

## SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E SUA EVOLUÇÃO HISTÓRICA

É. L. BOLFE<sup>1</sup> - bolfe@ige.unicamp.br (EMBRAPA, UNICAMP);  
M. C. FERREIRA<sup>2</sup> - macferre@ige.unicamp.br (UNICAMP);  
L. F. MATIAS<sup>2</sup> - lindon@ige.unicamp.br (UNICAMP);  
P. B. GOMES<sup>3</sup> - priscilab@ige.unicamp.br (UNICAMP)

4º Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto

**RESUMO:** Desde as remotas sociedades, passando pela invenção do telégrafo elétrico no século XIX, pelos meios de comunicação de massa no século XX, e até mais recentemente, o surgimento da Internet, onde a informação começou a fluir com velocidade superior a dos corpos físicos, o ser humano convive com um crescimento exponencial do volume de dados disponíveis das mais diversas áreas do conhecimento. Todavia, a partir de 1960, os conceitos de dados e informações sofreram grandes transformações pelo advento dos computadores eletrônicos, hardwares e sofisticados softwares como os sistemas de informação geográfica (SIG). O uso dos SIG atinge atualmente a quase todas as universidades, institutos de pesquisas e empresas, criando enormes possibilidades às mais variadas linhas de pesquisa das geociências, principalmente no que tange a análise espacial de dados geográficos. O domínio da informação espacial disponível é uma fonte de poder, uma vez que permite analisar fatores do passado, relacionando-os com os fenômenos da natureza e da sociedade, compreendendo o presente, e principalmente, antevendo o futuro do espaço geográfico. Assim, o presente artigo objetiva contextualizar historicamente a evolução dos SIG nas últimas décadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Geotecnologias, Geoprocessamento, SIG.

## GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM AND HISTORICAL EVOLUTION

**ABSTRACT:** Since the ancient societies, from the invention of the telegraph in 19th Century; the mass media in the 20th Century, and, more recently, the Internet, information has flown in an ever-increasing pace. In addition, this increased speed in which information is spread has impacted on several areas of human knowledge. The introduction of computers, and more specifically Geographical Information Systems (GIS) from the 1960s, has transformed the concepts of data and information. GIS is currently widely used in the academic community as well as in the industry, generating numerous applications in different research areas in geosciences, particularly in the field of

<sup>1</sup> Engº. Florestal, Pesquisador – EMBRAPA Tabuleiros Costeiros; Doutorando em Geografia, Instituto de Geociências – UNICAMP. Caixa Postal 6152 - CEP. 13083-870, Campinas, SP, Brasil. Tel. (19) 3287-7552. E-mail: bolfe@ige.unicamp.br

<sup>2</sup> Geógrafo, Dr., Profº. Departamento de Geografia – UNICAMP. E-mail: {macferre; lindon@ige.unicamp.br}

<sup>3</sup> Bióloga, Doutoranda em Geografia – UNICAMP. E-mail: priscilab@ige.unicamp.br

spatial analysis. Geospatial information is power because it allows the analysis of factors of the past, and its relations to specific environmental and social features of the present. Spatial analysis provides an understanding of the present, and mainly it provides one with means to infer the future of a given area. This paper aims to analyse the evolution of GIS in the last decades.

**KEYWORDS:** Geotechnologies, Geoprocessing, GIS.

**INTRODUÇÃO:** A necessidade de identificar diferentes “camadas” de dados em uma série de mapas e depois tentar analisá-los e relacioná-los por sobreposição, é uma idéia muito mais remota do que a existência dos atuais sistemas de informação geográfica. A evolução dos sistemas de informação não aconteceu como um fato isolado e sim perpassam a própria história da humanidade e a evolução das Geociências. Essa evolução é evidenciada desde os primeiros cálculos desenvolvidos pelos sumérios ao supercomputador, das representações cartográficas da Terra estabelecidas por Ptolomeu às imagens de satélites hiperspectrais, das referências espaciais obtidas pelo astrolábio ao sistema de posicionamento global por satélite (GPS), dos registros de dados em mapas portulanos aos programas do tipo CAD (*Computer Aided Design*).

Segundo Ferreira (2003, p.18) “buscar as origens e o arcabouço do pensamento espacial na Geografia é fundamental neste momento, já que as pesquisas contemporâneas que adotam instrumentais geotecnológicos têm tentado mostrar equivocadamente que o SIG nasceu dentro do SIG”. Este autor evidencia que as técnicas de análise espacial, disponíveis nos sistemas de informação geográfica, foram concebidas sem a necessidade prioritária de computadores, surgindo como produtos da tradição geométrica das geografias inglesa e americana entre 1950 e 1970.

Nesta ótica, entende-se que a tecnologia existente nos atuais modelos de SIG transcende o conhecimento totalitário de uma ciência, e sim é fundamentada pela interdisciplinaridade, onde as áreas ligadas à cartografia, geografia, engenharia, matemática e computação gráfica são alguns exemplos de conhecimentos materializados na forma de um software computacional (BOLFE et al., 2008). Inúmeras instituições, governos, empresas e cientistas participaram nessas últimas décadas no processo de evolução e aprimoramento do SIG.

Os sistemas de informação, para atender necessidades geográficas na sua concepção fundamental, pode-se dizer, surgiram no Império Inca, onde a comunicação era realizada através dos *chasquis* (mensageiros), que empreendiam grandes maratonas para coletar e distribuir informações. A descrição do mundo real era feita através dos mapas, os quais também foram utilizados por Cristóvão Colombo, Napoleão Bonaparte, entre outros, para demonstrar as rotas, movimentos de tropas ou a localização de qualquer fenômeno (PAREDES, 1994).

Exemplo clássico das primeiras espacializações de dados foi o trabalho desenvolvido pelo John Snow em 1854, o qual utilizou o endereço de casos detectados de cólera em uma base cartografada da cidade de Londres para identificar a fonte causadora de um surto dessa doença. O procedimento de localizar a

residência dos infectados permitiu definir com precisão que, no centro, na zona de Soho em Londres, existia um poço de água contaminada, e este seria a fonte causadora do surto. Este exemplo forneceu evidência empírica para a hipótese (posteriormente comprovada) de que o cólera é transmitido pela ingestão de água contaminada e constituiu-se como uma situação típica onde a relação espacial entre os dados dificilmente seria inferida pela simples listagem dos casos de cólera e dos poços. Dessa forma, o mapa elaborado pelo Dr. Snow passou a ser considerado como um dos primeiros exemplos de análise espacial na história, iniciando um processo de instrumental para a tomada de decisão. Objetiva-se aqui, elaborar uma breve síntese, por década, das principais ocorrências da evolução histórica dos SIG.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Realizou-se este trabalho a partir de pesquisa bibliográfica na temática proposta, a qual abrangeu a leitura, análise e interpretação de periódicos, livros e textos disponíveis em jornais e on-line. Os materiais obtidos foram submetidos à triagem, a partir da qual, foi possível estabelecer o plano de leitura e a estruturação da pesquisa. A leitura acompanhada de anotações e fichamentos viabilizou a fundamentação teórica deste estudo, permitindo que esta pesquisa bibliográfica atingisse o objetivo de conhecer algumas das diferentes contribuições técnico-científicas das últimas décadas na evolução dos sistemas de informação geográfica.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

**DÉCADA DE 40:** Antecedendo o advento da informática e a popularização dos computadores pessoais, os sistemas de informação nas organizações baseavam-se fundamentalmente em técnicas de arquivamento e recuperação de informações de grandes arquivos. Normalmente existia a figura do profissional "arquivador", designado como responsável em registrar os dados, catalogá-los, organizá-los e recuperá-los quando necessário. Essa metodologia, apesar de sua aparente simplicidade, exigia um elevado esforço para manter os dados atualizados assim como para recuperá-los. Neste contexto, no processo de evolução histórica dos sistemas de informação, observa-se a relativa simplicidade dos dados, informações, métodos e técnicas, assim como a limitação do sistema e sua baixa eficiência.

As primeiras tentativas de fundamentação teórica do SIG surgiram nessa década. Parent (1988) cita o geógrafo sueco Torden Hagerstrand, que desenvolveu a teoria da difusão espacial, e Harold MacCarty, da Universidade de Washington, entre os primeiros a desenvolverem os métodos quantitativos de análise espacial.

Esta década marca o início da era da computação moderna (computadores da "primeira geração"), que se inicia com uma corrida de desenvolvimento antes e durante a Segunda Guerra Mundial, com circuitos eletrônicos, relés, capacitores e válvulas substituindo seus equivalentes mecânicos e o cálculo digital substituindo o cálculo analógico. Estes computadores utilizavam-se freqüentemente de cartões perfurados para a entrada de dados e como a memória de armazenamento principal (não volátil) e abriram novos horizontes de pesquisa, pela possibilidade de manipulação de arquivos de dados (IBM, 2006). Esta evolução proporcionou novas formas de pesquisas e análise de dados espaciais. Silva

(2003, p. 62) ressalta que “com o avanço de diversas tecnologias na década de 40, especialmente o aparecimento dos primeiros computadores eletrônicos, modificaram-se os padrões clássicos da Cartografia”. O processo de cálculos matemáticos via computadores abriu possibilidades de pesquisa na manipulação de grandes volumes de dados, especialmente de dados espaciais. Inicialmente, a análise dos dados era limitada por um determinado número de caracteres alfanuméricos, que representava os dados espaciais”.

Iniciava-se assim, um novo momento nas Geociências, que apresentava transformações tecnológicas significativas e que influenciariam os estudos e pesquisas das próximas décadas, em particular, na área da geração de modelos complexos e alternativos de simulação de eventos futuros.

**DÉCADA DE 50:** Pós II Guerra Mundial, essa década inicia um forte desenvolvimento nas formas de representações da superfície terrestre, em função da evolução dos estudos geodésicos, topográficos, aerofotogramétricos, matemáticos, entre outros. Esse desenvolvimento proporcionou representar os fenômenos ocorrentes na superfície terrestre de forma e precisão únicas para a época. Posteriormente, iniciaram-se as atividades relacionadas à representação temática já em base cartográfica, tendo destaque na época, a representação da variação magnética, das correntes de ar, e com a evolução crescente da computação, as tentativas iniciais de representar dados geofísicos, geológicos e meteorológicos.

As tentativas iniciais de automatizar o processamento de dados com características espaciais aconteceram nessa década. Na Inglaterra objetivou-se principalmente minimizar os custos de elaboração e manutenção de mapeamentos ligados à pesquisa em botânica. Nos EUA, realizaram-se os estudos de volume de tráfego envolvendo planos integrados de transportes para as cidades de Detroit e Chicago, por meio de análise estatística relacionada com a distribuição espacial. Os trabalhos desenvolvidos em Detroit e Chicago permitiram a elaboração do aplicativo *Cartographatron pela Armour Research Foundation*, no ano de 1958, o qual permitia representar graficamente o volume de tráfego das rodovias (TOBLER, 1959).

Paralelo a esse desenvolvimento acirrava-se a corrida espacial onde, em 1957, os soviéticos surpreenderam o mundo ao lançarem o SPUTNIK 1, primeiro satélite artificial a entrar em órbita da Terra. Um mês mais tarde, enviaram ao espaço o primeiro ser vivo, a cadela *Laika*, a bordo do SPUTNIK 2. A reação americana foi imediata, em 1958 criou-se a NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) lançando neste mesmo ano o primeiro satélite artificial norte-americano, o EXPLORER 1. Já em 1959, foi obtida a primeira imagem da Terra produzida a bordo de um satélite dos EUA, o MARK 2, que retornando de sua órbita trouxe o pioneiro documento visual do planeta visto do espaço, estabelecendo assim novos paradigmas na análise espacial para a próxima década.

**DÉCADA DE 60:** No início desta década, com a evolução dos sistemas computacionais, inúmeros grupos acadêmicos se formaram com o objetivo de desenvolver estudos específicos para a geração de

programas automatizados já dentro de um conceito de sistemas de informação. No âmbito da análise espacial, teve grande destaque nesta década o conceito de Matriz Geográfica proposto por Berry (1964), onde tratava de representações de fenômenos geográficos na forma de matriz x/y, colocando variáveis nas linhas e as unidades territoriais nas colunas. Esse arcabouço teórico-metodológico gerou o conceito de sítio e situação, os quais possuem significados relevantes para a análise espacial e as operações de modelagem de mapas realizadas nos atuais SIG.

Esta década também seria marcada pelo lançamento do primeiro computador eletrônico pela IBM (*International Business Machines*), o RAMAC 305, e o início da terceira geração de computadores. No Canadá formou-se uma parceria entre Roger Tomlinson e a IBM, que aprovaram junto ao Departamento de Agricultura do Governo Canadense um projeto que visava à criação do primeiro SIG. Assim, Tomlinson foi nomeado diretor do projeto designado de CARDA (*Canadian Agricultural Rehabilitation and Development Administration*), que visava minimizar impactos ambientais e subsidiar o planejamento territorial rural do Canadá. Dessa forma, em 1964, foi desenvolvido um sistema CGIS (*Canadian Geographical Information System*) fazendo parte de um programa governamental (*Canada Land Inventory*) para criar um inventário de recursos naturais e o cruzamento de mapas com diferentes "temas". Este sistema se referia à utilização de um computador principal e equipamentos periféricos, inclusive com o desenvolvimento de um scanner para rápida digitalização de mapas, visando o manuseio das informações obtidas por meio de mapeamentos executados nesse programa do governo Canadense, e também para o processamento dos dados a fim de avaliar as diferentes áreas existentes para distintos usos. Este aplicativo foi considerado historicamente o primeiro SIG desenvolvido.

A partir de 1967, os Estados Unidos desenvolvem o projeto MIDAS do Serviço Florestal americano, que é considerado como o primeiro sistema completo para administração de recursos naturais e o projeto DIME (*Dual Independent Map Economic*) do *U.S. Bureau of the Census*, criando o programa denominado de *Geographic Base File*, desenvolvido para construir representações digitais de ruas e zonas censitárias.

Esse rápido desenvolvimento tecnológico viabilizou uma "revolução quantitativa" na Geografia, segundo Christofolletti (1999, p. 30) "as origens da análise espacial remontam ao desenvolvimento da quantificação na Geografia e da ciência regional, durante o início da década de 60, quando os estudos procuraram focalizar as características dos padrões espaciais".

**DÉCADA DE 70:** No decorrer da década de 70, iniciou-se a produção de novos e mais acessíveis recursos de hardware, tornando viável o desenvolvimento de sistemas de informação comercial. Assim, neste contexto de evolução, difundiu-se a expressão *Geographic Information System* ou Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Nesta época, também, aparecem os primeiros sistemas comerciais do tipo CAD, que melhoraram significativamente as condições para a produção de desenhos e plantas para engenharia, sendo os precursores dos primeiros softwares de cartografia automatizada.

Durante os anos 70 foram estabelecidos alguns novos fundamentos matemáticos voltados para a Cartografia, incluindo questões de geometria computacional, impulsionando a disseminação do SIG. Do ponto de vista acadêmico, possivelmente a maior contribuição para o desenvolvimento dos atuais sistemas tenha surgido a partir dos estudos de Howard Fischer, do *Harvard's Laboratory for Computer Graphics and Spatial Analysis*, que continuava influenciando o desenvolvimento dessa tecnologia. Comercialmente, foi nesse período que surgiram empresas de aplicativos baseados em SIG, como a *Gimms, Esri, Intergraph, Synercon, Comarc, Computer Vision*, entre outras.

Evidencia-se nesse momento certa prioridade para a pesquisa científica e tecnológica do espaço, viabilizada com a construção de estações e ônibus espaciais, e com o lançamento de sondas espaciais. Em 1971, os soviéticos lançam a primeira estação orbital, a SALYUT, seguida de outras seis na mesma linha, sendo realizadas inúmeras pesquisas (meteorológicas, físicas, químicas, biológicas, astronômicas, medicamentos, matérias-primas) na ausência de gravidade. Em 1972, os EUA lançam o primeiro satélite com propósito de gerar imagens sistemáticas sobre os recursos terrestres, o LANDSAT 1. Conforme Teixeira et al. (1995, p. 23) “a década de 70 foi o período de difusão do SIG, com interesse crescente dos órgãos governamentais, principalmente nos Estados Unidos da América”. Dentre as instituições de nível federal interessadas em SIG destacava-se a CIA (*Central Intelligence Agency*), que desenvolveu um banco de dados mundial para suprir suas necessidades e posteriormente o tornou acessível ao público.

Conforme Silva (2003, p. 65) “a década de 1970 foi marcada pelo desenvolvimento dos SIG voltados para o planejamento e modelamento de situações relacionadas ao meio urbano. Entretanto, os objetivos eram modestos e a modelagem era geralmente simples”. Devido aos elevados custos, ao fato desses sistemas ainda utilizarem exclusivamente computadores de grande capacidade e a limitação dos bancos de dados, somente poucas e grandes organizações obtinham acesso fácil a essa tecnologia durante a década de 70, e praticamente, atendiam a fins específicos das empresas e instituições que desenvolviam os aplicativos.

**DÉCADA DE 80:** A partir da década de 80 a tecnologia de SIG iniciou um período de acelerado crescimento, em que a popularização e barateamento das estações gráficas de trabalho, o surgimento e evolução dos computadores pessoais, dos sistemas gerenciadores de bancos de dados relacionais e da ligação de dados gráficos e alfanuméricos, promoveram uma grande difusão do uso desses sistemas. Aliado a esse crescimento, a década de 80 teve significativa evolução no que tange a hardware e periféricos, permitindo uma manipulação de dados geográficos de forma mais efetiva. Iniciou-se assim um novo período onde as empresas privadas e a comunidade científica começam a investir e a pesquisar com maior intensidade esta tecnologia, destacando os estudos desenvolvidos para os primeiros sistemas em SIG - raster (*MAP - Map Analysis Package*) por Dana Tomlin e de Jack Dangermond que iniciou o desenvolvimento de um SIG - vetor, que mais tarde se tornou o programa Arc/Info.

Nesse momento, inúmeros governos, instituições de pesquisas e empresas começaram a investir no desenvolvimento e aprimoramento de métodos e aplicativos visando à análise geográfica de dados nos diferentes setores da economia e meio ambiente, destacando-se a Alemanha, Inglaterra, Itália, França, Holanda, Noruega, Suécia, URSS, Israel, Austrália, China, Brasil e África do Sul. Nos EUA, a criação dos centros de pesquisa que formaram o *National Centre for Geographical Information and Analysis* (NCGIA, 1989) proporcionou também um alargamento do leque de aplicações de SIG marcando o estabelecimento de um novo momento para a área.

Dessa forma, essa década ficou caracterizada pela grande evolução industrial do SIG, Teixeira et al. (1995) destaca que na década de 80, o sistema de informação geográfica foge dos moldes anteriores e passa a integrar o setor industrial e comercial, pois houve um rápido crescimento técnico e um maior interesse no seu desenvolvimento, identificando-se assim uma evolução tecnológica em rapidez, facilidade e flexibilidade com que os dados geográficos passaram a serem manipulados. Por outro lado, iniciou-se a preocupação com a compreensão e o aprendizado da fundamentação teórica vinculadas aos SIG, pois essa tecnologia evolui muito rapidamente nessa década. Conforme Câmara et al. (2003, p. 84) “como este desenvolvimento foi motivado desde o início por forte interesse comercial, não foi acompanhado por um correspondente avanço nas bases conceituais da geoinformação; como resultado, o aprendizado do Geoprocessamento tornou-se dificultado”.

**DÉCADA DE 90:** Os anos 90 consolidaram definitivamente o uso de SIG como instrumento de apoio à tomada de decisão, tendo saído do meio acadêmico e científico para incorporar-se rapidamente o setor comercial. Instituições governamentais e grandes empresas começaram a investir significativamente no desenvolvimento de aplicativos para o mercado, consolidando-se assim as aplicações *desktop* que agregavam diversas funções no mesmo sistema (processamento digital de imagens, análise espacial, modelagem 3D etc). No início desta década, os usuários eram especialistas e tem início a difusão dos benefícios dos usos e aplicações em SIG.

No fim dos anos 90, a utilização do ambiente Web-WWW (*World Wide Web*) é consolidado e grandes corporações passaram a adotar este instrumento de forma significativa, principalmente para a comunicação e disseminação de informações e dados. Os desenvolvedores de SIG, atendendo demandas do mercado, remodelam os aplicativos e estes passam a fazer uso também do ambiente Web e desta forma popularizando-se. Os aplicativos inicialmente são simples, com funcionalidades básicas de consulta a mapas e a bases alfanuméricas, porém o que marca a década para essa tecnologia é o fato de que o usuário já não necessita mais ser especialista.

Por outro lado, cresceu a preocupação geográfica com as metodologias adotadas nesse período e sua adequação com o pensamento científico e às tendências da era pós-moderna. Goodchild (1991), discutindo a difusão do SIG alertou para o fato do mesmo estar sendo utilizado como mera “caixa de ferramentas” (*toolbox*), e defendia a criação de uma Ciência da Informação Geográfica. Enfatizou ainda que as carências em SIG estariam no usuário; não a respeito da informática, mas sim de

conceitos, de princípios em análise espacial. Silva (2003), afirma que no início dos anos 90, as funções desses sistemas já estavam muito bem estabelecidas e que a partir desse momento, o que prevaleceu foi o aumento crescente da integração do usuário com o SIG, facilitando o uso dos aplicativos.

Em função do aprimoramento das discussões técnico-científicas em torno dessa tecnologia ocorridas nesse período, o meio acadêmico e técnico participa de um processo que possibilitou um salto qualitativo e quantitativo do número de usuários em SIG e o surgimento de inúmeros sites especializados, livros, revistas científicas etc. Um estudo desenvolvido pelo Soil Conservation Service nos EUA em 1992, já apontava a existência de 83.000 usuários de SIG, em diferentes cidades, estados, agências federais e empresas privadas (SILVA, 2003). Neste momento, destaca-se também a aproximação entre as grandes empresas de SIG e as tradicionais empresas de TI (Tecnologia da Informação) como a Oracle, Microsoft, Google, o que influenciaria de sobremaneira a forma e as aplicações dos sistemas de informação geográfica nos próximos anos.

**PÓS 2000:** Após a grande popularização desses sistemas na década de 90 e o engajamento de grandes empresas de TI, surgem o Google Maps e o Google Earth, ocorrendo uma verdadeira revolução no perfil dos usuários e na forma de SIG. Além dos usuários especialistas em SIG utilizarem esses instrumentais em suas atividades, outros que até então não tinham qualquer contato com essas ferramentas, da noite para o dia podem ter acesso a qualquer parte do planeta por meio de aplicações que misturam imagens de satélites, modelos 3D e GPS, bastando para isso, que o usuário possua uma conexão à Internet.

Conforme Bolfe et al. (2008), observa-se uma significativa incorporação dos conceitos teóricos norteadores de inúmeros estudos de análise espacial ao SIG, além dos recursos de software e hardware avançados. Essas inovações tecnológicas permitem a concepção de sistemas amadurecidos conceitualmente, recriando o SIG fundamentado em conceitos de sistemas especialistas (*expert-systems*), da lógica nebulosa (*fuzzy logic*), das noções de tempo e espaço relativos, possibilitando incorporar princípios da análise sistêmica em suas rotinas e aplicações.

Em função da crescente pressão antrópica sob os recursos naturais e da crise ambiental, expressa oficialmente como um problema global, observa-se o desenvolvimento de sistemas de informação que executam e espacializam modelos e cenários relacionados aos recursos naturais. Nessa década, inúmeros conglomerados empresariais vêm utilizando-se de SIG como um fator diferencial em seus produtos. Empresas desenvolvedoras de aparelhos de telefonia celular, por exemplo, incluem como serviços telefones equipados com mapas e GPS. Montadoras automobilísticas investem no desenvolvimento do *mobile cartography*. Nesse momento chegam ao mercado bibliotecas geográficas digitais (BGD), produto da evolução dos sistemas de informação caracterizadas pelo gerenciamento de grandes bases de dados geográficos, com acesso através de redes locais e remotas, com interface via *Web*. Por outro lado, é crescente a necessidade de uma linguagem que unifica e padroniza a sistemática de dados, capaz de reunir informações geradas por diferentes fontes. Assim, estão surgindo

iniciativas para o desenvolvimento de padronizações em SIG, sendo o Consórcio *OpenGIS* (OGC, 2007) um dos principais grupos com essa preocupação. Dessa forma, a atual década apresenta elevada massificação do uso de SIG sendo aplicado nos mais distintos setores da sociedade, como destaca Matias (2004, p. 10) “o uso dessas tecnologias instaura-se nas últimas décadas como um importante instrumento de aquisição, produção de análises e representação de informações sobre o espaço geográfico. Reúne para isso os conhecimentos e as práticas tecnológicas oriundas de diversas áreas do conhecimento científico, característica manifesta das tecnologias modernas, representando uma síntese do poder de manipulação de dados disponibilizado pelo meio computacional. Em um mesmo ambiente de trabalho, diga-se de passagem, cada vez menos sofisticado e mais acessível, tanto em termos financeiros como tecnológicos, permite tratar dados provenientes de fontes diversas (...), com escala de abrangência que vai do local ao global”.

Neste sentido, é fundamental perceber as capacidades e limitações dos SIG e de seus usuários, assim como das análises e aplicações dos resultados obtidos via SIG. Segundo Câmara et al. (2003, p. 94) “apesar dos significativos avanços das duas últimas décadas, a tecnologia de sistemas de informação geográfica ainda está longe de dar suporte adequado às diferentes concepções de espaço geográfico”.

**CONCLUSÕES:** Historicamente, na construção da evolução dos sistemas de informação geográfica observou-se a preocupação em integrar dados espaciais e não espaciais em um único sistema, possibilitando cruzar informações de uma gama de diferentes fontes e tipos, provenientes de inúmeros bancos de dados. Inicialmente, um processo simples de converter mapas e outros tipos de informações espaciais na forma digital, via SIG, tornava possível desenvolver novos e inovadores métodos para a análise e exibição de dados geográficos. Posteriormente, a ênfase foi para os sistemas capazes de estabelecerem novos paradigmas inerentes à análise espacial de fenômenos geográficos e, mais recentemente, com o grande avanço da informática, iniciaram-se os sistemas baseados em bibliotecas geográficas digitais, fundamentos na premissa de acesso remoto à informação pelos cidadãos por meio do sistema *Web*.

As disciplinas envolvidas na trajetória histórica do SIG são inúmeras, recebendo contribuições de diversas áreas do conhecimento para formulação de seus conceitos, e para a concepção dos projetos, metodologias e implementação de suas aplicações. Essas características tornam o SIG uma tecnologia de convergência de campos tecnológicos e áreas do saber.

Concluindo, pode-se dizer que as aplicações e a utilização dessa tecnologia tende a crescer nas mais diversas nações, principalmente pela vasta gama de atividades em que intuitivamente percebe-se a aplicabilidade dessa tecnologia e de seus fundamentos. Por outro lado, não se trata aqui de sugerir o SIG como uma solução única e milagrosa, e sim, resgatar parte de sua evolução histórica mundial, embora limitada, porém permitindo entender alguns fatos da necessidade desse advento tecnológico e ressaltar seu potencial na análise espacial que ao longo das próximas décadas subsidiarão uma melhor compreensão do espaço geográfico.

Neste contexto, ressalta-se ainda que, por mais que a tecnologia envolvida nos sistemas de informação geográfica, nos leve a crer na representação computacional do espaço geográfico gerada por esses sistemas, é fundamental e indispensável o entendimento da concepção conceitual que fundamenta a geração de modelos e análises, uma vez que esses processos metodológicos de análise espacial são simplificações da realidade muito mais complexa dos fenômenos geográficos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERRY, B. J. L. Approaches to regional analyses: a synthesis. **Annals of the Association of American Geographers**, Washington, v. 54, n.1, p. 1-11, 1964.

BOLFE, E. L.; Matias, L. F.; FERREIRA, M. C. Sistemas de Informação Geográfica: Uma abordagem Contextualizada na História. **Geografia**, v. 33, p. 69-78, 2008.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. de. Tendências de Evolução do Geoprocessamento. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. (Org.) **Sistemas de Informações Geográficas**. (2 ed.) Brasília: Embrapa, 2003. Cap. XX, p. 411-424.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Edgar Blüncher, 1999. 236p.

FERREIRA, M. C. **Procedimento Metodológico para Modelagem Cartográfica e Análise Regional de Epidemias de Dengue em Sistema de Informação Geográfica**. 2003. 231f. Tese (Livre-Docência em Geografia- Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

MATIAS, L. F. Por uma economia política das geotecnologias. **Geo Crítica - Scripta Nova**. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales. Barcelona: Universidad de Barcelona, v. 8, n.170, p. 1-16, 2004.

GOODCHILD, M. F. Geographic Information Science. **Progress in Human Geography**, London, v. 15 n. 2, p. 194-200, 1991.

IBM. International Business Machines. **IBM Archives. Valuable Resources on IBM's history.**

**History of IBM**. Disponível em: <<http://www-03.ibm.com/ibm/history/>>. Acesso em: 10 out. 2006.

NCGIA (National Center for Geographic Information & Analysis). **About GIS, 1989**. Disponível em: <<http://www.ncgia.ucsb.edu/>>. Acesso em: 12 nov. 2006.

OGC (Open Geospatial Consortium). **About OGC**. 2007. Disponível em:

<<http://www.opengeospatial.org/ogc/>>. Acesso em: 20 jun. 2007.

PAREDES, A. E. **Sistema de Informação Geográfica**. São Paulo: Érica, 1994. 690p.

PARENT, P. J. **Geographic Information Systems**: evolution, academic involvement and issues arising from the proliferation of information. 1988. 285f. Thesis (Master's) - University of California, Santa Barbara. 1988.

SILVA, A. B. **Sistemas de Informações Geo-Referenciadas**. Campinas: UNICAMP, 2003. 240p.

TEIXEIRA, A. L. A.; MATIAS, L. F.; NOAL, R. H.; MORETTI, E. A história dos SIG's. **Fator Gis**. Curitiba, v. 3, n.10, p. 21-26, 1995.

TOBLER, W. R. Automation and Cartography. **Geographical Review**. v. 49, n. 4. p. 526-534, 1959.