O USO DE TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA NO BRASIL

ROBERTO ROSA

Instituto de Geografia
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, MG, Brasil
rrosa@ufu.br

RESUMO

O uso de tecnologias de informação geográfica vem passando por grandes transformações, originadas nos avanços tecnológicos os quais tem proporcionado, uma nova opção para a disseminação das informações. Desde os tempos remotos até a atualidade, as informações e dados espaciais têm sido apresentados de forma gráfica pelos cartógrafos e utilizados por navegadores e demais profissionais. No Brasil, assim como nas demais partes do mundo, os avanços tecnológicos ocorridos nos últimos anos, com o aumento da velocidade de processamento dos computadores, com as novas tecnologias de armazenamento, com a queda significativa nos preços dos equipamentos e softwares, com a maior oferta de dados de sensores remotos, aliado à diminuição nos custos de aquisição de equipamentos e conversão de dados, tem contribuído para a disseminação e popularização das tecnologias de informação geográfica. Face ao exposto, este trabalho tem como objetivo apresentar um breve histórico do uso de tecnologias de informação geográfica no Brasil, abordando aspectos conceituais (geomática, geoprocessamento, sistema de informação geográfica, geotecnologias), principais aplicações (gestão municipal, meio ambiente, planejamento estratégico, agronegócio, concessionárias e redes), softwares (ArcGIS, ArcInfo, ArcView, AutoCAD Map, ENVI, ERDAS, GRASS, IDRISI, MAPINFO e SPRING), provedores de dados (IBGE, INPE, INMET, MMA/IBAMA, EMBRAPA, SIVAM), bem como as perspectivas futuras.

Palavras-chave: Tecnologias de informação geográfica, geomática, banco de dados geográficos

Eixo Temático: Aplicações e Tecnologias de Informação Geográfica

INTRODUÇÃO

O uso de tecnologias de informação geográfica 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.

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 Brasil, assim como nas demais partes do mundo, os avanços tecnológicos ocorridos nos últimos anos, com o aumento do poder e velocidade de processamento dos computadores, com as novas tecnologias de armazenamento, com a queda significativa nos preços dos equipamentos e softwares, com a maior oferta de dados de sensores remotos, aliado à diminuição nos custos de aquisição e conversão de dados, tem contribuído para a disseminação e popularização das tecnologias de informação geográfica.

No entanto, o impacto da globalização ocorre de forma diferenciada, enfrentamos uma situação onde se combina uma desigualdade social, econômica e tecnológica com um processo de inserção competitiva no mercado internacional.

Face ao exposto, este trabalho tem como objetivo apresentar um breve histórico do uso de tecnologias de informação geográfica no Brasil, abordando aspectos conceituais, principais aplicações, softwares, provedores de dados, bem como as perspectivas futuras.

HISTÓRICO

As primeiras tentativas de automatizar o processamento de dados com características espaciais aconteceram no Canadá, Inglaterra e nos Estados Unidos, nos anos 1950, com o objetivo principal de reduzir os custos de produção e manutenção de mapas.

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.

O uso de tecnologia de informação geográfica 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 aerolevantamento 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 abre 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.

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 (analise espacial, processamento digital de imagens, modelagem 3D, geoestatística, etc.).

No inicio 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, 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.

A disponibilização de mapas em ambiente *WEB* tornou-se possível graças aos avanços da tecnologia da informação que vem implementando inovações aos programas utilizados nestes ambientes. Isto tem possibilitado o acesso a recursos do GIS por parte dos usuários apenas utilizando *browser*. As novas tendências de aplicações e utilização vêm garantindo uma acessibilidade dificilmente imaginada à alguns anos atrás. A utilização destes aplicativos permite, entre muitas outras possibilidades, a atualização, localização e a interatividade da informação dentro de um sistema de base cartográfica e banco de dados a partir de usuários estabelecidos remotamente, guardadas as devidas permissões e autorizações de acesso.

CONCEITOS

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, e os aplicativos gráficos disponíveis na WEB (Google Maps, o Google Earth, o Microsoft Virtual Earth, Google Street View, etc.).

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, o termo 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, a modelagem a simulação 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.

PRINCIPAIS APLICAÇÕES

Atualmente à maioria das aplicações das tecnologias de informação geográfica 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 das tecnologias de informação geográfica, 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 as tecnologias de informação geográfica são 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 pelas tecnologias de informação geográfica 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 das tecnologias de informação geográfica. 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 das tecnologias de informação geográfica 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 *pagers*.

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.

SOFTWARES MAIS USADOS NO BRASIL

Na Internet, pode-se encontrar uma grande variedade de softwares de forma a atender às mais variadas necessidades. Há programas de computador que servem mais ao uso acadêmico, com a finalidade de difundir os conceitos e procedimentos metodológicos desta tecnologia e, outros, mais voltadas a aplicações profissionais, como exemplo: agronegócio, defesa, energia elétrica, telecomunicações, logística, meio ambiente, gestão governamental, etc. A seguir são apresentados alguns dos mais usados no Brasil.

ArcGIS - O ArcGIS Desktop é um conjunto de softwares que roda em microcomputdores. São usados para criar, importar, editar, buscar, mapear, analisar e publicar informações geográficas. Quatro softwares compõem o conjunto ArcGIS Desktop; cada um acrescenta um nível superior de funcionalidades, são eles: ArcReader, ArcView, ArcEditor, ArcInfo. Todos os produtos ArcGIS Desktop compartilham a mesma arquitetura, desta forma, usuários de quaisquer um dos softwares ArcGIS Desktop podem compartilhar seu trabalho entre si. Documentos de mapas, dados, símbolos, definições de apresentação dos temas, relatórios, metadados, modelos, interfaces e ferramentas customizadas entre outros, podem ser intercambiados livremente entre os usuários destes softwares. Isto significa que todos os usuários de GIS de uma organização podem se beneficiar de uma única e consistente interface e do mesmo conjunto de funcionalidades e dados, minimizando desta forma a necessidade de aprender a manipular softwares diferentes na produção de seus resultados. Além disso, os produtos criados no ArcGIS Desktop podem ser compartilhados com muitos usuários por meio de aplicações customizadas com ArcGIS Engine e sofisticados serviços de GIS para Web, por meio do ArcIMS e do ArcGIS Server.

ArcInfo - O ArcInfo é o mais completo e extensível software de GIS disponível. Além de incluir todos os recursos disponíveis no ArcView e ArcEditor, o ArcInfo oferece um

conjunto de aplicações que permitem ao usuário realizar operações sofisticadas de GIS e conversão de dados. O ArcInfo oferece recursos que permitem aos usuários executar todas as atividades de GIS dentro de um fluxo de trabalho, desde a concepção, modelagem, conversão e tratamento dos dados, às análises espaciais e elaboração de mapas para apresentação. O ArcInfo dispõe de todos os recursos necessários para a criação e o gerenciamento de uma estrutura inteligente de GIS, a partir de uma interface fácil e intuitiva, que ainda pode ser customizada por meio de modelos, scripts e aplicações. Os recursos do ArcInfo permitem ao usuário criar geodatabases por meio da conversão de outros formatos, incluindo CAD ou pela importação de esquemas pré-definidos em ferramentas CASE. O ArcInfo ainda suporta todas as operações administrativas para a manutenção da integridade das bases de dados, inclui a extensão ArcScan, ferramenta para vetorização semi-automática de dados, que pode ser usada na conversão de acervos de plantas digitalizadas. Possui ferramentas exclusivas para automação de tarefas relacionadas a elaboração de mapas cartográficos de alta qualidade.

ArcView - ArcView é uma software GIS rico em funcionalidades para visualização, gerenciamento, elaboração e análises de dados geográficos. Com o ArcView é possível entender o contexto geográfico dos dados, permitindo entender relacionamentos e identificar padrões de distribuição espacial. O ArcView é usado com sucesso por milhares de organizações para auxiliar nos processos de análises espaciais e suporte a tomada de decisão. O ArcView é o GIS desktop mais popular do mundo, porque é uma ferramenta de fácil utilização. Com uma ampla variedade de símbolos e recursos cartográficos, ele permite a elaboração de sofisticados mapas. O ArcView torna mais fácil as tarefas de gerenciar e editar dados geográficos. Virtualmente qualquer provedor de conteúdo geográfico é capaz de fornecer dados em algum formato compatível com o ArcView, permitindo que uma maior oferta de dados esteja disponível. O ArcView simplifica a maneira de fazer análises ao permitir que as tarefas de processamento sejam definidas em um fluxo lógico de trabalho. Usuários com algum conhecimento em programação poderão customizar o ArcView a partir de linguagens de programação de mercado.

AutoCAD Map - O AutoCAD é uma plataforma GIS de engenharia para a criação e o gerenciamento de dados espaciais. Este produto apresenta as ferramentas do AutoCAD tradicional num ambiente desenvolvido para profissionais de cartografia. Permite integrar vários tipos de dados e formatos gráficos, possibilitando também fazer análises espaciais. O AutoCAD Map é uma solução que oferece precisão em cartografia e uma poderosa

ferramenta de análise GIS para os engenheiros, técnicos de planejamento, gestores de infra-estrutura e geógrafos. Possibilita criar, gerir, e produzir mapas, integrar dados de múltiplas fontes e formatos; efetuar análises GIS e produzir mapas temáticos. Possui ferramentas de limpeza de desenhos e simplificadas capacidades de criação de topologias que facilitam a sua utilização. Os usuários podem trabalhar com múltiplos desenhos, e vários usuários podem editar o mesmo mapa simultaneamente. Suporta todos os principais formatos de raster, permitindo a gestão e integração de uma ampla variedade de dados e a utilização de imagens georreferenciadas.

ENVI - O ENVI é um *software* de processamento de imagens desenvolvido com a linguagem IDL (*Interactive Data Language),* de quarta geração. Isso lhe garante robustez, velocidade e sofisticação sem necessitar de um equipamento poderoso. A arquitetura aberta do ENVI permite que se obtenha os melhores resultados com imagens fornecidas por sensores de última geração. O livre acesso à linguagem IDL permite que o ENVI possa ser personalizado de acordo com as necessidades do usuário. O ENVI dispõe de funções exclusivas como o visualizador n-dimensional, além de um pacote completo de funções para ortoretificação, elaboração de mosaicos e carta imagem, sofisticadas ferramentas de processamento digital de imagens, visualização e análise de Modelos Digitais do Terreno em três dimensões, dentre outras.

ERDAS – O ERDAS Imagine é a solução, modular, da Leica Geosystems, com um pacote de ferramentas de fácil uso para processamento de imagens, sensoriamento remoto e GIS. Com avançadas funções de modelagem gráfica, ortorretificação, classificação e análise de imagens radar, o usuário tem uma ferramenta de construção e execução de sistemas especialistas em classificação, pós-classificação e modelagem avançada em GIS.

GRASS - O *Geographical Resources Analysis Support System* é um Sistema de Informação Geográfica de código aberto de processamento de imagens desenvolvido inicialmente pelo Laboratório de Pesquisas do Corpo de Engenheiros de Construção do Exército Norte-americano (USA/CERL), desenhado para uso em atividades de planejamento ambiental e gerenciamento de recursos naturais, com interface para outros *softwares*. É um GIS baseado no formato raster e vetorial, com funções voltadas para processamento de imagens, análise estatística, análise e modelagem espacial, produção de mapas e gráficos e boa interface com banco de dados. Encontram-se também

disponíveis funções de digitalização de mapas e conversão de formato vetorial para raster e vice-versa.

IDRISI - Desenvolvido pela Graduate School of Geography da Clark University, Massachussets, baseado no formato *raster* de representação dos dados e executado em microcomputadores com Sistema Operacional Windows. O IDRISI é um *software* que reúne ferramentas nas áreas de processamento de imagens, sensoriamento remoto, GIS, geoestatística, apoio a tomada de decisão e análise e modelagem espacial. O usuário pode desenvolver programas específicos de forma a atender novas aplicações. Utiliza banco de dados externo com interface para o Dbase e Access. Permite a migração de dados para outros *softwares*. Este sistema é indicado para atividades de ensino, pois se trata de um sistema que tem praticamente todas as funções que são normalmente encontradas em um GIS de maior porte, com um custo relativamente baixo.

MAPINFO - O MapInfo é um *desktop mapping*, com potencialidades semelhantes às do ArcView, que possibilita a visualização de dados geográficos, a análise desses dados e a impressão de mapas. A linguagem de desenvolvimento associada a este produto é o MapBasic, que permite personalizar o MapInfo e integrá-lo com outras aplicações ou aumentar as suas potencialidades básicas. O MapInfo permite realizar análises elaboradas com as extensões SQL como por exemplo, encontrar um endereço, um código postal, um cliente especifico ou outro elemento qualquer; calcular distâncias, áreas ou perímetros; criar ou modificar mapas; etc. Permite trabalhar com uma grande variedade de dados.

SPRING - O Sistema de Processamento de Informações Geo-referenciadas, foi desenvolvido pela Divisão de Processamento de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), possui versões em português e espanhol. Construído segundo o estado da arte em técnicas de modelagem e programação, combina uma interface com o usuário altamente interativa, interface de banco de dados que modela a metodologia de trabalho em estudos ambientais e manipulação unificada de dados espaciais, o que elimina o dilema *raster-vetor*. Integra processamento de imagens, análise espacial e modelagem digital do terreno, além de interface com os bancos de dados. Opera em ambiente UNIX e Windows. É baseado num modelo de dados orientados a objetos, projetado especialmente para grandes bases de dados espaciais, são implementados algoritmos inovadores para segmentação e classificação de imagens por regiões, restauração de imagens e geração de grades triangulares. Os dados geográficos

são mantidos em um banco de dados relacional que suporta dados provenientes de sistemas comerciais como Dbase, Ingress e Oracle. O sistema de armazenamento suporta representações matriciais e vetoriais de dados geográficos que permitem armazenar de forma organizada e compacta, diversos tipos de mapas temáticos, imagens aéreas, imagens de satélites e imagens de radar

BANCO DE DADOS GEOGRÁFICO

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

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 geográfico, 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 refletiam 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 TERRA e AQUA, as imagens dos satélites geoestacionários 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 Ditais do Terreno (MDT), disponíveis gratuitamente na WEB.

Também não podemos deixar de citar as inciativas do Agritempo - Sistema de Monitoramento Agrometeorológico (EMBRAPA), que permite aos usuários o acesso, via Internet, às informações meteorológicas e agrometeorológicas de diversos municípios e estados brasileiros. Além de informar a situação climática atual, o sistema alimenta a Rede Nacional de Agrometeorologia (RNA) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) com informações básicas que orientam o zoneamento agrícola brasileiro, bem como o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) pela coleta, armazenamento e disponibilização de dados meteorológicos do país.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No Brasil, à falta de mapeamentos básicos e temáticos em escalas compatíveis com as necessidades, requerem investimento contínuo em técnicas de extração de informação a partir de imagens de satélite, na elaboração de bases cartográficas e na integração de dados. A qualidade dos dados é um fator importante a ser considerado, especialmente no que se refere a completude, atualidade, linhagem, escala, precisão posicional, precisão de atributo e consistência lógica. Desde quando a tecnologia GIS começou a se difundir, 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. A qualidade dos dados geográficos depende das fontes desses dados, das técnicas de coleta e das metodologias utilizadas. De maneira geral são criadas bases de dados sem parâmetros de credibilidade, nível de confiança, conveniência, condições físicas, legibilidade e precedência da fonte.

Ainda hoje, o país apresenta carências de dados geográficos, por outro lado os avanços no desenvolvimento e disseminação das tecnologias de informação geográfica, sobretudo

as imagens de satélite e software livre, vêm possibilitando, ainda que de forma bastante heterogênea, a geração de informações que têm contribuído para solucionar diversos problemas. Uma gama muito grande de instituições e empresas se utilizam destas tecnologias, dentre elas, prefeituras, empresas fornecedoras de serviços públicos, empresas de produção e distribuição de petróleo, energia, mineração, instituições ligadas ao meio ambiente, profissionais de markenting, agronegócio, entre outras. No entanto, os órgãos governamentais, são ainda os maiores usuários de produtos e serviços relacionados ao uso de tecnologias de informação geográfica.

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.

REFERÊNCIAS

BURROUGH, P. A.; MCDONNELL, R.A. (1998): **Principles of geographical information systems**. Oxford, Oxford University Press, 333 p.

BUZAI, G.D**.** (2000): **La exploración geodigital**. Buenos Aires, Ed. Lugar Editorial, 185 p.

CÂMARA, G; CASANOVA, M.A.; HEMERLY, A.; MAGALHÃES, G.C.; 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.; RHIND, D.W. (1993): **Geographical information systems**. New York, Longman Scientific & Technical, Vol. 1 e 2 .

MAGUIRE, D.; GOODCHILD, M.F.; RHIND, D.W. (1997): **Geographic information systems**: principles, and applications. Harlow, Longman Scientific and Technical.

TOMLIN, D. (1990): **Geographic information systems and cartographic modeling**. New Jersey, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 249 p.

TOMLINSON, R. F. (2005): **Thinking about GIS:** Geographic information system planning for managers. ESRI Press, 328 p.

XAVIER da SILVA, J.; ZAIDAN, R.T. (2004): **Geoprocessamento & análise ambiental**: aplicações. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 363 p.