação de diferentes variáveis no mesmo espaço geográfico.

A primeira abordagem tem como objetivo estudar a evolução de um determinado fenômeno ao longo do tempo, como por exemplo os processos de difusão espacial de doenças.

Se o objetivo for a comparação de mapas coropléticos em períodos de tempo distintos, então o número de classes, os intervalos de classes e as cores ou tonalidades de cores de cada classe devem ser mantidas para permitir uma comparação visual direta.

FIGURA 3.16 - Comparação entre períodos.



Algumas vezes os indicadores podem variar tanto ao longo do tempo que se torna impossível a utilização das mesmas classes em todos os mapas. Isso acontece por exemplo se produzirmos mapas de uma doença incluindo períodos epidêmicos e interepidêmicos, isto é, com e sem uma epidemia. Obviamente em alguns mapas vamos perceber que as classes e cores que mais se adequam aos anos de epidemia podem ser totalmente inadequadas para outros anos. Nessas situações é possível optar pela classificação dos dados de maneira distinta. Por exemplo, transformá-los para uma classificação qualitativa (acima da média, na média e abaixo da média) de maneira a torná-los comparáveis. Nesse caso, perde-se a informação do valor da variável, mas se ganha a possibilidade de comparação. Uma outra opção é classificar os dados, por exemplo, em função de desvios-padrão ou em função de percentis. Os valores dos intervalos das classes irão diferir mas mantém-se a possibilidade de comparar os dados através de outros critérios, por exemplo, em que percentil uma determinada área se encontra.

A segunda abordagem tem como objetivo comparar diferentes variáveis no mesmo espaço geográfico, especialmente quando se pretende comparar indicadores complementares, construídos a partir de diferentes categorias de uma mesma variável, como por exemplo, a renda média da família e proporção de domicílios sem instalações de esgoto (Silva, 2006).

Por fim, vale lembrar que ao mapear a mesma variável, mesmo que para épocas e áreas diferentes, deve-se utilizar classes e cores semelhantes, para facilitar a comparação dos resultados. O oposto também é verdade e **não** se deve produzir mapas usando cores semelhantes, para variáveis diferentes. Alguns usuários têm especial predileção por uma gama de cores e utilizam-nas repetidamente, para mapear variáveis distintas, o que leva o leitor a ter dificuldade de interpretar os diversos mapas e necessitar recorrer freqüentemente à legenda.

### Importando dados para o TabWin

Além dos arquivos nativos do TabWin (\*.tab), o programa pode abrir arquivos em formato de texto separado por espaço (\*.prn), texto separado por vírgulas (\*.csv) e dBase (\*.dbf).

Para poder utilizar algumas funcionalidades desenvolvidas no programa, como a junção de tabelas ou criação de mapas, é necessário que o operador tenha em mente o código da unidade geográfica. Por exemplo, para trabalhar com os municípios do Brasil, os mapas fornecidos pelo Datasus apresentam o código do IBGE de 6 dígitos, tipo texto, e deverão ser feitos ajustes nas planilhas dos dados antes de serem importados. É necessário que os códigos do mapa e da tabela (**geocódigo**) tenham o mesmo formato.

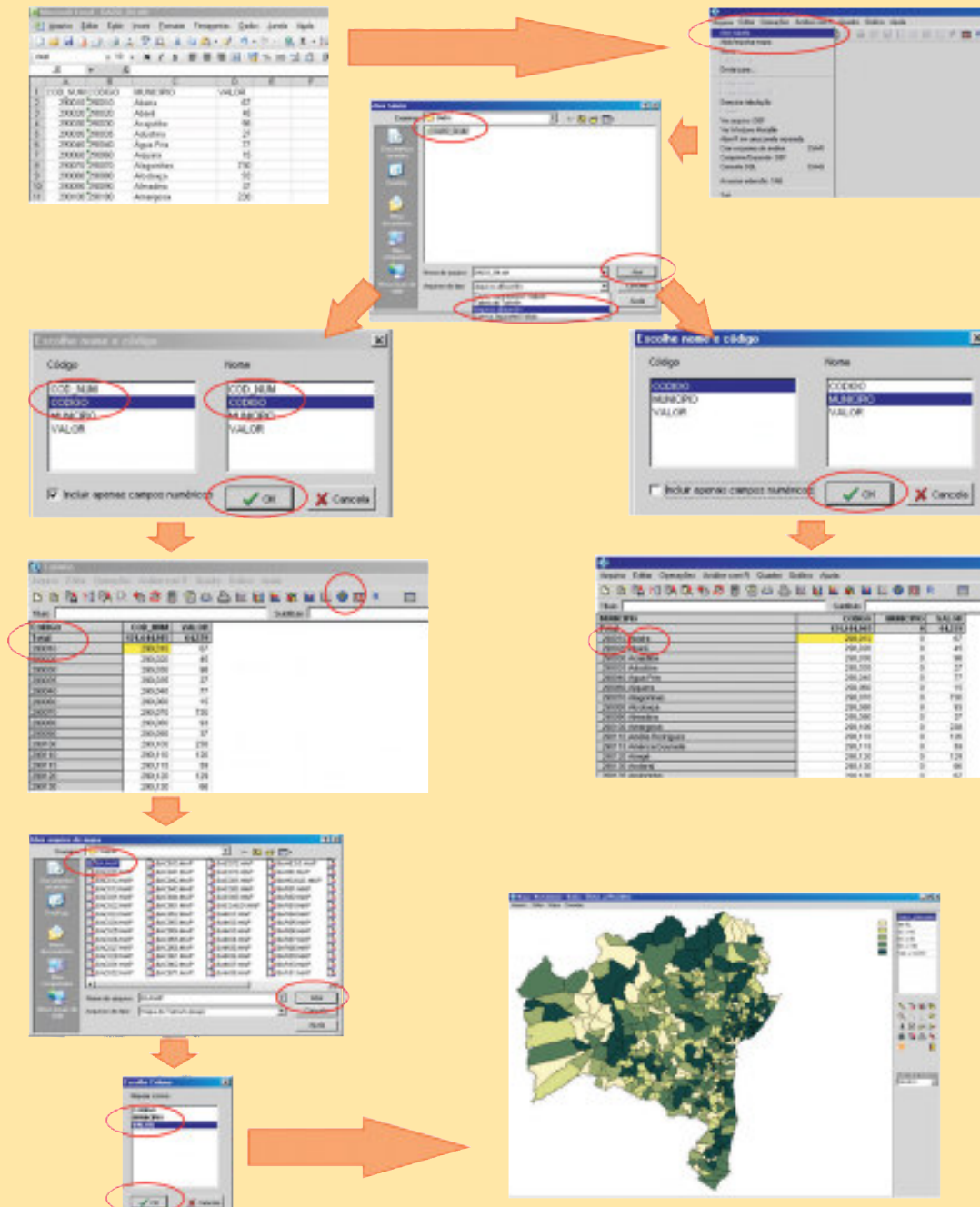


FIGURA 3.17

### Importando mapas para o TabWin

O Datusus fornece uma grande quantidade de mapas do Brasil em formato TabWin (\*.map), porém não vai além de municípios. Se o usuário desejar fazer trabalhos utilizando malhas de bairros ou setores censitários, deverá proceder a importação da base cartográfica. É possível utilizar formatos tradicionais de vetores: ARC/INFO (Extensão E00); Arcview (Extensões shp/dbf); Atlas GIS (Extensão bna); EPIMAP 2 (Extensão bnd); Mapinfo (Extensões mif/mid); Mapmaker (Extensão xy); SPRING ( \_pol.spr/\_l2d.spr/\_lab.spr).

As especificidades técnicas para cada formato estão documentadas na opção de ajuda do TabWin. O formato Arcview é um dos mais fáceis de trabalhar, porém sempre precisamos saber os parâmetros da digitalização, como o DATUM e o sistema de projeção.

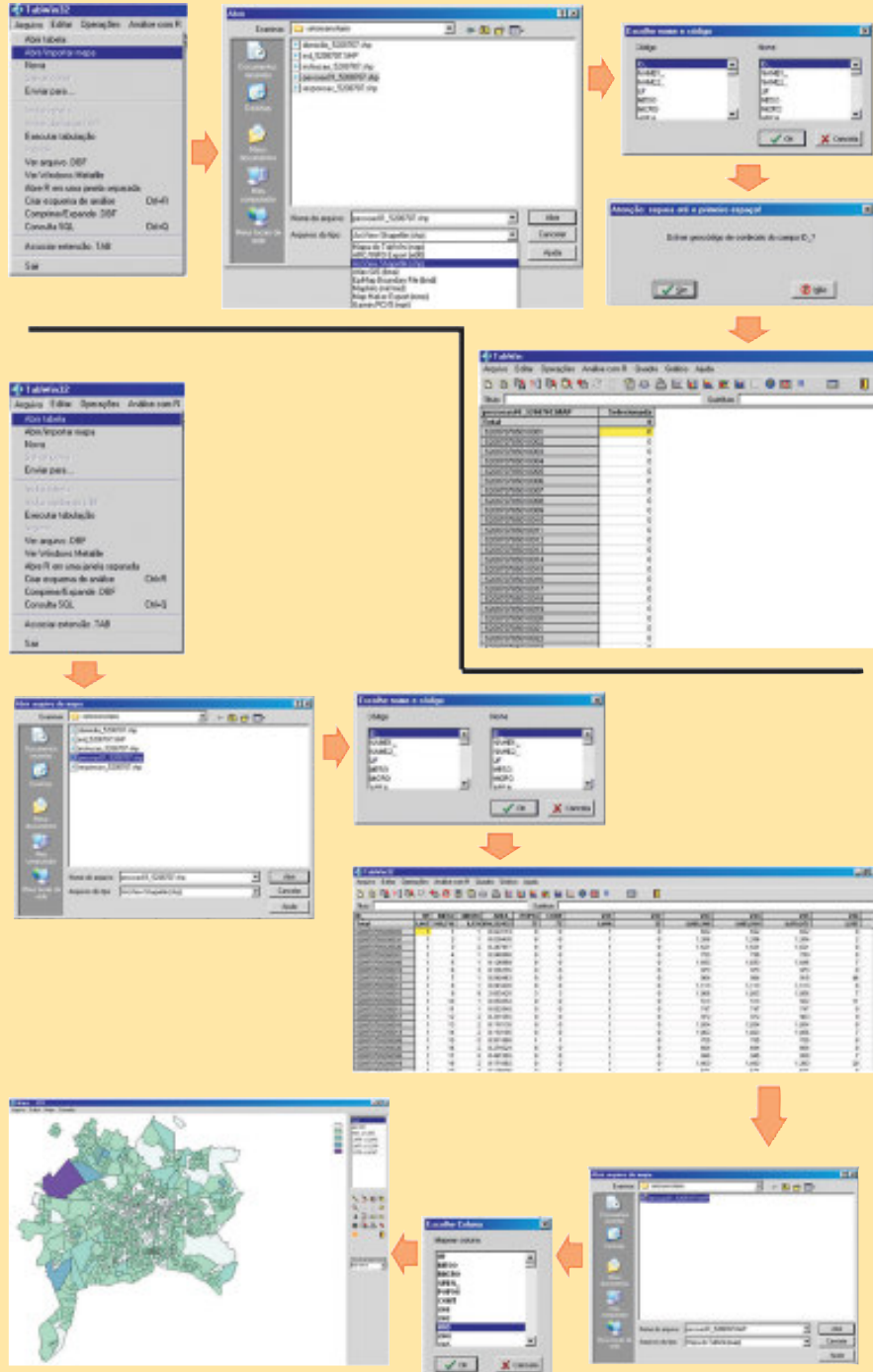


FIGURA 3.18

- Sobreposição entre camadas e interpretação visual •

Como foi visto anteriormente, um grande benefício do SIG é a possibilidade de integração de informações disponibilizadas em diversas camadas. Um dos tipos de operação mais utilizados em análise espacial é o de sobreposição de duas ou mais camadas (níveis de informação). Essas funções são capazes de executar operações de soma, subtração, divisão, 'e', 'ou', entre outras. Outra função muito utilizada em análise espacial é a de vizinhança, que avalia as características de um área circunvizinha em relação à localização específica (Lisboa, 1997). Entre essas funções estão identificação de linhas-em-polígonos, pontos-em-polígonos, geração de contorno, interpolação, etc.

Essas funções serão discutidas em outros livros desta série. Neste capítulo serão apresentadas apenas as funções existentes no programa TabWin, que não permite a integração de dados contidos em diferentes camadas.

No TabWin todas essas operações só podem ser feitas visualmente, uma vez que o programa não possui ferramentas que realizam essas operações. Isso pode restringir as análises espaciais, mas somente com a sobreposição visual de camadas já é uma ferramenta poderosa no apoio à tomada de decisão. O TabWin permite a sobreposição de camadas de áreas, linhas e pontos. Assim é possível confrontar mapas com variáveis, taxas ou indicadores diferentes, ou ainda verificar quantos e quais elementos pontuais (hospitais, por exemplo) se encontram em cada área que pode ser um bairro ou município. Também podemos sobrepor um mapa de estradas (linhas) a um de municípios (polígonos) e verificar quais os municípios são cortados por esta estrada.

O programa Terraview possui uma maior capacidade de análise e essas relações não são apenas visuais, mas podem ser feitas através de associações entre os bancos de dados que são representados por camadas.

### Sobreposição de camadas

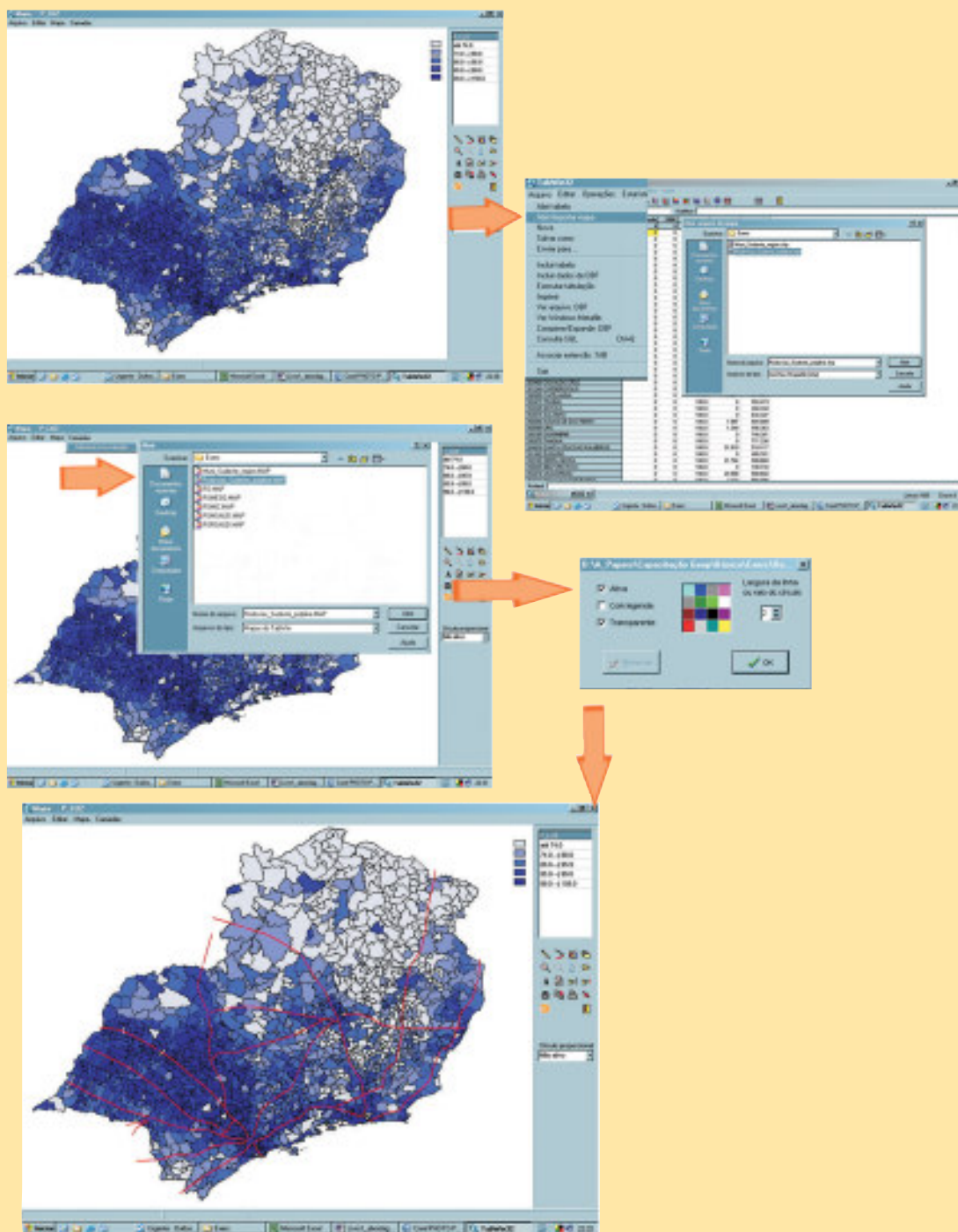


FIGURA 3.19

### 3.5 - Mapeamento de Fluxos

Uma questão fundamental para o planejamento e avaliação do setor saúde é a da distribuição, no espaço geográfico, dos serviços e de sua clientela. O mapa de fluxos permite visualizar as ligações estabelecidas pela presença de um serviço em determinados pontos do território, destacando regiões de atração. Esse tipo de informação é útil na identificação dos pólos de atração, na regionalização do atendimento, na verificação das distâncias percorridas pela população na busca pela assistência, e dos volumes envolvidos neste deslocamento. A identificação dos padrões de deslocamento alerta para problemas de acesso, sinalizando áreas com poucas opções, configurando pontos de estrangulamento ou oportunidades de desconcentração e regionalizações alternativas.

O mapeamento dos fluxos como setas de largura proporcional ao volume de deslocamentos, embora tradicional, ainda é pouco utilizado na área da saúde, em razão de dificuldades operacionais que só recentemente foram superadas com a introdução deste método de visualização dos dados dos Sistemas de Informações de Saúde (SIS) no ambiente do TabWin.

As informações necessárias para realizar esse tipo de análise são aquelas para as quais se registram origem e destino dos fluxos. No contexto dos SIS, alguns exemplos são, para internações hospitalares (SIH), atendimentos ambulatoriais de alta complexidade (APAC), e partos (SINASC), o local de residência e o local de atendimento; no SINAN, está registrado o local de residência e o de infecção; no SIM o local de residência e o local do óbito podem esclarecer questões relativas a acidentes e outros tipos de violência.

Nas redes de atenção à saúde estabelecidas pelos padrões de deslocamento dos pacientes, o tamanho da área de abrangência do serviço e as distâncias percorridas por seus usuários, variam com o nível de complexidade dos tratamentos demandados. Os tratamentos de uso mais freqüente devem estar disponíveis o mais próximo possível do local de residência dos usuários, mas questões de eficiência e de qualidade impõem a concentração dos serviços de maior complexidade, resultando em deslocamentos mais extensos. Assim, os fluxos de parturientes, por exemplo, definem, em geral, redes mais compactas do que aquelas resultantes de deslocamentos para cirurgia cardíaca.

Nas análises baseadas em mapeamento de fluxos, há casos em que se enfoca condições específicas, como por exemplo quando se pretende investigar o tratamento de doença renal crônica, com base na localização das clínicas de hemodiálise e na residência dos pacientes ali tratados. Quando o objetivo da investigação é mais geral, por outro lado, como nos casos em que se pretende avaliar a adequação dos limites de um dos níveis de uma



regionalização, deve ser lembrado que a seleção do indicador condiciona os resultados que serão obtidos.

Para mapear os fluxos no TabWin, o primeiro passo é realizar uma tabulação de origem-destino, com a origem nas linhas e o destino nas colunas. Note que não é possível executar essa operação no ambiente da Internet, sendo necessário usar o programa TabWin, que pode ser obtido na página da Internet do Datasus, onde também devem ser obtidos os arquivos de definições da tabulação (def) e os dados a tabular (estes são encontrados na mesma página da Internet, no MS-BBS). Será necessário modificar o arquivo def, de modo que seja possível colocar o município de residência nas linhas e o de internação nas colunas (ou qualquer outra unidade territorial). Com essa definição, realiza-se a tabulação com as origens nas linhas, o destino nas colunas e o valor do evento selecionado nas células.

O exemplo apresentado a seguir toma como base as informações das AIH para o Ceará, no ano de 2002. Nas linhas estão os municípios de residência, nas colunas os de internação, o incremento é a própria frequência, de modo que cada célula contém o número de internações no ano. Na janela de filtros foi selecionado o grupo “Procedimentos obstétricos” (Partos normais, Partos cesáreos, Curetagens pós-aborto e Outras intervenções obstétricas). Uma vez executada a tabulação, mapeia-se a coluna de total, gerando um mapa coroplético que representa o total de internações de residentes de cada município.

Para obter um mapa mais claro, dois outros filtros foram aplicados, UF internação: Ceará e UF residência: Ceará, para garantir que apenas os municípios cearenses estejam incluídos no arquivo final. Se esses filtros não forem aplicados, o mapa de fluxos deverá usar como base o mapa do Brasil, para garantir que a localização de todos os pontos seja identificada. Caso isso não ocorra, o programa considera que o município não encontrado está localizado nas coordenadas (0,0), e traça seus fluxos em direção a um ponto do Atlântico próximo da costa africana.

Na janela do mapa deve ser selecionada, no menu “Arquivo”, a opção “Gravar tabela de fluxo”, definindo o nome e o local para gravação do arquivo. O TabWin cria um arquivo DBF e abre uma janela (“seleção das setas de fluxo”, Figura 3.20) onde é possível selecionar os parâmetros que condicionam a representação dos fluxos. Uma vez definidos os parâmetros, a representação escolhida é acrescentada ao mapa como uma nova camada. Note-se que o arquivo DBF pode ser adicionado como camada a outro mapa do TabWin, da mesma área, clicando sobre o ícone da seta na barra de ferramentas da janela do mapa.

As opções de representação estão apresentadas na janela da figura 3.20. Os valores apresentados indicam que há 781 ligações entre municípios, e que o total de fluxos externos é de 22.794 pacientes, sendo o maior fluxo registrado de 1.929. Com esses parâmetros, é gerado o mapa da figura 3.21, no qual o acúmulo de linhas prejudica a observação de padrões mais gerais, ainda que fique claro o papel dominante exercido pela capital, Fortaleza.

**FIGURA 3.20** - Janela de diálogo para Seleção de setas de fluxo.



FIGURA 3.21 - Mapa de fluxos.

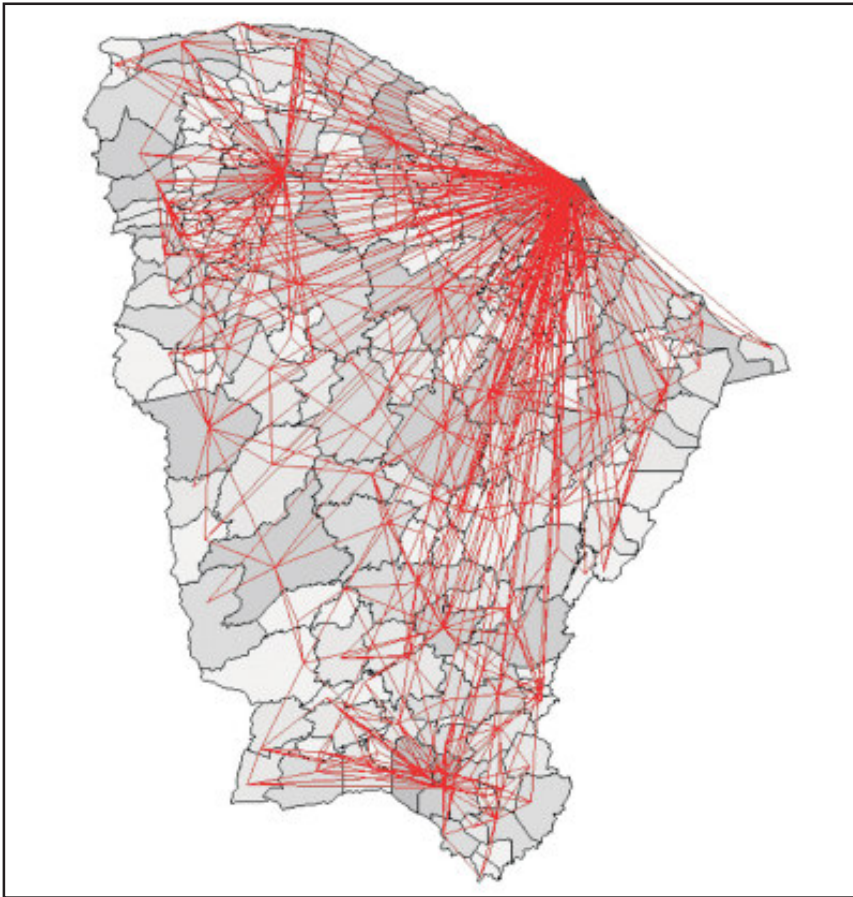
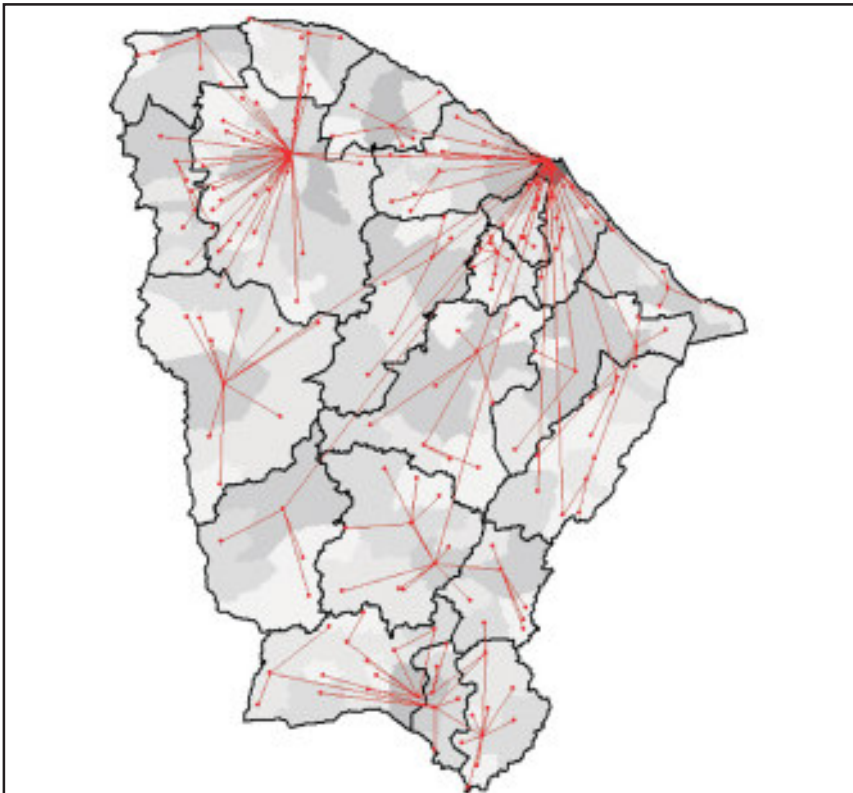


FIGURA 3.22 - Fluxos dominantes.



O fluxo dominante é definido como o maior fluxo a partir de cada município, e permite identificar o arcabouço da rede de ligações. Ao selecionar esta opção, como ilustrado na figura 3.22, conserva-se a informação de 18.135 fluxos externos, correspondendo a quase 80% do total. Note-se que, quando o valor máximo se repete para dois (ou mais) destinos, todos são classificados como dominantes. Compreende-se assim a razão de encontrar-se 188 setas para o conjunto de 184 municípios do estado do Ceará.

O mapa resultante (figura 3.22) tem duas outras alterações em relação ao anterior. Os limites municipais foram substituídos pela representação das sedes, e foi acrescentada uma nova camada, com os limites das regionais de saúde.

Com esse mapa, já se pode identificar características tais como a presença de mais de um pólo de atração em algumas regionais, e diferentes graus de organização da rede expressos na capacidade de atendimento dentro dos limites da regional, na captura de fluxos de origem externa ou na predominância de fluxos para fora da área de abrangência da regional.

Outras análises são possíveis. A janela da figura 3.24 apresenta apenas os fluxos que representam mais de 25% das interações de residentes de cada município de origem, desde que estes fluxos se dirijam a municípios cuja sede fique a pelo menos 15 km (em linha reta). Usou-se, além disso, a opção de representar a largura das setas proporcional ao fluxo (cada pixel representando mais de 40 pessoas).

No mapa anterior, o objetivo era examinar a estrutura da rede. Neste (figura 3.24), por outro lado, o foco está nos municípios que encaminham para outros parcela significativa das mulheres que necessitam se submeter a procedimentos obstétricos. Note-se que o corte dos fluxos para municípios muito próximos eliminou o maior fluxo (1.929), de Caucaia para Fortaleza, cuja representação proporcional encobriria outros fluxos em direção à capital. Essa opção não está ligada apenas a um detalhe de representação, entretanto, e remete à discussão da organização dos serviços em cidades muito próximas.

Ainda outro aspecto que pode ser levado em conta na análise, é o peso das interações de residentes em outros municípios no total das interações realizadas em cada município de destino. A opção “gráfico externos/locais” apresenta, para os destinos, um gráfico de setores com a proporção dos eventos de origem externa em relação aos eventos gerados na própria área. O mapa a seguir (figura 3.25) apresenta essa opção, registrando também os fluxos dominantes, como na figura 3.24.

**FIGURA 3.23** - Janela de diálogo para estabelecer largura do fluxo.



**FIGURA 3.24** - Mapa com intensidade de fluxo.

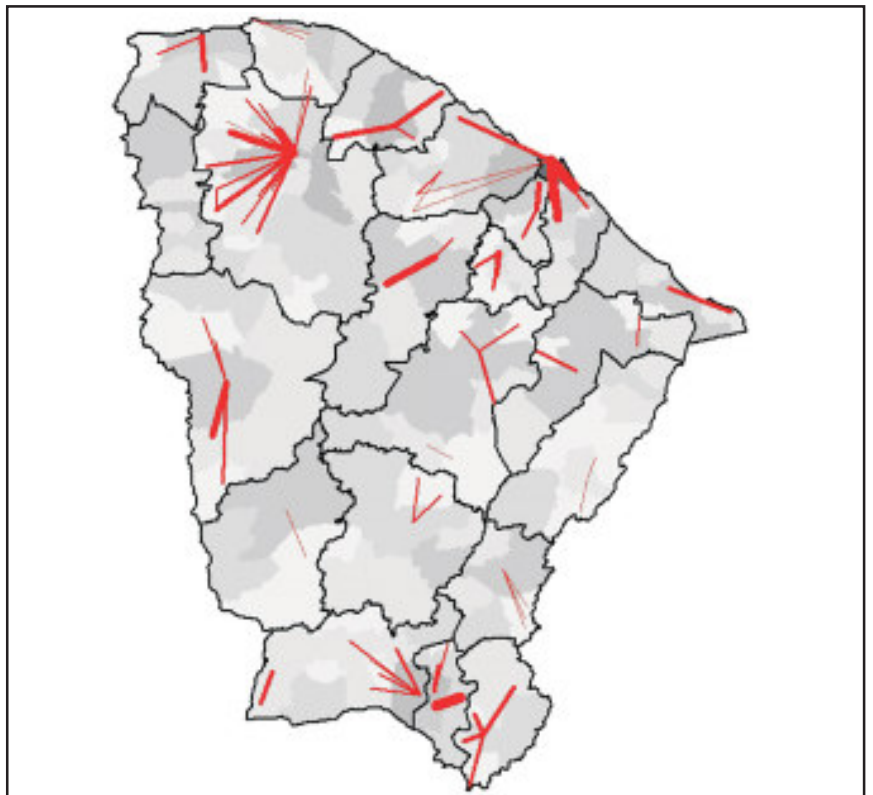
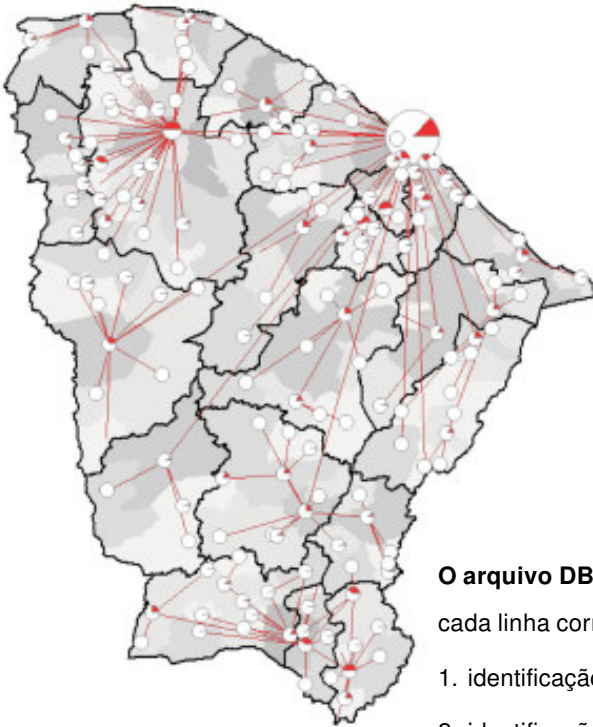


FIGURA 3.25 - Mapa de fluxo com gráfico de proporcionalidade.



O estudo dos fluxos é componente fundamental para o exame das questões ligadas à regionalização do atendimento e à identificação de pólos, à qualidade do acesso aos serviços de saúde e à avaliação das distâncias envolvidas no atendimento, e os exemplos apresentados pretendem demonstrar que as dificuldades técnicas que impediam sua maior utilização estão, em grande medida, superadas.

**O arquivo DBF que armazena a tabela de fluxos tem a seguinte estrutura:**

cada linha corresponde a um par origem-destino, para o qual estão registrados

- |                             |   |
|-----------------------------|---|
| 1. identificação da origem  | 7. latitude do destino  |
| 2. identificação do destino | 8. distância (em metros)  |
| 3. valor do fluxo           | 9. tipo do fluxo (0 é o fluxo interno ou local, 1 é o fluxo dominante e 2 outros) |
| 4. longitude da origem      | 10. total de eventos na origem  |
| 5. latitude da origem       | 11. total de eventos no destino   |
| 6. longitude do destino     |   |

DE	PARA	FLUXO	X1	Y1	X2	Y2	DISTÂNCIA	TIPO	TOT1	TOT2		
230010	Abaiara	230190	Barbalha	2	-39,046001	-7,359000	-39,301998	-7,305000	28842	2	160	1947
230010	Abaiara	230250	Brejo Santo	154	-39,046001	-7,359000	-38,985001	-7,493000	16335	1	160	1714
230010	Abaiara	230765	Maracanaú	1	-39,046001	-7,359000	-38,625999	-3,877000	389665	2	160	5079
230010	Abaiara	230830	Milagres	2	-39,046001	-7,359000	-38,945999	-7,313000	12147	2	160	355
230010	Abaiara	230840	Missão Velha	1	-39,046001	-7,359000	-39,143002	-7,250000	16154	2	160	169
230015	Acarapé	230440	Fortaleza	14	-38,708000	-4,224000	-38,542999	-3,717000	59227	2	255	48071
230015	Acarapé	230765	Maracanaú	3	-38,708000	-4,224000	-38,625999	-3,877000	39612	2	255	5079
230015	Acarapé	231160	Redenção	238	-38,708000	-4,224000	-38,730999	-4,226000	2558	1	255	913
230020	Acaraú	230020	Acaraú	993	-40,119999	-2,886000	-40,119999	-2,886000	0	0	1044	1136
230020	Acaraú	230075	Amontada	3	-40,119999	-2,886000	-39,831001	-3,361000	61753	2	1044	550



*Anexo*

---

**EXERCÍCIO 1:** Mortalidade por homicídios em São Paulo - Escala Estadual  
Autora: Renata Gracie

---

**EXERCÍCIO 2:** Desigualdades sociais e dengue - Escala Intramunicipal Estadual  
Autores: Ana Paula da Costa Resendes e Reinaldo Souza-Santos

---

## **Anexo:**

### **Exercícios**

**Exercício 1:** Mortalidade por homicídios em  
São Paulo - Escala Estadual

*pág. 119*

**Exercício 2:** Desigualdades sociais e dengue -  
Escala Intramunicipal

*pág. 126*

## Exercício 1 : Mortalidade por homicídios em São Paulo - Escala Estadual

Neste primeiro exercício será utilizado o TabWin, um programa gratuito disponível na página do DATASUS, e serão realizadas três tarefas que servirão para todos os trabalhos subseqüentes:

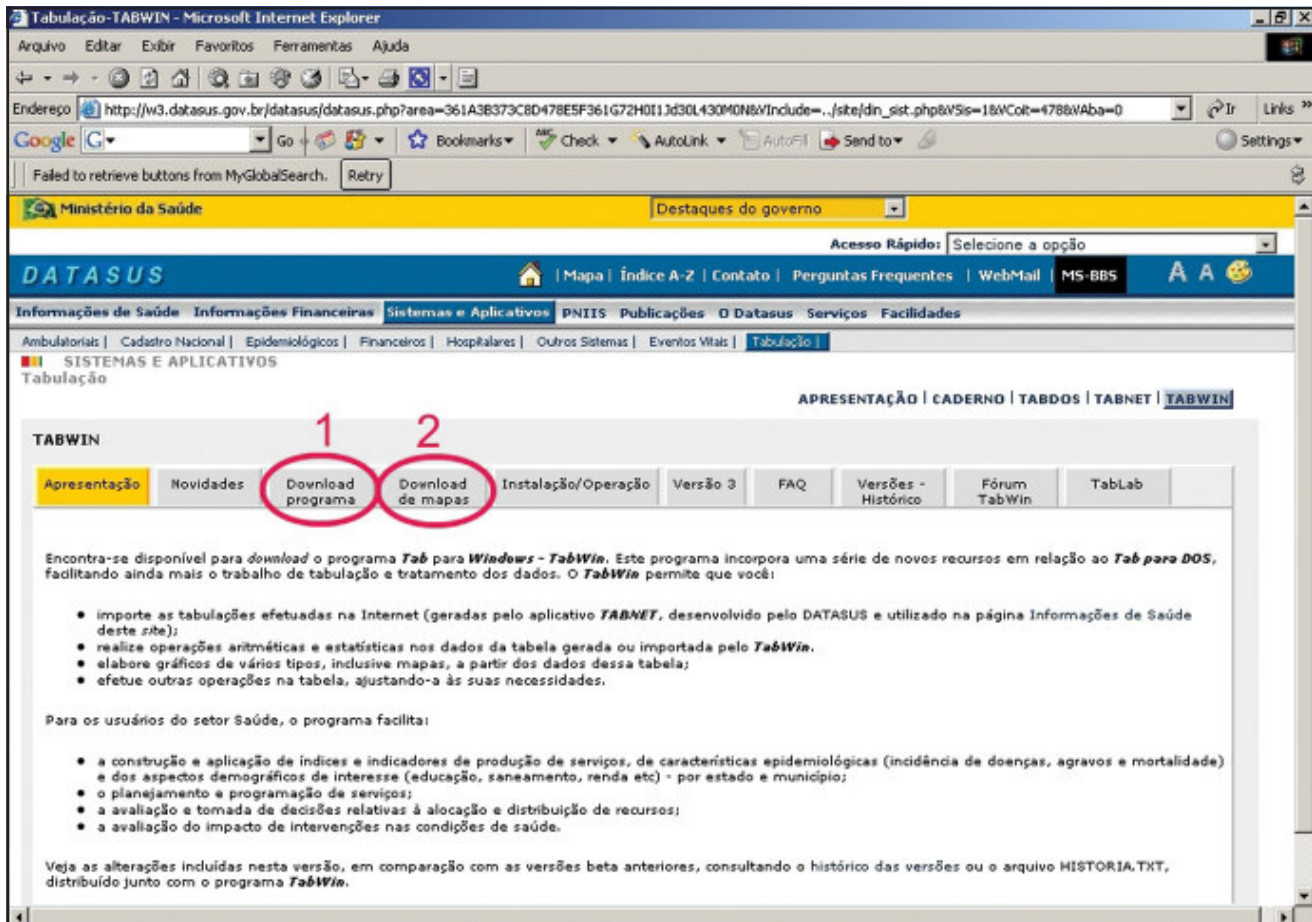
- Baixar o programa TabWin,
- baixar bases gráficas, e
- baixar bases não-gráficas.

A Secretaria Estadual de Segurança de São Paulo estabeleceu um acordo com a Secretaria Estadual de Saúde para a realização de um diagnóstico conjunto da situação da violência no estado. O principal objetivo seria mapear e analisar a distribuição espacial dos óbitos por agressões no estado. Para melhorar a análise será necessário trabalhar a informação segundo sexo e faixa etária dos casos de óbitos registrados no sistema. A Secretaria Estadual de Saúde sabe que essas informações estão disponíveis na Internet na página do DATASUS. Supondo que você trabalha na Secretaria de Saúde, como faria para obter e processar essas informações?

I) Abrir a internet, entrar na página do DATASUS, de endereço [www.datasus.gov.br](http://www.datasus.gov.br),

The screenshot shows the DATASUS website interface. The browser window title is "DATASUS - Microsoft Internet Explorer". The address bar contains "http://w3.datasus.gov.br/datasus/datasus.php". The website header features the "Ministério da Saúde" logo and a "Destaque do governo" dropdown menu. The main navigation bar includes the "DATASUS" logo and links for "Mapa", "Índice A-Z", "Contato", "Perguntas Frequentes", "WebMail", and "MS-BBS". Below the navigation bar, there are several menu items: "Informações de Saúde", "Informações Financeiras", "Sistemas e Aplicativos", "PNIIS", "Publicações", "O Datasus", "Serviços", and "Facilidades". The main content area is divided into three columns. The left column has a map of Brazil with a red circle around "PRODUTOS E SERVIÇOS". The middle column is titled "DESTAQUES" and lists several news items with dates and titles. The right column has a section for "IDB-2005 - Indicadores e Dados Básicos do Brasil" and another for "TABLAB Laboratório Permanente de Tabwin".

- Procurar em Sistemas e aplicativos (ordem alfabética) por TabWin, clicar na palavra,



- Baixar o programa TabWin, clicar em “tab34.zip”, criar uma pasta para o programa, descompactar o zip salvando nesta pasta, e para facilitar os exercícios e os futuros trabalhos copiar o logo do TabWin 34 para a área de trabalho.

II) Para baixar as bases gráficas (mapas) voltar para a página acima e clicar em “Download de Mapas”, como destacado na figura abaixo.

- Clicar em MAPSP.ZIP para baixar o mapa de municípios do Estado de São Paulo do ano de 2001.



<ul style="list-style-type: none"> <li>por mesorregião: RRMESO.MAP</li> <li>por macrorregional de saúde: RRMSAUD.MAP</li> <li>por regional de saúde: RRRSAUD.MAP</li> </ul>				
<b>Santa Catarina:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>por município: SC.MAP</li> <li>por microrregião: SCMIC.MAP</li> <li>por mesorregião: SCMESO.MAP</li> <li>por macrorregional de saúde: SCMSAUD.MAP</li> <li>por regional de saúde: SCRSAUD.MAP</li> <li>por superintendência de desenvolvimento regional: SCSSAUD.MAP</li> <li>por município de cada macrorregional de saúde: SCMnn.MAP</li> <li>por município de cada regional de saúde: SCRnn.MAP</li> <li>por município de cada superintendência de desenvolvimento regional: SC5nn.MAP</li> </ul>	MAPSC.ZIP (711)	MAPSC.ZIP (390)	MAPSC.ZIP (494)	MAPSC.ZIP (457)
<b>São Paulo:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>por município: SP.MAP</li> <li>por microrregião: SPMIC.MAP</li> <li>por mesorregião: SPMESO.MAP</li> <li>por macrorregional de saúde: SPMSAUD.MAP</li> <li>por regional de saúde: SPRSAUD.MAP</li> <li>por município de cada regional de saúde: SPRnn.MAP</li> </ul>	MAPSP.ZIP (711)	MAPSP.ZIP (395)	MAPSP.ZIP (524)	MAPSP.ZIP (506)
<b>Sergipe:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>por município: SE.MAP</li> <li>por microrregião: SEMIC.MAP</li> <li>por mesorregião: SEMESO.MAP</li> <li>por macrorregional de saúde: SEMSAUD.MAP</li> <li>por regional de saúde: SERSAUD.MAP</li> </ul>	MAPSE.ZIP (40)	MAPSE.ZIP (23)	MAPSE.ZIP (29)	MAPSE.ZIP (29)
<b>Tocantins:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>por município: TO.MAP</li> </ul>	MAPTO.ZIP (216)	MAPTO.ZIP (111)	MAPTO.ZIP (150)	MAPTO.ZIP (127)

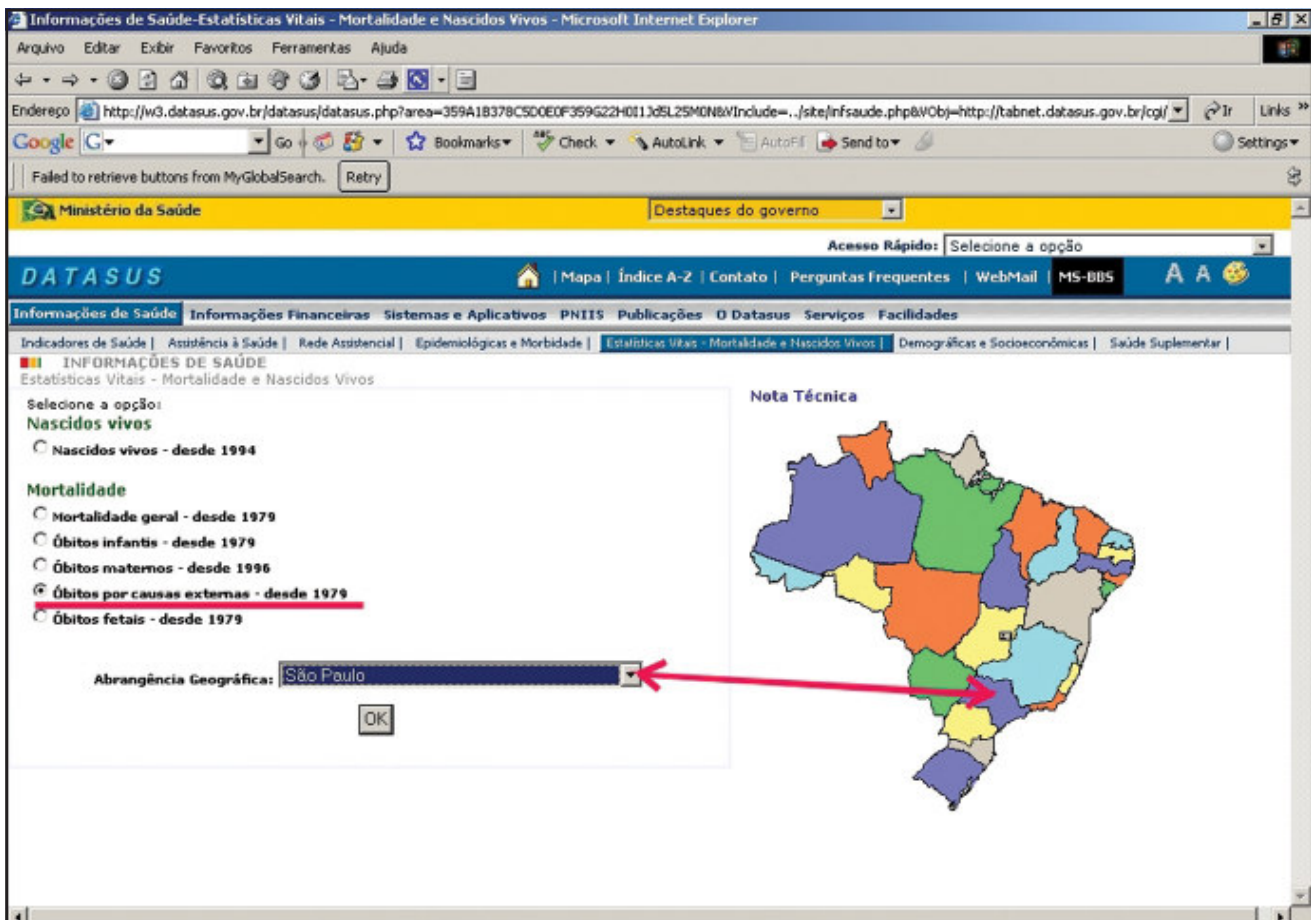
- Quando descompartimentar o ZIP escolher o arquivo SP.MAP, que corresponde aos municípios do Estado de São Paulo.

### III) Baixar dados não-gráficos.

Clicar em **Informações de saúde**,

The screenshot shows the DATASUS website interface. The navigation menu includes 'INFORMAÇÕES DE SAÚDE', 'REGISTROS E SERVIÇOS', 'BASES DE DADOS', 'ARQUIVOS', and 'PNIS'. The 'INFORMAÇÕES DE SAÚDE' option is highlighted with a red circle. Below the menu, there are sections for 'DESTAQUES' (Highlights) and 'NOVIDADES e ATUALIZAÇÕES' (News and Updates), listing various health data releases and updates.


- Clicar em Estatísticas Vitais – Mortalidade e Nascidos Vivos,
- Clicar em óbitos por causas externas e selecionar a abrangência geográfica: São Paulo.



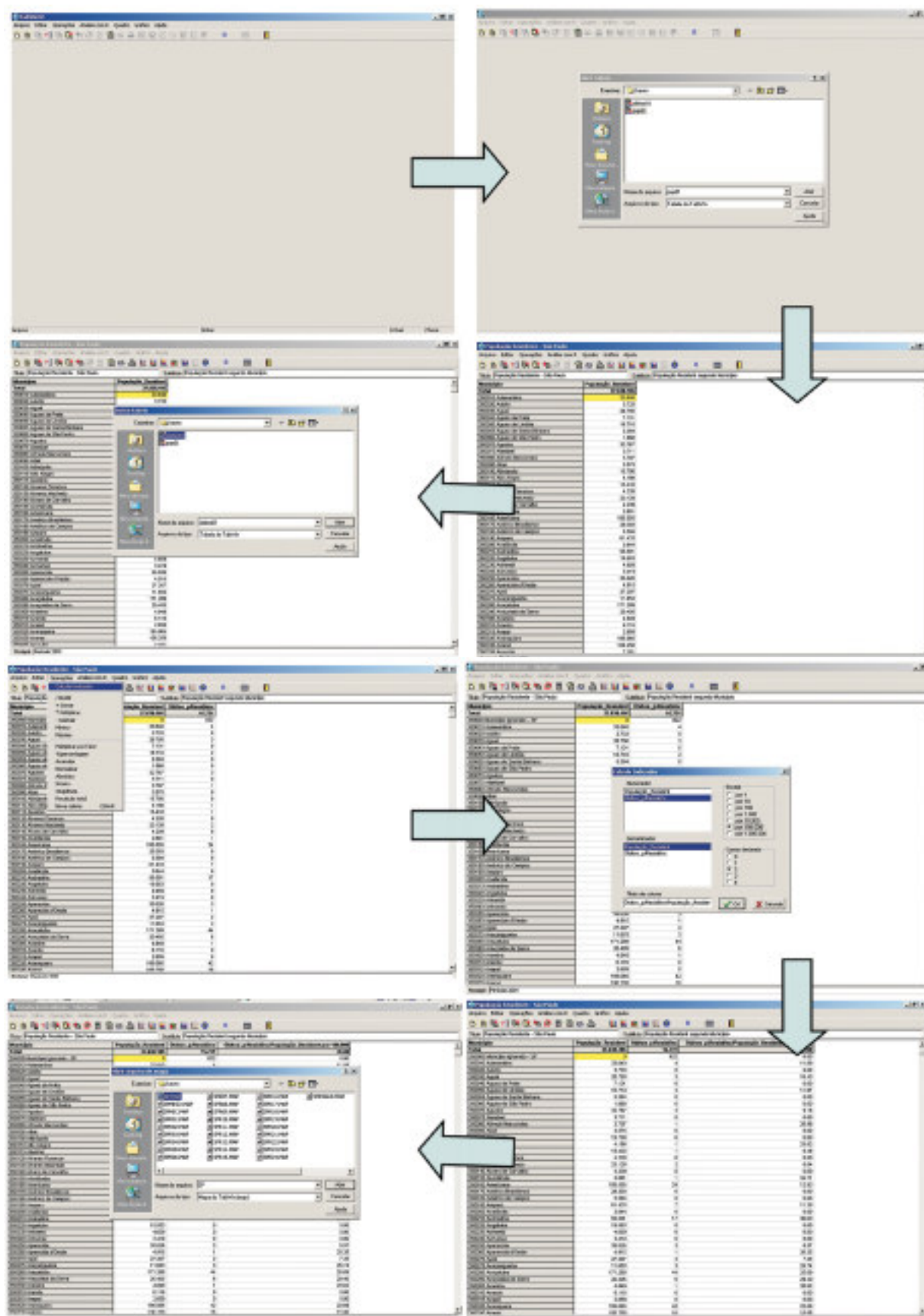
- Após escolher o estado de São Paulo, clicar em OK e fazer as seguintes seleções na página azul:
  - Na linha: município
  - Na coluna: Não ativa
  - Conteúdo: óbitos por residência
  - Período: 2001
  - Grande Grupo CID10: X85-Y09 Agressões
  - Formato: tabela com bordas
  - Copiar para TabWin
- Após os dados tabulares devidamente armazenados em um banco.
- Agora salve a tabela como TabWin. Escolha um diretório e um nome que vai ser usado depois no programa TabWin para calcular e mapear o indicador.

- Proceder da mesma forma para baixar os dados de população, lembrando que já que estamos utilizando os óbitos de 2001, deveremos utilizar a população de 2001, também.
- Ainda dentro da página do DATASUS na parte de informações de saúde, só que agora vamos clicar em **Demográficas e Socioeconômicas**.
- Após clicar em Demográficas e Socioeconômicas escolher dentro de população residente a opção de **Censo**. Depois, nessa mesma parte escolher Abrangência Geográfica São Paulo. Aparecerá uma página azul cheia de opções e escolher as seguintes:
  - Na linha: município
  - Na coluna: Não ativa
  - Conteúdo: população residente
  - Período: 2001
  - Formato: tabela com bordas
  - Copiar para TabWin

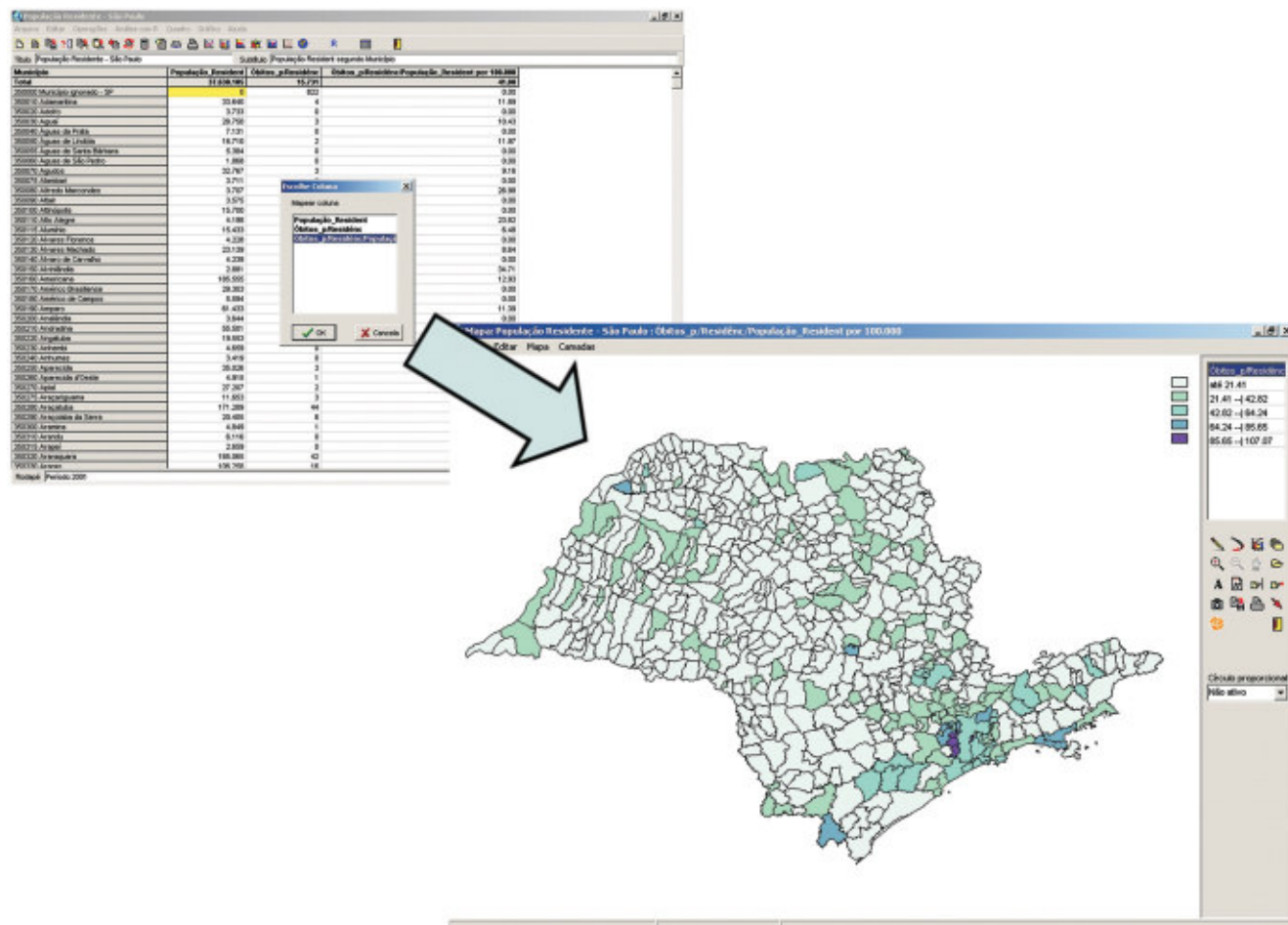
Poderemos iniciar o exercício.

- 1) Relacionar os dados de óbitos e de população com os dados gráficos (mapas) dos municípios do Estado de São Paulo;
  - 2) Calcular as taxas de mortalidade no TabWin;
  - 3) Visualizar as taxas dos municípios do Estado de São Paulo, observar como elas se distribuem;
  - 4) Explorar as possibilidades de cores, zoom, classificação das taxas etc.
- Primeiramente clicar para abrir o TabWin 34, depois clicar em abrir tabela (segundo ícone da barra de ferramentas), selecionar pop01, posteriormente clicar em incluir tabela (sétimo ícone da barra de ferramentas) selecionando obitos01. Para o cálculo do indicador, clicar em operações e clicar em calcular indicador e escolher para o numerador os óbitos e para denominador a população. Na parte referente à escala escolher 1 por 100.000 e duas casas decimais.
  - Depois de calcular o indicador o próximo passo é analisar as taxas no mapa. Para isso basta clicar em um globinho que se passarmos o cursor neste ícone () aparecerá mapa escrito e se clicarmos nele aparecerão todos os campos da tabela que criamos, mas apontaremos que desejamos mapear o indicador que calculamos. Assim aparecerá o mapa com as taxas calculadas anteriormente em cores, que poderemos mudar, além de outras opções.

Veja essas instruções nas figuras abaixo:



Exercício 1 : Mortalidade por homicídios em São Paulo - Escala Estadual



Após realizar esta primeira fase do exercício, todos estão aptos a fazer outros mapas, criando indicadores por sexo e por faixa etária, para melhor compreender a distribuição dos óbitos por homicídios nesse estado.

Com o término desse exercício podemos treinar fazendo mapas de homicídios no Estado do Rio de Janeiro de 1996 até 2003, separados por homens e mulheres na faixa etária de 18-65. O procedimento é o mesmo, mas é importante ficar atento às opções de seleção (sexo, faixa etária, ano, região geográfica) para baixar os dados do Datasus.

## Exercício 2 : Desigualdades sociais e dengue - Escala Intramunicipal

A forma usual de apresentação dos padrões de áreas é o uso de mapas temáticos com o padrão espacial do fenômeno, onde os dados podem ser armazenados em diferentes classes. O objetivo deste exercício é a construção e interpretação de mapas temáticos. Para interpretar a distribuição da doença no município e sua possível relação com fatores socioambientais.

Os dados necessários para esse exercício estão disponíveis na Internet pelo endereço: **[www.capacita.geosaude.cict.fiocruz.br](http://www.capacita.geosaude.cict.fiocruz.br)**

Para realizar o exercício você vai precisar do programa TabWin. Para isso, verifique se seu computador tem o arquivo tabwin34.exe ou uma versão mais atual. Também será necessária a utilização da tabela em formato TabWin denominada tabniteroi. Os dados presentes nessa tabela referem-se às taxas de incidência do dengue no período interepidêmico (1996 a 2000) e nos períodos epidêmicos (2001 e 2002) e indicadores de saneamento, de condições de vida e demográfico. Além disso, será indispensável o mapa do município de Niterói por bairros. Os arquivos são:

- MAPANITEROIBAIRROS.dbf;
- MAPANITEROIBAIRROS.shp;
- MAPANITEROIBAIRROS.shx;
- MAPANITEROIBAIRROS.map

O programa TabWin abre arquivos com extensões: mapa do TabWin (map); ARC INFOexport; ArcView shapefile (shp); Atlas-Gis (bna); EpiMap Boundary file (bnd); MapInfo (mif/mid); Map Maker Export (mme) e Garmin PCX5 (wpt).

**OBS:** A chave de ligação do mapa com a tabela de atributos necessariamente deve ter o mesmo tamanho de coluna. No caso do exemplo a seguir, as chaves de ligação são as colunas do código do bairro (COD) e do nome do bairro (NOME). Caso não apresentem o mesmo tamanho não será possível a construção de mapas temáticos.

Caso seu computador não tenha o arquivo tabwin34.exe, siga as instruções abaixo para fazer o *download* e a instalação do programa.

- Entre na página do Datasus: [www.datasus.gov.br](http://www.datasus.gov.br);
- Clique na área de arquivos;
- Clique em arquivo de programas, e depois "Tab para Windows". Selecione a área de *download* do programa;
- Na página de *Download* encontra-se disponível o programa TabWin (tab34.zip), o manual do programa em pdf, um arquivo de ajuda, alguns

arquivos de definições e conversões e um programa de visualização de arquivos no padrão dbf com funções adicionais de pesquisa, indexação e alteração de dados.

- Clique no tab34.zip
- Salve-o em seu computador no diretório C:\Arquivos de programas
- O arquivo tem um pouco mais de 1 MB, por isso pode demorar um pouco para baixar.
- Quando o arquivo tiver sido inteiramente baixado, execute o arquivo que será descompactado.

Para descompactar esses arquivos é necessário que o programa Winzip esteja instalado no seu computador. Se não estiver, pode aparecer um erro na hora de executar. Você pode copiar esse programa de outro computador, instalar a partir de algum CD que tenha o programa, ou também fazer um *download* desse programa na Internet.

Neste exercício os indicadores já foram criados e encontram-se na tabela tabniteroi.

Os seguintes indicadores encontram-se nessa tabela:

- incidência do dengue no ano de 2001
- incidência do dengue no ano de 2002
- incidência do dengue no período compreendido entre 1996 e 2000 (período interepidêmico)
- percentual de casas ligadas à rede de água – 2000 (AGUARG)
- incremento populacional (INCREPOP)
- incremento da área útil - 1986-00 (INCAUTIL)
- densidade populacional na área útil - 2001 (DUTIL01)
- percentual da área útil – 2001 (PERCAEUT)
- percentual de apartamentos – 2000 (APTO)
- percentual dos domicílios situados em favelas – 2000 (PERCFAV)
- renda média mensal do responsável pelo domicílio – 2000 (RENDMED)
- percentual de responsáveis pelo domicílio com escolaridade de mais de dez anos – 2000 (ENS10)

Construindo mapas temáticos no TabWin

- Abra o programa TabWin;
- Clique em arquivo abrir tabela;
- Selecione o diretório onde estão os dados;
- Escolha o tipo de arquivo, neste caso o formato da tabela é dbf;
- Selecionar tabniteroi e abrir o arquivo;








- O TabWin pedirá o código e o nome da chave de ligação da tabela de atributos que são COD e NOME;
- OK e a tabela será aberta;
- Na janela principal aparece uma tabela com todos os indicadores, citados anteriormente, por bairros de Niterói;
- Com a tabela aberta no TabWin, clique no ícone em forma de globo . Selecione o arquivo MAPANITEROIBAIRROS.map;
- Selecione o indicador Inc9600 (incidência do dengue no período de 1996 a 2000) e clique em OK;
- O que se vê é um mapa construído com os parâmetros *default* do TabWin. Verifique se existe um padrão espacial nesse mapa, por exemplo, uma concentração de bairros com valores mais altos localizados em uma parte do município. E os valores baixos, apresentam algum tipo de padrão?
- Mude as opções de cores através do ícone de pincel  ou indo diretamente com o botão direito do mouse no retângulo das cores da legenda;
- Mude também a opção de intervalos dos dados (mudança dos pontos de corte) através do ícone de histograma ;
- Na janela do histograma aparecem as seguintes opções: alteração da forma de construção dos intervalos ou classes (igual frequência, igual valor e manual); número de classes; e valores dos limites superiores para serem alterados quando no padrão “manual”. As figuras 1, 2 e 3 foram feitas com 5 classes no padrão manual;
- Faça algumas alterações e veja qual a melhor forma de representar esse indicador. Quando achar que está bom, salve o mapa usando a opção arquivo Salvar Bitmap ou através do ícone ;
- Quando definir o melhor ponto de corte utilize o mesmo para os outros indicadores (Inc01 e Inc02), pois isto é necessário para a comparação. Lembre-se que o período interepidêmico (1996 – 2000) apresenta valores bem menores que os períodos epidêmicos. Cuidado na construção dos pontos de corte!
- Saia dessa janela usando o ícone . Clique novamente no ícone de globo  e repita o processo para os outros indicadores de incidência: Inc01 e Inc02;
- Não esqueça de redesenhar .



FIGURA 1 – Incidência do dengue no período interepidêmico (1996- 2000).

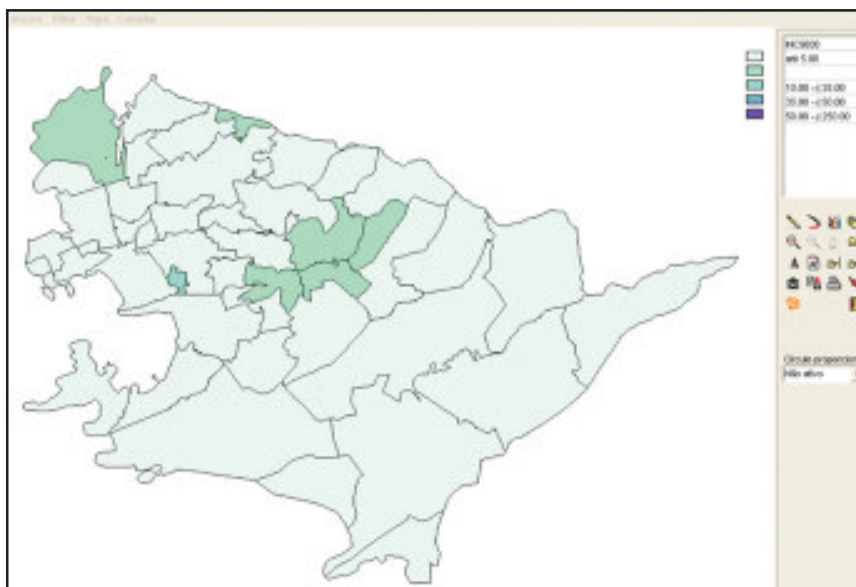


FIGURA 2 – Incidência do dengue no ano de 2001.

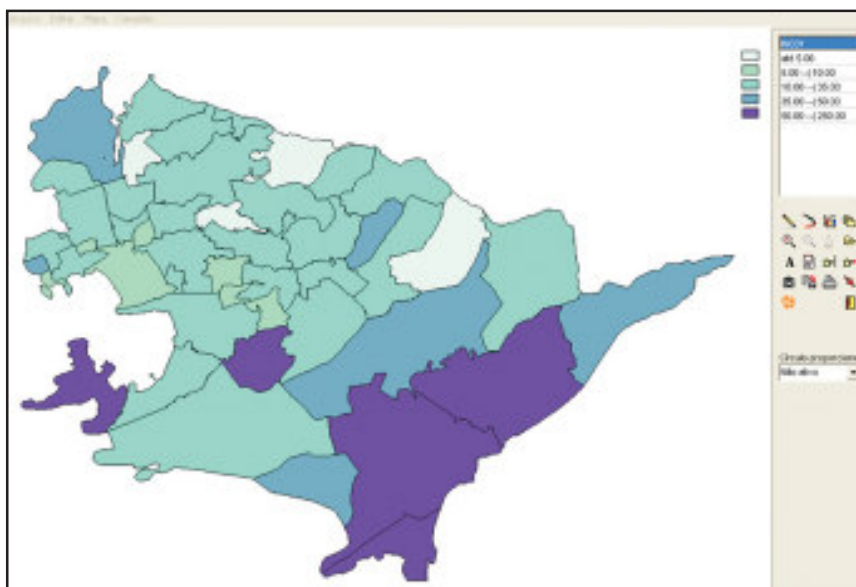
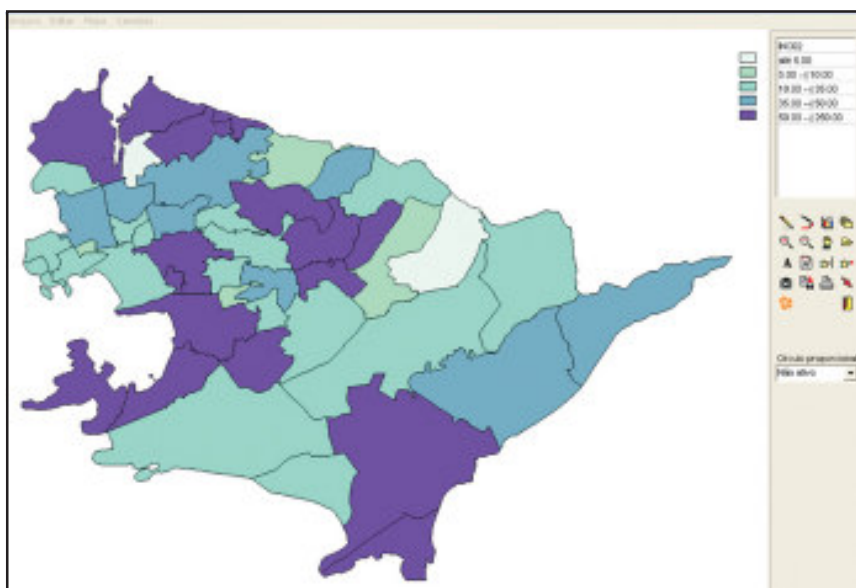





FIGURA 3 – Incidência do dengue no ano de 2002.



- Analise se a distribuição geográfica dos bairros com maiores e menores taxas são as mesmas para os três períodos. Provavelmente não! Qual a justificativa para estas diferenças? Para auxiliar o encontro de hipóteses que justifiquem essas diferenças, faça o mapeamento dos indicadores de saneamento, condições de vida e demográficos.
- Construa o mapa desses indicadores seguindo os passos explicados anteriormente.
- Qual o indicador que melhor justifica a distribuição do dengue encontrada? Se os pontos de corte dos indicadores forem alterados a interpretação muda?
- Quais são os bairros mais e menos afetados pela doença? Esses bairros estão concentrados em áreas com maiores ou menores valores dos indicadores de saneamento, condições de vida e demográfico?
- Algum indicador não mostrou relação com o dengue? Por quê?
- Você considera os indicadores apresentados suficientes?

Para ajudar nas questões acima, você pode também construir um círculo proporcional de qualquer indicador de sua tabela de atributos através do

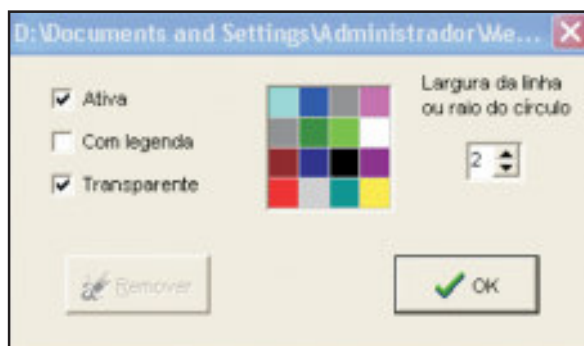
ícone . Isso pode ajudar na sua análise. Para mudar a cor e

o tamanho do círculo é só clicar nos ícones  e  , respectivamente. Realize esse procedimento para os indicadores de saneamento, condições de vida e demográfico sobrepondo ao mapa das incidências do dengue nos três períodos.

Outra ferramenta de análise espacial e que se encontra disponível no TabWin é a sobreposição de camadas de informação. Você pode acrescentar até nove camadas ao mapa que está sendo exibido na tela. É possível adicionar camadas provenientes de dois tipos de arquivos: arquivo de mapa com extensão MAP e arquivo DBF georreferenciado. **Os arquivos de mapas a serem adicionados devem ser compatíveis com o mapa exibido na tela.** Cada uma dessas camadas representa um tema. Você poderia sobrepor, por exemplo, o Índice de Infestação Predial (porcentual de prédios encontrados com recipientes contendo água e larvas de *Aedes aegypti* em relação ao número total de prédios examinados) e os casos pontuais de dengue por setor censitário e verificar se os setores com o maior número de casos apresentam também índice de infestação predial elevado.

- Como exercício somente para visualização dessa ferramenta, você pode adicionar a camada de setores censitários urbanos do município de Niterói ao mapa de bairros desse município. Para isso, primeiramente abra a tabela tabniteroi e construa um mapa com qualquer um dos indicadores, em seguida,

na janela de mapa clique no menu **Camadas – Adiciona nova camada**. O programa exibe a caixa “Abrir”, contendo a relação de todos os arquivos com extensão MAP disponíveis na pasta corrente. Se os arquivos MAP não estiverem nessa pasta, navegue até a pasta que os contenha. Selecione o arquivo de mapa que irá construir a nova camada e clique em abrir. O programa exibe uma caixa de propriedades da camada como a figura abaixo:



Caso as opções “Ativa” e “Transparente” não estejam marcadas, marque-as clicando em seus respectivos nomes. A opção “Ativa” faz com que essa nova camada seja exibida por cima do mapa base. A opção “Transparente” permite que o mapa base fique visível por baixo dessa nova camada.

Na paleta de cores dessa caixa, clique num dos quadrados para selecionar a cor com a qual as novas bordas serão plotadas no mapa. O *default* é a cor preta. Você pode também aumentar ou diminuir a largura da linha.

A nova camada é desenhada por cima do mapa base.

- Os resultados encontrados em sua análise poderiam de alguma forma contribuir para vigilância e planejamento de ações em saúde no município de Niterói. Como e por quê?
- Cite outros exemplos de análise em saúde onde as técnicas de geoprocessamento seriam importantes no planejamento e vigilância.



## Referências bibliográficas

- Almeida Filho N. O problema do objeto de conhecimento na epidemiologia. In: Costa DC, Epidemiologia: teoria e objeto. São Paulo: Hucitec, 1990. p. 203-20.
- Andrade MV, Noronha KMS. Desigualdade social no acesso aos serviços de saúde na Região Sudeste do Brasil. In: X Seminário sobre Economia Mineira, 2002, Diamantina. X Seminário sobre Economia Mineira, CD-Rom. 2002.
- Aronoff S. Geographic Information Systems: a Management Perspective. WDL Publications, Ottawa, Canadá. 1995.
- Augusto LGS. Teoria e prática na ação do sanitário: a questão da saúde e do ambiente. Cadernos de Saúde Coletiva, 2005; 13: 9-26.
- Barcellos C, Bastos FI. Redes sociais e difusão da AIDS no Brasil. Boletim de la Oficina Sanitaria Panamericana, 1995; 121(1): 11-24.
- Barcellos C, Bastos FI. Geoprocessamento, ambiente e saúde, uma união possível? Cadernos de Saúde Pública, 1996; 12(3): 389-397.
- Barcellos C, Sabroza PC. The place behind the case: Leptospirosis risks and associated environmental conditions in a flood-related outbreak in Rio de Janeiro. Cadernos de Saúde Pública, 2001; 17 (sup.3): 7-14.
- Barcellos C, Santos SM. Colocando dados no mapa: A escolha da unidade espacial de agregação e a integração de bases de dados em saúde e ambiente através do geoprocessamento. Informe Epidemiológico do SUS, 1997; VI(1): 21-29.
- Bennett D. Explanation in medical geography: Evidence and epistemology. Social Science and Medicine, 1991; 33: 339-346.
- Briggs D. Environmental health indicators: Frameworks and methodologies. World Health Organization. Genebra, Disponível em: [www.who.int/environmental\\_information](http://www.who.int/environmental_information); 1999.
- Burrough P, McDonell R. Principles of Geographical Information Systems. Oxford: Oxford University Press; 1998.
- Câmara G. Anatomia de um SIG. Fator GIS; a Revista do Geoprocessamento, 1994; 1(4): 11-15.
- Câmara G, Davis C, Monteiro AMV. Introdução à ciência da geoinformação. INPE. Disponível em <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/index.html>; 1998.
- Carvalho DM. Grandes sistemas nacionais de informação em saúde: Revisão e discussão da situação atual. Informe Epidemiológico do SUS 1997; VI(4): 4-46.
- Carvalho MS, Cruz OG. Análise espacial por micro-áreas: Métodos e experiências. In: Veras RP (org.) Epidemiologia: Contextos e Pluralidade, Série Epidemiológica 4, Rio de Janeiro: Editora Fiocruz/ABRASCO. 1998: p. 79-89.
- Carvalho MS. Informação: Da produção à utilização. In: Rozenfeld S (Org.), Fundamentos da Vigilância Sanitária. Rio de Janeiro: Ed. Fiocruz; 2000. P. 235-256.
- Carvalho MS, Pina MF, Santos SM. Conceitos Básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia Aplicados à saúde. Brasília: Ed. OPAS-RIPSA; 2000.
- Castellanos PL. Sobre el concepto de salud-efemeridad: Un punto de vista Epidemiológico. In: Taller Latino Americano de Medicina Social. IV Congreso Latino Americano y Congreso Mundial de Medicina Social; 1987; Medellin, Colombia; 1987.
- Castellanos PL. Epidemiologia, Saúde Pública, Situação de Saúde e Condições de vida. Considerações conceituais. In: Barata RB (org.) Condições de vida e situação de saúde. Rio de Janeiro: Ed. ABRASCO; 1997. p. 31-75.
- Castiglione L, Pina M. Elaborar Mapas: a construção de um discurso sobre a espacialidade dos fenômenos, Arquivos de Medicina, 2004; 17(6): 303-310.

- Curson P. Geography, Epidemiology and Human Health. In: Clarke JI, Geography and Population. Oxford: Pergamon Press; 1986. p. 93-101.
- Davis CA, Fonseca FT, Borges KAV. A Flexible Addressing System for Approximated Geocoding. In: GeolInfo. Disponível em <http://www.geoinfo.info>; 2003: Campos do Jordão: INPE; 2003.
- Fitz PR. Cartografia básica. Canoas: Ed. La Salle; 2000.
- Gould P. Épidemiologie et maladie. In: Bailly A et. al. Encyclopédie de Géographie. Paris: Ed. Economica, 1993. p. 947-967.
- Ĩiguez Rojas LB. Espaço e Doença: Um Olhar sobre o Amazonas. In: Rojas LI Toledo LM (org.), Rio de Janeiro: Ed. Fiocruz; 1998.
- Ĩiguez-Rojas LB. Geografía y salud: temas y perspectivas em América Latina. *Cadernos de Saúde Pública*, 1998; 14(4): 701-711.
- Ĩiguez-Rojas LB, 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*, 2000; 8(2): 25-35.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) Glossário de Cartografia. Disponível em [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br). Acessado em julho de 2006.
- Kraak M, Ormeling F. *Cartography: Visualization of spatial data*. Londres: Ed. Longman; 1996.
- Lisboa Filho J. Modelos conceituais de dados para Sistemas de Informações Geográficas. Porto Alegre: Ed. UFRGS; 1997.
- Malta DC, Almeida MCM, Dias MAS, Merhy EE. A mortalidade infantil em Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, por área de abrangência dos Centros de Saúde (1994-1996). *Cadernos de Saúde Pública*, 2001; 17(5): 1189-1198.
- Mendes EV. Distrito Sanitário: O processo social de mudança das práticas sanitárias do Sistema Único de Saúde. São Paulo-Rio de Janeiro: Ed. Hucitec-Abrasco; 1999.
- Monmonier M. *Mapping it Out: Expository cartography for the humanities and social sciences*. Chicago: The University of Chicago Press; 1993.
- Monmonier M. *How to lie with maps*, 2<sup>nd</sup> edition, Chicago: The University of Chicago Press; 1996.
- Mooney G. What does equity in health means? *World Health Statistic Quarterly*, 1987; 40:296-303.
- Nurminen M. Linkage failures in ecological studies. *World Health Statistic Quarterly*, 1995; 48:78-84.
- Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS). *La salud en las Américas*. Publicación Científica y Técnica n. 587, vol. II. Washington, EUA; 2002.
- Paim JS. Abordagens teórico-conceituais em estudos de condições de vida e saúde. In: Barata RB (Org.), *Condições de vida e situação de saúde*. Rio de Janeiro: Ed. ABRASCO; 1997. p. 7-30.
- Paim JS. *Saúde, política e reforma sanitária*. Salvador: Ed. CEPS-ISC; 2002.
- Peiter PC, Tobar C. Poluição e condições de vida: Uma análise geográfica de riscos à saúde em Volta Redonda, Rio de Janeiro. *Cadernos de Saúde Pública*, 1998; 14(3): 473-485.
- Pina MF, Cruz C. Conceitos básicos de cartografia para utilização em Sistemas de Informações Geográficas. In: Carvalho M, Pina MF, Santos S. (orgs.), *Conceitos básicos de Sistemas de Informação Geográfica e cartografia aplicados à saúde*. Brasília: Ed. OPAS-RIPSA; 2000. p. 91-116.
- Pina MF. Armazenamento dos dados em SIG. In: Carvalho M, Pina MF, Santos S. (orgs.), *Conceitos básicos de Sistemas de Informação Geográfica e cartografia aplicados à saúde*. Brasília: Ed. OPAS-RIPSA; 2000. p. 41- 66.

- Raffestin C. Por uma geografia do poder. São Paulo: Ed. Ática; 1993.
- Santos M. O espaço dividido: Os Dois Circuitos da Economia Urbana nos Países Subdesenvolvidos. Rio de Janeiro: Ed. Francisco Alves; 1979.
- Santos M. A Natureza do Espaço: técnica e tempo; razão e emoção. São Paulo: Ed. Hucitec; 1996.
- Santos SM, Barcellos C, Soares MF. Informação e diagnóstico de situação de saúde. In: Informação e diagnóstico de situação. Rio de Janeiro: Ed. Fiocruz-EPSJV-Proformar; 2004. P.112-164.
- Silva A. Gráficos e Mapas, representação de informação estatística. Lisboa, Portugal: Ed. Lidel; 2006.
- Silva AB. Sistemas de Informação Geo-referenciada: conceitos e fundamentos. Campinas: Ed. UNICAMP; 2006.
- Snow J. Sobre a maneira da transmissão da cólera. São Paulo: Ed. Hucitec-ABRASCO; 1990.
- Souza MJL. ABC do Desenvolvimento Urbano. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil; 2005.
- Souza WV, Albuquerque MFM, Barcellos C, Ximenes, RAA, Carvalho MS. A Tuberculose no Brasil: Construção de um sistema de vigilância de base territorial. Revista de Saúde Pública, 2005; 39(1): 82-89.
- Susser M, Susser E. Choosing a future for epidemiology: I. Eras and paradigms. American Journal of Public Health, 1996; 86(5): 668-673.
- Travassos CMR, Viacava F, Fernandes C, Almeida C. Desigualdades geográficas e sociais na utilização de serviços de saúde no Brasil. Ciência e Saúde Coletiva, 2000; 5(1): 133-149.
- Tyner J. Introduction to Thematic Cartography. New Jersey, EUA: Ed. Prentice Hall; 1992.
- Victora CG ; Barros FC, Lima RC, Behague DP, Gonçalves H, Horta BL, Gigante DP, Vaughan P. Estudo de coorte de nascimentos em Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil, 1982-2001. Cadernos de Saúde Pública, 2003; 19( 5): 1241-1256.
- Vine MF, Degnan D, Hanchette C. Geographic Information Systems: Their use in environmental epidemiologic research. Environmental Health Perspectives, 1997; 105: 598-605.
- Ximenes RAA, Martelli CMT, Souza WV, Lapa TM, Albuquerque MFPM, Andrade ALSS, Morais Neto OL, Silva AS, Lima MLC, Portugal JL. Vigilância de doenças endêmicas em áreas urbanas: a interface entre mapas de setores censitários e indicadores de morbidade. Cadernos de Saúde Pública, 1999; 15(1): 53-61.





**Outros títulos da série: CAPACITAÇÃO E ATUALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO EM SAÚDE**

**VOLUME 1 – Abordagens Espaciais na Saúde Pública**

*Organizadores: Simone M. Santos e Christovam Barcellos*

**VOLUME 2 – Sistemas de Informações Geográficas e Análise Espacial na Saúde Pública**

*Organizadores: Simone M. Santos e Reinaldo Souza-Santos*

**VOLUME 3 – Introdução à Estatística Espacial para a Saúde Pública**

*Organizadores: Simone M. Santos e Wayner Souza*

**MAIS INFORMAÇÕES: Secretaria de Vigilância em Saúde**

Ministério da Saúde

Esplanada dos Ministérios

edifício sede, Bloco E, 1º andar

Brasília - DF CEP 70.058-900

e-mail: [svs@saude.gov.br](mailto:svs@saude.gov.br)

Tel: (61) 3315.3777

Visite nosso site:

[www.capacita.geosaude.cict.fiocruz.br](http://www.capacita.geosaude.cict.fiocruz.br)





---

Esta obra foi produzida no Rio de Janeiro pelo Departamento de Múltiplos Meios – CICT – Fiocruz, em novembro de 2006. A composição empregou as tipologias Arial, Arial Narrow, Zapf Humanist 601. O papel utilizado para miolo é o couchè matte 115 g/m<sup>2</sup>. E, para a capa, Cartão Supremo 300 g/m<sup>2</sup>.

Série: Capacitação e atualização em  
geoprocessamento em saúde


Volume 1

# Abordagens espaciais na Saúde Pública

Este livro é fruto de uma colaboração da SVS/MS e o CICT/FIOCRUZ, organizado por Christovam Barcellos e Simone Santos com a participação de diversos autores. Trata-se do primeiro material escrito em língua portuguesa que possibilita a formação em conceitos de Análise Espacial e Sistemas de Informações Geográficas (SIG) com exemplos práticos para a vigilância em saúde e utilização de aplicativos de domínio público. Essa publicação, portanto, será de grande utilidade para potencializar as análises de situação de saúde no Brasil.

*Otaliba Libânio de Moraes Neto* Diretor DASIS/SVS/MS

  
Secretaria de Vigilância em Saúde

 Ministério da Saúde  
FIOCRUZ  
Fundação Oswaldo Cruz

  
EM PAÍS DE TODOS

 CICT  
Centro de Informação Científica e Tecnológica

ISBN 85-334-1181-2

