

## Capítulo 6

### APLICABILIDADE DOS SIG NAS INVESTIGAÇÕES EM SAÚDE

Foi por diversas vezes enfatizada a relevância que a variável espaço detém na interpretação e explicação dos processos de saúde, sendo a sua consideração absolutamente relevante desde os primeiros estudos de “topografia médica” dos séculos XVIII e XIX, até às investigações integradas na moderna concepção de Geografia da Saúde, onde o espaço e o lugar carregam uma polissemia conseqüente à sobreposição das dinâmicas sociais, capazes de gerarem diferenças espacialmente significativas com importantes reflexos na saúde dos grupos.

Por este motivo, para além de se perceberem as diferenças existentes entre conjuntos de regiões, consoante as características que as distinguem, importa também introduzir as variáveis localização e topologia nos estudos de saúde, utilizando ferramentas onde os atributos das diversas áreas podem ser considerados e discutidos em conjugação com a estrutura espacial que os suporta (Barcellos e Bastos, 1996).

Neste contexto, as diversas áreas do conhecimento que consideram a variável espaço como elemento explicativo, têm beneficiado da utilização de um vasto conjunto de técnicas de geoprocessamento, envolvendo o tratamento e manipulação de dados geográficos, que vão desde a deteção remota, sistemas de posicionamento global (GPS), cartografia automática, até à mais completa técnica de geoprocessamento – *Sistema de Informação Geográfica* (SIG) que, tendo como base um computador, permite incorporar no mesmo sistema computacional o processo de captura, armazenamento, gestão, análise e visualização de informações geográficas (Santos, Pina e Carvalho, 2000). A execução, na mesma ferramenta SIG, de tarefas mais ou menos complexas de tratamento e gestão de dados geográficos, permitindo em simultâneo a consulta de informações, análise estatística e produção cartográfica indispensável à análise geográfica, constitui uma mais valia significativa, capaz de explicar o sucesso e a conseqüente democratização desta ferramenta, uma vez que assume incomparável eficiência operativa quando comparada com outros sistemas de cartografia automática:

«O SIG supera em muito a simples manipulação de mapas digitais realizada pelo CAD, através da exploração das relações existentes entre os

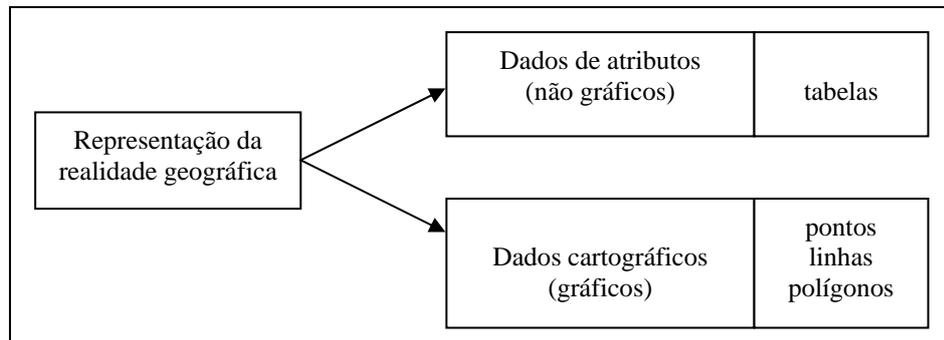
seus dados gráficos e descritivos, permitindo a execução de funções de análise espacial, envolvendo proximidade, adjacência, conectividade e contingência, além de análises abrangendo sobreposição de diversos mapas oriundos de diversas fontes, escalas, sistemas de projecção etc.» (Santos, Pina e Carvalho, 2000; pp. 127).

Como se pode verificar, estamos perante uma ferramenta poderosa, que se tem revelado progressivamente mais completa, capaz de cumprir um conjunto de objectivos distintos:

1. *Visualização de informações*: permite a apresentação de informações através de mapas, gráficos e imagens;
2. *Organização e georeferenciamento de dados*: organiza e gere um conjunto de informações georeferenciadas (pela aplicação de um geocódigo ou pela utilização de coordenadas  $x,y$ );
3. *Integração de dados vindos de diversas fontes*: integram dados oriundos de diferentes sistemas de projecção, de diferentes escalas e formatos, bem como permite a adição de novas informações aos mapas armazenados no SIG;
4. *Análise de dados*: disponibiliza um conjunto de funções que permitem transformar os dados em informações úteis no processo de tomada de decisão;
5. *Predição de ocorrências*: através da análise de séries históricas, cartografando os eventos estudados em diferentes períodos, alcança-se a percepção das mudanças operadas, quantificando e assinalando espacialmente essas alterações, permitindo verificar tendências evolutivas e simular cenários através da manipulação dos dados das variáveis consideradas. (Santos, Pina e Carvalho, 2000; pp. 17-18).

Os dados espaciais utilizados num SIG agrupam-se em duas categorias, em função das suas componentes: dados de componente gráfica e dados de componente não gráfica (Fig. 6.1).

Figura6.1 – Informações de dados espaciais



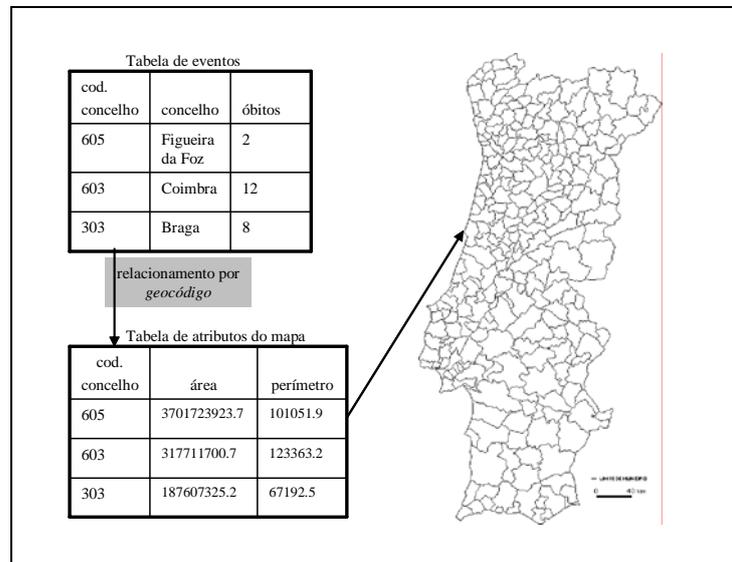
Fonte: Scholten & Stillwell (1990; citado por Santos, Pina e Carvalho, 2000;pp. 16)

Segundo Pina (2000), a *componente gráfica* (mapas) descreve a localização, os objectos geográficos e os relacionamentos espaciais entre esses objectos, podendo incluir coordenadas, códigos e símbolos que definem os elementos cartográficos específicos de um mapa.

A *componente não gráfica* ou *alfanumérica* (tabelas), descreve os factos e os fenómenos, sociais e naturais, reportados num mapa, podendo também ser designada por textual ou *atributiva*, uma vez que representa as características, qualidades ou relacionamentos destas componentes ao nível da representação cartográfica.

A ligação das duas componentes, gráfica e não gráfica, processa-se, ao nível de um SIG, através da partilha de códigos comuns nas duas bases, habitualmente designados por geocódigos, que relacionam univocamente os elementos de cada categoria (Fig. 6.2). A associação de dados não gráficos aos mapas pode também ser efectuada através de pares de coordenadas, presentes na base de dados não gráficos, de modo a poder determinar a localização exacta do(s) objecto(s) no mapa, desde que ambos tenham o mesmo sistema de coordenadas. Este método é vulgarmente utilizado na localização de dados pontuais ou na identificação de um centroíde de área.

Figura 6.2 – Relacionamento entre dados gráficos e não gráficos através de *geocódigo*



Fonte: Adapt. Pina, 2000; *in* – Santos, Pina e Carvalho, 2000)

Relativamente aos dados gráficos, Pina (2000) propõe a composição seguida por Antenucci *et al.* (1992), onde são referidas quatro componentes principais deste tipo de dados:

1. *Posição geográfica*: caracteriza a posição de um objecto em relação a um sistema de referência qualquer;
2. *Atributos geométricos*: têm a finalidade de descrever os objectos geometricamente;
3. *Tempo*: referencia as informações geográficas a uma época ou período de tempo;
4. *Relacionamentos espaciais ou topologia*: refere-se ao relacionamento de um objecto em relação aos demais, podendo deter relação de *adjacência* (quando partilha limites), *conectividade* (quando os objectos estão ligados entre si) e *contingência* (quando uma feição está incluída numa outra).

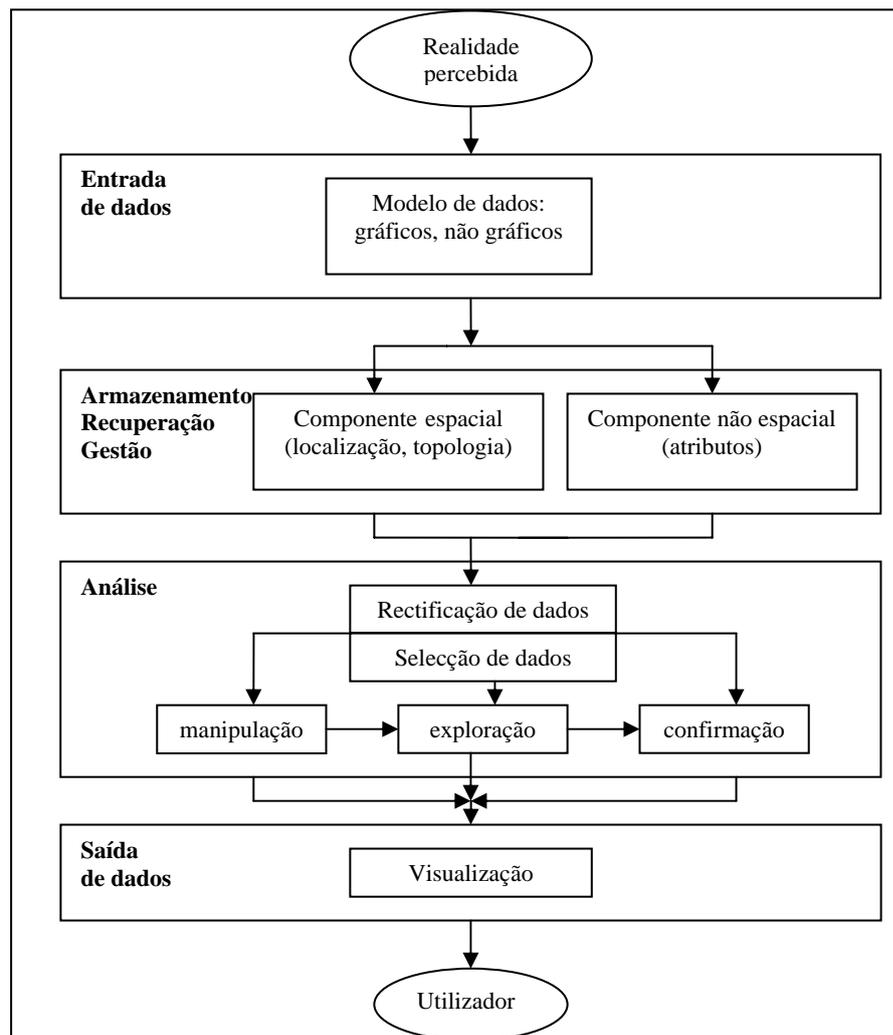
É ainda importante mencionar que nos SIG's os dados gráficos são organizados sob a forma de superfícies ou camadas de informação (*layers*), onde cada camada contém informação subjacente a um tema ou classe de informação (ex.: curvas de nível, rede viária, rede fluvial, equipamentos), que se encontram posicionalmente relacionadas entre si através de um sistema de coordenadas comum. Esta forma de guardar

informação gráfica confere ao processo elevada flexibilidade, permitindo seleccionar informações específicas, ou fracções de informação, de acordo com os objectivos pretendidos, utilizando diversos recursos para operações que envolvam a sobreposição de dois ou mais temas, permitindo que o utilizador componha e modele o produto final de acordo com os objectivos estabelecidos para cada projecto.

Depois de se descrever o processo de composição a que os dados espaciais estão sujeitos num ambiente SIG, bem como o modo como se referenciam e se relacionam entre si, deve igualmente perceber-se quais as funções fundamentais que estão subjacentes à operacionalização de dados num SIG.

Segundo Fischer, Scholten e Unwin (1996; pp.6-7; citando Anselin e Getis, 1993), o processamento de um SIG comporta quatro funções básicas que medeiam aquilo que os autores designam por «realidade geográfica percebida», composta por um conjunto de elementos percepcionados, onde o processo de abstracção e ordenação de informação resulta na decomposição e categorização dos diferentes elementos que a compõem (gráficos, não-gráficos ou atributivos), percorrendo quatro estádios de processamento: entrada de dados; armazenamento, recuperação e gestão de dados; análise; saída de dados (Fig. 6.3).

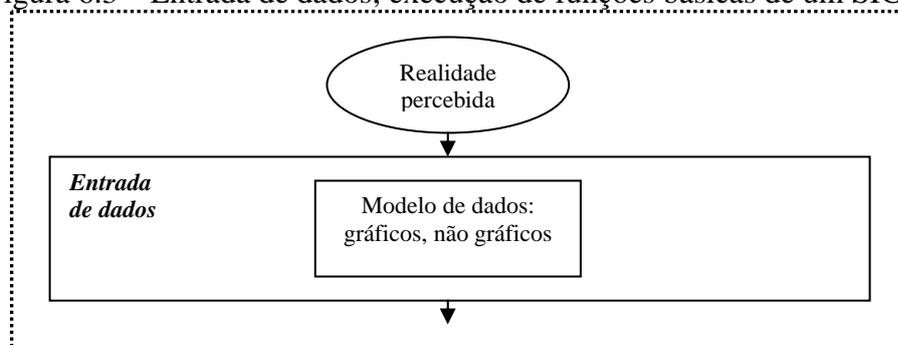
Figura 6.3 – Funções básicas de um SIG



Fonte: Anselin e Getis (1992; citado por Fischer, Scholten e Unwin, 1996;pp. 7)

No patamar inicial do processo – *entrada de dados* (Fig.6.4), proceder-se-á à análise e selecção da tipologia de dados espaciais que resultam da decomposição e categorização da «realidade geográfica percebida».

Figura 6.3 – Entrada de dados; execução de funções básicas de um SIG



Fonte: Anselin e Getis (1992; citado por Fischer, Scholten e Unwin, 1996;pp. 7)

Como pergunta inicial neste patamar, o investigador deve questionar qual o modelo de base gráfica digital que melhor representaria a área de investigação?

De acordo com Pina (2000), podemos encontrar duas formas principais de representar dados gráficos num sistema: o modelo matricial e o modelo vectorial. No *modelo vectorial*, «todos os objectos ou condições do mundo real podem ser representados com precisão num mapa através de pontos, linhas, áreas ou superfícies.». No *modelo matricial* ou *raster*, o espaço é dividido de forma regular em células que compõe a matriz células (*pixels*):

«A localização dos objectos geográficos ou as condições que os afectam são definidas pelas posições nas linhas e colunas na matriz de células (...) cada célula armazena um valor que indica o tipo de objecto ou condição que é encontrada naquela localização.» (Pina, 2000;pp. 64).

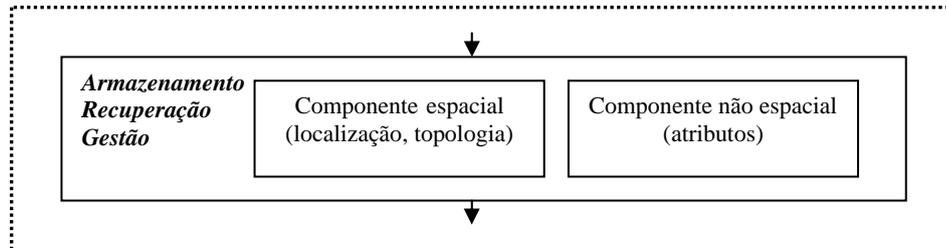
Relativamente aos dados não gráficos, sejam eles originários de fontes primárias ou secundárias, deve averiguar-se inicialmente a sua disponibilidade, actualidade e suficiência, de modo a verificar a sua aplicabilidade aos objectivos de investigação.

Tal como já mencionámos anteriormente, existe uma reserva persistente na disponibilização de dados de saúde, mesmo que para fins de investigação, quer ao nível de dados primários e, mais surpreendentemente, ao nível de dados secundários, pelo que se impõe uma avaliação prévia das condições de acesso a esses dados. Por outro lado, é ainda útil e avisado garantir que esses mesmos dados possam deter qualidade e representatividade adequada para a caracterização cabal do fenómeno em causa.

Ainda a este nível, é importante sublinhar a necessidade de execução de uma tarefa indispensável e que se reveste da maior importância – *pré-processamento* de dados e que deve antecipar, necessariamente, o estágio de – armazenamento, recuperação e gestão de dados, e que consiste na compatibilização de dados gráficos e não-gráficos, produzidos em diferentes formatos, escalas e sistemas de projecção (Fig.6.4). Esta tarefa, fundamental para garantir o percurso bem sucedido pelos demais patamares do sistema é, regra geral, bastante demorada e rotineira, consumindo grandes quantidades de tempo em processos de compatibilização e “limpeza” de dados, devendo, sempre que possível, envolver processos automatizados de modo a minimizar a introdução de possíveis erros, muito comuns nas fases iniciais de contacto com SIG's. Ainda na fase

de pré-processamento, deve verificar-se e garantir-se a validade dos geocódigos de modo a garantir, *à posteriori*, a interligação das diferentes categorias de dados no sistema.

Figura 6.4 – Execução de funções básicas de um SIG: armazenamento; recuperação e gestão de dados



Fonte: Anselin e Getis (1992; citado por Fischer, Scholten e Unwin, 1996;pp. 7)

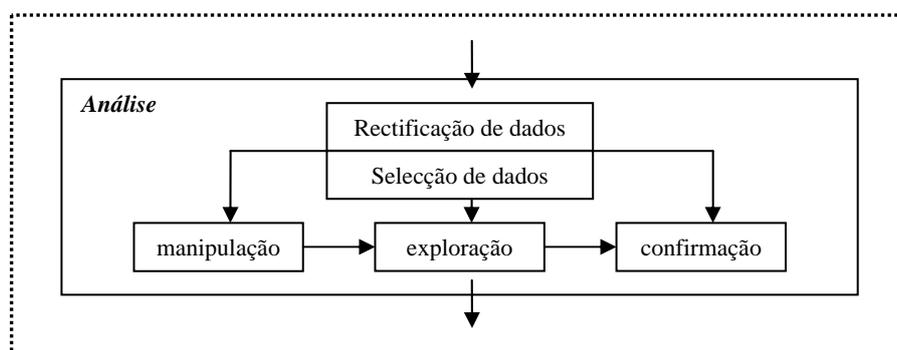
No segundo patamar do processo – *Armazenamento, recuperação e gestão dados* (Fig. 4), Fischer, Scholten e Unwin (1996) subdividem os dados de entrada em duas componentes:

- *Componente espacial*, onde são colocados os dados gráficos, com informação sobre *localização* e *topologia*;
- *Componente não-espacial*, que engloba dados não-gráficos, caracterizadores dos diferentes elementos envolvidos no fenómeno a investigar.

O processo de armazenamento, recuperação e gestão de dados é um processo dinâmico uma vez que, tal como já mencionámos, permite a entrada no sistema de novos dados que podem ser incorporados no projecto, cuja necessidade pode ser sentida quando de uma primeira abordagem dos dados existentes.

O terceiro patamar – *Análise* (Fig. 6.5), compreende procedimentos de manipulação, exploração e análises confirmatórias, os utilizadores podem beneficiar de diferentes de diferentes ferramentas de análise estatística, espacial e não espacial, que incorporam os *softwares* de SIG, ou com os quais permitem portabilidade. Neste ponto, Fischer, Scholten e Unwin (1996) trazem à discussão um factor particularmente interessante e que deriva da confusão que frequentes vezes se instala entre a noção e concepção de *análise espacial* e *análise estatística espacial*. Para os autores é reducionista equivaler os diversos produtos produzidos pelas ferramentas de análise estatística espacial à análise espacial propriamente dita, pelo que sublinham categoricamente que - *análise espacial é mais do que análise estatística espacial*.

Figura 6.5 – Execução de funções básicas de um SIG: análise



Fonte: Anselin e Getis (1992; citado por Fischer, Scholten e Unwin, 1996;pp. 7)

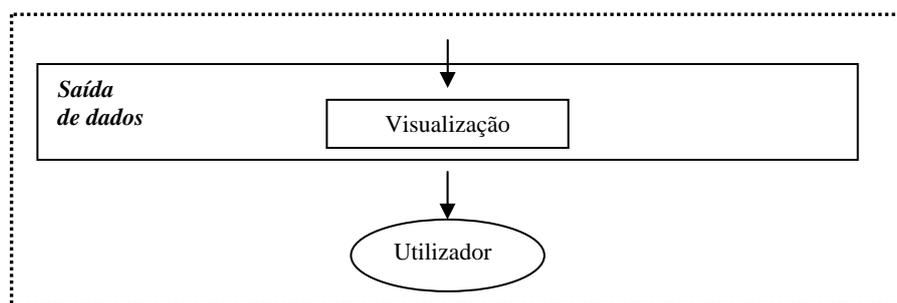
A análise espacial, inicialmente desenvolvida na década de sessenta pela geografia quantitativa e pela ciência regional, utiliza, na actualidade, duas ferramentas que se complementam, emprestando coesão e compreensão ao processo de análise espacial: a análise estatística espacial e análise geográfica.

A análise estatística espacial, providencia metodologias e ferramentas cada vez mais poderosas, especificamente direccionadas para a mensuração dos efeitos espaciais inerentes à distribuição dos fenómenos no espaço, permitindo inclusivamente a aplicação de modelos. Recebe contributos multidisciplinares de diversas áreas de conhecimento, tais como: economia, geografia, ciências da terra, aplicando diferentes tipologias de modelos nos processos de racionalização e simulação do real.

Estas duas ferramentas de auxílio à interpretação e compreensão dos fenómenos observados, emprestam maior consistência e significado a um processo maior e mais complexo – análise espacial, vista na sua globalidade e multidisciplinaridade.

Como último patamar do processo – *Saída de dados* (Fig. 6.6), os autores colocam ênfase no processo de visualização, permitindo, por esta via, que as múltiplas informações obtidas, quer pela análise exploratória de dados, convencional ou espacial, quer pela análise confirmatória de dados, possam ser lidas, sistematizadas e interpretadas sob diversas formas, tais como mapas, tabelas, gráficos entre outras, constituindo instrumentos de apoio à compreensão e tomada de decisões por parte dos utilizadores finais.

Figura 6.6 – Execução de funções básicas de um SIG: saída de dados



Fonte: Anselin e Getis (1992; citado por Fischer, Scholten e Unwin, 1996;pp. 7)

Podemos pois compreender, que as diferentes metodologias de geoprocessamento, particularmente os SIG's, permitem leituras e avaliações dinâmicas das diferentes relações e interdependências que se verificam entre a saúde das populações e o espaço ocupado, produzido e edificado pelos grupos, desvendando aspectos “ocultos” da estrutura espacial e social, que se afiguram tão importantes para a compreensão destes fenómenos como a determinação etiológica da doença.

Por tudo isto, Barcellos e Bastos (1996) sinalizam três vertentes principais onde a relação ambiente-saúde pode sair particularmente beneficiada com o recurso às diferentes ferramentas e metodologias que compõem o geoprocessamento, especificamente através de ferramentas SIG.

Em primeiro lugar, revelam a elevada utilidade destas aplicações na identificação de padrões de mortalidade e morbidade causados por fontes poluidoras previamente identificadas, através da delimitação de áreas de influência ou *buffers*, definindo áreas de exposição a factores de risco, tais como fontes emissoras de rádio-actividade, contaminação química entre outros.

Uma segunda linha de aplicação de ferramentas SIG em saúde, está relacionada com a identificação de padrões de distribuição de doença ou morte, e o seu relacionamento com factores ambientais clássicos tais como: condições habitacionais, saneamento e poluição atmosférica. A este nível, podem incluir-se investigações onde o padrão de distribuição de uma patologia é previamente desconhecido, utilizando-se ferramentas estatísticas e cartográficas no processo de detecção e identificação inicial. Estudos clássicos realizados neste âmbito procuram identificar a relevância de determinados factores sócio-demográficos relacionados com *clusters* de mortalidade infantil ou de infecção por VIH.

Uma terceira linha de aplicabilidade, compreende a identificação de tendências espaço-temporais verificadas espacialmente, partindo de uma análise histórica de eventos ocorridos numa determinada área ou região. Podem, por esta via, identificar-se factores facilitadores da difusão de determinada patologia no espaço ou, pelo contrário, identificar elementos que constituem obstáculos à sua progressão espacial.

Uma outra vertente aplicativa é mencionada por Santos, Pina e Carvalho (2000) e envolve a avaliação de serviços de saúde através da análise da distribuição espacial da oferta e procura de recursos de saúde, bem como estudos de acessibilidade e optimização.

Pelo exposto, as mais valias das aplicações SIG na área da saúde, concretamente na investigação epidemiológico-geográfica, não derivam unicamente da precisão de localização que estes sistemas potenciam relativamente aos eventos de morbilidade e mortalidade mas, fundamentalmente, porque permitem integrar e converter a mera descrição das características económicas e sócio-demográficas das populações em risco em ferramentas explicativas, onde o espaço e as dinâmicas subjacentes, social e politicamente produzidas, emergem como determinantes inteligíveis ao nível da modelação dos processos de saúde das populações.