



GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA APLICADAS À SAÚDE: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Antônio Carlos Freire Sampaio

acfsampa@netsite.com.br

Prof. Dr. da Universidade Federal do Triângulo Mineiro

Adriany de Ávila Melo Sampaio

profa_adriany@yahoo.com.br

Profa. Dra. do Instituto de Geografia/UFU

RESUMO

Interdisciplinaridade é uma palavra de destaque nas pesquisas, nos dias de hoje. Ela tem suas raízes na história da ciência moderna, com destaque a partir do século XX. Buscando prosseguir nas pesquisas sobre interdisciplinaridade, este trabalho destaca a integração de diversas ciências em apoio ou aplicação à uma outra. Especificamente tem o objetivo de mostrar como a Geografia e a Estatística podem atuar de forma significativa nas soluções de problemas na área de Saúde e na melhoria da vida do ser humano.

Palavras-chave: Geoprocessamento, SIG, Ciências da Saúde

INTRODUÇÃO

As pesquisas na área das ciências da saúde, em seus vários campos de atuação (Medicina, Biomedicina, Enfermagem, Nutrição, Fisioterapia, Biologia, Psicologia e Terapia Ocupacional, entre outras) fazem grande uso de dados Estatísticos (tabelas, gráficos, análises e inferências) para melhor compreender e resumir, em dados numéricos ou qualitativos, os diversos problemas na área de saúde, bem como no sentido de planejar e permitir um melhor atendimento às necessidades básicas do ser humano. A Geografia se insere, também, nestas pesquisas, pois, cada vez mais, se vê a necessidade de espacializar e mapear estes problemas, em apoio ao planejamento e decisões, o que refletiria numa melhor gestão da saúde pública.

Estes enfoques têm ajudado na solução de diversos estudos de problemas sociais como: endemias, epidemias, mortalidade infantil, gravidez na adolescência, terceira idade, consumo familiar de alimentos, trabalhos fisioterápicos e de terapia ocupacional para portadores de necessidades especiais e vigilância de doenças. Baseado na melhora dos padrões de pesquisa na saúde verifica-se a necessidade de trabalhos interdisciplinares com outras ciências como a Geografia e a Estatística, no sentido de definir, entre outras questões, o espaço de atuação de um estudo, bem como de números e modelos matemáticos que sustentam a precisão desejada de um determinado evento. O Geoprocessamento e os Sistemas de Informações Geográficas são ferramentas que a Geografia coloca em apoio às pesquisas nas áreas de saúde, pois o que se verifica atualmente são estudos que envolvem uma grande quantidade de dados para serem manuseados. Estes dados, trabalhados numericamente, recebem o apoio da Estatística ou, neste caso, da Bioestatística. Pesquisas neste campo, não podem prescindir de uma análise de método estatístico para se chegar a uma conclusão, em bases matemáticas, da significância ou não dos dados analisados, pela existência de correlação entre variáveis e, de modo geral, pela interpretação de seus resultados.

ESTATÍSTICA OU BIOESTATÍSTICA

A história do ser humano foi ponto de origem do estudo de todas as ciências. A Matemática, por exemplo, originou-se da contagem, das trocas, do convívio social.

A Estatística, sendo um ramo da Matemática Aplicada, teve origem semelhante e consegue, também, reunir a síntese da linguagem à clareza do raciocínio. Desde a antiguidade já se registravam, de alguma forma, dados sobre seres humanos como nascimentos, mortes, números de habitantes de um povoado ou região, distribuição de terras, cobranças de impostos e outros levantamentos quantitativos que poderiam ser chamados, hoje, de estatísticas.

Foi no século XVI que começaram a surgir as primeiras tabelas e dados relativos, bem como as primeiras análises destas informações.

Só no século XVIII que o estudo destes dados se firmou como ciência, quando Godofredo Achenwall batizou de Estatística e determinou seu objetivo e sua relação com outras ciências, ou seja, a simples catalogação de dados de uma população tornou-se o estudo da observação de parte desta população para, através de métodos adequados, chegar a conclusões sobre a população total (Crespo, 1998).

Daí pode-se dizer que, de alguma forma, a Estatística está presente em todas as ciências.

Nas áreas de saúde, a Estatística está efetivamente ligada pois além da extrema utilidade na organização e na interpretação de dados, é comum se verificar, em trabalhos científicos desta área, expressões como “resultado estatisticamente significativo”, “levantamento com cobertura de 95%”, “dados com potência para geração de hipóteses causais” e “os cálculos e as análises indicam a prevalência desta epidemia”. Mas, a importância do uso da Estatística, em apoio à saúde, requer cuidados e atenções no tratamento e análise de cada tipo de dado. Rodrigues (1986, p.5) faz o seguinte comentário:

“A obtenção de dados resultantes de experiências realizadas na área biológica, sempre traz sérios problemas, devido a nossa aversão aos números. Entretanto, não podemos ignorar que a solução ou interpretação desses trabalhos experimentais depende da boa coleta de dados e uma análise objetiva para solução desses problemas. Não podemos nos basear em simples opiniões, e quando um pesquisador informa que o tratamento de determinada enfermidade apresenta um resultado favorável com aplicação de certo medicamento, haverá necessidade de comprovação através dos números, do seu sucesso de trabalho.”

Na área de saúde, a Estatística recebe a denominação de Bioestatística, que vem a ser a Estatística Aplicada às ciências que estudam os aspectos referentes à vida (como a Medicina, a Biomedicina, a Biologia, a Nutrição, a Fisioterapia, a Terapia Ocupacional, a Psicologia, a Enfermagem, entre outras) (Arango, 2005), ou pode ser entendida como a aplicação de métodos estatísticos utilizados na solução de problemas da vida, de problemas biológicos (Calegari, 2006).

Ainda, segundo Arango (2005), é na Bioestatística que são usados conceitos como:

- Unidade experimental ou unidade de observação: menor unidade a fornecer uma informação, como por exemplo: dados de laboratório para estudos antes e depois da administração de uma droga;
- Dados: informação numérica ou não, como por exemplo: elemento com 25 anos e fumante;
- Variável: características que mudam de um indivíduo para outro, observada em uma unidade experimental, como por exemplo: nível de hemoglobina no sangue;
- Variável quantitativa discreta: dados com valores numéricos dentro do conjunto enumerável, como por exemplo: número de nascimentos;
- Variável quantitativa contínua: dados que podem apresentar qualquer valor dentro de um intervalo, como por exemplo: peso de uma pessoa;

- Variável qualitativa de nível nominal: dado de natureza não numérica onde se diferencia uma categoria da outra por meio de denominação, como por exemplo: paciente psiquiátrico psicótico ou neurótico;
- Variável qualitativa de nível ordinal: dado de natureza não numérica onde, além de identificar diferentes categorias, pode-se reconhecer graus de intensidade entre elas, como por exemplo: sensação dolorosa com 10 gradações, desde “sem dor” até “dor insuportável”;
- População: todo conjunto de unidades experimentais que apresenta uma ou mais características comuns, como por exemplo: alunos do Ensino Fundamental de uma cidade ou todos os comprimidos do lote 1/2007 de um medicamento;
- Amostra: qualquer fração ou sub-conjunto de uma população, como por exemplo: alunos do sexo masculino do Ensino Fundamental de uma cidade ou 10 caixas dos comprimidos do lote 1/2007 de um medicamento;
- Parâmetro: é o valor que resume a informação relativa a uma variável, na população, como por exemplo: a média de idade dos alunos do Ensino Fundamental da cidade é de 12,5 anos.

A Bioestatística se utiliza de uma grande quantidade de testes e técnicas para estudos de seus experimentos e a aplicação de uma técnica complexa e sofisticada nem sempre é a melhor maneira para analisar e interpretar dados de uma pesquisa. O planejamento adequado, a garantia da aleatoriedade dos dados na obtenção de uma amostra e o trabalho cuidadoso tanto no campo como em laboratório são exemplos de aplicações que nenhuma técnica substitui. Fisher (1971, p.49) tece um comentário a esse respeito:

“Na lógica indutiva, entretanto, uma pressuposição equivocada de ignorância (sobre o material experimental) não é inócua, ela frequentemente leva a absurdos flagrantes. Os pesquisadores deveriam lembrar que eles e seus colegas geralmente sabem mais sobre o tipo de material com que estão lidando do que os autores de livros-texto escritos sem essa experiência pessoal, e que não é provável que um teste mais complexo, ou menos inteligível, sirva melhor, em qualquer sentido, aos propósitos deles do que aqueles (testes) de valor comprovado no campo de trabalho dos próprios (pesquisadores).”

Ou seja, vários testes e técnicas aplicados à Bioestatística, para estudos de pressuposições de um determinado problema (Testes de Hipóteses), foram desenvolvidos por diversos pesquisadores, cada um tendo suas particularidades de aplicação. Como exemplos, podem ser citados:

- Testes para Dados Categorizados: se referem à contagem de frequência de uma variável subdividida em categorias, como o de Qui-quadrado clássico, o Exato de Fisher, o de McNemar e o de Mantel-Haenszel;

Como exemplo de aplicação do teste do Qui-quadrado, tem-se que uma droga nova foi testada em 30 pacientes. Outros 30 pacientes receberam placebo. Em 20 dos que receberam a droga nova, houve melhora e apenas 10 dos que receberam placebo melhoraram. Verificar se a droga influenciou significativamente na melhora dos pacientes, a um nível de significância (α , de 5% (Hackbarth, 2003).

Parte-se de uma hipótese inicial (Hipótese nula – H_0) de que as drogas (nova e placebo) são iguais. Daí,

Frequências Observadas			
	Droga nova	Placebo	Total
Melhoraram	20	10	30
Não melhoraram	10	20	30
Total	30	30	60

$\chi^2 =$	0,05
linhas	2
colunas	2
N=	60
Graus de liberdade=	1
$Qui_{cal} =$	5,40
$Qui_{tab} =$	3,84
$p =$	0,02014

Fonte: Hackbarth, 2003

Portanto, podemos observar que, como o valor real do teste ficou acima do valor teórico rejeita-se a hipótese nula. Ou seja, pode-se dizer que a nova droga teve uma melhora significativa na cura dos pacientes.

- Testes de Normalidade: testes empregados para provar a normalidade de uma distribuição, como o de Kolmogorov-Smirnov e o de Shapiro-Wilks;
- Testes Paramétricos: servem para efetuar comparações entre duas ou mais categorias, como o de comparação de duas médias (Student) e o de comparação de mais de duas médias (Análise de Variância e Tukey);
- Testes Não-paramétricos: não se apóiam na hipótese de que as populações que estão sendo analisadas possuam distribuição normal (o que os tornam aplicáveis em mais casos que os testes paramétricos), como o de comparação de duas populações (Wilcoxon-Mann-Whitney) e os de comparação de mais de duas populações (Kruskal-Wallis e Friedman).

É importante ressaltar, então, que na preparação de um estudo ou pesquisa científica na área de saúde não se pode prescindir do apoio de uma Bioestatística consistente, em suas discussões, para evitar dissabores em relação aos resultados alcançados na pesquisa.

GEOGRAFIA

Geografia é uma ciência que caminha irmanada com a Estatística, sejam nos estudos entre si, sejam quando aplicadas às outras ciências, como, no caso deste trabalho, na área de saúde. Desta parceria (Saúde, Estatística e Geografia), a Geografia faz surgir ferramentas importantes que são utilizadas para desenvolver seus trabalhos, como:

- Geoprocessamento: engloba várias tecnologias para manipular e tratar dados geográficos. Entre elas: digitalização de dados, automação cartográfica, uso do Global Positioning System (GPS), Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas (SIG);
- Sistemas de Informações Geográfica: é a mais ampla técnica de Geoprocessamento, pois pode envolver todas as demais. É "um sistema de informações baseado em computador que permite a captura, modelagem, manipulação, recuperação, análise e apresentação de dados georreferenciados" (WORBOIS, 1995).

Uma das formas de se conhecer as condições de saúde de uma população é através de mapas, pois eles permitem observar a distribuição espacial dos diversos problemas de saúde e das variadas situações de risco (Pina, 2000).

A utilização de mapas, em apoio à distribuição geográfica de doenças, é antiga. Em 1768, o médico escocês James Lind publicou, em um livro, sua preocupação na procura de explicações para a distribuição de doenças, tendo demarcado áreas geográficas específicas (Barret, 1991).

Em 1854, Londres estava sofrendo uma grave epidemia de cólera, doença sobre a qual, na época, não se conhecia como se processava a contaminação e deixavam intrigados os pesquisadores e estudiosos de então. Num determinado momento, onde cerca de 500 pessoas já haviam morrido, o médico John Snow pensou no artifício de colocar, em um mapa da cidade, a localização de moradia dos doentes de cólera e a localização dos poços d'água que, naquele tempo, eram a principal fonte de água dos habitantes da cidade. Com este estudo, obteve o mapa ilustrado na Figura 1 (Scholten, 1991).



Figura 1: Mapa de Londres com casos de cólera (pontos) e poços d'água ("x")

Fonte: Scolten, 1991

Espacializando os dados, o médico John Snow verificou que a maioria dos casos de cólera se concentrava em torno do poço da "Broad Street". Feito isso, determinou que este poço fosse lacrado para observação da situação. Esta decisão, aparentemente simples, contribuiu para debelar a epidemia e forneceu evidências para uma hipótese, comprovada posteriormente, de que o cólera é transmitido por ingestão de água contaminada.

Este mapa do médico John Snow passou para a história como um dos primeiros exemplos que ilustra o poder explicativo da análise espacial aplicada à saúde, ou seja, a relação espacial entre os dados (casos de cólera x poços d'água) dificilmente seria concluída pelo simples tabelamento dos casos de cólera e dos poços.

Apesar do tempo desta "descoberta" de John Snow, no Brasil pouco se conhece sobre a distribuição espacial de eventos que causam doenças, principalmente no que se refere ao

padrão das doenças urbanas. As populações rurais que se deslocaram para as cidades, nas décadas de 1960 e 1970, trouxeram, de alguma forma, a expansão das endemias rurais para as regiões urbanas. Este processo de urbanização aliado ao fato da concentração desta população nas periferias das cidades, tornou-se um cenário dominante, o que dificultou o controle de transmissão intra-urbana de algumas endemias. A rápida e desordenada ocupação da periferia, por estas populações, vêm criando áreas de carência social, bem como criando dificuldades de atendimento na saúde da população, sejam em grandes metrópoles, sejam em cidades em crescimento (Portugal, 1998).

Além disso, o registro sistematizado de eventos vitais, no país, é recente. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) iniciou as publicações anuais de estatísticas de saúde em 1974. O Ministério da Saúde, por sua vez, iniciou, em 1975, o processamento de dados de óbitos, quando implantou o Sistema de Informação de Mortalidade (SIM), com a série histórica disponível desde 1979 (Paes, 2005).

Tendo em vista a implantação desses “sistemas” para gerenciar grandes quantidades de dados, é que se pode afirmar que vive-se, hoje em dia, a “Era da Informação” ou a “Era da Administração da Informação”. Isto porque, a massa de informações geradas, têm crescido de maneira exponencial, a ponto de se afirmar que mais da metade dos conhecimentos que serão usados nos próximos 10 anos ainda não foram descobertos. Como a quantidade de informações cresce muito, é necessário e importante que o acesso às mesmas seja rápido e que seus conteúdos sejam corretos e confiáveis.

Isto popularizou os Sistemas de Informação que, aliados aos seus estudos e análises, no espaço geográfico, criou os termos Geoprocessamento e Sistemas de Informação Geográfica que, embora venham sendo utilizados como sinônimos, dizem respeito a coisas diferentes cujo esclarecimento é feito, a seguir (Menezes, 1996).

GEOPROCESSAMENTO

De uma forma ampla, pode ser entendido como o processamento de dados georreferenciados.

Por georreferenciamento deve-se entender os dados que possuam uma ocorrência perfeitamente caracterizada e possível de ser representada de alguma forma sobre a superfície terrestre.

Esta representação pode, por sua vez, ser explícita ou implícita. Por exemplo, o uso do solo de uma área é um fenômeno explícito, enquanto que a conclusão sobre causas de ocorrência de uma doença nesta mesma área é um fenômeno implícito, oriundo da análise de uma série de dados georreferenciados.

Um *dado georreferenciado* é, então, um *dado geográfico*, ou seja, relaciona-se a algum sistema de representação de coordenadas, que permita localizá-lo univocamente sobre a superfície terrestre, seja em termos locais ou globais (Simões, 1993).

A forma mais familiar de representação dos dados georreferenciados são os mapas. Um mapa é constituído de um conjunto de pontos, linhas e áreas posicionados com referência a um sistema de coordenadas comum e são geralmente apresentados em duas dimensões. As legendas dos mapas ligam os atributos não espaciais, tais como símbolos, cores, nome dos lugares etc, aos dados espaciais, ou seja, a localização dos elementos dos mapas. Os mapas servem para armazenar uma quantidade considerável de informações espaciais e apresentá-las aos usuários. Os mapas convencionais são pouco práticos de se manusear, especialmente quando tem-se que analisar diversas informações localizadas em diversos mapas simultaneamente. Como exemplo, é apresentado a Figura 2, sobre mortalidade, em Minas Gerais (Lemos, 2005).

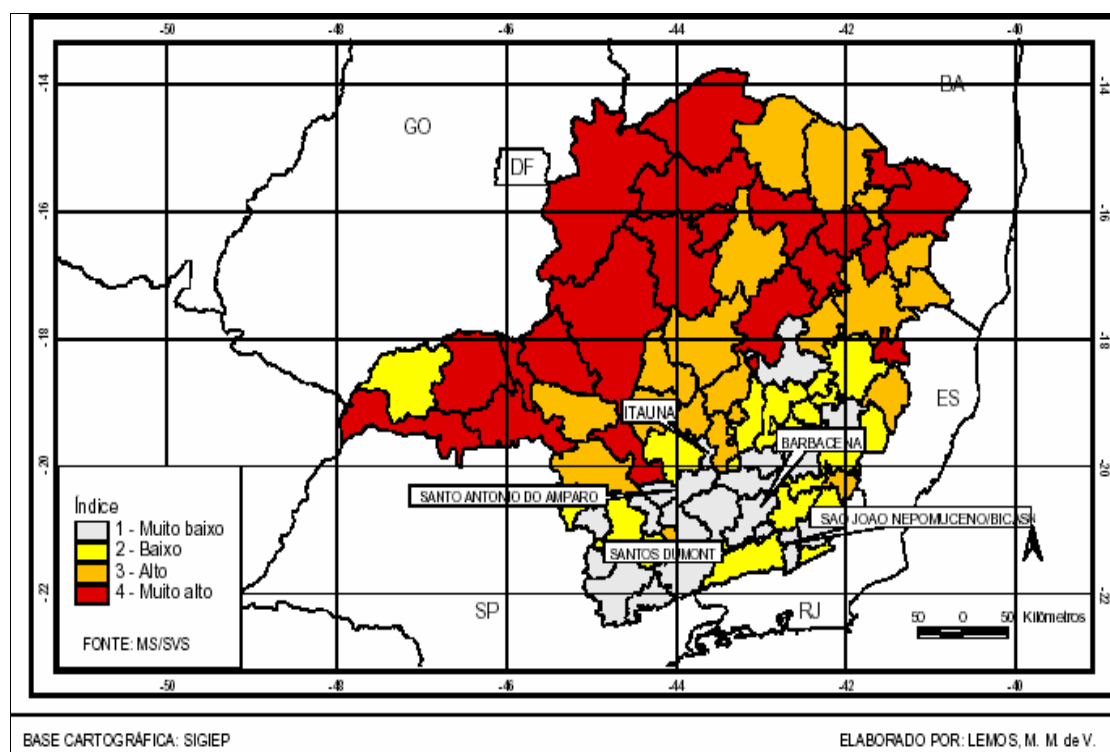


Figura 2 - Espacialização da Mortalidade proporcional por doenças infecciosas e parasitárias nas microrregiões assistenciais Minas Gerais, 2002

Fonte: Lemos, 2005

Com os conceitos de geoprocessamento e dado geográfico, já se pode delinear o elo comum em torno das áreas de aplicação do geoprocessamento. Em princípio, qualquer área do conhecimento humano, seja física ou social (humana), que trabalhe com dados georreferenciados, está apta a trabalhar com geoprocessamento.

Entre as áreas envolvidas, podem-se citar:

- Saúde
- Meio Ambiente
- Cartografia e Sensoriamento Remoto
- Geografia e seus Inter-relacionamentos
- Gerenciamento de Recursos
- Planejamento Rural e Urbano
- Pesquisa Social, Econômica, etc
- Análises e Monitoramentos Diversos

SISTEMAS DE INFORMAÇÕES

Muitas vezes utilizam-se as palavras *dados* e *informações* com o mesmo significado. Deve, porém, ser estabelecida uma clara distinção entre elas.

Por *dados* deve-se entender a observação ou medição de determinados fenômenos sem a consideração do seu emprego em objetivos predeterminados. Por exemplo, dados de precipitação, dados de temperatura, número de ocorrências de uma doença, um inventário de espécimes, composição de um poluente na atmosfera, etc.

Por *informações* define-se como o significado atribuído aos dados. De uma maneira geral, os dados são o conjunto de ocorrências, numéricas ou não, sem um significado próprio e as informações são um conjunto de dados organizados e tratados segundo um objetivo específico para uma ou mais aplicações. Nos exemplos acima, a simples vinculação dos dados à uma área de ocorrência, já é o bastante para transformá-los em informações (Figueiredo, 1995).

O dado em si pode ser encarado sob um enfoque isolado, porém a informação já deve ser vista sob uma abordagem de multi-aplicabilidade.

Um *sistema* é constituído de elementos, sejam eles materiais ou abstratos, que possuam atributos que permitam que esses elementos se inter-relacionem.

Sistemas de Informações são, portanto, sistemas, não necessariamente computacionais, que possuem capacidade de entrada, armazenamento, manipulação e saída de informações. Tem como função prover ao usuário a capacidade de analisar informações para tomada de decisões em planejamento e gerenciamento (Figueiredo, 1995).

Uma informação geográfica é um dado ou um conjunto de dados, físicos ou sociais, que contém uma associação ou relação geográfica ou espacial específica, ou seja, um georreferenciamento.

SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICA (SIG)

Englobando todos esses conceitos supracitados, um *Sistema de Informações Geográfica* vem a ser sistemas de informações que tem a capacidade de manipular a informação geográfica em todos os seus aspectos.

Os Sistemas de Informações Geográfica constituem tecnologia para a investigação de fenômenos diversos, relacionados com saúde, engenharia urbana, meio ambiente, pedologia, vegetação, bacias hidrográficas. Pode ser definido como uma coleção organizada de *hardware*, dados geográficos e pessoal envolvido no trabalho, projetado para, eficientemente, capturar, armazenar, atualizar, manipular, analisar e apresentar todas as formas de informações referenciadas geograficamente.

Os SIG combinam os avanços da cartografia automatizada, dos sistemas de manipulação de banco de dados e do sensoriamento remoto com o desenvolvimento metodológico da análise geográfica, para produzir um conjunto distinto de procedimentos analíticos que auxiliam no gerenciamento e na atualização das informações disponíveis. Os SIG têm, predominantemente, orientação espacial na sua capacidade de busca e análise, podendo posicionar geograficamente características de feições nas suas posições relativas. Conceitualmente, este sistema é um mapeador automatizado ou um sistema de mapeamento temático.

Pode-se realizar, com os SIG, uma série de análises, tais como:

- a) definir os locais estratégicos para a instalação de postos de saúde, hospitais, creches, escolas, áreas de lazer, áreas potenciais de ocupação residencial e industrial;
- b) otimizar o sistema de transporte coletivo;
- c) avaliar a tendência preferencial de crescimento dos bairros;
- d) definir a forma como se deve proceder ao avanço das redes de infra-estrutura urbana (água, esgoto, pavimentação, iluminação, telefonia, etc);
- e) avaliar a percentagem de cobertura vegetal natural e cultivada pelo homem;
- f) determinar a extensão de áreas industriais, residenciais, agrícolas, etc (Nascimento, 2003).

Os SIG são sistemas utilizados para coletar, armazenar e analisar fenômenos cuja localização geográfica é uma característica importante. Devido às inúmeras aplicações existentes, que envolvem a espacialidade dos fenômenos, os SIG tornaram-se sistemas multidisciplinares, podendo ser utilizados como ferramentas na análise de fenômenos naturais, econômicos e sociais. Estes sistemas oferecem aos usuários a oportunidade de manipular uma base de dados volumosa, selecionando os dados por área ou tema, procurando características específicas nestas áreas acessando e atualizando uma base de dados georreferenciada. Eles podem também ser utilizados para criar tipos novos e

diversificados de dados de saída através de mapas, gráficos, dados tabulares e sumários estatísticos, de acordo com as necessidades específicas.

Os SIG são utilizados em aplicações que, geralmente, envolvem uma quantidade de dados muito grande para serem manuseados por processos convencionais. Um SIG pode manipular uma base de dados georreferenciados que considere centenas de características de uma região, bem como centenas de fatores associados a cada característica ou localização.

Um SIG é um instrumento poderoso de manipulação de informações devido a sua habilidade de operar dados espaciais juntamente com informações não gráficas, além da capacidade de realizar análises espaciais complexas, tais como o cruzamento de informações contidas em diversos mapas, o que possibilita a geração de novos dados geograficamente referenciados e o uso destes num contexto completamente diferente daquele dos dados originais.

Em Sistemas de Informações Geográficas, o armazenamento e a apresentação dos dados georreferenciados são feitos separadamente. Desta forma, os dados podem ser armazenados com um alto nível de detalhe, podendo também serem apresentados num nível mais geral de informação e em diversas escalas. Nos SIG, o desenho de um mapa é uma *visão* de uma *base de dados geográfica*, ou seja, o mesmo dado pode ser visto como diversos tipos de mapa, utilizados para um fim específico.

Nos SIG, os dados georreferenciados são também representados por pontos, linhas e áreas como nos mapas convencionais. No entanto, estes elementos são organizados de forma diferente da forma analógica. A informação para uma característica geográfica tem quatro componentes principais (Aronoff, 1989): *sua posição geográfica, seus atributos, seus relacionamentos espaciais e o tempo*. De forma simplificada, pode-se dizer que estes componentes são: "*onde está*", "*o que representa aquele dado*", "*qual o seu relacionamento com outras características espaciais*" e "*quando a característica existiu*".

APLICAÇÕES DE GEOPROCESSAMENTO E DE SIG NA ÁREA DE SAÚDE

A oferta de serviços médicos adequados e a avaliação dos impactos das ações de saúde de uma população pressupõe o conhecimento das condições de vida e saúde desta população.

A Norma Operacional Básica do Sistema Único de Saúde (NOB-SUS) de 01/1996 expressa que "o enfoque epidemiológico atende ao compromisso da integralidade da atenção ao incorporar, como objeto das ações, a pessoa, o meio ambiente e os comportamentos interpessoais" (BRASIL, 1997, p.15).

Entretanto, Saúde Pública e ambiente estão diretamente ligados aos padrões de ocupação do espaço. Não adianta apenas descrever as características das populações. É necessário localizar onde estão acontecendo os casos, que serviços a população está procurando, o local de potencial risco ambiental e as áreas onde se concentram situações sociais vulneráveis, o mais preciso possível.

Ver as informações, em um mapa, é extremamente útil para gerar hipóteses e questionamentos que associem os eventos e suas análises.

Pina (2000) comenta sobre as aplicações do SIG na área da saúde, destacando os seguintes campos:

Vigilância Epidemiológica

A análise da distribuição espacial de agravos possibilita determinar padrões da situação de saúde de uma área, evidenciar disparidades espaciais que levam à delimitação de áreas de risco para mortalidade ou incidência de eventos mórbidos. É possível mapear indicadores básicos de saúde, mortalidade, doenças de notificação compulsória e analisar acidentes relacionados ao trabalho. Através da análise da difusão geográfica e exposição a agentes específicos pode-se gerar e analisar hipóteses de investigação. Também é possível planejar e programar atividades de

prevenção e controle de doenças em grupos homogêneos segundo determinado risco, monitorar e avaliar intervenções direcionadas (Por exemplo, geografia da difusão da AIDS e da malária, Bastos et al., 1999).

Avaliação de Serviços de Saúde

Este campo pode ser dividido em: análise da distribuição espacial de serviços de saúde; planejamento e otimização de recursos de saúde (modelos de locação-alocação); estudo de acessibilidade (física, econômica, social, étnica, psicológica) e utilização de serviços de saúde. Através da análise do fluxo de pacientes é possível definir áreas de onde provém a demanda que busca determinado recurso de saúde.

Urbanização e Ambiente

A urbanização tem sido um fator predominante no estabelecimento humano em escala mundial. As cidades têm sido estudadas em termos da ecologia urbana de doenças. Particularmente em países em desenvolvimento, os moradores de cidades vivem em diferentes condições ambientais como moradia, emprego, estilo de vida, dieta, entre outros. A poluição, superpopulação, estresse e pobreza afetam a saúde humana nas cidades. O espaço, produzido socialmente, exerce pressões econômicas e políticas sobre a sociedade, criando condições diferenciadas para sua utilização por grupos sociais.

As relações entre saúde e ambiente podem ser evidenciadas através da análise de características epidemiológicas das áreas próximas às fontes de contaminação e pela identificação de fatores ambientais adversos em locais onde há concentração de agravos à saúde. Além disso, é possível monitorar ações de saneamento e tendências das doenças preveníveis após ações do meio e melhoria da qualidade de vida em função de obras realizadas (Pina, 2000, pg. 19)

O uso de SIG permite análises de dados espaciais das mais variadas formas, como (Pina, 2000):

1. Análises simples: podem-se relacionar dados sobre diferentes entidades espaciais, como por exemplo, a identificação de uma área em relação a fonte de abastecimento d'água da região.

2. Análises intermediárias: podem-se calcular distâncias para determinar o deslocamento de um lugar a outro, como por exemplo, o mapeamento de longas trajetórias percorridas entre as residências e os locais de atendimento, nos estudos de mortalidade pós-neonatal.

3. Análises mais sofisticadas: ocorrem quando uma modelagem de dados é introduzida, como por exemplo, quando se deseja identificar áreas com maior índice de homicídios utilizando análise de densidade de pontos (num mapa).

CONCLUSÃO

A área de Saúde congrega vários tipos de estudos, sejam eles com objetivos de tratamento, sejam eles com objetivos de prevenções, tudo para o bem estar de uma população. Um exemplo são os estudos da Mortalidade Infantil. Segundo BRASIL (2005), a Taxa de Mortalidade Infantil (TMI) é um dos indicadores das condições de vida da população infantil e das condições de saúde da população em geral. Ela se classifica em Taxa de Mortalidade Neonatal Precoce (TMNP), Taxa de Mortalidade Neonatal Tardia (TMNT) e Taxa de Mortalidade Pós-Neonatal (TMPN). Resulta da interação da disponibilidade, acesso e qualificação dos serviços de saúde e das condições de saneamento e renda da população referida (BRASIL, 2004).

Ainda segundo BRASIL (2004), a TMNP (0 a 6 dias de vida) sofre influência do decorrer da gestação, assistência ao parto e nascimento. Já a TMNT (7 a 27 dias de vida), além das influências anteriores, está associada às condições do meio onde a criança se desenvolve. Por fim, a TMPN (28 a 364 dias de vida) é mais sensível às condições do meio ambiente interno e externo a que uma população está submetida.

A descrição espacial (Geografia) de um determinado fenômeno estudado na área de saúde (como é o exemplo da Mortalidade Infantil) e o estudo deste fenômeno com os dados gráficos (na forma de mapas), podem se tornar ferramentas de extrema utilidade nas pesquisas de saúde, como por exemplo, verificações de crescimento ou decréscimo de determinada taxa, nas análises destas taxas, nas previsões e nas prevenções das condições de saúde de uma região, bem como nas condições de vida de toda uma população.

A Bioestatística também se mostra uma poderosa fonte de análises numéricas no sentido de estudar situações ocorridas, bem como fazer previsões e estimativas para controle das diversas situações estudadas na saúde.

Os números, apresentados pela Bioestatística, mostram os dados analíticos de uma situação.

Estes números, vistos em mapas, podem mostrar localizações.

As tecnologias da Geografia usadas na verificação da distribuição espacial de um fenômeno podem permitir conclusões consistentes nos diversos estudos da área de Saúde.

Do exposto, pode-se verificar que os apoios da Estatística e da Geografia são de extrema utilidade nos estudos sobre os eventos de saúde. Englobam diversas tecnologias de tratamento e manipulação de dados numéricos e geográficos onde se pode estabelecer diferenças entre conjuntos de regiões, de acordo com as características que as diferenciam, estudar estas diferenças, dentro da estrutura espacial na qual elas estão contidas e, daí, identificar, por exemplo, regiões de risco aos eventos de saúde, bem como tendências destes eventos.

Ressalta-se, também, que desenvolver e aplicar um método estatístico (Bioestatística), fazer um mapa e preparar uma estrutura de administrar e analisar informações (Geografia) não são tarefas simples e fáceis. São desenvolvimentos científicos que levam muito tempo em seus estabelecimentos mas que, quando prontos, muito podem auxiliar outras áreas de pesquisa, como a Saúde.

REFERÊNCIAS

- ARANGO, Hector G. 2005. **Bioestatística Teórica e Computacional**. Ed. Guanabara Koogan S.A., Rio de Janeiro, RJ. 423 p.
- ARONOFF, S. 1989. **Geographic Information Systems: a management perspective**. WDL Publications, Ottawa, Canadá, 1989.
- BARRET, A. 1991. Scurvy Linds Medical Geography. In: **Social Science & Medicine**. 33:347-353.
- BRASIL, Ministério da Saúde. 2005. **Mortalidade Infantil**. Brasília: Ministério da Saúde.
- BRASIL, Secretaria de Estado da Saúde. 2004. **Manual de Orientações para Comitês de Prevenção do Óbito Fetal e Infantil**. Belo Horizonte: SES/MG. 80 p.
- BRASIL, Ministério da Saúde, Coordenação de Saúde da Comunidade. 1997. **Saúde da Família: uma estratégia para reorientação do modelo assistencial**. Brasília, DF.
- CALEGARI, Sídia M. 2006. **Bioestatística: Princípios e Aplicações**. Ed. Artmed S.A., São Paulo, SP. 250 p.
- CRESPO, Antonio A. 1998. **Estatística Fácil**, Ed. Saraiva, São Paulo, SP. 224 p.
- FIGUEIREDO, W.O. 1995. **Catástrofes Ambientais e Defesa Civil no Município do Rio de Janeiro: uma aplicação por geoprocessamento**. Dissertação de Mestrado. Instituto Militar de Engenharia, IME, Rio de Janeiro, RJ.

HACKBART, A.A., Stein, C.E. **Uma Abordagem dos Testes Não-Paramétricos com Utilização do Excel.** Artigo contido no site <http://home.furb.br/efrain/matematica/minicurso/artigo>, acesso em junho de 2009.

LEMOS, M. M. de V. **Atlas de Minas Gerais: A saúde e o social sob a luz do plano diretor de regionalização.** 2005. 144 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2005.

MENEZES, P. M. Leal. 1996. **Geoprocessamento**, Palestra apresentada na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ.

NASCIMENTO, S. S. 2003. **A Importância dos Sistemas de Informações Geográficas,** Artigo contido no site www.cofecon.org.br/corecon-se, acessado em junho de 2003.

PAES, N.A. 2005. **Avaliação da cobertura dos registros de óbitos dos Estados Brasileiros em 2000.** Rev. Saúde Pública;39(6):882-905.

PINA, M. Fátima; Carvalho, M.S. 2000. **Conceitos Básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia Aplicados à Saúde,** Ed. OPAS, Brasília, DF. 122 p.

PORTUGAL, J. Luiz. et all. 1998. **Geoprocessamento Aplicado à Área de Saúde.** In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário (COBRAC). **Anais...UFSC,** Florianópolis, SC.

RODRIGUES, Pedro C. 1986. **Bioestatística.** Ed. EDUFF, Rio de Janeiro, RJ. 227 p.

SCHOLTEN, H.J., Lepper, M.J.C. 1991. **The Benefits of the Application of Geographical Information Systems in Public and Environmental Health,** World Health Statistical Quartely Report 44:160-170.

SIMÕES, Margareth G. 1993. **Modeladores Digitais de Terreno em Sistema de Informações Geográfica. Tese de Doutorado.** Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ.

WORBOYS, M.F. **A Computing Perspective.** Londres. Taylor and Francis, 1995.