

ARTICLES/ARTIGOS/ARTÍCULOS/ARTICLES

## Geotecnologias e práxis no limiar do século XXI

### Doutor. Roberto Barboza Castanho

Curso de Geografia, Coordenador do Laboratório de Geotecnologias/FACIP, *Campus* Pontal, Universidade Federal de Uberlândia. **Email:** rbcastanho@gmail.com

### Graduando Marcelo Alves Teodoro

Curso de Geografia, Laboratório de Geotecnologias/FACIP, *Campus* Pontal, Universidade Federal de Uberlândia. **Email:** marceloalteo@yahoo.com.br

### André Luiz Silva

Desenvolvimento Educacional | Geonegócios, Empresa IMAGEM, R. Itororó, 555, Vila Bandeirantes – São José dos Campos/SP. CEP: 12216-440. Tel: 12 39468933. **Email:** alsilva@img.com.br

## RESUMO

### ARTICLE HISTORY

**Received: 11 April 2012**  
**Accepted: 29 June 2012**

### PALAVRAS-CHAVE:

Geotecnologias  
Ferramentas  
Informações

A discussão que norteia este manuscrito tem como principal eixo as Geotecnologias e seu conjunto de ferramentas. Abordando desde sua gênese, perpassando pela evolução em sua estrutura física, com suas ferramentas e produtos, até sua capacidade de abrangência. Foram apresentadas também algumas contribuições conceituais, acerca da temática das Geotecnologias, sendo abordada como esse termo é utilizado em diferentes lugares. As Geotecnologias são sistemas que podem ser considerado interdisciplinar, pelo fato, dessas tecnologias permitirem a análise e tratamento de informações de diferentes escalas espaciais. As perspectivas do século XXI para esse campo tecnológico se demonstram de maneira bastante positiva. A acessibilidade as ferramentas das Geotecnologias, deve ser amplamente divulgado e principalmente utilizado pelos maiores interessados, seja eles, com objetivos públicos ou privados. Deve-se destacar que as tecnologias disponíveis por si só jamais terá uma utilidade se não manipulada de forma coerente e viável em qualquer instancia da sociedade como um todo.

**KEY-WORDS:**  
Geotechnology  
Herramientas  
Información

**ABSTRACT – GEOTECHNOLOGY AND PRAXIS ON THE THRESHOLD OF XXI CENTURY.** The discussion that has guided this manuscript as the main axis Geo and its toolset. Approaching from the genesis, passing by developments in its physical structure, with its tools and products to its ability to reach. We also presented some conceptual contributions, on the subject of Geo, being addressed as such term is used in different places. The Geo are systems that can be considered interdisciplinary, because, these technologies allow the analysis and processing information of different spatial scales. The outlook for the twenty-first century technology for this field is shown quite positive. Accessibility of Geo tools should be widely publicized and mainly used by major stakeholders, be they with public or private purposes. It should be noted that the available technologies alone will never have a use if not handled in a consistent and feasible in any instance of the society as a whole.

**RESUMEN:**  
Geotecnología  
Herramientas  
Información

**RESUMEN – GEOTECNOLOGÍAS Y LA PRAXIS EN EL UMBRAL DEL SIGLO XXI.** La discusión que ha guiado a este manuscrito como el principal eje de Geotecnología y su conjunto de herramientas. Al acercarse a la génesis, atravesando por la evolución de su estructura física, con sus herramientas y productos para su capacidad de alcance. También presentó algunos aportes conceptuales, sobre el tema de Geotecnología, que se dirigió como dicho término se utiliza en diferentes lugares. Las Geotecnología son sistemas que pueden ser considerados interdisciplinario, ya que, estas tecnologías permiten el análisis y procesamiento de la información de las diferentes escalas espaciales. Las perspectivas para la tecnología del siglo XXI de este campo se muestra bastante positivo. Accesibilidad de las herramientas de Geotecnología debe ser ampliamente difundido y utilizado principalmente por las principales partes interesadas, ya sean con fines públicos o privados. Cabe señalar que las tecnologías disponibles por sí sola nunca va a tener un uso si no se maneja de manera coherente y factible en cualquier instancia de la sociedad en su conjunto.

---

## 1. Introdução

As geotecnologias se constituem como ferramentas de coleta, processamento e gerenciamento de informações de dados espaciais. Seu uso principalmente no que se refere ao Brasil, é de recente difusão. A partir do início do século XXI sua utilização vem se difundindo de forma gradativa, contribuindo de diversas formas para os vários campos de desenvolvimento e planejamento dos dados espaciais.

Com a evolução das ferramentas tecnológicas, nos últimos anos, possibilitou que houvesse um significativo avanço nos meios de interpretação de determinados dados espaciais. No entanto, acreditamos que suas potencialidades estão sempre se expandindo e, dessa forma, contribuindo com leituras e interpretações da interface natureza-sociedade mais consentâneas com o atual período técnico-científico-informacional que vivemos.

Neste sentido, as ferramentas dos sistemas de informações geográficas auxiliam de maneira eficiente a leitura dos dados espaciais. Em alguns países, como nos Estados Unidos, no Canadá e na França, entre outros, as geotecnologias se

encontram em um estágio avançado em relação a outros países. Entretanto, no Brasil, essas tecnologias de informação ainda são utilizadas de forma restrita necessitando que as mesmas sejam mais difundidas, pois se constituem em importantes ferramentas para a interpretação dos arranjos espaciais.

Num país de dimensão continental como o Brasil, com uma grande carência de informações adequadas para a tomada de decisões sobre os problemas urbanos, rurais e ambientais, o Geoprocessamento apresenta um enorme potencial, principalmente se baseado em tecnologias de custo relativamente baixo, em que o conhecimento seja adquirido localmente (CÂMARA; DAVIS, 2001, p. 1-1).

De modo geral, os Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) tem seu surgimento recente, sendo empregado, pela primeira vez, na década de 1960 nos países da América do Norte. Entretanto, várias foram as fases que permitiram sua evolução as quais contribuíram para aprimorar suas ferramentas e escalas de mensurações. Atrelado a essa evolução, está também à expansão do campo computacional, que nos últimos anos evoluiu significativamente.

Na década de 1960 tem-se o surgimento dos SIGs. Entretanto, pode-se considerar a década de 1970 como o período da instituição dessas ferramentas e a década de 1980, tem-se o período de comercialização e expansão desses meios. Enfatiza-se que na década de 1990 e na primeira década de 2000, os SIGs se consolidam atrelados a grande evolução computacional. Os *softwares* de SIGs vêm se aprimorando de maneira bastante eficiente nos últimos anos enriquecendo as análises espaciais.

Ressalta-se que os dados espaciais podem ser de várias escalas de mensuração em diferentes recortes temporais e espaciais. O primeiro passo para começar o estudo utilizando as geotecnologias, é a escolha do recorte temporal e espacial. As perspectivas das geotecnologias para o século XXI se demonstram em uma vertente cada vez mais interdisciplinar, atuando em diversos campos, com eficiência no desenvolvimento de suas análises e tratamentos de informações.

La aparición de nuevos campos disciplinarios que intentan enmarcar conceptualmente el uso de la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica y el conjunto de *software* que componen el campo de la GeoInformática fue resultado del impacto multidisciplinario de estas tecnologías teniendo a la Geografía como ciencia central (BUZAI; BAXENDALE, 2011, p. 48).

Em consonância com os autores supracitados, tem-se a ciência geográfica como o centro, sendo a mesma tendo objeto de referência para seus estudos o espaço e seus elementos e processos que o constituem. Deste modo, no decorrer do século XXI, os SIGs se constituem em importantes ferramentas alimentando a interdisciplinaridade, abrangendo praticamente todos os campos de análises dos elementos espaciais.

Deste modo, este trabalho tem como objetivo elucidar o conjunto de ferramentas das Geotecnologias e suas práxis, tendo como ponto primordial a sua aplicabilidade na sociedade como um todo. Para isso, abordou-se desde sua gênese, perpassando por sua evolução em seus instrumentos e materiais, até sua capacidade de abrangência atual e futura nos diversos campos interdisciplinares.

## **2. Abordagens Conceituais**

### *Breve Gênese do SIG*

“A expressão ‘GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS’ ou GIS foi empregue pela primeira vez nos anos de 1960, todavia com dois significados bem diferentes” (TEIXEIRA, 1993, p. 12).<sup>1</sup>

O autor relata que sua origem, surgiu em duas vertentes. A primeira com Roger Tomlinson, considerado por muitos autores, o pai do GIS, por ser o responsável da criação do ‘Canada Geographic Information System’ em 1966. Ele empregou esse termo para nomear o sistema que possibilitou processar e analisar uma grande quantidade de dados e produzir mapas temáticos (TEIXEIRA, 1993, p.12).

A outra vertente aconteceu nos Estados Unidos, com Duane Marble, que integrado a uma equipe de geógrafos e engenheiros, utilizou o termo para descrever um *software* e dados que possibilitaram a criação de um método quantitativo no estudo de transportes urbanos (TEIXEIRA, 1993, p.12).

O autor também salienta que os países que são decisivos na contribuição dos sistemas de informação geográfica, os Estados Unidos, Canadá e o Reino Unido. Levando em consideração a importância desses três países, Teixeira (1993, p.14) divide a evolução do GIS em quatro fases:

A 1ª fase, ou idade pioneira, compreende a década de 1960 até cerca de 1975. Esta fase foi determinante para o desenvolvimento do empenho e pericia de personalidades individuais, dos quais se pode citar: R. Tomlinson em CGIS no Canadá, H. Fischer em Harvard Laboratory for Computer Graphics (LCG), J. Dangermond em Environmental Systems Research Institute (ESRI) nos Estados Unidos, e D. Bickmore em Experimental Cartography Unit do Reino Unido. A pesquisa decorreu com contatos internacionais limitados e com recursos computacionais ambiciosos para a época.

Já a 2ª fase, ou período das instituições, ocorre em torno de 1973 até o começo da década de 1980. Fase em que as agências privadas e governamentais regularizavam suas situações em relação às anteriores e financiavam novas pesquisas. Também ocorreram os reforços dos contatos nacionais e internacionais.

Na 3ª fase, ou idade comercial, ocorre o início da grande expansão do GIS que rapidamente dominou a década de 1980. Foram apresentadas as grandes capacidades demonstradas pela tecnologia do GIS, associadas à aquisição de microcomputadores e computadores pessoais com capacidade de processamento a preços acessíveis.

E a 4ª fase corresponde a atual. Segue naturalmente a evolução da anterior, que é dominada pelos utilizadores. Resultado lógico da expansão e qualidade do parque computacional dos dias atuais.

Neste sentido, pode-se mencionar que nos dias atuais está se organizando uma 5ª fase, a qual corresponde ao advento da *internet* e a proliferação dos mapas para a *web*, os quais se consolidam e se expandem de maneira otimizada pela sociedade.

### *Evolução das Geotecnologias*

Pelo resgate apresentado pode-se afirmar que a década de 1960 foi o marco da criação do primeiro SIG na era contemporânea. Sua difusão e o surgimento de novos sistemas foram sendo presenciadas principalmente nos Estados Unidos.

Posteriormente, “A década de 1970 foi marcada pelo desenvolvimento dos SIGs voltados para o planejamento e modelamento de situações relacionadas com o meio urbano. Entretanto os objetivos eram modestos e a modelagem feita era geralmente simples” (SILVA, 2003, p. 65).<sup>1</sup>

Também em 70 ocorre o aparecimento das imagens de sensoriamento remoto, as quais se tornaram mais tarde em uma das principais fontes de informações para os SIGs. Em 1972, os SIGs incorporaram esse produto derivado do processamento digital de imagens de satélites nas análises espaciais (SILVA, 2003, p. 65).

---

<sup>1</sup> Optou-se por enfatizar as obras de Teixeira (1993) e Silva (2003) devido a abordagem e clareza na concepção acerca do tema das Geotecnologias, bem como uma rica contribuição no que tange aspectos de interdisciplinaridade, conceituais e suas aplicações na sociedade em geral.

Para Silva (2003) a partir da década de 1980, houve uma crescente utilização das tecnologias de coleta, processamento, análise e manipulação dos dados de informações geográficas.

A definitiva incorporação dos SIGs nos mais diversos setores da sociedade aconteceu na década de 80. Isto se deveu a vários fatores, sendo um dos mais importantes a evolução tecnológica da informática. Podemos citar como exemplo, o aparecimento da plotagem eletrostática, *do scanner* e das estações de trabalho. A tecnologia de banco de dados sofreu um grande impulso quando o ESRI (Earth System Research Institute) desenvolveu um banco de dados relacional comercial e a Integrgraph produziu um banco de dados comercial tipo hierárquico (SILVA, 2003, p. 65)

Portanto, a partir da década de 1980, com o incremento da tecnologia tem-se significativa evolução dos Sistemas de Informações Geográfica. Nesta década, os sistemas passaram a ter “[...] uma alta capacidade de produção gráfica, processamento de atributos e análises espaciais” (SILVA, 2003, p.66).

Nessa mesma linha de raciocínio, recorre-se novamente a Silva (2003) quando o autor comenta sobre a evolução dos SIGs na década de 1980, enfatizando que

A partir dos anos de 1980, com a massificação causada pelo avanço da microinformática e a criação de centros de estudos especializados em geoprocessamento de dados houve uma expansão da utilização desta tecnologia. Surgiram os Sistemas de Gerenciadores de Banco de Dados (SGDB) e formaram-se pessoas capacitadas para a manipulação dos equipamentos e programas destinados a fins de mapeamento e análise de dados espaciais (SILVA, 2009, p. 57).

Desta forma, as funções dos SIGs no final da década de 1980, estavam bem estabelecidas, tornando assim, o começo da década de 1990, apenas a difusão da integração de usuários desses sistemas (SILVA, 2003, p. 66).

A prova disso pode ser vista na passagem do Physical Geography (2011), ressaltando que,

In the 1980s and 1990s, many GIS applications underwent substantial evolution in terms of features and analysis power. Many of these packages were being refined by private companies who could see the future commercial potential of this software. Some of the popular commercial applications launched during this period include: ArcInfo, ArcView, MapInfo, SPANS GIS, PAMAP GIS, INTERGRAPH, and SMALLWORLD. It was also during this period that many GIS applications moved from expensive minicomputer workstations to personal computer hardware (PHYSICAL GEOGRAPHY, 2011).

Na atualidade, os Sistemas de Informações Geográfica, tem evoluído e se aprimorado, pois “There are several encouraging signs that in recent years GIS has reached new levels of popularity, respectability and maturity[...]” (LONGLEY et. al., 2005, p. 12).

O surgimento de novas pesquisas e de programas tem contribuído muito em diversos campos de aplicação. A este respeito Goodchild (2011) assinala

The geographical information system (GIS) community has come a long way in the past decade. Major research and training programmes have been established in a number of countries, new applications have been found, new products have appeared from an industry which continues to expand at a spectacular rate, dramatic improvement continues in the capabilities of platforms, and new significant data sets have become available. It is tempting to say that GIS research, and the meetings at which this research is featured, are simply a part of this much larger enthusiasm and excitement, but there ought to be more to it than that (GOODCHILD, 2011).

O ponto de partida para a aplicação desses sistemas de informações geográficas é a definição do recorte espacial e a temática na qual se pretende analisar. É isso que desde sua gênese vem acontecendo, não só uma evolução no sistema, mas também, uma evolução nos campos de aplicação. O SIGs tornou-se uma ferramenta interdisciplinar. Em consonância com essa interdisciplinaridade na evolução do campo de atuação dos SIGs, Weicheng comenta que,

Dans les années 1970, une tentative d'application d'un tel système a été entreprise aux Etats-Unis. Depuis 1980, grâce au développement des techniques informatiques, les SIG ont évolué et ont été utilisés dans de nombreux domaines de recherches, tels que la cartographie, la gestion de territoire, la surveillance d'occupation des sols et l'analyse du changement de l'environnement (pollution, catastrophes naturelles, etc.), les analyses géologiques, agricoles et démographiques (WEICHENG, 2003, p. 52).

Nesta perspectiva, Longley, et. al. apresenta algumas características importantes na evolução dos SIGs,

The history of GIS is in many (but not all) ways the history of using digital computers to handle and analyse mapped data. Early computers were literally 'number crunchers', not handles of the complex forms of information found on maps, and were designed to perform a task - the manipulation of numbers - that had no obvious applications in the world of map production and use. Thus it was many years after the development and deployment of the first electronic computers that uses for the new technology for handling maps began to emerge (LONGLEY, et. al., 2005, p. 2).

O quadro 1, ilustra de forma sintética, a sequência dos anos e os principais acontecimentos que marcaram a evolução dos Sistemas de Informações Geográficas.

Quadro 1: Evolução dos Sistemas de Informações Geográficas.

RECORTE TEMPORAL	EVOLUÇÃO DOS SIG's
1811/1815	Produção do primeiro mapa geológico e o mapa de Londres.
1835	As técnicas de cartografia serviram de suporte para projetos de mapeamentos temáticos;
1838	Produção de um Atlas, acompanhando o segundo relatório da Estrada de Ferro Irlandesa;
1848/1854	Produção de mapas temáticos de Londres; Considerado também como o período de ouro da cartografia;
1912	Manning realizou um estudo nos Estados Unidos, que ele combinou e analisou vários dados disponíveis dentro de uma técnica de superposição de dados; e também na Alemanha, com Bagel, utilizou a mesma técnica;
1922	Abercrombie e Johnson desenvolveram um planejamento regional na Inglaterra. Produziram-se uma série de mapas de uso e ocupação de solo, rotas de circulação regional, etc.
1929	Nos Estados Unidos, a equipe do Plano Regional de Nova York apresentou um levantamento regional da cidade, apresentado vários volumes que representava importantes dados espaciais e não espaciais.
1940	O aparecimento dos primeiros computadores eletrônicos possibilitou as pesquisas na manipulação de dados espaciais em grandes quantidades;
1955	Uma região dos Estados Unidos, utilizou técnicas de análises estatísticas, para fazer previsões de tráfego, servindo para o planejamento de futuras estradas.
1960	Na Suécia, Hagelstrand desenvolveu uma teoria de difusão espacial.
1962	Tomlinson, do Canadian Land Inventory, desenvolveu o Sistema de Informações Geográficas Canadenses (Canadian Geographic Information System – CGIS), este foi considerado o primeiro SIG da era contemporânea.
1964	Criado nos EUA o STORET (Storage and Retrieval), e o MIADS, que foram sistemas desenvolvidos principalmente para análises de recursos naturais.
1970	Foi marcada pelo desenvolvimento dos SIGs voltados para o planejamento e modelamento de situações relacionadas com o meio urbano. Esta década foi marcada também pelo aparecimento de imagens de sensoriamento remoto.
1980	A definitiva incorporação dos SIGs nos mais diversos setores da sociedade.
1990	Uma crescente integração de usuários com os SIGs, facilitando o uso dos aplicativos.

Fonte: SILVA (2003).

Org.: TEODORO, M. A.; CASTANHO, R. B., (2011).

A seguir serão explanadas as principais conceituações desses sistemas de aplicação aos elementos do espaço geográfico.

### *Algumas contribuições conceituais*

Segundo Miranda (2010, p.19) “A informação geográfica se relaciona a locais específicos, possuindo um sistema de referencia ou localização espacial através de um sistema de coordenadas. Este processo resultou no desenvolvimento e evolução de sistemas que ficaram conhecidos como SIG”. Para ele, o uso de imagens legíveis por computador não representa algo novo, porém, o uso do termo no dia-a-dia é algo que desenvolveu principalmente nas décadas mais recentes (MIRANDA, 2010, p. 19). Portanto, nesta etapa do trabalho será destinada à conceituação desses sistemas.

A evolução da conceituação dos Sistemas de Informações Geográficas se relaciona com as diferentes áreas de pesquisa as quais contribuíram para seu desenvolvimento como a informática, que enfatiza a ferramenta banco de dados ou linguagem de programação; a Geografia, que a relaciona a elaboração de mapas (MIRANDA, 2010, p. 19).

Partindo da conceituação do termo Geotecnologias, Rosa (2005, p. 81) relata que “Também conhecidas como ‘geoprocessamento’, as geotecnologias são o conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e oferta de informações com referência geográfica”.

O espaço geográfico é a escala de mensuração para obter as informações com esse conjunto de tecnologias. Com a perspectiva de definir os elementos que compõem as geotecnologias, Rosa (2005) salienta que,

As geotecnologias são compostas por soluções em *hardware*, *software* e *peopleware* que juntos constituem poderosas ferramentas para tomada de decisões. Dentre as geotecnologias podemos destacar: sistemas de informação geográfica, cartografia digital, sensoriamento remoto, sistema de posicionamento global e a topografia (ROSA , 2005, p. 81).

Os *hardwares* se constituem nos componentes dos recursos materiais, como, computadores e os demais produtos que os acompanha. Os *softwares* se configuram como os componentes dos programas dos que são utilizados como ferramenta para o processamento dos dados em análise. E por fim os *peoplewares* se constituem como os elementos que compõem os profissionais que utilizam do entendimento das técnicas e métodos para trabalhar com a análise e a interpretação dos dados em estudo.

Esses sistemas têm por finalidade, de acordo com Monzane (2008, p. 32) “O processo de comunicação e de armazenamento de informação são as principais funções atribuídas aos sistemas de informação”.

Além do termo geotecnologias, o termo geoprocessamento também, está sendo utilizado para conceituar a coleta, análise, tratamento/processamento e interpretação de dados, levando em consideração a delimitação de um recorte espacial e temporal como escala de mensuração. Essa delimitação, e sua inter-relação, podem proporcionar a produção de dados de variadas análises, tendo temáticas de fenômenos geográficos distintos.

Pode-se afirmar, então, que, Geotecnologias, Geoprocessamento e Sistemas de Informações Geográficas, são termos de recente utilização no Brasil, sendo uma das vertentes mais promissoras no campo da Geografia. Porém, em outros países o emprego desses termos são também relativamente recente. Entretanto, em alguns lugares já existem várias produções de artigos e trabalhos de instituições privadas e públicas responsáveis por elaborarem pesquisas neste campo, podendo citar países da Europa, Estados Unidos e Canadá.

Outros termos além de geotecnologias são empregados para nomear esses sistemas de tratamentos de informações geográficas. Geomática é um deles.



A Geomática tem como preocupação central estudos sobre a informação georrefenciada, buscando desenvolver aplicações em sistemas de Geoprocessamento, destinados à geração de dados e mapas digitais especializados, visando o conhecimento do meio infra-estrutural e geo-ambiental (PIRES, 2006, p. 5),

O termo Geomatique, é comumente utilizado na França e no Canadá, para definir esses sistemas de informação geográfica. Em consonância com o surgimento do termo, Bédard (2007) apresenta a gênese de seu surgimento, salientando que,

Ce fut Michel Paradis, arpenteur-géomètre travaillant pour le ministère des Ressources naturelles du Québec qui, de façon délibérée, créa le néologisme « géomatique » pour couvrir l'ensemble des méthodes et Technologies utilisées depuis l'acquisition des données jusqu'à leur distribution. La création de ce néologisme était fortement lié à l'Association canadienne des sciences géomatiques puisque Michel Paradis créa CE terme spécifiquement pour son discours d'ouverture de la conférence spéciale du 100e anniversaire de l'Association canadienne des sciences géodésiques et cartographiques (maintenant l'Association canadienne des sciences géomatiques) (BÉDARD, 2007, p. 269)

Com relação a utilização do termo sensoriamento remoto na França, emprega-se o termo Teledetección. Já nos países de idioma inglês utilizam-se os termos Geotechnology, Geographical Information System e o Remote Sensing, para denominar esses sistemas de análises dos fenômenos geográficos.

No idioma espanhol, um autor que tem contribuído muito nas pesquisas dessa vertente da Geografia é Gustavo D. Buzai, que utiliza o termo Geografia Automatizada.

Em um recente trabalho, Buzai ; Baxendale (2011, p. 100) defini esse campo da Geografia sendo, “La Geografia Automatizada corresponde al proceso por el cual a partir de iniciada la década de 1980 se incorporan progresivamente nuevos desarrollos en tecnología digital destinados al Análises Espacial”.

Neste contexto, por volta da década de 1980, desenvolveram e atualmente, conforme Buzai ; Baxendale ressalta-se que

Estas tecnologías digitales presentan una gran variedad de posibilidades de aplicación y los Sistemas de Información Geográfica como tecnología de integración se han convertido definitivamente en el principal medio para realizar un análisis socioespacial con el fin de proveer caminos de solución a las problemáticas concretas que demanda una efectiva gestión y planificación territorial (BUZAI ; BAXANDALE, 2011, p. 100).

Ciampagna (s.d., p. 7), salienta que “Un SIG no debe almacenar un mapa en forma convencional; ni tampoco como una imagen en particular o vista de un área geográfica. En lugar de eso, un SIG almacena datos geográficos, dibujados para ajustarse a un propósito en particular”.

Neste sentido, o papel dos sistemas de informação, não fica restrito apenas na elaboração de mapas, mas na construção de um banco de dados. Esses dados, de cunho qualitativo e quantitativo, de determinado espaço geográfico, abordando alguma temática, representa as informações contidas nos dados presentes. De acordo com Ciampagna (s.d., p. 7), “Un SIG vincula datos espaciales con información

geográfica acerca de uma característica particular de um mapa. La información es almacenada como atributos de una entidad representada gráficamente”.

Conforme Câmara; Monteiro trabalhar com estes sistemas de informações geográficas se resume na inter-relação de computadores com espaços geográficos, pois

Trabalhar com geoinformação significa, antes de mais nada, utilizar computadores como instrumentos de representação de dados espacialmente referenciados. Deste modo, o problema fundamental da Ciência da Geoinformação é o estudo e a implementação de diferentes formas de representação computacional do espaço geográfico (CÂMARA; MONTEIRO, 2001, p. 2-1).

A figura 1 ilustra de forma sintética a configuração básica de um SIG, conforme Miranda (2010). Ela representa a divisão dos SIGs em quatro subsistemas, sendo eles: entrada, gerência dos dados, análise e saída. E em consonância com esses subsistemas, com base no autor, ele explana a funcionalidade de cada subsistema supracitado.

O subsistema de entrada de dados compreende todas as funções de coleta de dados espaciais ou não espaciais. É nesta etapa que começa a montar o banco de dados georreferenciado. Várias são as ferramentas que são disponíveis para a coleta dessas informações desse subsistema. O subsistema de gerência de dados é a etapa onde é possível organizá-los, estruturar, atualizar e editar as informações dos dados. Essa estruturação e organização referem-se à coleção dos mapas associadas informações de forma digital sobre a localização, topologia e atributos geográficos (pontos, linhas, áreas e entidades complexas de objetos da superfície terrestre). Já o subsistema de análise de dados, considerado como o coração do SIG, tem a função de agregar e desagregar dados, estimar parâmetros e restrições e realizar funções de modelagem. E por fim o subsistema de saída tem a função de mostrar toda a base de dados ou parte dela em forma de tabela, gráfico ou mapa (MIRANDA, 2010).

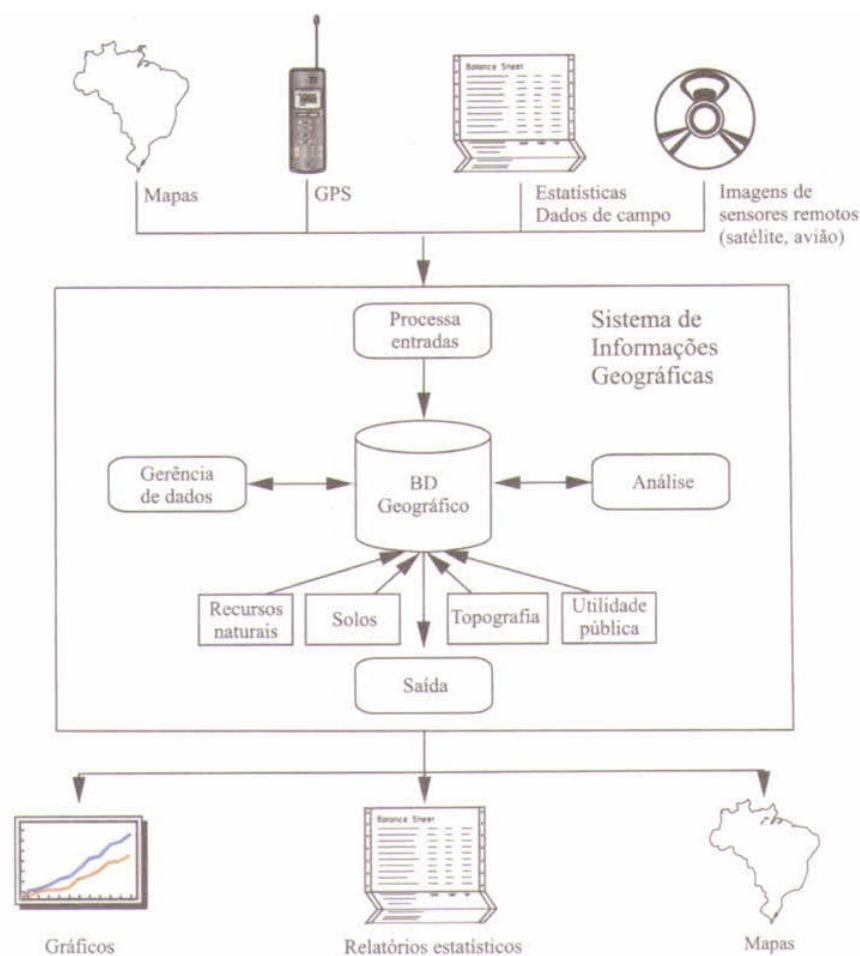


Figura 1: Componentes Básicos de um SIG.  
Fonte: Miranda (2010, p. 33)

### 3. Geotecnologias e suas Práxis

As Geotecnologias são sistemas que podem ser considerado interdisciplinar. Pelo fato, dessas tecnologias permitirem a análise e tratamento de informações de diferentes escalas espaciais e dos mais variados campos de pesquisa nas distintas ciências.

Câmara; Monteiro (2001) apresenta os paradigmas dos quatro universos dos Sistemas de Informações Geográficas: Universo do Mundo Real; Universo Matemático; Universo Representativo e o Universo de Implementação (Figura 2).

No mundo real, constituem-se os fenômenos que são representados (solos, análises do espaço urbano e rural, dados geofísicos topográficos). No conceitual (matemático) têm-se as grandes classes formais de dados geográficos (dados contínuos e objetos individualizáveis) e classes dos tipos de dados geográficos utilizados comumente (dados temáticos e cadastrais, modelos numéricos de terreno e dados de sensoriamento remoto). Já no universo de representação as entidades definidas no universo conceitual são associadas a diferentes representações geométricas, que podem variar conforme a escalas e projeções cartográficas e o recorte temporal, sendo distinguido entre as representações matricial e vetorial. E, por fim, o de implementação é o momento onde ocorre a realização do modelo de dados através de linguagens de programação, sendo neste universo que escolhem as estruturas de dados para programar as geometrias do universo de representação. (CÂMARA ; MONTEIRO, 2001, p. 2-3).

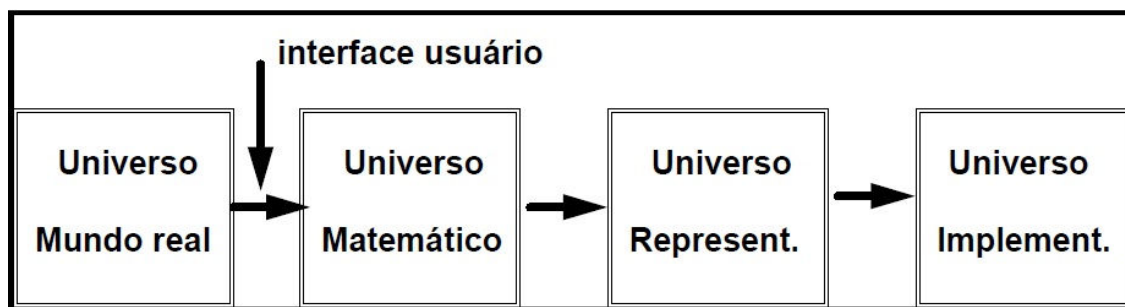


Figura 2: Paradigmas dos quatro universos.  
Fonte: Câmara ; Medeiros (2001, p. 2-3).

O Sistema de informação de dados geográficos permite a produção e análise de dados temáticos em diversas perspectivas, entre elas, podem ser citadas as produções de um banco de dados, relativos à: análise dos espaços urbanos e rurais, dados dos elementos naturais, tais como, declividade, redes de drenagem, tipos de solos, vegetação, relevo entre outros, serviços públicos e particulares, podendo ser em instituições governamentais: prefeituras, monitoramento dos órgãos estaduais, federais, e também serviços de empresas privadas, como, monitoramento de áreas de produção agrícolas, redes de rodovias, segurança etc.

Essa produção de dados georreferenciados, permite armazenar uma série de informações de classes espaciais geográficas. Nesta perspectiva D'Arco ressalta que,

O SIG possibilita a união de informações espectrais, espaciais e temporais, características de dados de sensores orbitais, em banco de dados georreferenciados. Estes bancos de dados possibilitam armazenar dados históricos das áreas de interesse, integrando-os a outros dados disponíveis, constituindo assim, um conjunto de dados úteis, com possibilidade de consultas instantâneas e respostas derivadas de manipulações realizadas no sistema (D'ARCO, 2008, p. 70).

Nesta mesma linha de raciocínio, Weicheng (2003) salienta que os SIGs permitem múltiplas análises dos vários campos de atuação das ciências, dizendo que

Les SIG nous permettent d'établir les liens complexes entre ou, plutôt, de relier dans l'espace de multiples types d'informations issues de sources variées, comme la géographie, la géologie, la géomorphologie, la pédologie, la phytogéographie, la météorologie, l'analyse d'utilisation du sol, etc. (WEICHENG, 2003, p. 53).

A figura 3 ilustra as diversas aplicações nos mais diferentes campos de atuação de análise do espaço geográfico. Ela traz em seu arcabouço as diversas possibilidades de atuação das tecnologias de informações espaciais, as ferramentas que são utilizadas e os produtos e serviços que completam esse rol do sistema.

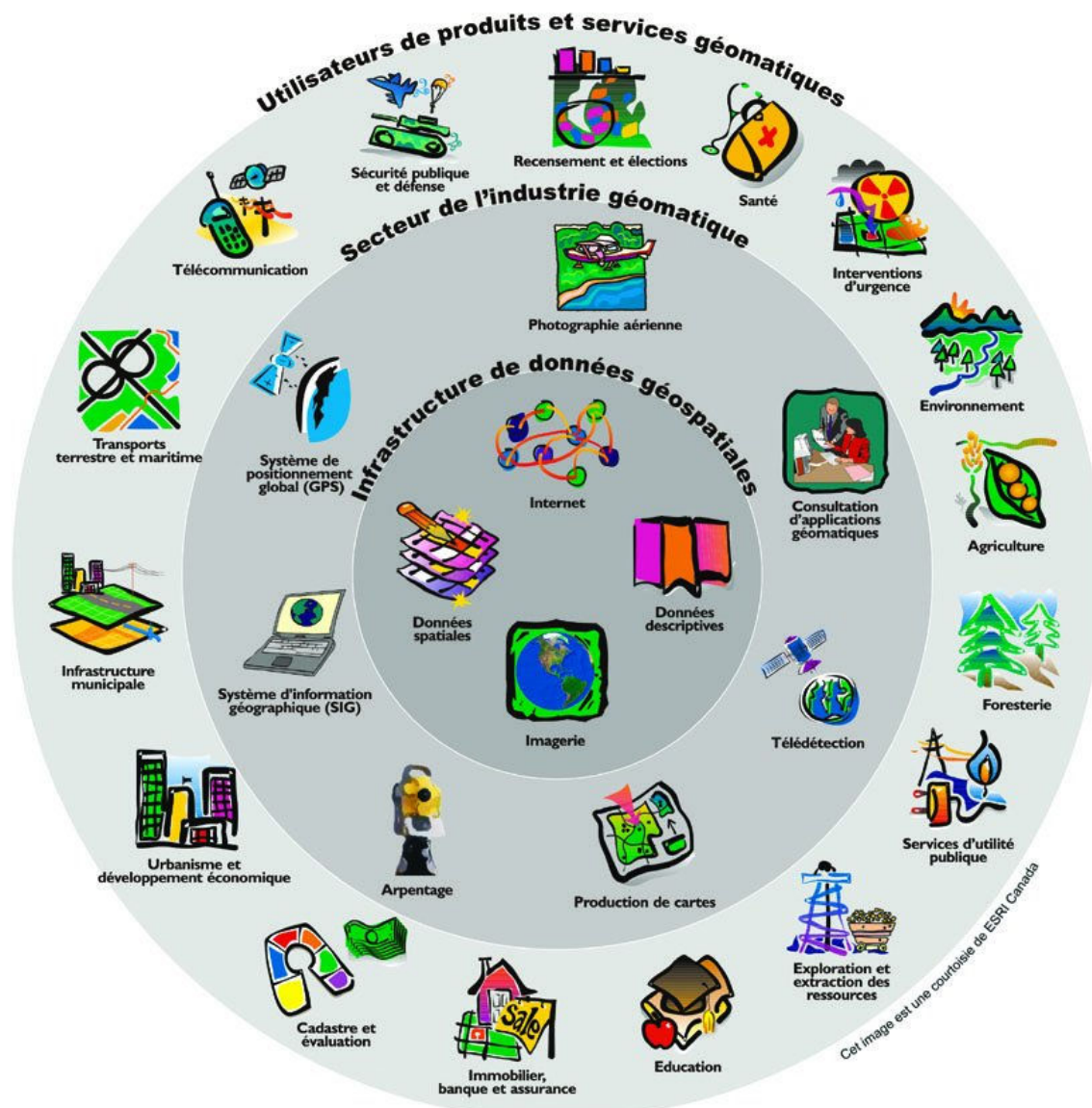


Figura 3: As diversas áreas de aplicação das Geotecnologias  
Fonte: <[http://www.geoconnexions.org/publications/Technical\\_Manual/html\\_f/s1\\_ch1.html](http://www.geoconnexions.org/publications/Technical_Manual/html_f/s1_ch1.html)>

Os SIGs geram bancos de dados que possibilitam armazenar informações geográficas e o gerenciamento de dados espaciais. O banco de dados é definido por Medeiros ; Pires como

Um banco de dados, muitas vezes também chamado de base de dados, é um conjunto de arquivo estruturados de forma a facilitar o acesso a conjuntos de informações que descrevem determinadas entidades do mundo. [...] Os bancos de dados geográficos distinguem-se dos bancos de dados convencionais por armazenarem dados relacionados com a localização das entidades além dos dados alfanuméricos (MEDEIROS; PIRES, 1998, p. 31).

Portanto, os SIGs têm por finalidade armazenar e gerenciar dados em sua natureza. “Um SIG é um software que gerencia e executa operações de consulta e

atualização em dados georreferenciados armazenados em um banco de dados geográficos” (MEDEIROS; PIRES, 1998, p. 36).

Deste modo a concepção de SIGs e sua práxis estão apoiadas em metodologias e informações que podem variar, mas que tem os dados espaciais como fonte para as pesquisas e estudos. No item 4, serão relatadas as tendências e perspectivas para as geotecnologias para o século XXI.

#### **4. Perspectivas para as geotecnologias**

Em pleno começo do século XXI e para as próximas décadas as perspectivas para as geotecnologias são positivas, no que diz respeito às aplicações e sua funcionalidade e os campos de atuação. O horizonte se mostra bastante promissor para as geotecnologias no planejamento e até como estratégia de marketing.

Conforme Esri Canada (2012), as principais áreas de perspectivas para as geotecnologias nos dias atuais são: Business (Negócios); Defense (Defesa, serviços militares); Education (educação); Government (governo, serviço público); Health Care (assistência médica); Natural Resources (recursos naturais); Public safety (segurança pública); Public works (serviços públicos); Telecommunications (telecomunicações); Transportation (transporte); Utilities (utilitários).

As perspectivas da área do Business (Negócios)<sup>2</sup> funcionam como uma estratégia de marketing, no sentido em que ela facilitará a oferta de produtos e serviços aos clientes, como por exemplo, uma corretora de imóveis que ofertam aos seus consumidores. Diante das crises econômicas em que o mundo vive as empresas, tanto as pequenas e as grandes, devem trabalhar e lançar estratégias que atraem os clientes e que aperfeiçoam o investimento dos mesmos, reduzindo os custos e gastos com estratégias fabulosas e inacessíveis aos empresários.

Do campo Defense (Defesa, serviços militares) as geotecnologias desempenham o papel importante com seus softwares e seus serviços de organização e planos de defesa e inteligência, colaborando para decisões importantes de agências de cunho governamental e privado. Um dos principais pontos que as geotecnologias contribuem na área da defensoria e serviços militares são com a Geografia do lugar em que se procura ser identificada, tais como, defesa do espaço aéreo, marítimo e de fronteiras, entre outras funções.

Na área da Education (educação) as geotecnologias podem alicerçar em diversas áreas. Com os SIGs, os professores podem atrair seus alunos nas aulas, auxiliando os mesmos a desenvolver habilidades de análises espaciais. Podem ajudar também no campo da pesquisa acadêmica. Essas melhorias no campo da pesquisa colaboram na compreensão das relações geográficas no espaço, capazes de contribuir com a integração de informações, produzindo banco de dados obtendo fonte de arquivos que possam durar por muitos anos.

No setor Government (governo, serviço público) não importando sua escala, ou seja, em todos os níveis estão adotando maneiras de melhorar suas operações e serviços, a fim de proporcionar uma maior transparência. As geotecnologias são tecnologias que disponibilizam um conjunto de ferramentas flexíveis para executar diversas funções do governo que colaboram a operar as mesmas. As mesmas apoiam nas tarefas e missões para operações que fornecem informações importantes para o serviço público. Os governos utilizam esse conjunto tecnológico para apoiar áreas, tais como, desenvolvimento econômico; ordenamento territorial e planejamento; na gestão de infraestrutura, entre outras.

Na área de Health Care (assistência médica) as Geotecnologias podem ser úteis no aumento à acessibilidade de serviços a população. Pode-se citar, por exemplo, lugares de difícil acesso, em comunidades isoladas, esses instrumentos podem e muito

---

<sup>2</sup> Quando se fala em aplicações em Business fala-se muito em dashboards e painéis executivos. Um dos propósitos dos Dashboards é transformar montanhas de tabulações de dados em um poderoso painel de bordo na empresa, apoiando as tomadas de decisão e a gestão dos negócios. (DASHBOARDS, 2012).

auxiliar na identificação dessas áreas, facilitando o acesso dos profissionais da área da saúde nesses lugares.

No campo do Natural Resources (recursos naturais), sejam eles terrestres marinhos ou atmosféricos, são recursos limitados, por isso o uso dos mesmos tem que ser de forma coerente e racional. Esses recursos são inúmeros, as geotecnologias podem ser fundamentais no monitoramento dos diversos setores. No monitoramento de florestas; de atividades agropecuárias com o planejamento de plantios e colheitas fazendo assim, gestão da propriedade; dos cursos de lagos, rios e mares; de recursos minerais; no monitoramento de logísticas, tais como, vias terrestres, marinhas e aéreas. A sociedade passa por um momento em que tem uma discussão a respeito dos recursos naturais e seu estado atual e futuro, as ferramentas que compõem as geotecnologias podem ser bastante eficientes no monitoramento e planejamento de uso desses recursos.

Na área da Public safety (segurança pública) as geotecnologias operam como ferramenta de vigilância e prevenção, com o monitoramento de comunidades, tais como, desastres naturais, artificiais e emergenciais. Essas seguranças incluem: gestão de emergências; no monitoramento da polícia; na proteção de incêndios; na segurança nacional; segurança de infraestruturas, entre outras.

No setor dos Public works (serviços públicos) as ferramentas das geotecnologias alicerçam no monitoramento de obras públicas, sejam elas antigas, recentes e futuras. Esse sistema serve para armazenar, gerenciar e manter informações atualizadas sobre os sistemas operacionais a respeito dos serviços que são executados pelos governos.

No campo das Telecommunications (telecomunicações) as empresas vêm, nos últimos anos, se aprimorando, pois a qualidade exigida pelos clientes de seus serviços, é cada vez maior no decorrer do tempo. Diante disso, a avaliação do mercado abrangente das telecomunicações, através das geotecnologias, permite uma abordagem completa além das fronteiras geográficas, levando uma maior agilidade e disponibilidade dos seus recursos, tornando assim, mais competitivo no mercado atual em que se encontra cada vez mais concorrido. As ferramentas das geotecnologias fornecem uma poderosa capacidade de visualização de análise, para que possa assim medir o potencial do mercado, as áreas de serviço e capacidade de rede.

As perspectivas da área do Transportation (transporte)<sup>3</sup> foram significativas, pois no século XXI, a indústria dos transportes e os sistemas de transportes aumentaram de forma bastante acentuada. A falta de infraestrutura e dinheiro são fatores que elevaram a demanda pelos transportes. Portanto, essa convergente crescente da demanda de transportes, concomitante com a expansão limitada desses recursos criou problemas nos sistemas de mobilidade. Deste modo, as geotecnologias podem alicerçar na maior compreensão destes sistemas complexos, possibilitando uma tomada de decisões mais informada.

A área dos Utilities (utilitários)<sup>4</sup> é um campo que enfrenta atualmente desafios de uma crescente demanda por energia de forma mais eficiente e sustentável, principalmente disponibilizadas pelos serviços públicos. Uma solução inteligente para os utilitários e as geotecnologias que podem aumentar as informações com mapas de clima, topografia, imagens de satélites, entre outras.

Foram explanadas as principais áreas que a ESRI Canada (2012) em suas diversas áreas de atuação no mercado, definem como as principais áreas e perspectivas para as geotecnologias no século XXI.

---

<sup>3</sup> Planejamento de melhores rotas, economia de combustível, dinheiro e impacto ambiental. Integração com GPS nos caminhões com recebimento em tempo real de ordens de coleta e entrega.

<sup>4</sup> Aqui tem-se uma divisão em 2 subgrupos (Energia Elétrica e Água e Esgoto). É um dos segmentos mais importantes. Desde o planejamento de fornecimento, até a abertura e atendimento de chamados técnicos, análises ambientais, planejamento de manutenções.

### 5. Para não Concluir

Face às novas tendências e necessidades diante das geotecnologias, bem como de acordo, com todos os mecanismos disponíveis para o aperfeiçoamento das atividades, sejam elas acadêmicas, autônomas, em diversas áreas, o enfoque principal da aplicabilidade das geotecnologias sempre deve estar alicerçado com os objetivos e metas que pretendem se alcançar.

Assim, desde o primeiro fato de cunho geotecnológico (elaboração do mapa geológico, e de Londres), teve-se um considerável desenvolvimento no que tange os aspectos sociais, que possibilitaram desde o micro até o macro detalhamento de observação e conhecimento de todos os elementos que compreendem a superfície terrestre.

Deste modo, conforme Buzai; Baxendale (2011) destacam a importância das geotecnologias diante dos novos ditames socioespaciais,

Los Sistemas de Información Geográfica han producido una innegable revolución tecnológica, pero, ante todo, han producido una notable revolución intelectual. La primera se encuentra estrechamente relacionada con los métodos y técnicas que se han estandarizado para entender los modos de organización del espacio geográfico y actuar en el análisis espacial centrado en la gestión y planificación del territorio, *gestión* entendida como administración de los recursos existentes y *planificación* como tareas prospectivas hacia el logro de el mejor aprovechamiento de los mismos. La mencionada revolución intelectual se encuentra vinculada a la forma en la que se puede pensar la realidad, es decir, la base empírica en la cual el ser humano ha desarrollado sus diversas actividades en el planeta. (BUZAI; BAXENDALE, 2011, p. 289).

Salienta-se que o conjunto de ferramentas disponíveis para a utilização geotecnológica, somente é relevante quando o usuário possui um conhecimento bastante significativo do que lhe é atribuído com esses instrumentais.

A interdisciplinaridade das geotecnologias é observada cotidianamente em diversas áreas, entre elas, artes, medicina, transporte, segurança, lazer, produção de alimentos, entre outras aplicações. Assim, os produtos gerados alicerçam o aperfeiçoamento e incentivam descobrimento de novas alternativas para a otimização do espaço.

Diante do exposto, a acessibilidade a tudo que é produzido, via geotecnologias, deve ser amplamente divulgado e, principalmente, utilizado pelos maiores interessados, sejam eles com objetivos públicos ou privados.

Deve-se destacar também que as tecnologias disponíveis por si só jamais terão uma utilidade se não manipulada de forma coerente e viável a qualquer instância da sociedade como um todo, sustentavelmente, economicamente e politicamente adequada.

### Referências

- BÉDARD, Y. Géomatique: déjà 26 années d'histoire!. **Geomática**. v. 61, n. 3, p. 269 – 272. 2007.
- BUZAI, G. D.; BAXENDALE, C. **Análisis socioespacial con sistemas de información geográfica**: perspectiva científica: temáticas de base raster. 1ª ed. Buenos Aires: Lugar editorial, 2011. 304 p.
- CÂMARA, G.; DAVIS, C. Introdução. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução a ciência da geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001. p. 1-1 – 1-5.
- CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. Conceitos básicos em ciência da geoinformação. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução a ciência da geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001. p. 2-1 – 2-35.



- CIAMPAGNA, J. M. **Sistemas de Información Geográfica: una herramienta para la administración del estado**. Disponível em: <<http://www.elagrimensor.net/learning/leaturas/SIGengobierno.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2011.
- DASHBOARDS (2012). Disponível em: <<http://dashboards.com.br/Beneficios.aspx>>. Acesso em: 20 mar. 2012.
- D'ARCO, E. **O uso de geotecnologias para estimativa da área plantada de arroz irrigado no estado do Rio Grande do Sul**. São José dos Campos: INPE, 2008. 206 p. Tese de Doutorado. INPE, 2007.
- ESRI CANADA. Disponível em: <[www.esri.ca/en\\_industries/default.asp](http://www.esri.ca/en_industries/default.asp)>. Acesso em: 02 fev. 2012.
- GOODCHILD, M. F. **Geographical information science**. Disponível em: <<http://www.cfc.umd.edu/giscertificate/Documents/Goodchild2.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2011.
- LONGLEY, P. A. [et. al.] (Ed.). **Geographical Information Systems: principles, techniques, management, and applications**. 2ª ed. New Jersey, EUA: John Wiley & Sons, 2005. 358 p.
- MEDEIROS, C. B.; PIRES, F. Bancos de dados e sistemas de informações geográficas. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. (Ed.) **Sistema de informações geográficas**. 2. ed. Brasília: Embrapa – SPI / Embrapa–CPAC, 1998. p. 31 – 46.
- MIRANDA, J. I. Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas. **Revista Atual**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2010. 425 p.
- MONZANE, M. R. de G. **O uso de geotecnologias na gestão agrícola: um estudo aplicado ao processo de inspeção na citricultura**. 2008. 146 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo/ São Carlos, 2008.
- PIRES, R. de B. **Uso de geotecnologia para o mapeamento do município de São Francisco de Assis – RS**. 2006. 71 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós – Graduação em Geomática, Universidade Federal de Santa Maria/Santa Maria, 2006.
- PHYSICAL GEOGRAPHY (2011). **Introduction to Geographic Information Systems**. Disponível em: <<http://www.physicalgeography.net/fundamentals/2f.html>>. Acesso em: 14 out. 2011.
- ROSA, R. Geotecnologias na geografia aplicada. **Revista do Departamento de Geografia**. 16, p. 81 – 90, 2005.
- SILVA, A. de B. **Sistemas de Informação Geo-referenciadas: conceitos e fundamentos**. Campinas: Ed. da Unicamp, 2003.
- SILVA, M. C. A. **Análise geoambiental das bacias hidrográficas federais do cerrado mineiro**. 2009. 200 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Uberlândia/Uberlândia, 2009.
- TEIXEIRA, Ó. C. **SIG: Sistemas de Informação Geográfica**. 1993. 107 f. Dissertação (Requisito parcial Mestrado) – Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores, Universidade do Porto/Porto, 1993.
- WEICHENG, W.U. **Application de la Geomatique au suivi de la dynamique environnementale em zones arides: exemple de la région de Nouakchotten Mauritanie, du Ningxia nord et du Shaanxi nord en Chine du nord-ouest**. 2003. 219 f. Tese (doutorado) – L'Universite de Paris 1 – Pantheon – Sorbonne.