

Ambiente SIG: Diálogos Possíveis

Entorno SIG: Diálogos Posibles

GIS Environment: Possible Dialogues

Daniela Martins Cunha

Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG), *campus* Governador Valadares.
E-mail: daniela.cunha@ifmg.edu.br

Aurélio Muzzarelli

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Geografia-
Tratamento da Informação Espacial. E-mail: aurelio.muzzarelli@gmail.com

Recebido: 19 de julho de 2017 Aceito: 03 de setembro de 2017
Disponível on-line em <http://e-revista.unioeste.br/index.php/pgeografica>

Resumo – Baseado em um trabalho de revisão bibliográfica e conceitual, este artigo visa analisar de forma descritiva os quatro tipos principais de análises espaciais obtidos a partir de um SIG, apresentar a relação existente entre as análises realizadas pelos SIG e o *Planning Support System* (PSS) ou Sistemas de Suporte ao Planejamento e por fim, realizar considerações a respeito da disponibilidade de dados que podem ser utilizados para alimentar bancos de dados de um SIG, considerando o período dos anos 1990 aos dias atuais. As análises espaciais possíveis de se realizar com o SIG demonstra caminhos para o desenvolvimento de pesquisas acadêmicas, de empresas privadas e governamentais. Identifica-se que, mesmo com algumas limitações, o SIG pode ser utilizado na elaboração de um PSS que possibilite a compreensão e posterior planejamento e gerenciamento espacial. Por fim, o desenvolvimento da internet tem proporcionado uma difusão de dados em massa e de forma rápida através de aplicativos, consórcios e de servidores de mapas. Evidencia-se, por exemplo, que o serviço prestado pelo SIG via Web, ou seja, disponibilizado pela internet é de grande valor enquanto geração de conhecimento nas atividades docentes, de pesquisa e de gestão territorial.

Palavras-chave: SIG, PSS, disponibilidade de dados.

Resumen - Basado en un trabajo de revisión bibliográfica y conceptual, este artículo pretende analizar de forma descriptiva los cuatro tipos principales de análisis espaciales obtenidos a partir de un SIG, presentar la relación existente entre los análisis realizados por los SIG y el *Planning Support System* (PSS) o Los sistemas de apoyo a la planificación y, finalmente, realizar consideraciones acerca de la disponibilidad de datos que se pueden utilizar para alimentar bancos de datos de un SIG, considerando el período de los años 1990 a los días actuales. Los análisis espaciales posibles de realizarse con SIG muestran caminos para el desarrollo de investigaciones académicas, de empresas privadas y gubernamentales. Se identifica que, incluso con algunas limitaciones, el SIG puede ser utilizado en la elaboración de un PSS que posibilite la comprensión y posterior planificación y gestión espacial. Por último, el desarrollo de Internet ha proporcionado una difusión de datos masivos y de forma rápida a través de aplicaciones, consorcios y servidores de mapas. Se evidencia, por ejemplo, que el servicio prestado por el SIG vía Web, o sea, disponible en la Internet es de gran valor como generación de conocimiento en las actividades docentes, de investigación y de gestión territorial.

Palabras clave: SIG, PSS, disponibilidad de datos.

Abstract - Based on a bibliographical and conceptual review, this article aims to analyze the four main types of spatial analysis obtained from a GIS, to present the relationship between the GIS analysis and the Planning Support System (PSS) or Planning Support Systems and, finally, to make considerations regarding the availability of data that can be used to feed a GIS database, considering the period from the 1990s to the present day. The possible spatial analysis of the GIS demonstrates ways for the development of academic research, of private and governmental companies. It is identified that, even with some limitations, the GIS can be used in the elaboration of a PSS that allows the understanding and later planning and spatial management. Finally, the development of the internet

has provided massive and rapid dissemination of data through applications, consortia and map servers. It is evident, for example, that the service provided by the SIG via Web, that is, made available by the Internet is of great value as a generation of knowledge in teaching, research and territorial management activities.

Keywords: GIS, PSS, data availability.

Introdução

O *Geographic Information Systems* (GIS) ou, no português, Sistemas de Informações Geográficas (SIG) é entendido como um sistema constituído por um conjunto de programas computacionais, cujo objetivo é oferecer recursos que possibilitem identificar e analisar espacial e temporalmente fenômenos geográficos e suas correlações. Por consequência ele integra dados, equipamentos e pessoas no processo de coleta, armazenamento, recuperação, manipulação, visualização e análise de dados espacialmente referenciados a um sistema de coordenadas conhecido (ASSAD e SANO, 1998; FITZ, 2008).

O SIG permite manipular de forma eficiente dados em formato raster e vetor, confeccionar e aplicar facilmente mapeamentos temáticos e ainda realizar operações físicas tais como sobreposição e armazenamento, a partir de dados espaciais. São muito bem adaptados para a combinação de dados-variáveis espaciais e uma de suas principais funções é a análise de sobreposição (HARRIS e BATTY, 1993). Além das funções de análise servem também como suporte ao desenvolvimento e aplicação em outros softwares de gerenciamento e planejamento como o *Planning Support System* (PSS) ou Sistema de Suporte ao Planejamento.

Destas considerações relacionadas a análises e usos do SIG, tal como a possibilidade de obtenção de dados para serem tratados pelo sistema, fez-se este artigo que tem por objetivos: 1- analisar de forma descritiva os quatro tipos principais de análises espaciais obtidas a partir de um SIG, 2- apresentar a relação existente entre as análises realizadas pelo SIG e o *Planning Support System* (PSS) ou Sistemas de Suporte ao Planejamento e, por fim, 3- realizar considerações a respeito da disponibilidade de dados que podem ser utilizados para alimentar bancos de dados de um SIG, em um panorama histórico dos anos 1990 aos dias atuais, os quais serão tratados nos tópicos seguintes.

O artigo baseia-se em uma revisão bibliográfica sobre os temas SIG, PSS e disponibilidade de dados. Foram realizadas leituras com o intuito de obter informações, interpretações e reflexões mais atuais possíveis sobre as diversas temáticas e conceitos a serem tratados no decorrer do artigo. Sendo que, tais leituras tiveram como foco estudos de diversos autores e suas obras como livros, periódicos científicos, dissertações de mestrado e teses de doutorado, tais como anais de eventos científicos como simpósios e congressos.

Todo trabalho científico se inicia e até mesmo possui uma sessão em que o pesquisador irá apresentar os resultados de uma revisão/pesquisa bibliográfica sobre o assunto. “Existem, porém, pesquisas científicas que se baseiam unicamente na pesquisa bibliográfica, procurando referências teóricas publicadas com o objetivo de recolher informações ou conhecimentos prévios sobre o problema a respeito do qual se procura a resposta” (FONSECA, 2002, p. 32).

O estudo caracteriza-se também por ser uma pesquisa exploratória. A pesquisa exploratória tem como principal finalidade “desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores” (GIL, 2008, p.46). Ainda segundo Gil (2007), a pesquisa exploratória pode envolver o levantamento bibliográfico; entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; e análise de exemplos que incitem a compreensão.

As análises espaciais no SIG

Em funcionamento, um SIG associa cinco componentes, a saber: hardware, software, dados, pessoas e fluxos de trabalho, os quais possibilitam o gerenciamento e o processamento de informações geográficas. Ao examinar a localização, os atributos e as relações entre feições em dados geográficos a fim de se obter conhecimento ou fazer uma pergunta, realiza-se uma análise espacial. Por intermédio de um SIG é possível realizar análises espaciais, ou seja, extrair ou criar novas informações a partir dos dados geográficos, o que permite a solução de problemas espaciais (ESRI, 2012a).

Os dados em um SIG podem ser representados a partir de duas formas básicas: o modelo de dado vetorial e o modelo de dado matricial, também chamado de raster. A representação de dado vetorial utiliza pontos, linhas e polígonos para representar objetos que se encontram separados na superfície da terra como postes de luz, redes de tráfego e edificações. Os pontos são representados por um par de coordenadas, as linhas por uma sequência de pontos e os polígonos por uma sequência de linhas onde a coordenada do ponto inicial e final coincidem (ESRI, 2012a; BORGES, 2002).

Os dados matriciais representam a superfície da terra como uma grade de células de tamanhos regulares, onde uma célula individual representa uma porção da terra, medida, por exemplo, em metro quadrado e, a ela é associado um conjunto de valores representando as características geográficas da região. As células podem ser de diferentes formatos: triangulares, hexagonais e retangulares (também chamadas de pixels). São dados frequentemente utilizados para a representação de fenômenos contínuos, sendo, as imagens de satélite um exemplo de representação no formato matricial (ESRI, 2012a; BORGES, 2002).

Os dados espaciais são analisados e manipulados em um ambiente SIG através de relações de disjunção, adjacência, contingência, adjacência e contingência, igualdade, interseção e cruzamento, todas denominadas relações topológicas (SILVA, 2003). Ele tem a potencialidade de realizar simultaneamente análises de dados espaciais e seus atributos alfanuméricos a partir de, dentre outras, uma vez que existe uma variação de classificação entre autores, quatro tipos principais de análises: 1-Sobreposição (*Overlay*); 2- Análises de proximidade e contiguidade, 3- Análise Estatística e 4- Análise Temporal.

A Sobreposição é o ato de combinar (ou sobrepor) diferentes camadas com a finalidade de criar uma nova camada que contenha os dados de ambas as camadas de entrada (ESRI, 2012a). Fitz (2008) apresenta dois tipos de sobreposição, a Lógica, a qual se baseia no uso de operadores lógicos, ou seja, na análise booleana, utilizada tanto em arquivos vetoriais como matriciais e, a Aritmética, baseada no uso de operadores matemáticos (adição, subtração e outros), usada apenas em arquivos matriciais, pois há a modificação do pixel conforme o operador utilizado, o que, por conseguinte, altera a estrutura do arquivo.

O uso da análise booleana é muito comum nos SIG, pois seus operadores permitem a realização de união (<OR>), exclusividade (<XOR>), intersecção (<AND>) e negação (<NOT>). Ela se baseia no estabelecimento de limites determinados a partir de informações consideradas falsas, atributo 0 (zero), e verdadeiras, atributo 1 (um). Para exemplificar o uso de tais operações e as análises possíveis de se fazer com as mesmas utilizar-se-á como exemplo os mapas de vegetação e uso do solo. Com o operador <NOT> é possível elaborar um mapa que em sua representação exclua as áreas de reflorestamento, independente do tipo de solo, já com o <AND>, um mapa que apresente simultaneamente cultura agrícola e solo arenoso a fim de se examinar a extensão de áreas agricultáveis para determinada monocultura; com o <OR> um mapa que identifique as áreas de cultura agrícola e solo areno-argiloso, ou seja, as mais propícias a maior produtividade e, o operador <XOR>, para criar um mapa que apresente simultaneidade de áreas de solo argilo-arenoso e coníferas,

visto que, por exemplo, estas não devem ser selecionadas para estudos de geobotânica (SILVA, 2003).

A Reclassificação é um processo que utiliza os valores de entrada de uma célula e a substitui por novos valores de células de saída. É utilizada para simplificar e mudar um dado raster, alterando um único valor para um novo valor, ou agrupando certos valores em um único valor (ESRI, 2012b). Possibilita a criação de novas categorias a partir de uma imagem original. Por esta análise é possível, por exemplo, a partir de um mapa de declividade com 7 categorias de inclinação do terreno reclassificá-lo para 5 categorias ou, a partir de um mapa que possua os seguintes dados de uso e ocupação da terra: 1- plantio de café, 2- plantio de milho, 3- solo exposto e 4- área de preservação, obter um novo mapa com apenas três categorias: 1- área de cultivo, 2- solo exposto e 3- área de preservação. A Reclassificação em um SIG trata-se de um recurso que possibilita a redefinição de cada pixel por novos valores/parâmetros definidos conforme a análise espacial que se deseja realizar.

A análise de proximidade envolve a descoberta de tudo que está próximo ou dentro de uma distancia determinada de uma ou mais feições, sendo muito utilizada nesta análise a operação de buffer (ESRI, 2012a). Pode-se citar como exemplos de mapas produzidos por esta análise: mapa com a delimitação de áreas de preservação ao longo de um rio ou um mapa que identifique, após um acidente com um caminhão-tanque e a liberação de uma nuvem de gases perigosos, um polígono que delimite o local da colisão e um raio de cinco quilômetros que poderá ser afetado pela nuvem de poluição. De acordo com a ESRI (2012b) a partir de dados vetoriais é possível utilizar, além da ferramenta de *Buffer*, para criar análises de proximidade, outras como *Multiple-Ring Buffer*, *Near* e *Create Thiessen Polygons* e, a partir de dados raster utilizar uma das ferramentas: *Euclidean Allocation*, *Euclidean Distance*, *Cost Path* ou *Cost Distance* localizadas na extensão *Distance do Spatial Analyst*.

Já a análise de contiguidade consiste na geração de superfícies contínuas. Ela contribui para o entendimento da distribuição dos dados espaciais e sua representação a partir da autocorrelação espacial de um conjunto de dados (SILVA, 2003). Para produzir superfícies contínuas é necessário o uso da interpolação, a qual é um processo de estimar um valor desconhecido a partir de valores conhecidos, ou seja, determina-se um valor z para uma célula vazia por meio dos valores z dos pontos de amostra mais próximos. Os interpoladores irão se basear, por conseguinte, na autocorrelação espacial, na qual itens próximos são mais semelhantes que itens distantes, ou seja, na relação entre os valores de uma única variável a partir do arranjo geográfico das áreas nos quais esses valores ocorrem (ESRI, 2010).

Os principais métodos de interpolação são: 1- Inverso Quadrado da Distância, 2- Krigagem, 3- Curvatura Mínima, 4- Métodos Multiquadráticos e, 5- Triangulação de Delaunay. No Inverso Quadrado da Distância ou Distância Inversa Ponderada (DIP) os valores mais próximos do local não amostrado são mais representativos, de forma que, a influência de um determinado ponto em relação ao outro diminui com a distância. A DIP permite ao usuário controlar a significância de pontos conhecidos sobre os valores interpolados a partir dos pontos de saída. A Krigagem é um método geoestatístico, semelhante à DIP, pois utiliza uma combinação linear de ponderações em pontos conhecidos para estimar o valor em um ponto não conhecido. Nela os pesos ponderadores são obtidos com a restrição de que seu somatório seja igual a 1 e a variância da estimativa seja mínima. A Curvatura Mínima ou Splining não é considerada um interpolador exato. Gera uma superfície que deve passar exatamente pelos pontos dados, suave, com curvatura mínima e seus dados são tomados como verdadeira grandeza. Os Métodos Multiquadráticos produzem superfícies bastante suavizadas e são exatos, programam uma interpolação localmente adaptativa e são considerados os melhores métodos de interpolação. E, por fim a Triangulação de Delaunay ou Rede Irregular de Triângulos (TIN)

ou ainda Vizinhos Naturais é um método de interpolação exata, baseia-se em um algoritmo que cria triângulos através da ligação de pontos (SILVA, 2003; ESRI, 2010).

Não há um acordo sobre a superioridade de um método interpolador sobre o outro. A análise espacial pela interpolação será influenciada pela resolução espacial e temporal dos dados, além da localização geográfica e da topografia da área (ESRI, 2010). Dessa forma, sugere-se que, ao realizar um trabalho de análise espacial que envolva a interpolação que se utilize os vários métodos de interpolação disponíveis para criar as superfícies, compará-las e escolher a de melhor representação ou ainda utilize critérios estatísticos, conforme o conjunto de dados disponíveis, o que será mais preciso e determinará maior confiabilidade do trabalho em execução. Como exemplo, da aplicação da interpolação pode-se citar as medições de profundidade da neve em locais específicos de superfícies a partir de amostras de ponto, ou a espacialização de levantamentos geoquímicos.

Os Modelos Digitais de Elevação (MDE) são produtos muito utilizados em SIG e derivados da aplicação dos métodos de interpolação. Possibilitam a construção de uma superfície tridimensional a partir de atributos de dados dispostos no sistema. Em Geografia, um tipo de MDE muito utilizado é o Modelo Digital de Terreno (MDT), o qual descreve espacialmente diversos tipos de terreno, expressando contiguamente o relevo, sendo extraída a partir deste, informações como a declividade, a drenagem de uma determinada bacia e o aspecto e, também contribuem para os estudos de Geomorfologia, pois permitem a extração de mapas de convexidade e mapas de concavidade (SILVA, 2003; FITZ, 2008).

As análises estatísticas ajudam na identificação de padrões e relações existentes entre os dados, extraindo informações adicionais além das observadas nos mapas. Através dos dados disponíveis em tabelas e mapas é possível extrair informações estatísticas usando funções como correlações, desvios-padrão, variâncias, regressões, etc. Exemplos de questões que a análise estatística responderá: Como está a distribuição dos valores do atributo? Qual a tendência de um determinado dado no espaço? Qual a característica de um padrão espacial? Tal análise é muito utilizada, por exemplo, na espacialização e análise de áreas de conflito (*Hot Spot Analysis*), levantando os pontos ou áreas de maior concentração e incidência de crimes, mortes, dentre outros (ESRI, 2012b).

As análises de sobreposição, proximidade e estatística sinteticamente respondem a questão “onde”, ou seja, determinam “onde” ocorre a variação espacial de um dado. Já a Análise Temporal realiza outra dimensão de análise, pois se baseia no tempo, e respondem a questão “quando”. Trata-se de uma análise que se refere a um atributo do tempo, estudando a variação de um dado ao longo do tempo em uma mesma localização. Ela permite a visualização do caminho, a análise espacial de como um dado se movimenta/se altera ao longo de um tempo para um mesmo espaço (ESRI, 2012b). Por essa análise serão confeccionados mapas que demonstram, por exemplo, ataques terroristas sofridos pela Palestina na década de 1980 e os sofridos na década de 1990, ou ainda, mapas bimestrais para o ano de 2015 que registrem o número de imigrantes refugiados da Síria recebidos por países da Europa, como Inglaterra e Alemanha, dentre outros mapas.

SIG e PSS: interfaces possíveis

O SIG e as análises espaciais obtidas com os mesmos podem também serem utilizados em Sistemas de Suporte ao Planejamento (PSS). O PSS é um termo que se refere a uma diversidade de ferramentas de geotecnologias desenvolvidas com a finalidade de apoiar os processos de planejamento, públicos ou privados, tanto recriando como avaliando futuros alternativos, em uma escala espacial particular e em um contexto de planejamento bem específico (GERTMAN, 2001; GERTMAN, 2004). Um dos objetivos do PSS é promover o envolvimento do público diretamente no processo de planejamento, dando a estes em geral um senso de responsabilidade e propriedade nos planos e propostas públicas a serem desenvolvidas (KLOSTERMAN, 1999). O cliente, o público ou públicos, e a sociedade em geral são a fonte de interesses e objetivos que realizam a

formulação e avaliação dos planos, e o planejador tem a função de identificar e reconciliar ou coordenar esses interesses (HARRIS, 1999).

O PSS é um sistema no qual os dados estão sendo continuamente alimentados e onde o acesso em tempo real ou, acesso frequente é requerido. Já grande parte dos SIG orienta-se para a resolução de problemas estáticos, onde a ênfase é sobre a exibição espacial e mapeamento de dados padronizados tais como os disponíveis em recenseamentos. Assim, há necessidade de sistemas de informação que não lidem apenas com dados passados e presentes, mas com dados que emergem do próprio processo de planejamento, sendo que o SIG não está, em sua maioria, adaptado a tais concepções, o que implica que eles apenas poderão, de forma mais restrita, oferecer informações úteis a respeito de temas e problemas mais específicos do planejamento. O SIG lida com comparações que dependem de sobreposição, medidas de proximidade e do “*buffering*”, que mede o nível de eventos, atividades ou populações dentro de uma esfera definida pela distancia de um atributo geográfico. Mas não lidam com simulação em grande escala e os efeitos de interação a uma distância, modelos que envolvem e exigem muitos cálculos e os sistemas que os utilizam devem ser especificamente direcionados para a especificidade do trabalho (HARRIS e BATTY, 1993).

Para Gertmain (2004) o PSS dedica-se especificamente para atividades associados com o planejamento em prática, enquanto que o SIG pode ser considerado sistemas de uso geral, que compreendem ferramentas de manipulação de dados georreferenciados e aplicável a uma ampla diversidade de tarefas e problemas em diversas configurações. O autor considera também que em muitas ocasiões um SIG fará parte de um PSS, devido ao conjunto de capacidades funcionais que ele oferece.

Segundo Klosterman (1999), o SIG tem sido ferramenta essencial para as tarefas de planejamento como monitoramento do uso da terra e rastreamento do uso de licenças. Contudo, considera que o aumento do uso do SIG contribuiu também para a percepção de que apenas ele não serve para todas as necessidades de planejamento, o que estimulou o desenvolvimento do PSS. Sendo que, o PSS combina dados SIG e dados não pertencentes ao SIG a partir de modelos e técnicas computacionais avançadas que permitem a visualização em sistemas integrados de apoio ao planejamento central por meio de funções de preparação do plano e visualização.

O autor cita como exemplo de interação SIG/PSS o uso do “*What if*”, um sistema de suporte ao planejamento interativo baseado em SIG. O sistema usa os conjuntos de dados de SIG com camadas de informações sobre, dentre outras coisas, as condições naturais existentes, infraestrutura proposta, controles de uso da terra e os limites para subdivisão das áreas de estudo e, o recurso “união” (sobreposição em um SIG) para combinar as camadas em uma única camada da área de estudo. Suscintamente, com a base de dados e os recursos do SIG e o envolvimento do público no processo de planejamento, o modelo prepara uma série de previsões baseadas em cenários alternativos que revelam uma gama de potencial futuro no domínio do planejamento urbano e regional.

O planejamento tem como ponto de partida a delimitação do sistema de interesse ea eleição das variáveis consideradas relevantes. E, para isso é necessáriaaquisição dos dados que alimentarão o(s) modelo(s) de análise, o que torna o PSS um recurso que vai bem além das capacidades analíticas. Na área urbana, por exemplo, poderá ser utilizado no setor de planejamento de transportes para construir um modelo dealocação de tráfego, para o qual serão necessárias informações referentes à localização de residência e trabalho contida de forma desagregada nos cadastros tributários do órgão municipal (SABOYA, 2000). E, ainda de acordo com Saboya (2000), a partir de operações de agregação (espacial ou não espacial, dependendo do modelo de análise e da estrutura de dados do cadastro), essas informações podem ser reformatadas para servirem como *input*, de forma precisa, confiável e facilmente atualizável.

Por fim, tratando de PSS no Brasil, segundo Zyngier et. al. (2014) falta uma sistematização de dados no planejamento urbano brasileiro e o país ainda não é, mesmo tendo condições de implantação e uso nacional dos Sistemas de Informações Geográficas, pois já existem diversos softwares gratuitos e em português, usuário dos Sistemas de Suporte ao Planejamento (*Planning Support System/PSS*).

Para além dos dados?

O reconhecimento de que o SIG por si só não é adequado para todas as necessidades do planejamento indica um crescente reconhecimento de que o conhecimento encontra-se a um longo passo, para além dos dados (HARRIS, 1999). Nos anos 1990 um problema central a ser enfrentado era o desfasamento entre os tipos de dados que eram coletados e processados e os dados necessários a determinadas tarefas intelectuais. Considerava-se difícil definir o que era realmente novo em uma época de rápidas mudanças (HARRIS e BATTY, 1993). E, mesmo em meio a tão rápidas mudanças, obter determinados dados ainda era uma tarefa difícil, em menor proporção a um planejador e ou serviço público, e em maior proporção para a realização de atividades e pesquisas acadêmicas.

Havia um embate sobre a disponibilização ou não dos dados ao público em geral. Nos EUA, por exemplo, os governos estaduais e locais estavam em processo de construção de um conjunto de dados geográficos destinados a apoiar várias funções governamentais. O SIG era usado em diversas tarefas governamentais como zoneamento e aplicação de códigos de edificação, planejamento, inventários urbanos, etc. A questão é que, com os dados em mãos, as agências SIG governamentais impunham propriedade intelectual na tentativa de gerar fluxos de receita em cima de dados que são públicos. O resultado era que, a venda de informações e dados governamentais a algumas empresas beneficiava apenas aos que podiam pagar e o público em geral acabava ficando sem acesso aos dados. E, de um modo geral, os governos estaduais e locais que não restringiam o uso das informações, deixando-as abertas para o uso secundário, estavam ajudando a expandir o domínio público em informação geográfica, enquanto que os que escolhiam vender a informação geográfica estavam diminuindo seu uso (ONSRUD, 1998).

Tal situação de gestão dos dados governamentais era comum a outros países do mundo, o que dificultava ou impedia, por muitas vezes, a produção de novos conhecimentos e sua posterior transferência. De acordo com Ballard (*apud* ONSRUD, 1998), a facilitação de acesso à informação do governo era encorajada como um meio para fornecer oportunidades econômicas e políticas. Liberdade de informação, direitos autorais e outras leis e políticas de informação pública nos EUA derivavam de quatro motivos principais: 1- incentivar a educação pública e o conhecimento; 2- proteger Direitos de propriedade intelectual; 3- apoiar o desenvolvimento econômico e, 4- proteger a segurança nacional.

Onsrud (1998) demonstrava a preocupação com os impactos negativos muito graves em aprendizagens educacionais, sociais, políticas e econômicas que poderiam ser ocasionados pela incapacidade de navegar e ler materiais com direitos autorais de forma livre. Ainda segundo o autor, editores e autores, na corrida para expandir seus interesses econômicos, e grandes corporações ao redor do mundo requeriam cada vez mais proteções de propriedade intelectual aos governos. Até mesmo a internet, valioso meio de disseminação de informação com valiosos benefícios ao público se via, conforme opinião do autor, sob a ameaça constante de dominação corporativa e governos que desejam controlar o recurso.

Nos anos 1990, a internet e, especificamente a WWW (World Wide Web) já trazia grandes benefícios como o uso de arquivos genéricos que podiam ser lidos por uma variedade de aplicações em diferentes plataformas de computação. Nela, mapas “cliqueáveis” podiam ser disponibilizados por meio de arquivos especializados, existindo também a disponibilidade de fotografias aéreas em diversas resoluções e de dados estatísticos, dentre outras informações. Por outro lado, mesmo o WWW oferecendo acesso sem precedentes a

informações multimídia e a recursos de utilização da internet, no dia-a-dia esse acesso podia ser, de forma imprevisível, lento ou até mesmo impossível. Isso devido a velocidades da rede e capacidades, bem como ao fato de um servidor de informações está ligado ou não (SHIFFER, 1995).

Da década de 1990 aos dias atuais observa-se que a internet encurtou cada vez mais o acesso a informação, revolucionando a forma de se obter e gerar novos conhecimentos. A popularização da internet ocasionou a popularização do SIG, seja por meio da disponibilização de fonte de dados, seja pela difusão de softwares livres. Os avanços da tecnologia da informação tem permitido a disponibilização de mapas geocodificados no ambiente Web. A utilização de aplicativos como o *Google Earth*TM permite, dentre outros, a localização e a interatividade da informação dentro de um sistema de base cartográfica e banco de dados a partir de usuários longínquos.

Além disso, na atualidade, dentre tantos outros exemplos de tecnologia de difusão de dados, o SIG pode estar disponível via internet, por meio de múltiplas fontes de dados, apresentando informações geográficas (mapas) de diversas fontes e tipos. É o WebGIS ou *Web-based Geographic Information System* (Sistema de informação geográfica baseado em web) (RANA e SHARMA, 2006 *apud* SOBRINHO e SILVA, 2012). O desenvolvimento da Web e a expansão da Internet fornecem duas capacidades-chave que podem ajudar muito geocientistas. Primeiro, a Web permite interação visual com dados. Através da criação de um servidor Web, os usuários podem produzir mapas. Uma vez que os mapas e as cartas são publicados na internet, outros usuários podem exibir essas atualizações, ajudando a acelerar o processo de avaliação. Em segundo lugar, devido à natureza ubíqua da Internet, os dados geoespaciais podem ser amplamente acessíveis. Os clientes podem trabalhar sobre ele a partir de praticamente qualquer local (GILLAVRY, 2000 *apud* ALESHEIKH et al, 2002).

O WebGIS é uma tecnologia que admite uma interação entre usuários e conteúdos de informações geográficas. Permite a geração de mapas via web e consulta a banco de dados geográficos sobre determinado tema e disponibilizados por um provedor (HOTT et al, 2011). O termo webgis, acrônimo de *Web-based Geographic Information System* (Sistema de informação geográfica baseado em web), como o nome já diz, “pode ser definido como um SIG que possui a característica de estar disponível via internet que, por meio de múltiplas fontes de dados, apresenta informações geográficas (mapas) de diversas fontes e tipos” (RANA e SHARMA, 2006 *apud* SOBRINHO e SILVA, 2012, p. 2).

De forma sintética, para Peng e Tsou *apud* Mathiyalagan et al (2016, p. 3), “WebGIS é um SIG distribuído através de uma rede de computadores para integrar, disseminar e comunicar informações geográficas na WWW”. Ainda sobre o WebGIS, conforme Alesheikh *et al.*, (2002) trata-se de uma forma barata e fácil de disseminar ferramentas de processamento de dados geoespacial. Muitas organizações possuem interesse em distribuir mapas e ferramentas de processamento, sem restrição de tempo e local para os usuários.

Os *WebGiss* são especializados na elaboração e disponibilização de produtos cartográficos ou da informação geográfica no formato vetorial e matricial. São “sites especializados no armazenamento, produção, manipulação e disseminação do produto cartográfico, como os chamados - mapas inteligentes, em que o usuário elabora seu mapa customizado sem dificuldades” (SCHIMIGUEL *et al.*, 2004 *apud* SILVA, 2013, p. 23). E, não disponibilizam somente o *download* de dados cartográficos (vetoriais e matriciais), como os *sites* comerciais, pessoais ou públicos, mas permitem que o usuário selecione, manipule e gere novas informações espaciais, como acontece em um Sistema de Informações Geográficas, instalado em computadores pessoais (SILVA, 2013, p. 23).

Considerações finais

O SIG é um recurso computacional que contribui para a espacialização, representação e apresentação de diversos dados a partir das mais variadas análises, da temporal a espacial, ou seja, permite analisar as tendências dos dados no espaço e o padrão espacial dos mesmos. Através do SIG é possível realizar eficientes análises de dados espaciais, por meio de sistemas que tratarão duas fontes de dados principais, as de formato raster e vetorial. Além disso, o SIG é suporte ao desenvolvimento de outros sistemas/software de gestão, servindo, por muitas vezes, de base aos mesmos, o que não diminui sua importância no que diz respeito ao desenvolvimento de novos recursos direcionados a análise espacial.

Considera-se ainda que as análises espaciais possíveis de se realizar com o SIG são imprescindíveis para o desenvolvimento das pesquisas acadêmicas, de empresas privadas e governamentais, tal como para a compreensão e posterior planejamento e gerenciamento espacial. E, há uma expectativa de que o desenvolvimento tecnológico e os avanços da comunicação a distancia proporcionem, cada vez mais, maior disponibilização dos dados, principalmente os de boa resolução, em escala grande, tanto por parte das instituições públicas como também das privadas, o que proporcionará sempre um maior e melhor uso do SIG, principalmente por parte dos pesquisadores acadêmicos.

O desenvolvimento da internet tem proporcionado uma difusão de dados em massa e de forma rápida através de aplicativos, consórcios e de servidores de mapas. Evidencia-se, por exemplo, que o serviço prestado pelo SIG via Web, ou seja, disponibilizado pela internet é de grande valor enquanto geração de conhecimento nas atividades docentes, de pesquisa e de gestão territorial com as mais diversas ênfases: ambiental, socioeconômica, populacional, cultural, dentre outras.

Por fim, destaque-se que o artigo não pretende e não elimina todas as possibilidades de estudo sobre SIG e PSS. Como um estudo de revisão bibliográfica e exploratório, ele se propõe apenas a indicar análises espaciais possíveis de se realizar com o SIG tal como a apresentação de interfaces possíveis, do ponto de vista conceitual, do SIG com o PSS e, nesse sentido, entende-se que atende a seu propósito. Trata-se assim, de um artigo que oferece revisões conceituais importantes para quem desejar iniciar um trabalho prático com o uso dos recursos aqui tratados, orientando na escolha de qual ferramenta utilizar para a análise que se objetiva realizar e estimulando a realização de novas pesquisas e aplicações do PSS.

Referências

ALESHEIKH, A.A.; HELALI, H.; BEHROZ, H.A. **Web GIS: Technologies and its applications**. Symposium on Geospatial Theory, Processing and Applications, Symposium sur la théorie, les Traitementset les applications des données Géospaciales, Ottawa, 2002.

ASSAD, E.D.; SANO, E.E. **Sistemas de informações geográficas**. Aplicações na agricultura. 2.ed. Brasília: Embrapa-SPI / Embrapa- CPAC, 1998.

BORGES, K.A. de V. Modelagem de dados geográficos. **Apostila**. Curso de Especialização em Geoprocessamento. UFMG, 2002. Disponível em: <http://www.csr.ufmg.br/geoprocessamento/publicacoes/Modelagem%20de%20dados%20geografico.PDF>. Acesso em 26 de ago. 2017.

ESRI. Como criar e analisar superfícies utilizando o ArcGIS Spatial Analyst Versão 10. **Apostila**. Rio de Janeiro: Academia GIS Imagem, junho de 2010.

_____. ArcGIS I: Introdução ao SIG Versão 10.1. **Apostila**. Rio de Janeiro: Academia GIS Imagem, junho de 2012a.

_____. ArcGIS III: Realizando Análises Versão 10.1. **Apostila**. Rio de Janeiro: Academia GIS Imagem, junho de 2012b.

FITZ, P.R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FONSECA, J.J.S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

GEERTMAN, S. Planning support by PSS: an inventory. **Paper presented at the CUPUM-2001 Conference**, Honolulu, 2001.

GEERTMAN, S.; STILLWELL, J. (2004) Planning Support Systems: an inventory of current practice. **Computers, Environment and Urban Systems**. Vol. 28, Number 4, p. 291-310 – July 2004.

GIL, A.C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6º ed. São Paulo - Editora Atlas S.A. 2008. Disponível em: <<https://ayanrafael.files.wordpress.com/2011/08/gil-a-c-mc3a9todos-e-tc3a9cnicas-de-pesquisa-social.pdf>>. Acesso em: 11 mai. 2017.

_____. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

HARRIS, B. Computing in planning: professional and institutional requirements. **Environment and Planning B: Planning and Design**. v. 26, p. 321-331, 1999.

HARRIS, B.; BATTY, M. Locational models, geographic information and planning support systems. **Journal of Planning Education and Research**. v. 12, p. 184–198, 1993.

HOTT, M.C.; SOUZA, R.C.S.N.P.; LIMA, V.M.B.; MAGALHÃES JÚNIOR, W.C.; CARVALHO, G.R.; FONSECA, L. D'A. M. Sistema de Informação Territorial GeoWeb para a cadeia produtiva do leite no Estado de Minas Gerais. **Anais... XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.4512.

KLOSTERMAN, R.E. The What if? Collaborative planning support system. **Environment and Planning B: Planning and Design**. v. 26, p. 393-408, 1999.

ONSRUD, H.J. The Tragedy of the Information Commons in Policy Issues in Modern Cartography. **Elsevier Science**. p. 141-158, 1998.

SABOYA, R.T. Análises espaciais em planejamento urbano: novas tendências. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**. nº 2. Outubro de 2000.

SHIFFER, M.J. (1995) Interactive Multimedia Planning Support: Moving from Stand-Alone Systems to the World Wide Web. **Environment and Planning B: Planning and Design**. v. 22, p. 649-664, 1995.

SILVA, A. de B. **Sistemas de Informações Geo-referenciadas: conceitos e fundamentos**. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2003.

SILVA, C. N. da. O *WebGIS* como ferramenta no processo de ensino-aprendizagem de Geografia e Cartografia. **Revista GeoAmazônia**, Belém, v. 02, n. 2, p. 19 - 32, jul./dez. 2013.

SOBRINHO, J.A.F.; SILVA, C.A. da. Uso de WebGIS para a exibição e consulta de informações agropecuárias do Pantanal Matogrossense. **Anais... IV Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação**. Recife: Pernambuco, 06-09 de maio de 2012.

ZYNGIER, C.M.; CAMPAGNA, M.; BORGES, K.A. de V.; MOURA, A.C.M. **Comunicação de paisagens possíveis: a experiência de montagem de um *Planning Support System* para Belo Horizonte.** Disponível em <http://geoproea.arq.ufmg.br/publicacoes/2014/comunicacao-de-paisagens-possiveis-a-experiencia-de-montagem-de-um-planning-support-system-para-belo-horizonte>. Acesso em 13 de nov.de 2016.