

## GEOMÁTICA NO BRASIL: HISTÓRICO E PERSPECTIVAS FUTURAS

ROBERTO ROSA  
Instituto de Geografia  
Universidade Federal de Uberlândia  
Uberlândia, MG, Brasil  
[rrosa@ufu.br](mailto:rrosa@ufu.br)

### RESUMO

A velocidade com que ocorrem as inovações tecnológicas, a queda significativa nos preços dos equipamentos e *softwares* e a formação constante de recursos humanos em universidades tem contribuído significativamente para a disseminação e popularização da Geomática no Brasil. Os avanços tecnológicos das diversas ferramentas ligadas à informática, ao sensoriamento remoto, aos sistemas de navegação por satélite, ao sistema de informação geográfica e a internet, propiciaram ao ser humano reconhecer o espaço geográfico do qual habita, em tempo real, como nunca antes havia tido a oportunidade de observá-lo. Neste trabalho pretendemos apresentar um breve histórico da Geomática no Brasil, abordando aspectos conceituais, provedores de dados, principais usuários e aplicações, bem como as perspectivas futuras.

Palavras-chave: Geomática, Sistema de Informação Geográfica, banco de dados, Brasil

### GEOMATICS IN BRAZIL: HISTORY AND FUTURE PROSPECTS

### ABSTRACT

The speed with which technological innovations occur, a significant fall in prices of equipment and software and constant training of human resources in universities have contributed significantly to the dissemination and popularization of Geomatics in Brazil. The technological advances of the various tools related to information technology, remote sensing, navigation systems by satellite, GIS and the internet, had propitiated to human beings recognize the geographic area from which it inhabits in real time, as never had before the opportunity to observe it. In this paper we intend present a brief history of Geomatics in Brazil, approaching conceptual aspects, data providers, major users and applications, as well as future prospects.

Keywords: Geomatics, Geographic Information System, database, Brazil

## 1. Introdução

O panorama mundial da informação e da comunicação vem passando por grandes transformações nos últimos anos, tais transformações são originadas nos avanços tecnológicos os quais tem proporcionado, a cada instante, uma nova opção para a disseminação das informações. Facilmente percebe-se a influência das inovações tecnológicas em nossa vida, seja através de acesso às informações via rede mundial de computadores ou até mesmo através da efetivação de uma simples operação bancária, feita sem o auxílio de funcionários, através de caixas eletrônicos.

Historicamente a observação e a representação da superfície terrestre têm se apresentado como fator relevante na organização e desenvolvimento das sociedades. O conhecimento sobre a distribuição espacial dos recursos naturais, infra-estrutura instalada, distribuição da população, entre outros, sempre fez parte, das informações básicas sobre as quais eram traçados os novos rumos para o desenvolvimento regional.

Desde os tempos remotos até a atualidade, as informações e dados espaciais têm sido apresentados de forma gráfica pelos antigos cartógrafos e utilizados por navegadores e demais profissionais. A coleta de informações sobre a distribuição geográfica de recursos minerais, propriedades rurais e urbanas, animais e plantas sempre foi uma parte importante das atividades das sociedades organizadas. A obtenção de informações sobre a distribuição geográfica dos recursos naturais alavancou o desenvolvimento de inúmeros países, permitindo a ocupação territorial.

No entanto, até meados dos anos 1950, os documentos, cartas e mapas eram elaborados apenas na forma analógica, impossibilitando análises mais precisas e detalhadas, resultantes de combinação entre diferentes mapas e dados. Já a partir dos anos de 1970, com a evolução da tecnologia da informática e do sensoriamento remoto, tornou-se possível obter, armazenar e representar informações geográficas em ambiente computacional, abrindo espaço para o surgimento da Geomática. Paralelo a esse desenvolvimento surgiram inúmeros métodos matemáticos e estatísticos para o tratamento de informações geográficas, possibilitando mapeamentos temáticos de vastas áreas com elevado grau de precisão.

Face ao exposto, este trabalho tem como objetivo apresentar um breve histórico da Geomática no Brasil, abordando aspectos conceituais, provedores de dados, principais usuários e aplicações, bem como as perspectivas futuras.

## 2. Histórico

As primeiras tentativas de automatizar o processamento de dados com características espaciais aconteceram na Inglaterra e nos Estados Unidos, nos anos 1950, com o objetivo principal de reduzir os custos de produção e manutenção de mapas. Na década de 1960, no Canadá, surgiram os primeiros Sistemas de Informação Geográfica como parte de um programa governamental para criar um inventário de recursos naturais. Estes sistemas, no entanto, eram muito difíceis de serem usados pois não existiam monitores gráficos, os computadores eram excessivamente caros, a velocidade de processamento e a capacidade de armazenamento eram muito baixas e a mão de obra tinha que ser altamente especializada. Na época, não existiam soluções comerciais prontas para uso

e cada interessado precisava desenvolver seus próprios aplicativos, o que demandava muito tempo e muito dinheiro.

No final da década de 1960 e início de 1970 o Brasil começou utilizar dados obtidos por satélites americanos, inicialmente os meteorológicos e posteriormente os destinados ao monitoramento dos recursos terrestres como é o caso do ERTS (Satélite Tecnológico para os Recursos da Terra), posteriormente denominado de LANDSAT. Os dados obtidos por esta série de satélites possibilitaram a formação de uma vasta base de dados, os quais serviram de suporte para a elaboração de diversos planos de desenvolvimento.

Nos anos 1970 com o aprimoramento do *hardware* foi possível o desenvolvimento de sistemas comerciais, surgindo então a expressão *Geographic Information System (GIS)*, no entanto, devido aos custos e ao fato destes sistemas utilizarem computadores de grande porte, apenas grandes organizações tinham acesso a esta tecnologia.

Na década de 1980 os Sistemas de Informação Geográfica iniciaram um período de acelerado crescimento se beneficiando dos avanços proporcionados pela microinformática, como a evolução dos computadores pessoais, a diminuição dos custos e o desenvolvimento de ambientes mais amigáveis e interativos.

A década de 1990 consolidou definitivamente o uso desta tecnologia como ferramenta de apoio à tomada de decisão, tendo saído do meio acadêmico para alcançar o mercado. Instituições do Governo e grandes empresas começaram a investir no uso de aplicativos disponíveis no mercado, consolidam-se as aplicações *desktop* que agregavam diversas funções no mesmo sistema (análise espacial, processamento digital de imagens, modelagem 3D, geoestatística, etc.).

No início desse século o uso da *web* já está consolidado e as grandes corporações passam a adotar o uso de intranet, o GIS passa a fazer parte do ambiente *web*, os aplicativos são simples, e os usuários não precisam ser especialistas. Surge o *Google Maps*, o *Google Earth*, o *Microsoft Virtual Earth*, o *Google Street View* e o *Wikimapia*. Pessoas que até então não tinham qualquer contato com ferramentas GIS passam de uma hora para outra a ter acesso à qualquer parte do planeta por meio de aplicações que misturam imagens de satélite, modelos 3D e GPS, sendo necessário apenas uma conexão à internet. Fabricantes de aparelhos de celular estão lançando telefones equipados com GPS e mapas. Montadoras fabricam carros com sistemas de rastreamento por satélite. A cada dia dependemos mais desta tecnologia, mesmo sem saber.

Em um país com dimensões continentais como é o caso do Brasil, com uma grande carência de informações adequadas à tomada de decisões sobre os mais diversos problemas, esta tecnologia tem muito a contribuir.

O uso desta tecnologia no Brasil teve início nos anos 1980 na Universidade Federal do Rio de Janeiro, a qual desenvolveu o *software* SAGA (Sistema de Análise Geo-Ambiental), com forte capacidade de análise geográfica, sendo muito utilizado como material didático e em projetos de pesquisa. Em meados dos anos 1980 a empresa de aerolevanteamento AeroSul desenvolveram o MaxiDATA e o MaxiCAD, um sistema para automatização de processos cartográficos.

Também, em meados dos anos de 1980, com o fim da reserva de mercado de informática no Brasil, e com o aparecimento de ambientes operacionais baseados em janelas, como o PC/Windows e estações de trabalho UNIX, se abrem novas possibilidades no desenvolvimento de aplicativos mais interativos e amigáveis voltados a análise de dados geográficos.

Em 1984 o INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) formou um grupo específico para o desenvolvimento de tecnologia GIS e sensoriamento remoto. De 1984 a 1990 este grupo desenvolveu o SITIM (Sistema de Tratamento de Imagens) e o SGI (Sistema de Informações Geográficas), para ambiente PC/DOS, e, a partir de 1991, o SPRING (Sistema para Processamento de Informações Geográficas) e o TerraVIEW, para ambientes UNIX e MS/Windows.

Em 1990 a TELEBRÁS iniciou o desenvolvimento do SAGRE (Sistema Automatizado de Gerência da Rede Externa), uma aplicação no setor de telefonia, construído com base em um ambiente GIS, com um banco de dados cliente-servidor.

Do conjunto de tecnologias que se inter-relacionam no campo das bases de dados e das análises geográficas podemos destacar: a cartografia, a mais antiga e também já bem definida com seus 2000 anos de existência; o sensoriamento remoto, o segundo mais antigo por ter sua origem histórica associada à fotografia, na segunda metade do século XIX e muitas aplicações ao longo das diferentes guerras; os Sistemas de Informação Geográfica (ou GIS – *Geographic Information Systems*) tendo suas origens conceituais bem definidas; e, mais recentemente, os sistemas de satélites de navegação global – GNSS (GPS, GALILEO, GLONASS, etc.) surgidos a partir dos anos de 1980.

No Brasil estas tecnologias são conhecidas como: Geomática, Geoprocessamento, Sistema de Informação Geográfica e mais recentemente Geotecnologias. Embora cada termo apresente um conceito diferente, abordam mais ou menos a mesma temática. Estes conceitos são bastante discutidos nas obras de Tomlin (1990), Maguire *et al.* (1993 e 1997), Câmara *et al.* (1996), Burrough e McDonnell (1998), Xavier da Silva e Zaidan (2004), Tomlinson (2005) e Demers (2009).

O termo Geoprocessamento é usado quase que exclusivamente no Brasil, provavelmente fruto de rivalidades de intelectuais entre as correntes européias e americanas. A seguir apresentamos os conceitos que a nosso ver melhor caracterizam cada uma destas tecnologias.

Geotecnologias – conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e disponibilização de informações com referência geográfica. São compostas por soluções de *hardware*, *software* e *peopleware* que juntas constituem-se em poderosos instrumentos como suporte a tomada de decisão. Dentre as geotecnologias podemos destacar: a cartografia digital, o sensoriamento remoto, o sistema de posicionamento global, o sistema de informação geográfica.

Geomática – Ciência que se utiliza de técnicas matemáticas e computacionais para a análise de informações geográficas, ou seja, informações temáticas “amarradas” à superfície terrestre, através de um sistema de coordenadas. No Brasil, os termos Geoprocessamento e Geomática se referem à mesma coisa, ou seja, Geoprocessamento é utilizado como sinônimo de Geomática.

Sistema de Informação Geográfica – Conjunto de ferramentas computacionais composta por equipamentos e programas que, por meio de técnicas, integra dados, pessoas e instituições de forma a tornar possível a coleta, o armazenamento, o processamento, a análise e a disponibilização de informações georreferenciadas, que possibilitam maior facilidade, segurança e agilidade nas atividades humanas, referentes ao monitoramento, planejamento e tomada de decisão, relativas ao espaço geográfico.

### 3. Principais usuários da Geomática no Brasil

Atualmente à maioria das aplicações da Geomática no Brasil estão ligadas à gestão municipal, ao meio ambiente, ao planejamento estratégico de negócios, ao agronegócio e a concessionárias e redes.

A Gestão Municipal é uma das aplicações clássicas da Geomática; estima-se que cerca de 80% das atividades efetuadas em uma administração municipal (prefeitura) sejam dependentes do fator localização. Para as ações de planejamento urbano os GIS são capazes de relacionar o mapa da cidade ao banco de dados com as informações de interesse do planejador, por exemplo, é possível relacionar a localização dos postos de saúde e a população atendida, a localização das escolas e os endereços dos alunos em potencial, a pavimentação e as ruas com maior movimento, ou quaisquer outros cruzamentos de dados que dependam da componente espacial. Áreas de saúde pública podem mapear ocorrências de endemias e agir diretamente nos locais onde estas ocorrem, aumentando as chances de sucesso. Para o cadastro imobiliário é possível relacionar cadastros urbanos com sua localização espacial, com valores cobrados e situação do contribuinte.

Em Meio Ambiente a Geomática é muito usada no monitoramento de regiões remotas e distantes, como o caso da região amazônica, na detecção de focos de queimadas/incêndios, nos estudos de impactos ambientais principalmente quando da construção de grandes obras e na fiscalização de áreas desmatadas, etc.

No Planejamento Estratégico de Negócios os recursos oferecidos pela Geomática possibilitam mapear vários fatores fundamentais para o sucesso de um negócio, respondendo a questões como: onde estão os clientes, onde estão os fornecedores, onde estão os concorrentes, entre outros, de forma a permitir às empresas agir e decidir com informações muito mais precisas sobre seus negócios. É crescente a utilização de aplicativos de localização e roteirização para o gerenciamento de pessoas em campo por grandes médios e pequenos empreendedores, de forma a criar estratégias de competitividade minimizando os custos e ter um controle de todo o processo de logística.

No Agronegócio são várias as aplicações da Geomática. O uso de imagens de satélites e *softwares* específicos permite monitorar e prever safras, da mesma forma, o domínio da componente geográfica permite o melhor planejamento no uso da terra, na gestão de bacias hidrográficas e na detecção de pragas. Podem ter também aplicações na agricultura de precisão, através do uso de equipamentos GPS e sistemas GIS, para tratar e analisar os dados coletados no campo, relacionados à avaliação de produtividade agrícola, colocação diferenciada de insumos (pesticidas, herbicidas, fertilizantes e sementes), etc. Merecem também destaque os esforços

desenvolvidos pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA, na regularização fundiária em nosso país.

No que se refere a Concessionárias e Redes, os serviços públicos de saneamento, energia elétrica e telecomunicações se utilizam da Geomática para relacionar as suas redes de distribuição às demais informações de seus bancos de dados. Particularmente, o mercado de telecomunicações está se aproximando muito da Geomática, criando um novo segmento, chamado de LBS (*Location Based Services*), que pode ser definido como sendo uma solução para um problema dependente de localização (ou o fator localização agregando valor a outros serviços), colocado à disposição em equipamento portátil ou móvel. As soluções de LBS, porém, são projetadas para serem acessíveis através de conexões com ou sem fio, através de *web browsers*, *celulares* e *paggers*.

Cada aplicação apresenta características próprias e requer soluções específicas, pois envolve aspectos diferenciados na produção de dados geográficos, nas metodologias de análise e nos tipos de informações necessárias, no entanto, a maioria destas aplicações são desenvolvidas com algum dos seguintes *softwares*: ArcGIS, ArcInfo, ArcView, AutoCAD Map, ENVI, ERDAS, GRASS, IDRISI, MAPINFO e SPRING.

#### 4. A importância do banco de dados geográficos

Os Bancos de dados se tornaram um componente essencial no cotidiano da sociedade moderna. As pessoas interagem rotineiramente com os bancos de dados de maneira espontânea, sem conhecer todas as etapas envolvidas no processo. Um banco de dados é projetado, construído e alimentado com dados que possuem um objetivo específico. Ele possui um grupo provável de usuários e algumas aplicações preconcebidas. Entre os modelos mais conhecidos estão o modelo entidade-relacionamento e modelo orientado a objetos.

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 e, por apresentarem operações e consultas para localização de um determinado atributo espacial segundo uma definição preestabelecida. Atualmente existem numerosas Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados (SGBD) no mercado que permitem criar uma base de dados de acordo com as necessidades de cada usuário. Dentre os mais conhecidos, para uma arquitetura cliente-servidor, utilizando conceitos de banco de dados relacionais, temos os seguintes: Microsoft SQL Server, Oracle, DB2, PostgreSQL, Interbase, Firebird e MySQL

Sistemas de informação geográfica - GIS e banco de dados representam conceitos afins, no entanto, sua concepção e campo de aplicação são diferenciados. A principal aplicação do GIS refere à integração e modelagem de dados espaciais, enquanto que um banco de dados comum permite consultas, mas sua capacidade de análise espacial é restrita, trata-se de uma ferramenta direcionada principalmente para cadastramento, organização e estruturação da informação.

A estruturação de um banco de dados é o pilar fundamental na construção de um projeto de GIS, trata-se de uma tarefa dispendiosa, tanto no aspecto financeiro quanto pela demanda do conhecimento técnico-científico e tempo. Os dados geográficos são armazenados por meio de

entidades gráficas que representam os elementos do mundo real que se deseja analisar e os dados descritivos, que nada mais são do que tabelas que contém informações alfanuméricas que descrevem as características das entidades gráficas. Essa representação que se constrói do mundo real é fruto de um processo de interpretação dos elementos que compõem o mundo real e que nos interessam para uma determinada finalidade. Nessa representação utilizamos nossos processos cognitivos que envolvem habilidades de seleção, generalização, simulação e síntese para expressar nossa percepção do mundo real no computador.

No mundo real ocorrem fenômenos que possuem propriedades, relações e comportamentos específicos e o ser humano percebe esses fenômenos e os convertem em informações a partir de percepções são criadas estruturas de dados para representar o mundo real no ambiente computacional onde operam os processos de representação, organização, denominação, codificação e relação.

A qualidade dos dados é outro fator importante a ser considerado. Desde quando esta tecnologia começou a se difundir, em meados de 1980, ficou evidente o abismo que existe entre a tecnologia disponível e a de adequação dos dados existentes. Muitas vezes são criadas bases de dados com qualidade muito inferior ao que é necessário para atender a determinada aplicação.

No Brasil, o principal órgão provedor de dados geográficos é o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) o qual fornece cartas topográficas em papel, no entanto a maioria delas, foram elaboradas a partir de levantamentos aerofotogramétricos realizados nas décadas de 1960 e 1970. A partir da década de 1990 empresas privadas e instituições públicas começaram a digitalizar estas cartas topográficas para gerar bases de dados no formato digital, a fim de alimentar os Sistemas de Informação Geográfica, no entanto, muitos destes trabalhos não seguiram critérios técnicos adequados que assegurassem a qualidade dos dados convertidos.

Recentemente o IBGE vem disponibilizando em seu site, cartas topográficas digitalizadas, com boa qualidade, nas escalas 1:25.000, 1:50.000, 1:100.000 e 1:250.000. No entanto, produtos com escalas maiores, com mais detalhes, ainda são muito difíceis de serem encontrados, existindo apenas em pequenas áreas, normalmente associadas às regiões mais desenvolvidas ou a grandes manchas urbanas do país.

A primeira grande iniciativa de mapeamento dos recursos naturais do território nacional (escala de trabalho 1:250.000, escala de publicação 1:1.000.000) foi executada entre os anos de 1970 e 1985 pelo Projeto RADAMBRASIL, com base em imagens de radar e em vasto trabalho de campo. A partir de então apenas os biomas Amazônia e Mata Atlântica tornaram-se objeto de programas permanentes de monitoramento da evolução da cobertura vegetal, com base na interpretação de imagens do Satélite LANDSAT.

Devido às transformações na ocupação do território brasileiro, ocorridas sobretudo em função da interiorização ao longo das últimas três décadas, os mapas de vegetação do RADAMBRASIL já não mais refletem a realidade. A fim de preencher esta lacuna de conhecimento, o Ministério do Meio Ambiente - MMA, em 2006, através de convênios firmados com diferentes instituições do país, elaborou um mapeamento da cobertura vegetal de todos os biomas brasileiros, a partir de imagens LANDSAT obtidas principalmente no ano 2002. No entanto,

a despeito da iniciativa desse mapeamento, houve um lapso temporal de 6 anos, período em que não houve nenhum outro levantamento em nível nacional que pudesse oferecer números atualizados sobre o atual estado de desmatamento encontrado nestes biomas. Para enfrentar essa falta de informação, em 2008 foi firmado um Acordo de Cooperação Técnica entre o MMA, o IBAMA e o PNUD cujo objeto é a elaboração e execução do Programa de Monitoramento do Desmatamento nos Biomas Brasileiros por Satélite, com vistas a quantificar desmatamentos de áreas com vegetação nativa e a embasar ações de fiscalização e combate a desmatamentos ilegais nestes biomas.

Uma das principais aplicações dos dados gerados por este Programa é a possibilidade de planejamento e execução da fiscalização, além de se constituir em uma fonte oficial de dados para quantificação do total de desmatamento que ocorre a cada ano nos diversos biomas brasileiros. Servirá também como fonte para definição de metas para redução de taxas de desmatamento, além de oferecer uma base de cálculo para o índice de emissões de gases de efeito estufa que será utilizado para a definição de metas de diminuição de emissões no âmbito do Plano Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC.

A proteção e o monitoramento do bioma Amazônico estão entre as prioridades de atuação do IBAMA e dos órgãos estaduais de meio ambiente. No início da década de 1970, o Governo Brasileiro começou a investir na utilização de sistemas de radar e de sensoriamento remoto. Neste sentido, o IBAMA estabeleceu uma parceria com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE para a elaboração conjunta de três sistemas de monitoramento do bioma em território brasileiro, PRODES, DETER e DETEX, os quais vêm contribuindo para o fornecimento de informação no combate ao desmatamento.

O PRODES é o sistema de detecção de desmatamentos que desde 1988 vem calculando as taxas anuais de desflorestamento da Amazônia Legal e é utilizado para o planejamento de ações de longo prazo. O DETER é o sistema de detecção de desmatamentos em quase tempo real, cujos dados são repassados pelo INPE ao IBAMA de 15 em 15 dias desde 2004. As informações geradas servem à produção de documentos indicativos de novas áreas desmatadas, possibilitando uma atuação mais rápida da fiscalização e permitindo interromper os novos desmatamentos detectados ainda em curso. Os dados do DETER e dos PRODES podem ser acessados pela internet, tanto os dados tabulares como mapas interativos por municípios ou por unidades de conservação. O terceiro sistema é o DETEX que detecta corte seletivo na Amazônia e que iniciou suas atividades em 2007 em algumas regiões da Amazônia. Seus dados ainda estão em fase de validação e ainda não estão disponíveis para consulta pública.

O INPE também desenvolve o projeto CANASAT o qual utiliza imagens de satélites para identificar e mapear a área cultivada com cana-de-açúcar gerando a cada ano safra, mapas temáticos com a distribuição espacial da cana. Estes mapas estão disponíveis na internet no site do CANASAT onde podem ser feitas consultas sobre a localização dos canaviais, a área cultivada e a evolução do cultivo da cana nos últimos anos tanto por município quanto por estado. Estas informações são utilizadas por diversos setores do agronegócio e do meio ambiente que direta ou indiretamente estão envolvidos com a produção de cana.

Outro programa interessante desenvolvido no Brasil pelo INPE é o de monitoramento de queimadas a partir de imagens de satélites. São utilizadas imagens de satélites que possuem sensores óticos que operam na faixa termal, com destaque para as imagens AVHRR dos satélites polares NOAA-12, NOAA-15, NOAA-16, NOAA-17, NOAA-18, as imagens MODIS dos satélites polares NASA TERRA e AQUA, as imagens dos satélites geostacionários GOES-10, GOES-12, e MSG-2. Os produtos são gerados diariamente e distribuídos gratuitamente pela internet, fornecendo as coordenadas geográficas dos focos de calor, alertas de ocorrência de fogo em áreas de interesse especial, risco de fogo e estimativas de concentração de fumaça.

O Brasil possui também o Projeto SIVAM (Sistema de Vigilância da Amazônia) que integra os meios técnicos destinados à aquisição e tratamento de dados e para a visualização e difusão de imagens, mapas, previsões e outras informações. Esses meios abrangem o sensoriamento remoto, a monitoração ambiental e meteorológica, a exploração de comunicações, a vigilância por radares, recursos computacionais e meios de telecomunicações.

Outras iniciativas no fornecimento de dados, especialmente de sensoriamento remoto, merecem destaque, como é o caso das imagens, dos satélites LANDSAT e CBERS, fornecidas gratuitamente via internet pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), assim como empresas privadas que comercializam no Brasil dados obtidos pelos satélites SPOT, IKONOS, QUICK BIRD, TERRA, AQUA, ALOS, etc. Cabe salientar também a missão espacial SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) que gerou imagens digitais que representam a topografia de todo o planeta Terra na forma de Modelos Ditados do Terreno (MDT), disponíveis gratuitamente na *web*.

Nos últimos anos, foram desenvolvidos diversos sensores e colocados a bordo de satélites que acompanham os ciclos da natureza e as atividades humanas em diferentes altitudes e com frequência variada. No entanto, essas iniciativas ainda não suprem toda a necessidade de dados geográficos que o Brasil precisa para poder planejar, simular, implementar, monitorar e reavaliar as intervenções humana no meio físico em seu imenso território.

No contexto de Banco de Dados, não podemos esquecer também, da importância que os metadados possuem na difusão e utilização da Geomática. Metadados são definidos como "dados sobre os dados". Os metadados têm um papel muito importante na administração de dados, pois é a partir deles que as informações serão selecionadas, processadas, e consultadas. Os metadados servem para descrever e estruturar, de maneira estável e uniforme, a informação registrada sob diferentes suportes documentais. Existem diferentes tipos de metadados, desenvolvidos em função dos objetivos que se pretende alcançar. O denominador comum nos metadados é a função de controle físico e intelectual dos documentos, visando à acessibilidade imediata e futura.

A utilização dos metadados é ampla, ela se aplica a diferentes situações sempre que um grupo de usuários necessita reconhecer as características de uma parte no todo. Assim, é fundamental que cada grupo de usuários estabeleça um código ou uma linguagem comum, a ser compartilhada, para que o registro sobre as características de um dado na coleção seja compreensível pelo grupo, que poderá então realizar escolhas adequadas sobre as informações ou produtos desejados. A função de metadados em Geomática é na transmissão de informações

fundamentais sobre os dados, ajudando na escolhas dos mesmos, sabendo de suas limitações e potencialidades.

## 5. Perspectivas futuras

A agilidade no surgimento de inovações tecnológicas, a queda significativa nos preços dos equipamentos e *softwares* e a formação constante de recursos humanos em universidades tem contribuído significativamente para a disseminação e popularização da Geomática no Brasil.

A grande carência de mapeamento básico e temático em diferentes escalas no Brasil requer o contínuo investimento em técnicas de obtenção de informação, principalmente no uso imagens de satélite e de integração de dados. A demanda crescente por mecanismos que garantam a interoperabilidade será a força motriz da Geomática, tendo como vetor tecnológico e de difusão a internet, aliado ao desenvolvimento de uma nova geração de sensores hiperespetrais e de alta resolução. Saber usar a internet junto com a Geomática é o grande desafio em nosso país, principalmente no que tange a interface de grandes bancos de dados, como mecanismos de acesso e busca da informação, em ambientes amigáveis, sem a necessidade de manter o banco de dados no local. Portanto, investimentos na qualificação de pessoal e no desenvolvimento de metodologias de análise deverão ser permanentes e indispensáveis.

Toda ferramenta é limitada no tocante a sua aplicabilidade e funcionalidade, o mesmo acontece com a Geomática e todas as demais tecnologias que trabalham com dados geográficos, cada uma delas se aplica a uma função específica que pode em um determinado grau, se sobrepor parcialmente à função da outra. Além da tecnologia em si, o conjunto de dados que às compõem, são determinantes no tipo de aplicação que pode ser implementada, em função das características e da qualidade desses dados.

Mesmo em função das limitações, a Geomática possui um grande potencial a ser explorado, uma vez que ainda é subutilizada, ao mesmo tempo, que esta cada vez mais acessível à população por meio de sistemas amigáveis que procuram suprir as nossas necessidades básicas de localização e deslocamento. Um fator que limita em muito a popularização da Geomática no Brasil é a carência de dados geográficos no formato digital, estruturados e disponíveis a toda a população. Apesar de existirem esforços de organizações governamentais como é o caso do IBGE e do INPE, o primeiro disponibilizando cartas topográficas em diferentes escalas e dados sócio-econômicos (formato analógico e digital) e, o segundo disponibilizando imagens de satélite, ainda é pouco se comparado com a gama de aplicações que necessitam serem desenvolvidas para suprir todo o território brasileiro.

Ainda hoje, nos deparamos com carências no que tange à disponibilidade de dados geográficos que permitam construir bases consistentes para apoio ao planejamento, por outro lado os avanços no desenvolvimento e disseminação das tecnologias espaciais, sobretudo as imagens de satélite e *software* livre, para o processamento de imagens e análise espacial, vêm possibilitando a geração de informações que contribuem com a construção de uma base de dados para apoio ao planejamento.

No Brasil convivemos ainda com enormes dificuldades em acompanhar as intervenções humanas no meio físico assim como em coibir e redirecionar alterações indesejadas no uso da terra e cobertura vegetal, como exemplo podemos citar o caso do desmatamento da Amazônia, dada a magnitude e importância no contexto nacional e internacional.

Os avanços tecnológicos das diversas ferramentas ligadas à informática, ao sensoriamento remoto, aos sistemas de navegação por satélite, ao Sistema de Informação Geográfica e a internet, propiciaram ao ser humano reconhecer o espaço geográfico do qual habita, em tempo real, como nunca antes havia tido a oportunidade de observá-lo e conhecê-lo, desde uma escala local até a escala global. Assim, a Geomática têm se consolidado com enorme potencial, pois atualmente apresenta custo relativamente baixo e os conhecimentos gerados, tornam-se indispensáveis como suportes ao planejamento, permitindo ainda o controle e monitoramento do uso eficiente dos recursos naturais e a conservação do meio ambiente. Entendemos que um dos desafios da Geomática para as próximas décadas será no desenvolvimento e disponibilidade de modelos preditivos de fenômenos espaço-temporais.

## 6. Considerações finais

A evolução dos Sistemas de Informação Geográfica (GIS) proprietários possibilitou um salto tecnológico no tratamento dos dados dos órgãos públicos que trabalham com informações geográficas. Com os pacotes disponíveis atualmente para compra é possível solucionar grande parte dos problemas existentes. Este modelo trouxe vantagens, porém também gerou um sério problema tornando o Brasil um consumidor de soluções estrangeiras, principalmente americanas, tornando o país dependente de fornecedores de *softwares*, normalmente com elevados custos de licenciamento.

Altos investimentos têm sido feitos na implantação da Geomática em muitos órgãos públicos, mas os resultados estão longe de ser o esperado. Com o total predomínio de soluções proprietárias, observa-se a criação de "ilhas" nas diversas secretarias dos municípios. Estas ilhas são formadas, normalmente, por diferentes soluções proprietárias com a total ausência na definição de padrões abertos que visam a interoperabilidade.

A predominância de soluções estrangeiras tem gerado grande dependência tecnológica e direcionado as empresas brasileiras a investirem basicamente na equipe de vendas, visando colocar no mercado os produtos americanos. Os profissionais da área foram colocados em segundo plano, pois os pacotes estrangeiros já vendem a idéia de uma solução "pré-montada", deixando de lado a necessidade de um projetista ou de um profissional mais qualificado.

O descompasso existente no Brasil entre a tecnologia disponível e o que os planejadores efetivamente usam para tomar suas decisões pode ser justificada pelo ritmo lento com que o conhecimento científico e tecnológico se dissemina entre os técnicos e tomadores de decisão, principalmente pelas deficiências na educação superior e na pós-graduação, o que tem contribuído para o desenvolvimento de vários planos regionais elaborados com base em informações espaciais inadequadas, incompletas, inconsistentes e até mesmo equivocadas. Órgãos governamentais atuam de forma individualizada, realizando, por vezes, o mesmo tipo de tarefa, sem compartilhar o conhecimento obtido e sem otimizar o uso do dinheiro público.

### Referencias bibliográficas

- Aronoff, S. (1991): *Geographic information systems: a management perspective*. Ottawa, WDL, 294 p.
- Burrough, P. A. e McDonnell, R.A. (1998): *Principles of geographical information systems*. Oxford, Oxford University Press, 333 p.
- Buzai, G.D. (2000): *La exploración geodigital*. Buenos Aires, Lugar Editorial, 185 p.
- Câmara, G; Casanova, M.A.; Hemerly, A.; Magalhães, G.C.e Medeiros, C.M.B. (1996): *Anatomia de sistemas de informação geográfica*. Campinas, UNICAMP, 10ª. Escola de Computação, 197 p.
- Demers, M. N. (2009): *Fundamentals of geographic information systems*. New Jersey, J. Wiley, 443 p.
- Maguire, D.; Goodchild, M.F e Rhind, D.W. (1993): *Geographical information systems*. New York, Longman Scientific & Technical, Vol. 1 e 2.
- Maguire, D.; Goodchild, M.F. y Rhind, D.W. (1997): *Geographic information systems: principles, and applications*. Harlow, Longman Scientific and Technical.
- Miranda, J. I. (2005): *Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas*. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 425 p.
- Tomlin, D. (1990): *Geographic information systems and cartographic modeling*. New Jersey, Englewood Cliffs, Prentice Hall, 249 p.
- Tomlinson, R. F. (2005): *Thinking about GIS: Geographic information system planning for managers*. ESRI Press, 328 p.
- Xavier da Silva, J. e Zaidan, R.T. (2004): *Geoprocessamento & análise ambiental: aplicações*. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 363 p.