Medronho, RA; Perez, M.A. Distribuição das doenças no Espaço e no Tempo. In: Medronho RA et all. Epidemiologia. São Paulo, Atheneu, 2002.

Capítulo 4

Distribuição das Doenças no Espaço e no Tempo

Roberto de Andrade Medronho
Maurício de Andrade Perez

Introdução

A análise da distribuição das doenças e de seus determinantes nas populações no espaço e no tempo é um aspecto fundamental da Epidemiologia. Dessa forma, a base da maioria dos estudos epidemiológicos consiste no exame cuidadoso de três questões primordiais:

- *Quem adoeceu?* — analisa a distribuição da doença segundo sexo, idade, ocupação, hábitos alimentares, culturais etc. Ex.: o sarampo é mais comum na infância.
- *Onde a doença ocorreu?* — analisa a ocorrência de algum padrão espacial da doença. Ex.: a diarréia infecciosa é mais comum em áreas com condições de saneamento precárias.
- *Quando a doença ocorreu?* — analisa o período e a velocidade de ocorrência da doença. Ex.: o dengue é mais comum no verão.

Neste capítulo, será analisada a distribuição das doenças no espaço e no tempo. Ressalta-se a importância desta análise não apenas para o melhor conhecimento do processo saúde-doença, como também para o planejamento em saúde (por exemplo, definição de áreas de risco para a intervenção em saúde) e para a clínica (principalmente, através dos métodos de análise de sobrevida para câncer, AIDS e outras doenças).

Distribuição das Doenças no Espaço

O conceito de espaço deve incorporar não apenas as características geográficas, naturais e sociais de um lugar, mas também "*a vida que os preenche e os anima, ou seja, a sociedade em movimento*"[17]; assim, a teoria do espaço não se reduz apenas a questões do ambiente físico, mas também a processos sociais. A configuração territorial não é por si só um dado "natural", mas o testemunho de processos históricos passados, que continuam atuando na atualidade[15]. Esses processos atuam diferentemente em momentos históricos distintos, influenciam e são influenciados pela ação do homem.

O estudo do espaço como lugar de ocorrência de doenças parece ser tão antigo quanto a própria Medicina, já que se pode considerar a obra de Hipócrates, século V a.C., *Dos ares, dos mares e dos lugares* pioneira neste aspecto. Associada à noção da distribuição espacial de qualquer evento está a elaboração de mapas. Entretanto, somente no século XVIII, quando o uso de mapas cresceu na Europa, é que os primeiros mapeamentos de doenças foram publicados. Assim, em 1768, o médico escocês James Lind publicou um livro intitulado *An Essay on Diseases Incidental to Europeans in Hot Climates: with the Method of Preventing their Fatal Consequences*[2].

Há muito tempo se sabe que o estudo da distribuição espacial das doenças pode oferecer importantes pistas para sua etiologia, embora nem sempre seja pos-

sível fazer inferências causais diretas. Por exemplo, John Snow[19], analisando uma epidemia de cólera ocorrida em Londres no ano de 1854, demonstrou uma associação espacial entre mortes por cólera e suprimento de água através de diferentes bombas públicas de abastecimento, identificando assim a origem da epidemia, mesmo sem conhecer seu agente etiológico (Fig. 4.1).

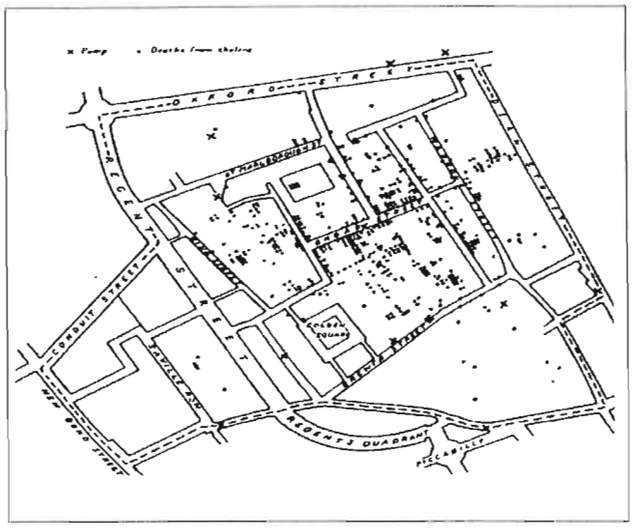

Fig. 4.1 — *Óbitos por cólera ocorridos em Ioho, Londres, 1854.*

Palm[14], ao analisar a variação geográfica na prevalência do raquitismo em diversos países, afirmou que a falta de luz solar era a maior causa de raquitismo. Lancaster[7] analisou a distribuição espacial da mortalidade por melanoma e concluiu que, ao contrário do raquitismo, sua maior causa era o excesso de luz solar.

Os estudos das variações geográficas das doenças no nível internacional têm obtido sucesso na identificação de possíveis fatores de risco para as doenças, porque eles exploram grandes diferenças, tanto na freqüência das doenças como na prevalência da exposição entre os diversos países[4].

O principal objetivo do estudo das variações geográficas das doenças é a formulação de hipóteses etiológicas através da análise conjunta das variações nos fatores ambientais. Geralmente, não é possível testar hipóteses sobre a causa das doenças nesses estudos, porque a exposição a um determinado fator e o desfecho não são mensurados no mesmo indivíduo.

O médico britânico John Snow (1813-1858) foi um dos pioneiros na prática da anestesiologia. Seu interesse por esta área foi despertado após a introdução clínica do éter. Seus trabalhos levaram a diversas contribuições para o desenvolvimento desta especialidade com a introdução de diversos anestésicos em seu livro *On the Inhalation of Ether* (1847). Snow defendeu o uso da analgesia realizando assim o primeiro parto de uma rainha inglesa com técnicas anestésicas. Ao mesmo tempo em que acumulava sucessos na prática de sua especialidade, Snow começou a investigar diversas epidemias de cólera que atingiram Londres. A teoria vigente em sua época era a de que as doenças eram transmitidas pelo ar. Sua fama, entretanto, foi iniciada quando conseguiu demonstrar que a cólera seria uma doença de transmissão hídrica.

Um outro exemplo interessante é a avaliação da distribuição espacial de uma determinada doença em diversos períodos de tempo, como pode ser visto no mapeamento da epidemia de AIDS no Brasil (Fig. 4.2). Inicialmente, os municípios atigindos pela epidemia de AIDS concentravam-se, principalmente, na Região Sudeste. Posteriormente, o processo epidêmico disseminou-se para praticamente todos os municípios brasileiros.

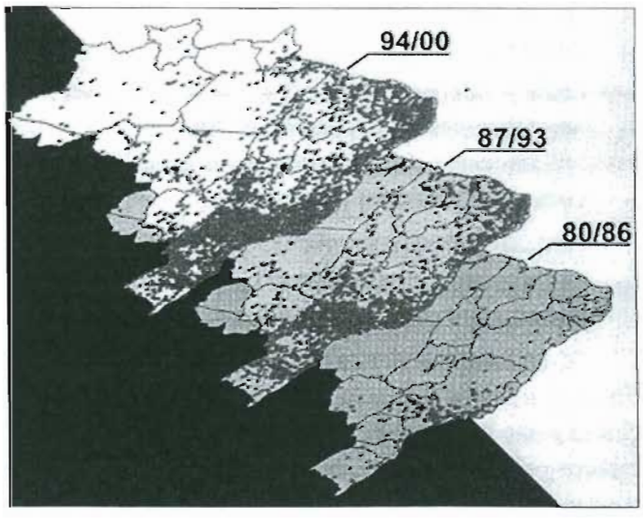

Fig. 4.2 — *Distribuição espacial dos municípios brasileiros com pelo menosum caso de AIDS registrado em três períodos: 1980/86, 1987/93 e 1994/00.*
Fonte: Ministério da Saúde. Boletim Epidemiológico Aids. ano XIII, nº 1, 2000.

A análise espacial das doenças e demais eventos de saúde também pode ser um importante instrumento na gestão em saúde. A Fig. 4.3 mostra que algumas regiões administrativas do município do Rio de Janeiro ainda possuem uma elevada mortalidade infantil. Conseqüentemente, deve-se implementar ações de saúde no sentido de reduzir essas taxas, tais como, melhoria da assistência pré-natal, melhoria dos programas de controle de doenças do aparelho respiratório e gastrintestinal, etc.

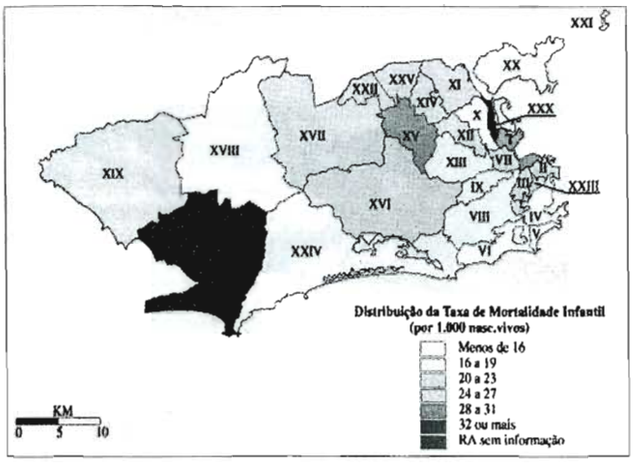

Fig. 4.3 — *Taxa de mortalidade infantil (por 1.000 nascidos vivos) — 1995. Distribuição por regiões administrativas. Município do Rio de Janeiro. Fonte: Secretaria Municipal de Urbanismo.*

Técnicas de Análise Espacial em Saúde

O estudo quantitativo da distribuição das doenças ou serviços de saúde, onde o objeto de estudo é referenciado geograficamente, é denominado de análise espacial em saúde[6]. Na Epidemiologia é utilizada para identificar padrões espaciais de morbidade ou mortalidade e os fatores associados a esses padrões, difusão de doenças e etiologia de doenças, visando à sua predição e controle. Segundo Gatrell & Bailey[5], os métodos para análise espacial podem ser divididos em:

a) **visualização:** onde o mapeamento de eventos de saúde é a ferramenta primária;

b) **análise exploratória de dados:** utilizada para descrever padrões espaciais e relações entre mapas;

c) **modelagem:** utilizada quando se pretende testar formalmente uma hipótese ou estimar relações, como, por exemplo, entre a incidência de uma determinada doença e variáveis ambientais.

Note que os procedimentos utilizados para executar a análise espacial não se resumem simplesmente ao mapeamento dos eventos. Além disso, a despeito do aspecto aparentemente "*estático*" de um mapa, ele reflete sinteticamente complexos processos sociais, históricos, geográficos e ambientais.

Diversos procedimentos são utilizados para executar a análise espacial, notadamente, as técnicas de geoprocessamento, geoestatísticas, de análise de dados em treliça e de padrões pontuais, que serão descritas sucintamente a seguir (para maiores detalhes consultar o capítulo referente à *Análise espacial em saúde*):

1. Geoprocessamento: é o conjunto de técnicas de coleta, tratamento e exibição de informações referenciadas geograficamente. Um dos sistemas que se utilizam dessas técnicas é o Sistema de Informação Geográfica (GIS, de *Geographic Information System*), que se constitui em uma estrutura de processamento eletrônico de dados que permite a captura, armazenamento, manipulação, análise, demonstração e relato de dados referenciados geograficamente[16]. Na Saúde Coletiva, os GIS podem contribuir para a análise espacial das doenças em grandes conjuntos de dados referenciados geograficamente, assim como, para a avaliação das relações entre o processo saúde-doença e o ambiente. Na Epidemiologia pode ser um importante instrumento para as atividades de vigilância epidemiológica e para o planejamento de ações de prevenção e controle[11]. A Fig. 4.4 mostra a representação de uma determinada realidade através de um GIS.

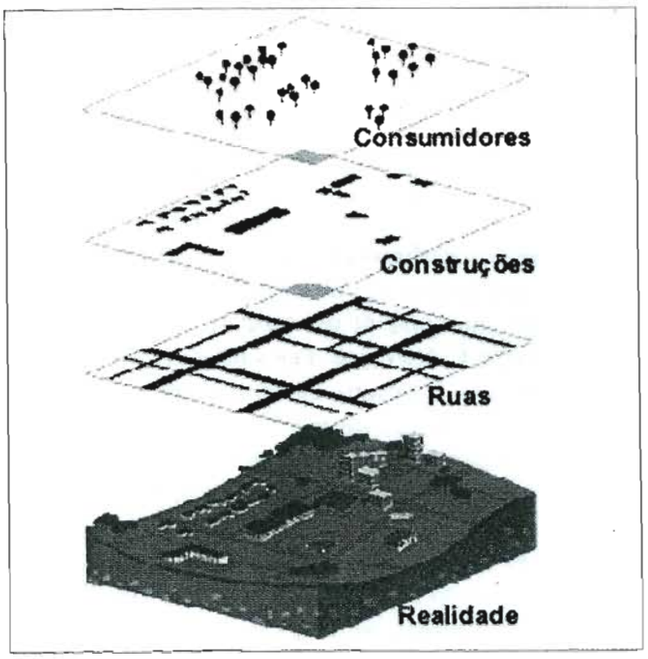

Fig. 4.4 — *Representação esquemática de uma realidade em um Sistema de Informação Geográfica.*

2. **Geoestatística:** é o estudo de fenômenos que variam no espaço[13]. Seu objetivo principal é a análise e modelagem da variabilidade espacial e predição de fenômenos, embora possa ser utilizada também na análise do tempo ou do espaço e tempo conjuntamente. A premissa básica é a de que valores em posições próximas são correlacionados e que esta correlação diminui à medida que a distância entre estes valores aumenta[20]. A Fig. 4.5 mostra a probabilidade de ocorrência de soropositividade para anticorpos contra o vírus da hepatite A (anti-HAV) em menores de 10 anos nos setores censitários 111 e 112 do Parque Fluminense, Duque de Caxias, Rio de Janeiro; obtida através de técnicas geoestatísticas[10].

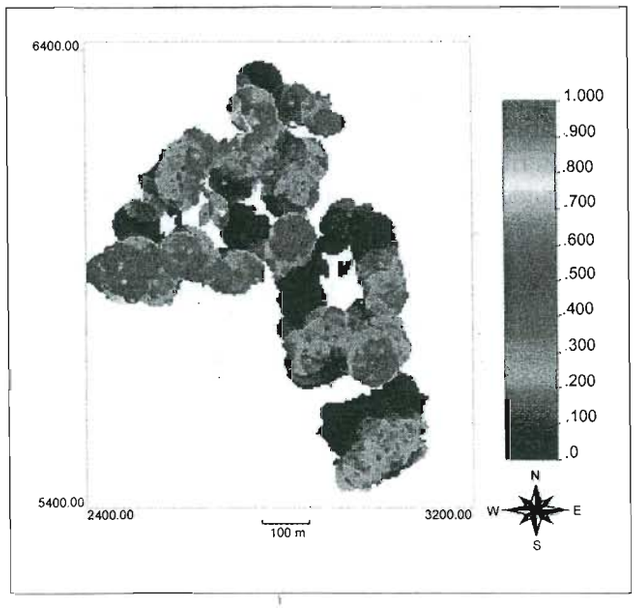

Fig. 4.5 — *Mapa da probabilidade de ocorrência de soropositividade para anti-HAV em menores de 10 anos nos setores centitários 111 e 112 do Parque Fluminense, Duque de Caxias, Rio de Janeiro, 1997.*

3. **Análise de dados em treliça:** dados em treliça (*lattice*, em inglês) são observações associadas com regiões, que podem ser regulares ou irregulares. Na Saúde Coletiva, os dados referentes à incidência de uma doença ou agravos à saúde apresentados sob a forma de mapas segundo a divisão político-administrativa constituem um exemplo típico de treliça irregular. A Fig. 4.6 mostra o conjunto das taxas de mortalidade de 0 a 23 horas por 10.000 nascidos vivos (NV) segundo os municípios do Estado do Rio de Janeiro em 1991[9]. Note que os polígonos referentes aos municípios do Estado do Rio de Janeiro possuem formatos totalmente distintos. Associada à idéia de dados em treliça está a de vizinhança, que, dependendo da estrutura de correlação dos dados, pode ser definida como a distância entre as diferentes regiões, existência de uma fronteira comum, etc. As relações de vizinhança também podem ser ponderadas, atribuindo-se pesos diferenciados ao tamanho da fronteira ou da distância entre as regiões, por exemplo.

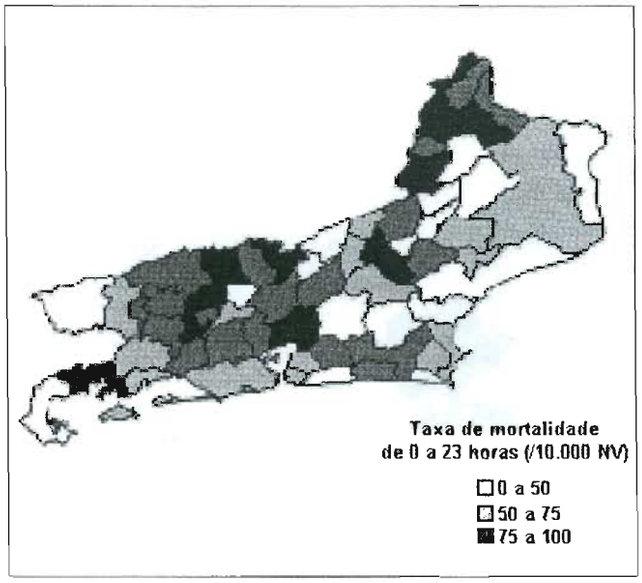

Fig. 4.6 — *Distribuição espacial da taxa de mortalidade de 0 a 23 horas segundo os municípios do Estado do Rio de Janeiro, 1991.*

4. **Análise de padrões pontuais:** na análise de padrões pontuais (*point patterns*, em inglês), a variável de interesse é a própria localização dos eventos. Nesse tipo de análise espacial, o objetivo é saber se os eventos observados ocorreram aleatoriamente ou se possuem algum padrão sistemático em determinada região, como agregação (*clustering*) ou regularidade. Agregação espacial de doença pode ser atribuída a fatores demográficos, genéticos, ambientais ou socioculturais superpostos geograficamente ao padrão de ocorrência observado. A Fig. 4.7 exemplifica um mapa contendo padrões pontuais mostrando a distribuição espacial da epidemia de AIDS (casos acumulados) nos EUA em novembro de 1997.

Estudos de Migrantes

Um tipo interessante de estudo sobre distribuição geográfica de doença é o estudo de migrantes, cujo objetivo é determinar se o risco de doença entre migran-

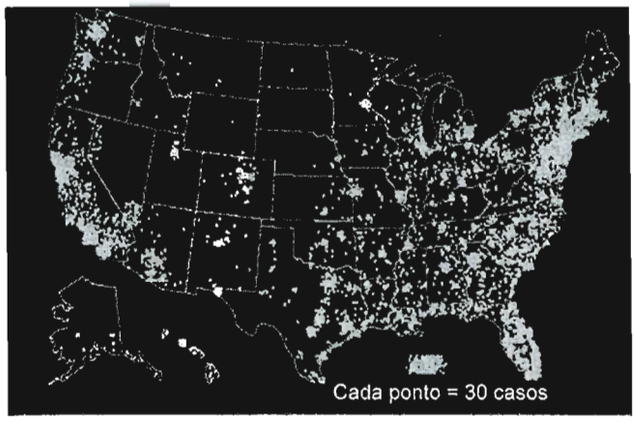

Fig. 4.7 — *Casos acumulados de Aids em 9/97 (N ~ 626.334 casos), EUA. Fonte: CDC.*

tes de uma região com alto (ou baixo) risco para uma região de baixo (ou alto) risco muda após a migração. Estes estudos exploram as variações geográficas na freqüência de doença no sentido de separar os efeitos do lugar (fatores ambientais, por exemplo), dos efeitos do indivíduo, como por exemplo, os fatores genéticos[4]. Para alguns tipos de câncer, os migrantes de uma área, que possui um determinado padrão de incidência da doença, adquirem os padrões de sua nova localização[18]. Assim, em muitos casos, os fatores genéticos não podem ser primariamente responsáveis pelas grandes diferenças nas taxas de câncer entre os países[21].

Distribuição das Doenças no Tempo

O estudo da distribuição das doenças no tempo pode fornecer inúmeras informações fundamentais para a compreensão, previsão, busca etiológica, prevenção de doenças e avaliação do impacto de intervenções em saúde.

A distribuição temporal de uma doença pode obedecer a um determinado padrão temporal, como no caso da rubéola, que exibe um aumento em sua ocorrência na primavera. Assim, é possível conhecer os períodos de maior risco para determinadas doenças. Este fato pode contribuir para a prevenção e diagnóstico precoce dessas doenças. Por exemplo, um indivíduo que apresente um quadro clínico de febre baixa, *rash* cutâneo e linfoadenopatia generalizada na primavera, deve levantar a suspeita de rubéola.

A vigilância epidemiológica das doenças transmissíveis é feita a partir de um acompanhamento temporal das doenças. Caso elas apresentem uma elevação inesperada, acima da freqüência esperada, em determinado período de tempo, pode-se estar diante de uma epidemia.

A partir do conhecimento da evolução temporal passada de uma determinada doença, é possível criar modelos de predição de sua ocorrência futura, utilizando-se de técnicas de séries temporais. Além disso, o conhecimento da distribuição temporal conjunta de uma determinada doença e possíveis fatores de risco pode fornecer pistas importantes para a etiologia da mesma.

A avaliação da evolução temporal de uma determinada doença antes e após uma intervenção pode mostrar a efetividade daquela medida. Por exemplo, o acompanhamento da incidência da poliomielite no Brasil após as campanhas de vacinação em massa mostrou uma diminuição dramática de sua ocorrência. Atualmente, o Brasil erradicou a doença em seu território.

A análise de um conjunto de observações seqüenciais no tempo pode conter flutuações aleatórias. Assim, é importante tentar detectar, além das possíveis variações aleatórias, os quatros tipos principais de evolução temporal das doenças: tendência histórica; variações cíclicas; variações sazonais e variações irregulares.

Tendência Histórica

O estudo da tendência histórica se refere à análise das mudanças na freqüência (incidência, mortalidade etc.) de uma doença por um longo período de tempo, geralmente, décadas. Não existe um critério rígido para definição do tempo mínimo de observação necessário para detectar alterações na evolução da doença. Geralmente, a duração da série histórica é determinada pela disponibilidade dos dados. A Fig. 4.8 ilustra a tendência histórica das taxas de mortalidade da tuberculose padronizadas por idade para a cidade de São Paulo.

Verificam-se três diferentes tendências: de 1900 a 1945 uma alta mortalidade com tendência estacionária;

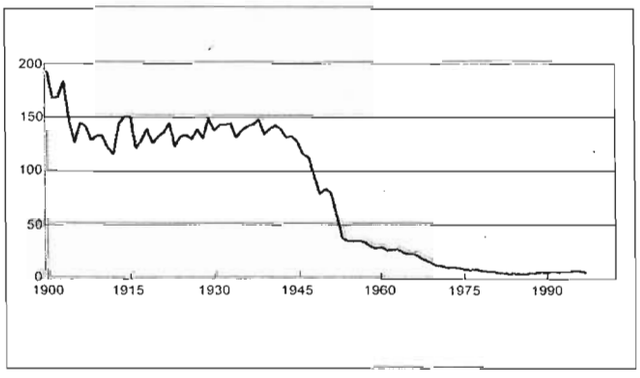

Fig. 4.8 — *Evolução temporal das taxas de mortalidade de tuberculose padronizadas por idade (por 100.000 habitantes) em São Paulo, Brasil, 1900-97.*

de 1945 a 1985 forte redução na mortalidade; e de 1985 a 1995 discreto recrudescimento da mortalidade. Os anos de 1945 a 1985 foram marcados por uma acentuada queda na mortalidade por tuberculose, em função das melhorias sociais, da introdução de recursos terapêuticos e da ampliação da cobertura dos serviços de saúde. Já o discreto aumento na mortalidade da tuberculose, de 1985 a 1995, pode estar refletindo a crescente prevalência da co-infecção por *Mycobacterium tuberculosis* e HIV, além de uma possível perda de qualidade dos programas de controle da doença[1].

A análise da tendência histórica de uma doença deve levar em consideração as possíveis modificações nos critérios diagnósticos, na terminologia da doença, nas taxas de letalidade etc. Entretanto, muitas vezes é necessária a observação de uma doença ao longo de décadas para se traçar o perfil esperado para a conjuntura atual.

O mundo observou, inicialmente, para os países desenvolvidos, e posteriormente, em parte para os subdesenvolvidos, a progressiva substituição das doenças infecto-contagiosas pelas crônico-degenerativas, em um processo denominado de transição epidemiológica (maiores detalhes no capítulo *Transição demográfica e epidemiológica*). Dentre as muitas causas para explicar este fenômeno nos países desenvolvidos encontram-se as grandes melhorias sociais que tiveram início no século passado, a introdução das tecnologias de vacinação, a melhor alimentação etc. Por exemplo, a Fig. 4.9A,B mostra a evolução da mortalidade por tuberculose e por coqueluche para a Inglaterra e País de Gales de 1860 a 1960. Entretanto, nos países subdesenvolvidos, a medicina somente viveu uma grande revolução há cerca de 20 anos, com uma maior atenção às campanhas de vacinação em massa, acompanhamento das gestantes, aleitamento materno, aprimoramento dos programas de controle de doenças de grande prevalência, como a tuberculose, hanseníase, hipertensão etc.

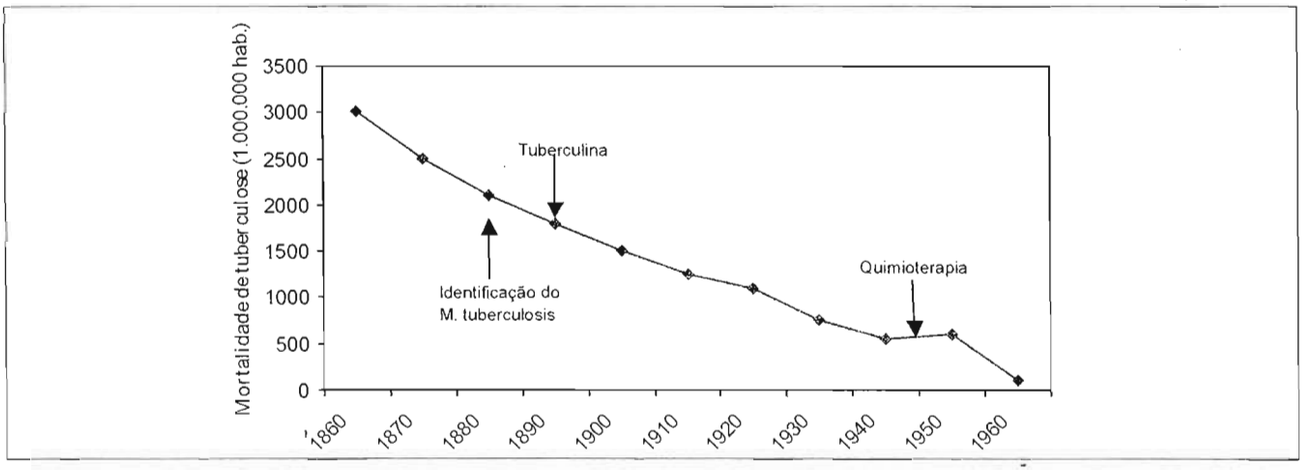

Fig. 4.9A — *Mortalidade por tuberculose respiratória na Inglaterra e País de Gales, 1890-1960.*

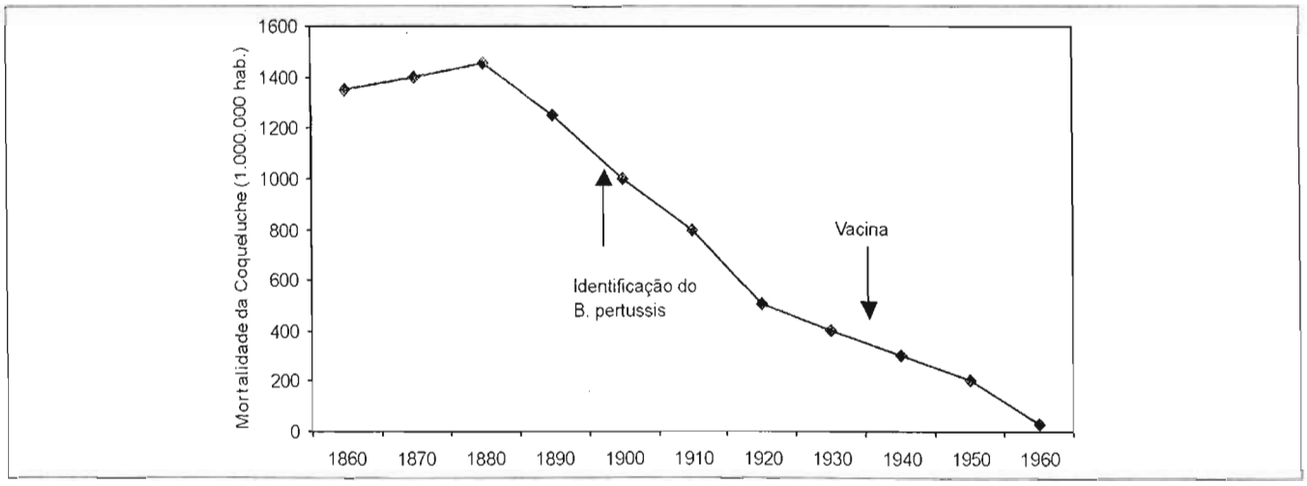

Fig. 4.9B — *Mortalidade por Coqueluche na Inglaterra e País de Gales, 1890-1960.*

Observa-se que, quando a quimioterapia eficaz foi introduzida para o tratamento da tuberculose, a mortalidade já era apenas uma pequena fração do que havia sido 80 anos antes, o mesmo ocorrendo com a coqueluche, quando da introdução da vacina.

O movimento observado na tendência histórica das diversas doenças pode ser explicado por inúmeras razões, tais como a melhoria no diagnóstico (principalmente a precocidade do mesmo), melhoria das condições sanitárias, sociais, técnicas obstétricas mais efetivas etc. Por outro lado, muitas vezes existe dificuldade na interpretação destes dados, pois os métodos diagnósticos foram se tornando mais precisos ao longo do tempo (por exemplo, muitos casos de câncer poderiam ser confundidos com outras doenças), a população foi se modificando (maior proporção de idosos e menor de crianças) com a conseqüente mudança no perfil epidemiológico, assim como os fatores ambientais também se modificaram.

Esses métodos de análise podem ser usados também para examinar, por exemplo, a evolução da resistência de bactérias hospitalares ao longo do tempo. De fato, grande número de hospitais mantém (ou podem manter) bancos de dados contendo os resultados da bacteriologia, perfazendo facilmente 10 ou mais anos de observação. Estes dados poderão ser plotados para verificar a tendência existente de bactérias multirresistentes, permitindo traçar ou prever seu comportamento futuro (de forma semelhante aos modelos utilizados por economistas para comprar ou vender no mercado de ações). Por exemplo, se for possível diagnosticar a contínua subida na proporção de uma cepa resistente, deve-se intensificar as rotinas de prescrição de antibióticos, bem como lavagem de mãos, cuja ausência foi em grande parte a responsável pelo aumento na proporção de cepas resistentes no âmbito hospitalar.

Variações Cíclicas

As flutuações na incidência de uma doença ocorridas em um período maior que um ano é denominada de variação cíclica[8]. Por exemplo, em grandes populações suscetíveis, o sarampo tende a ter um aumento na incidência a cada três anos. Esse processo pode ser explicado pelo nascimento de crianças suscetíveis, cujo acúmulo vai provocar um aumento progressivo no número de casos da doença. Certamente, o aumento da cobertura vacinal modifica inteiramente esse processo. Como esse processo se repete periodicamente, o seu conhecimento serve para a predição da ocorrência da doença e, conseqüentemente, contribuir na adoção de medidas eficazes de controle. A Fig. 4.10 mostra a variação cíclica do sarampo na região Centro-Oeste no período de 1980 a 1998[12].

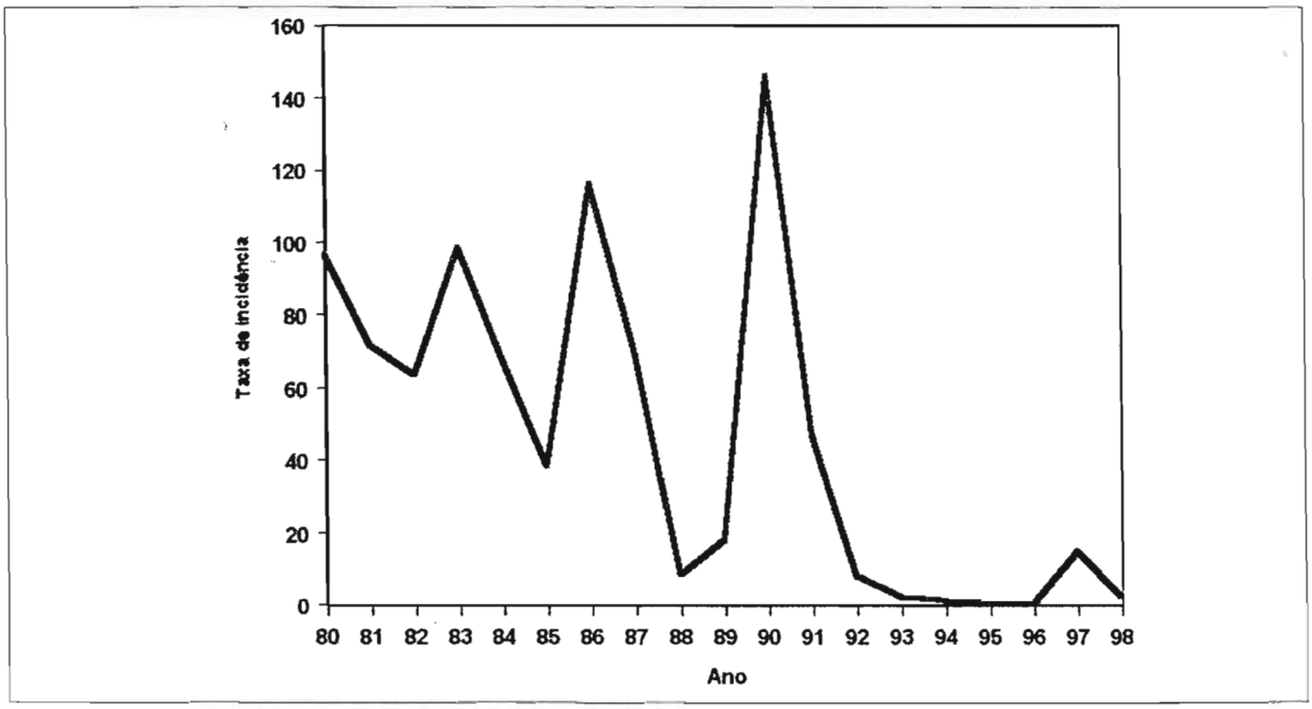

Fig. 4.10 — *Taxa de incidência de sarampo (por 100.000 hab.) segundo ano de ocorrência, região Centro-Oeste, 1980-1998.*

Note que a variação cíclica na incidência do sarampo na região Centro-Oeste é de três a quatro anos. Entretanto, após 1990, o ciclo aumenta sua periodicidade, ocorrendo um novo ciclo apenas sete anos mais tarde, assim mesmo de menor intensidade. Isto é devido ao aprimoramento do programa de controle do sarampo com um aumento na cobertura vacinal.

Variações Sazonais

A variação na incidência de uma doença, cujos ciclos coincidem com as estações do ano, é denominada de variação sazonal. Essa variação ocorre dentro de um período de um ano. As doenças infecciosas agudas constituem um exemplo claro dessas variações. Entretanto, o aparecimento de alguns sintomas de determinadas doenças crônicas, por exemplo, doença pulmonar obstrutiva crônica, alguns fenômenos demográficos (como, por exemplo, o nascimento), a mortalidade por certas causas específicas, alguns acidentes de trabalho (por exemplo, ligados à colheita agrícola) também podem mostrar variação sazonal.

A variação sazonal depende de um conjunto de fatores, tais como radiações solares, temperatura, umidade do ar, precipitação, concentração de poluentes no ar etc. Além das condições climáticas, uma maior aglomeração de pessoas no inverno pode favorecer o aparecimento de diversas doenças respiratórias (por exemplo, gripe) ou um maior consumo de água no verão (com conseqüente aumento no despejo de esgotos) pode favorecer a transmissão fecal-oral (por exemplo, poliomielite, diarréias infecciosas etc.).

Existem procedimentos para se conhecer se a variação de uma determinada doença está dentro do esperado, o que se caracterizaria como uma endemia ou apresenta alguma variação irregular, que poderia ser caracterizada como um processo epidêmico, que será descrito a seguir.

Endemia: refere-se à presença usual de uma doença, dentro dos limites esperados, em uma determinada área geográfica por um período de tempo ilimitado. Esse fenômeno ocorre quando há uma constante renovação de suscetíveis na comunidade, exposição múltipla e repetida destes a um determinado agente, isolamento relativo sem deslocamento importante da população em uma zona territorial. Ex.: malária, doença de Chagas, esquistossomose etc.

Variações Irregulares

As alterações inusitadas na incidência das doenças, diferente do esperado para a mesma, configura-se no que se denominou chamar de variações irregulares. Através de técnicas estatísticas é possível conhecer se a evolução temporal de uma doença obedece a um padrão esperado ou apresenta alguma irregularidade. No estudo de séries temporais, primeiramente procura-se retirar o componente sazonal, cíclico ou de tendência da doença para depois avaliar se a ocorrência da doença é irregular ou não.

Um exemplo típico de uma variação irregular de uma doença é o processo epidêmico e, para sua detecção, a vigilância epidemiológica utiliza um procedimento denominado de diagrama de controle, que será descrito a seguir.

Diagrama de Controle

Caracteriza-se por um método gráfico utilizado pela vigilância epidemiológica para o acompanhamento da evolução temporal das doenças. Sua construção visa detectar possíveis alterações na distribuição habitual de uma doença, no sentido de se adotar prontamente medidas eficazes de controle.

Para a construção do diagrama de controle plota-se nas ordenadas (eixo Y) a incidência da doença e no eixo das abscissas (eixo X) o intervalo de tempo utilizado, geralmente a semana epidemiológica ou os meses do ano. Diversas distribuições estatísticas podem ser utilizadas para sua construção, por exemplo, o diagrama de controle pode ser construído a partir de uma distribuição normal ou por quartis, como será descrito a seguir.

1. **Distribuição normal:** neste caso, utilizam-se os seguintes passos para a construção do diagrama de controle:

   - calcula-se a **incidência média mensal** (pode-se utilizar também a incidência semanal) de um período anterior, geralmente de dez anos. Ex.: calcula-se a incidência média dos 10 meses de janeiro anteriores, obtendo-se assim a incidência média mensal do mês de janeiro, repetindo-se esse procedimento para os demais meses. Nesse período, a incidência não pode ter sofrido grandes flutuações (por exemplo, uma epidemia da doença), caso contrário deve-se descartar o período onde tenha ocorrido tal flutuação;

- calcula-se o desvio padrão para cada incidência média mensal a fim de se conhecer a dispersão dos valores observados em torno da incidência média;
- a partir dos valores acima é possível estabelecer um intervalo de variação esperado para a incidência mensal da doença. Esse intervalo é construído levando-se em conta que, em uma distribuição normal, 95% dos valores se encontram entre a média mais 1,96 desvio padrão — **limite superior**, e a média menos 1,96 desvio padrão — **limite inferior** do diagrama de controle;
- após o cálculo da incidência média mensal e dos limites superiores e inferiores, esses dados são plotados no gráfico;
- o último passo é a plotagem no diagrama de controle da incidência mensal da doença sob vigilância correspondente ao ano de acompanhamento.

Como exemplo, será efetuada a construção do diagrama de controle para a doença meningocócica no município do Rio de Janeiro para se conhecer se a incidência mensal do ano de 1998 foi epidêmica ou não. Inicialmente calcula-se a incidência média mensal e o respectivo desvio padrão para os últimos 10 anos anteriores a 1998, ou seja, de 1988 a 1997 (Tabela 4.1).

Em seguida, estabelece-se o limite inferior e o limite superior para cada mês a partir da seguinte fórmula:

$$\bar{x} \pm 1{,}96s,$$

onde:
x representa os valores médios e **s** os respectivos desvios padrão (Tabela 4.2).

O passo seguinte constitui-se em plotar esses valores no gráfico (Fig. 4.11).

Finalmente, plotam-se, no diagrama de controle (Fig. 4.11), os valores da incidência da doença meningocócica no Município do Rio de Janeiro para cada mês de 1998 (Fig. 4.12).

2. **Distribuição por quartis:** utilizando o mesmo conjunto de dados, pode-se construir um novo diagrama de controle da seguinte forma:
   - as incidências mensais do período anterior, geralmente os dez anos anteriores não epidêmicos, são ordenadas em ordem crescente em cada mês. Ex.: ordenam-se todas as incidências ocorridas nos meses de janeiro do período de dez anos;

Tabela 4.1
Incidência Mensal por 100.000 Habitantes de Doença Meningocócica
Município do Rio de Janeiro, 1988 a 1997

Meses	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	Média	DP*
Jan	0,45	0,17	0,59	0,51	0,53	0,55	0,82	0,51	0,68	0,77	0,56	0,18
Fev	0,41	0,32	0,35	0,40	0,46	0,91	0,53	0,49	0,61	0,59	0,51	0,17
Mar	0,39	0,35	0,53	0,44	0,35	0,67	0,67	0,76	0,68	0,61	0,55	0,15
Abr	0,35	0,46	0,76	0,73	0,42	0,62	0,67	0,49	0,79	0,61	0,59	0,15
Mai	0,28	0,67	0,61	0,44	0,47	0,56	0,58	0,85	0,88	0,47	0,58	0,18
Jun	0,45	0,46	0,79	0,46	0,60	0,60	0,80	0,87	0,97	0,95	0,70	0,21
Jul	0,52	0,65	0,72	1,26	0,58	0,64	0,84	1,02	1,06	0,90	0,82	0,24
Ago	0,37	0,57	0,65	0,62	0,64	0,51	0,98	1,00	0,88	0,65	0,69	0,20
Set	0,35	0,41	0,88	0,68	0,00	0,73	0,76	1,34	0,99	0,74	0,69	0,37
Out	0,34	0,57	0,50	0,62	0,66	0,47	0,71	1,16	0,61	0,32	0,60	0,24
Nov	0,52	0,61	0,42	0,51	0,35	0,91	0,91	1,05	0,58	0,22	0,61	0,27
Dez	0,65	0,35	0,46	0,71	0,47	0,67	0,71	0,85	0,86	0,68	0,64	0,17

DP = desvio padrão

- identifica-se o valor mediano, o primeiro quartil e o terceiro quartil para cada mês;
- plotam-se esses valores no gráfico. As incidências da doença que estiverem entre o primeiro e o terceiro quartil são consideradas esperadas, entretanto aquelas que ultrapassarem o terceiro quartil são consideradas epidêmicas.

Tabela 4.2
Incidência Média Mensal (1988 a 1997), Limite Inferior, Limite Superior e Incidência para 1998 de Doença Meningocócica, Município do Rio de Janeiro

Meses	*Média*	*Desvio padrão*	*Limite inferior*	*Limite superior*	*1998*
Jan	0,56	0,18	0,20	0,91	0,34
Fev	0,51	0,17	0,17	0,84	0,50
Mar	0,55	0,15	0,24	0,85	0,45
Abr	0,59	0,15	0,29	0,89	0,48
Mai	0,58	0,18	0,22	0,94	0,6
Jun	0,70	0,21	0,29	1,10	0,68
Jul	0,82	0,24	0,35	1,29	0,6
Ago	0,69	0,20	0,29	1,09	0,6
Set	0,69	0,37	-0,04	1,41	0,45
Out	0,60	0,24	0,13	1,06	0,45
Nov	0,61	0,27	0,08	1,13	0,39
Dez	0,64	0,17	0,31	0,97	0,29

Será utilizado o mesmo exemplo da doença meningocócica no município do Rio de Janeiro para se construir o diagrama de controle baseado na distribuição por quartis. Inicialmente, todos os meses do período anterior são ordenados em ordem crescente, por exemplo, janeiro:

Ano	Jan
88	0,45
89	0,17
90	0,59
91	0,51
92	0,53
93	0,55
94	0,82
95	0,51
96	0,68
97	0,77

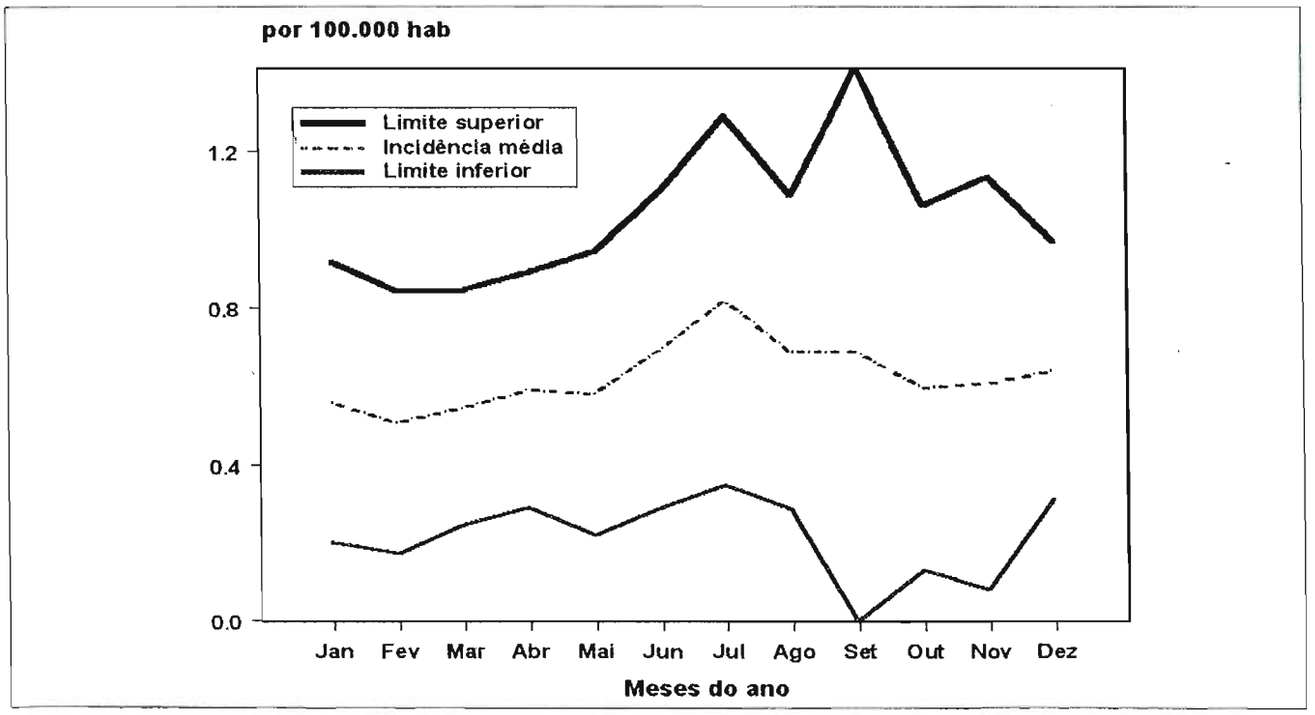

Fig. 4.11 — *Diagrama de controle da doença meningocócica segundo a distribuição normal, Município do Rio de Janeiro, 1998.*

Após a ordenação, é possível localizar os valores correspondentes à mediana e ao primeiro e terceiro quartis:

Jan
0,17
0,45
0,51
0,51
0,53
0,55
0,59
0,68
0,77
0,82

$$1^{\circ}\text{ quartil} = \frac{0{,}45 + 0{,}51}{2} = 0{,}48$$

$$\text{Mediana} = \frac{0{,}53 + 0{,}55}{2} = 0{,}54$$

$$3^{\circ}\text{ quartil} = \frac{0{,}68 + 0{,}77}{2} = 0{,}73$$

Esse mesmo procedimento é repetido para todos os demais meses dos anos anteriores. Assim, todas as medidas descritas acima são calculadas para todos os demais meses dos dez anos (Tabela 4.3).

A seguir, essas medidas são plotadas no gráfico, constituindo-se o diagrama de controle a partir de uma distribuição por quartil (Fig. 4.13).

Tabela 4.3
Mediana da Incidência Mensal (1988 a 1997), 1º e 3º Quartil e Incidência de Doença Meningocócica para 1998, Município do Rio de Janeiro

Meses	*1º quartil*	*Mediana*	*3º quartil*	*1998*
Jan	0,48	0,54	0,73	0,34
Fev	0,38	0,48	0,60	0,50
Mar	0,37	0,57	0,68	0,45
Abr	0,44	0,62	0,75	0,48
Mai	0,46	0,57	0,76	0,65
Jun	0,46	0,70	0,91	0,68
Jul	0,61	0,78	1,04	0,63
Ago	0,54	0,65	0,93	0,61
Set	0,38	0,74	0,94	0,45
Out	0,41	0,59	0,69	0,45
Nov	0,39	0,55	0,91	0,39
Dez	0,47	0,68	0,78	0,29

O passo seguinte é plotar os dados referentes ao ano de 1998 para se conhecer se a ocorrência foi epidêmica (Fig. 4.14).

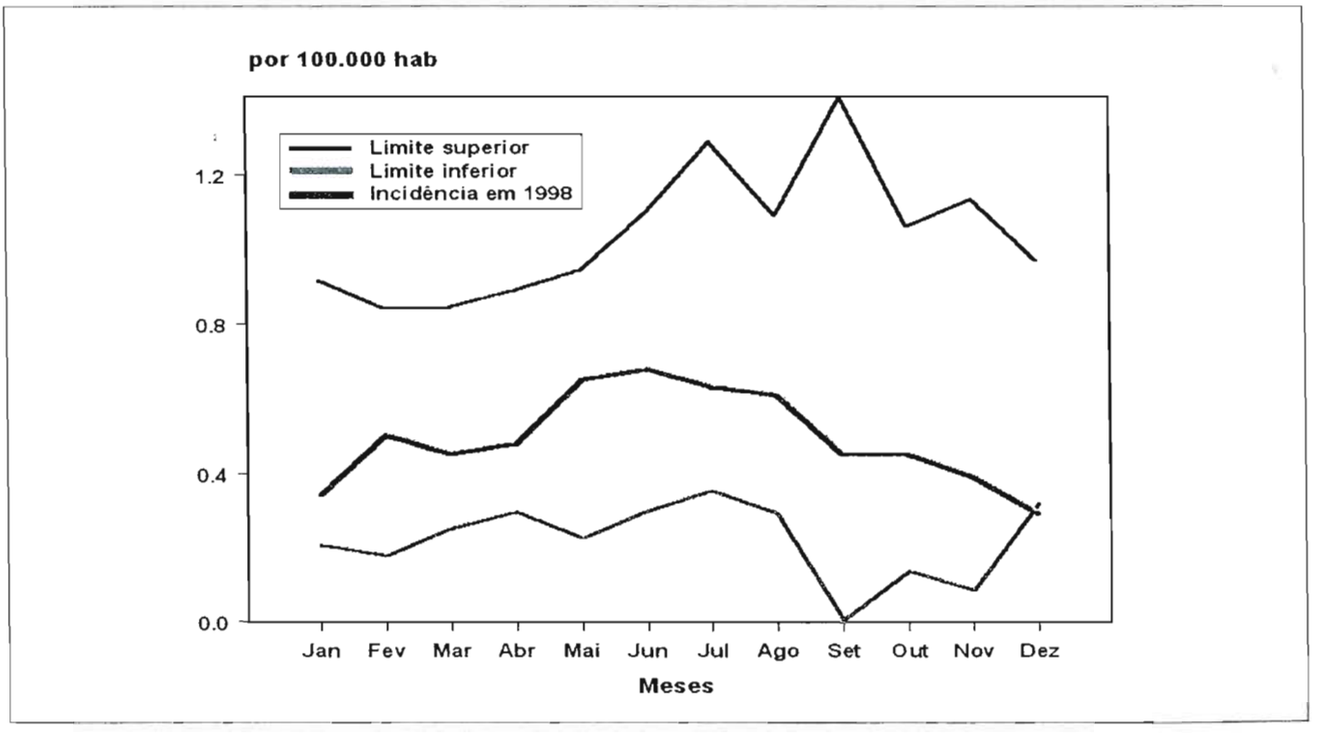

Fig. 4.12 — *Incidência da doença meningocócica e diagrama de controle, segundo a distribuição normal, Município do Rio de Janeiro, 1998.*

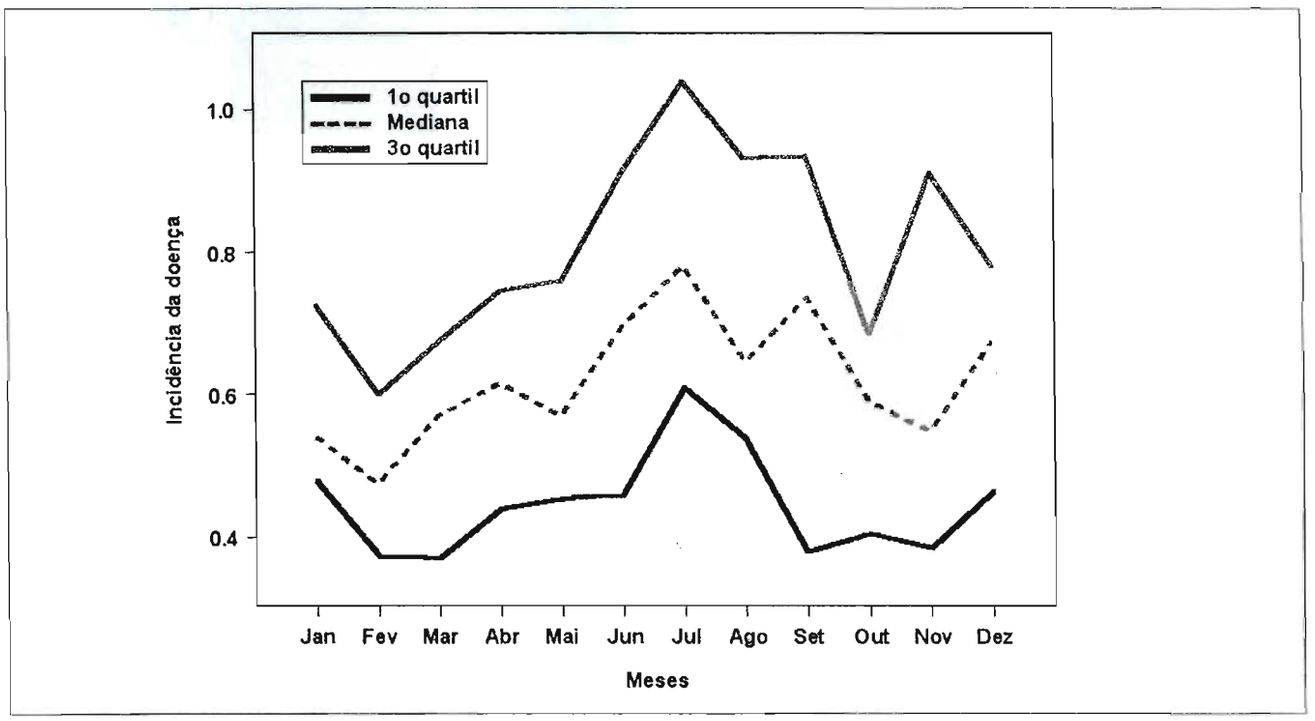

Fig. 4.13 — *Diagrama de controle da doença meningocócica, segundo a distribuição por quartis, Município do Rio de Janeiro, 1998.*

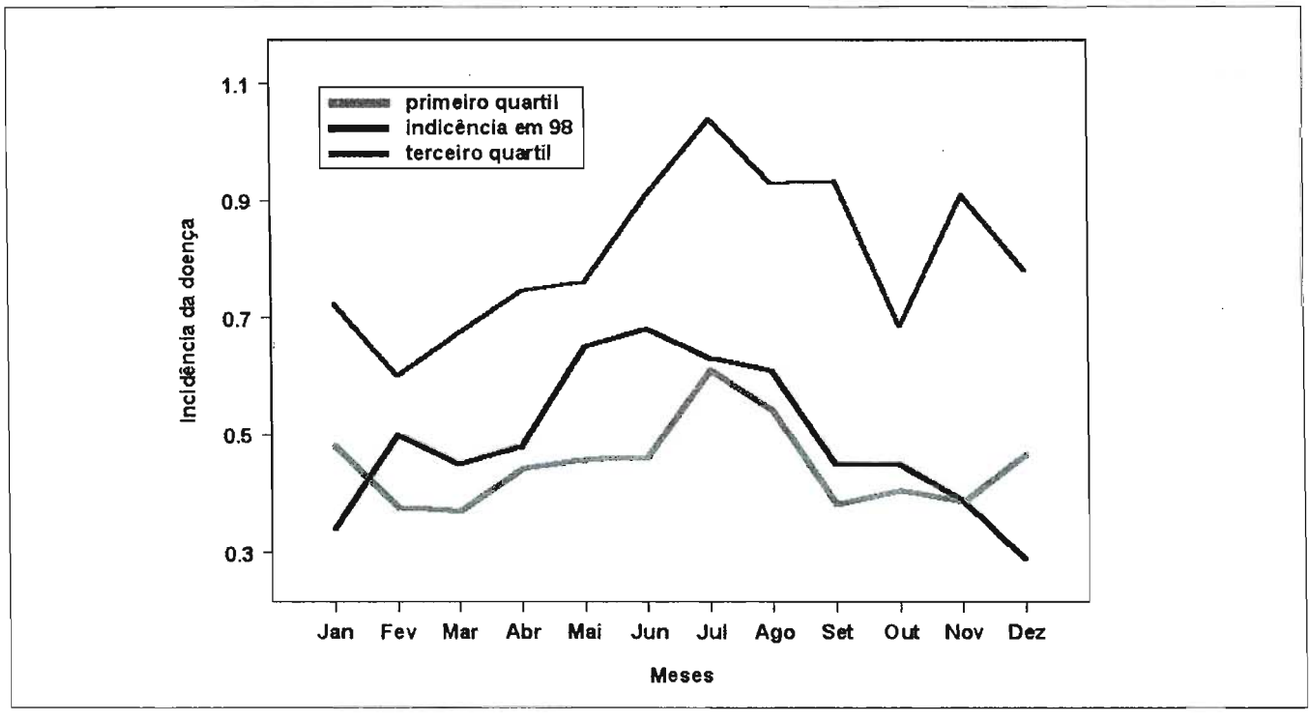

Fig. 4.14 — *Incidência da doença meningocócica e diagrama de controle, segundo a distribuição por quartis, Município do Rio de Janeiro, 1998.*

A utilização do diagrama de controle pode detectar precocemente o início de uma epidemia. A seguir será descrito esse importante aspecto do processo saúde-doença.

Epidemia

Pode-se definir uma epidemia como sendo a elevação brusca, temporária e significantemente acima do

esperado para a incidência de uma determinada doença. A ocorrência de uma epidemia é função de alterações nos fatores relacionados ao agente (físico, químico ou biológico), hospedeiro e/ou ambiente, que constituem a estrutura epidemiológica de uma população em determinado período de tempo e espaço geográfico.

Note que uma epidemia não representa necessariamente a ocorrência de um grande número de casos da doença em uma determinada população, mas sim um claro excesso de casos quando comparada à freqüência esperada (ou habitual) de uma doença em um determinado espaço geográfico e período de tempo. Assim, o número de casos de uma epidemia vai variar de acordo com o agente, o tipo e tamanho da população exposta, além do período e local de ocorrência. O aparecimento de um único caso autóctone em uma região onde nunca tenha ocorrido ou que esteja há muitos anos livre de uma determinada doença representa uma epidemia, pois demonstra uma alteração substantiva na estrutura epidemiológica relacionada à doença. Por exemplo, como desde 1989 não ocorre nenhum caso de poliomielite no município do Rio de Janeiro, a ocorrência de um caso já configuraria uma epidemia.

Caso autóctone: é o caso oriundo do mesmo local onde ocorreu.

Caso alóctone: é o caso importado de uma outra localidade.

Por outro lado, a existência de grandes populações de suscetíveis aliada às condições extremamente facilitadas na propagação de um agente no ambiente, determinada por movimentos migratórios, facilidade de transporte, concentração de indivíduos etc. pode determinar um processo epidêmico caracterizado por uma ampla distribuição espacial da doença, atingindo diversas nações ou continentes. Esse processo é denominado de pandemia; como exemplo, tem-se a recente epidemia de AIDS no mundo.

Surto: é uma ocorrência epidêmica, onde todos os casos estão relacionados entre si, atingindo uma área geográfica pequena e delimitada, como vilas, bairros, etc. ou uma população institucionalizada, como de colégios, quartéis, creches etc. Ex.: ocorrência de diversos casos de intoxicação alimentar em uma creche, após a ingestão de mamadeira com leite contaminado.

Embora não exista consenso na literatura quanto à denominação dos diferentes tipos de epidemia, a análise da evolução temporal de um processo epidêmico pode revelar dois tipos distintos, como descrito a seguir.

1. **Epidemia explosiva (ou por fonte comum):** onde o número de casos apresenta uma rápida progressão atingindo o pico de incidência em um curto período de tempo, declinando logo a seguir. Este

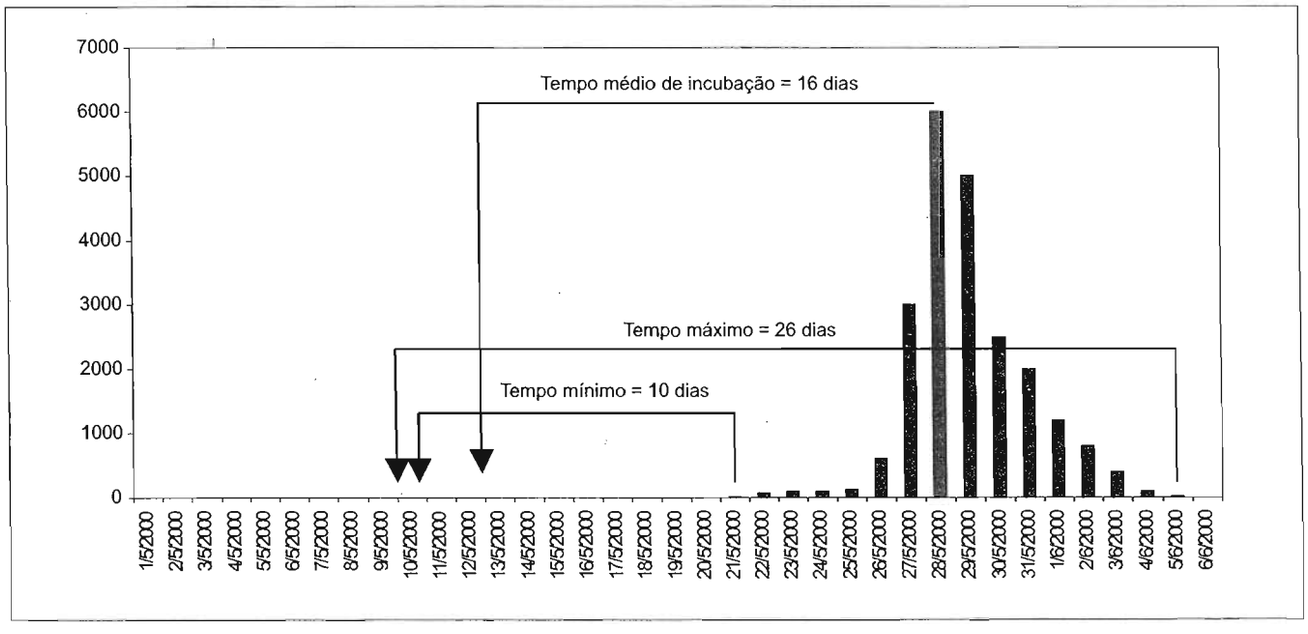

Fig. 4.15 — *Detecção do momento aproximado da contaminação.*

tipo de epidemia sugere a existência de um veículo comum de transmissão e uma exposição simultânea de vários indivíduos suscetíveis. Na epidemia por fonte comum, o aumento rápido dos casos está na dependência do período de incubação da doença, que fundamentalmente indica a exposição de um dado grupo de pessoas durante um espaço de tempo relativamente curto. Após o período de in-

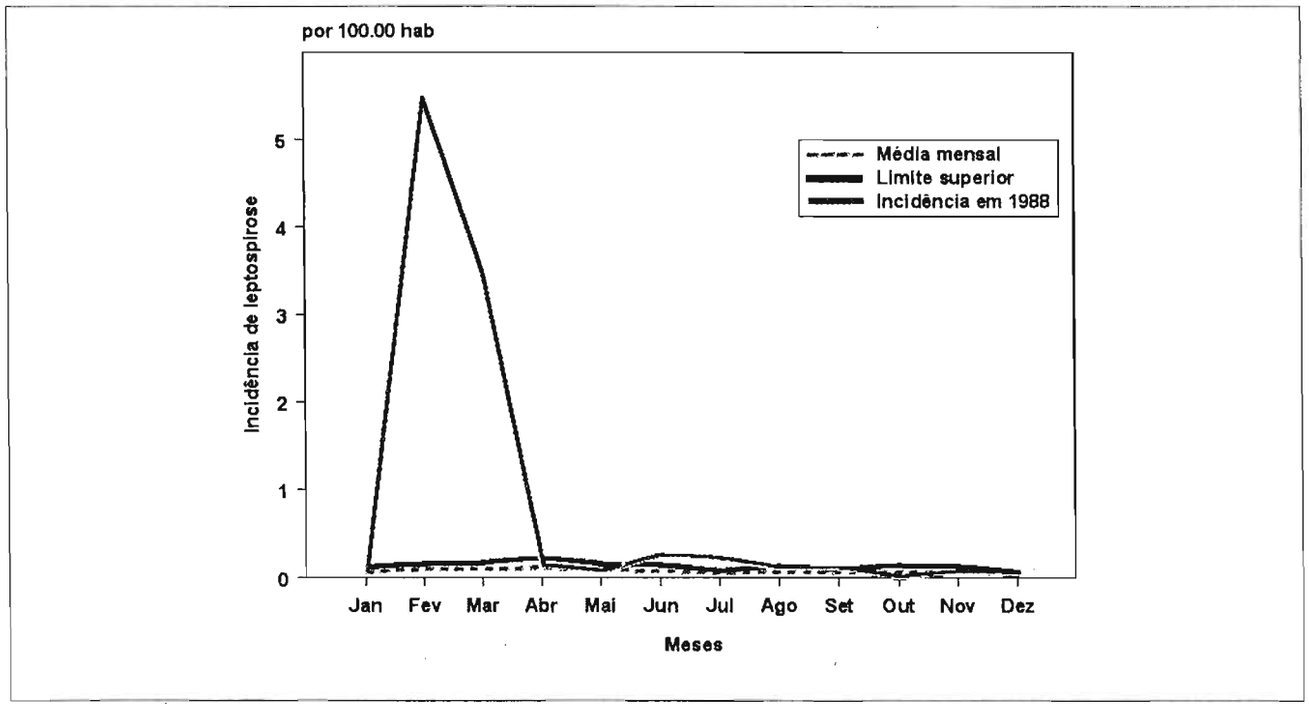

Fig. 4.16 — *Incidência da leptospirose, Município do Rio de Janeiro, 1998.*

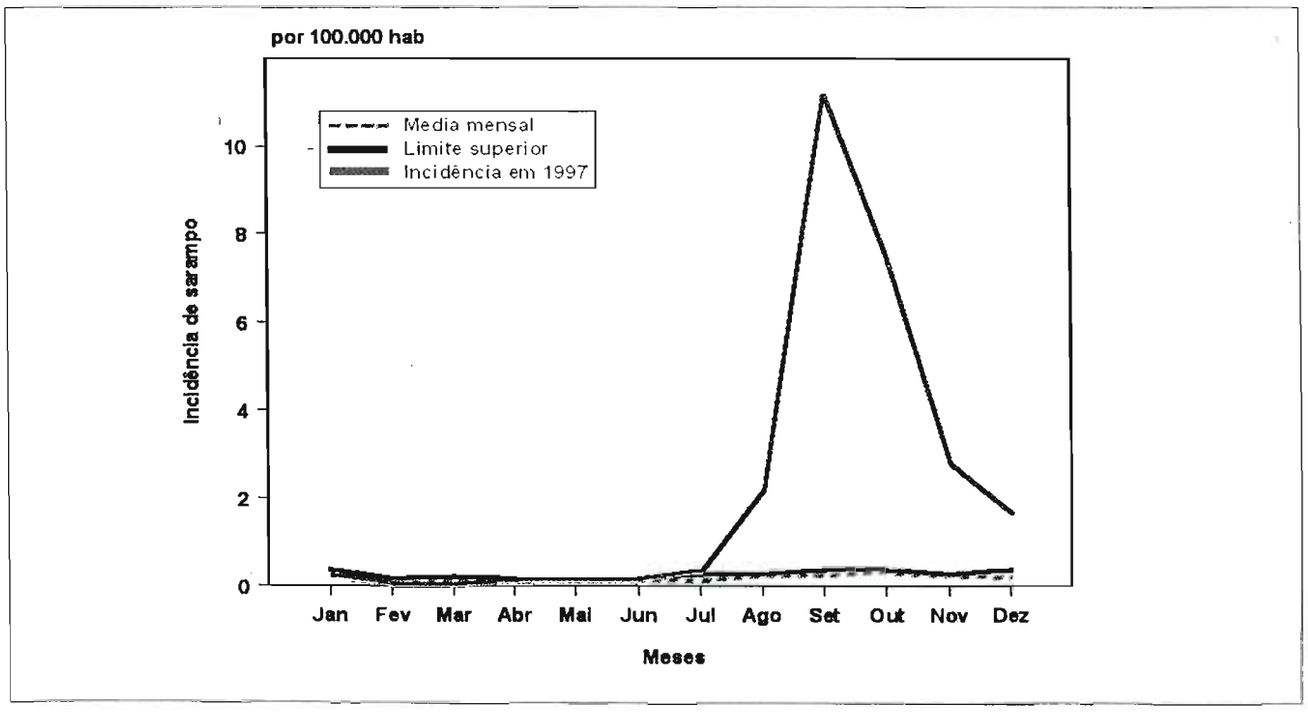

Fig. 4.17 — *Incidência de sarampo, Município do Rio de Janeiro, 1997.*

cubação da doença, uma dada proporção das pessoas expostas começa a adoecer, sendo que o pico da curva corresponderá à média ou mediana deste período de incubação. Finalmente, o tempo de duração da epidemia, caso novas exposições não ocorram, será dado pela duração da doença propriamente dita. A Fig. 4.15 exemplifica uma epidemia por fonte comum de uma doença com período de incubação variando de dez a 26 dias e com um período médio de 16 dias.

A contaminação da rede de abastecimento de água de um município com material fecal contendo *Salmonella typhi* pode determinar uma epidemia explosiva de febre tifóide. Um outro exemplo desse tipo de epidemia foi a ocorrência de leptospirose no município do Rio de Janeiro em 1988 (Fig. 4.16). Essa epidemia foi decorrência das fortes chuvas ocorridas no verão daquele ano no município, provocando inundações na cidade. Esse tipo de epidemia também é conhecido como epidemia maciça.

2. **Epidemia progressiva (ou propagada):** nesse tipo de epidemia a progressão é mais lenta, sugerindo em geral que a forma de transmissão se dá através do contato pessoa a pessoa, não ocorrendo assim uma exposição simultânea a um determinado agente. Nesse tipo de epidemia, uma pessoa infectada transmite o agente para uma outra suscetível, que se torna infectada e vai contaminar uma outra pessoa suscetível, formando assim uma verdadeira cadeia de transmissão do agente. Por exemplo, a epidemia de sarampo ocorrida no município do Rio de Janeiro no ano de 1997 (Fig. 4.17). Note que o início da epidemia foi no mês de julho de 1997 e o seu término somente vai ocorrer no ano de 1998.

Bibliografia

1. Antunes JLF, Waldman EA. Tuberculosis in the twentieth century: time-series mortality in São Paulo, Brazil, 1900-97. Cad Saúde Pública; 15(3): 463-476, 1999.
2. Barret FA. 'SCURVY' Lind's medical geography. Soc Sci Med.; 33: 347-353, 1991.
3. Dhalia C, Barreira D, Castilho EA. A AIDS no Brasil: situação atual e tendências. Bol Epidemio AIDS; 13(1): 1-5, 2000.
4. English D. Geographical epidemiology and ecological studies. In: Geographical and environmental epidemiology: methods for small-area studies. Tokyo, Oxford University Press: 3-13, 1997.
5. Gatrell AC, Bailey TC. Interactive spatial data analysis in medical geography. Soc Sci Med; 42(6): 843-855, 1996.
6. Gesler W. The uses of spatial analysis in medical geography: a review. Soc Sci Med; 23(10): 963-973, 1986.
7. Lancaster HO. Some geographical aspects of the mortality from melanoma in Europeans. Med J Australia, 1: 1082-7, 1956.
8. Last JM. A dictionary of epidemiology. 3rd. ed. Oxford, Oxford University Press, 1995.
9. Leal MC, Scharzwald CL. Características da mortalidade neonatal no Estado do Rio de Janeiro na década de 80: uma visão espaço-temporal. Rev. Saúde Pública; 31 (5): 457-465, 1997.
10. Medronho RA. Avaliação do método geoestatístico na distribuição espacial da hepatite A. Tese de doutorado. Rio de Janeiro, Escola Nacional de Saúde Pública/FIOCRUZ, 1999 (in mimeo).
11. Medronho RA. Geoprocessamento e saúde: uma nova abordagem do espaço no processo saúde-doença. Rio de Janeiro, NECT/FIOCRUZ, 1995.
12. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Centro Nacional de Epidemiologia. Evolução temporal das doenças de notificação compulsória no Brasil de 1980 a 1998. Bol Epidemio; 3: 22, 1999.
13. Olea R. Geostatistical glossary and multilingual dictionary. New York, Oxford University Press, 1991.
14. Palm TA. The geographical distribuition and aetiology pof rickets. Practitioner, 45: 270-9, 1890.
15. Sabroza PC. Organização social do espaço e produção de doenças: aspectos conceituais e metodológicos. Roteiro de aula para o curso Espaço e Produção de Doenças. Salvador, III Congresso Brasileiro de Epidemiologia (in mimeo), 1995.
16. Sanson RL, Pfeiffer DU, Morris RS. Geographic information systems: their application in animal disease control. Rev Sci Tech; 10(1): 179-195, 1991.
17. Santos M. Metamorfose do espaço habitado. São Paulo, HUCITEC, 1988.
18. Shimizu H, Ross RK, Bernstein L, Yatani R, Henderson BE, Mack TM. Cancers of the prostate and breast among Japanese and white immigrants in Los Angeles County. Br J Cancer; 63(6): 963-966, 1991.
19. Snow J. Sobre a maneira de transmissão do cólera. São Paulo, HUCITEC-ABRASCO, 1990.
20. Valencia LIO. O paradigma da krigagem indicatriz e o problema espaço-temporal na Geoestatística. Dissertação de mestrado. Rio de Janeiro, Instituto de Matemática da UFRJ, 1999 (in mimeo).
21. Willett WC. Nutritional epidemiology. In: Modern Epidemiology. 2nd ed. Philadelphia, Lippincott-Raven: 623-642, 1998.