

# Dados e informações geoespaciais para análise territorial e ambiental na Amazônia Legal no Brasil

*Geospatial data and information for the territorial and environmental analyses in Amazônia Legal Region. Brazil*

**Dos Santos Mota Alex<sup>1</sup>, Bueno Luis Fernando<sup>2</sup> e Sampaio Moreira Tony Vinicius<sup>3</sup>**

*Recibido: junio, 2014 / Aceptado: febrero, 2015*

## Resumo

As análises ambientais e territoriais no Brasil recebem valiosas contribuições de dados e informações geoespaciais que são distribuídos por vários órgãos municipais, estaduais e federais, além de empresas privadas, organizações não governamentais e universidades. Os provedores de dados geoespaciais fornecem informações sobre temas diversos, tais como ocupação da terra, censo, terras indígenas, dentre outros. Contudo, a disponibilidade deste tipo de dados no Brasil é heterogênea em quantidade, variedade e qualidade. Na Amazônia Legal a aquisição e disponibilização de dados geoespaciais estão comprometidas. Nesta região as bases de dados ainda são pouco difundidas. Identificam-se fragilidades na disponibilização dos dados e carência de atualização dos existentes. Com efeito, os usuários de dados geoespaciais, sejam públicos ou privados, ficam prejudicados. Este artigo discute o cenário das bases de dados geoespaciais da Amazônia Brasileira e sugere uma reflexão acerca da contribuição das infraestruturas de dados espaciais para a região.

**Palavras-chave:** Dados e informações geoespaciais; análise ambiental e territorial; infraestrutura de dados espaciais.

## Abstract

Territorial and environmental analyses in Brazil receive valuable contributions of geospatial data and information that are distributed by various local, state and federal agencies, as well as private companies, non-governmental organizations and universities. Producers of geospatial data provide with information on various topics, such as land use, census, and indigenous lands, among others. However, the availability of this kind of data in Brazil is heterogenous in quantity, variety and quality. In the Brazilian Amazon the acquisition and sharing of geospatial data are compromised. The databases of this region are poorly disseminated. The data availability is precarious and the update of existing data is uncertain. Indeed, users of geospatial data, whether public or private, become disadvantaged. This article discusses the scenario of geospatial databases from the Brazilian Amazon and suggests a reflection about the benefits of Spatial Data Infrastructures for the region.

**Key words:** Geospatial data and information; territorial and environmental analyses; spatial data infrastructure.

1 Universidade Federal de Rondônia (UNIR), Departamento de Engenharia Ambiental, Ji-Paraná, Rondônia-Brasil. Correo electrónico: alex.geotecnologias@gmail.com

2 Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia (SIPAM), Porto Velho, Rondônia-Brasil. Correo electrónico: proffbueno@gmail.com

3 Universidade Federal do Paraná (UFPR), Programa de Pós-Graduação em Geografia, Curitiba, Paraná-Brasil. Correo electrónico: tonysampaio@ufpr.br

## 1. Introdução

A informação espacial deriva de dados adequadamente adquiridos e manipulados e são importantes nas análises geográficas, pois sustentam ou refutam hipóteses acerca de pesquisas nas áreas ambientais, sociais e econômicas. De fato, não há análise sem dados, pois toda discussão surge de fatos. Com efeito, a aquisição de dados e informações ocorre de forma direta ou indireta. As geotecnologias permitem aquisição de dados de forma indireta, e neste sentido, destacam-se as tecnologias de sensoriamento remoto orbital, suborbital e terrestre. Estes dados podem ser manipulados em sistemas de informação geográfica o que favorece análises variadas.

O uso do sensoriamento remoto se justifica em extensas áreas como a Amazônia Legal, sobretudo se considerarmos as dificuldades para aquisição de dados e informações geográficas em locais isolados e de difícil acesso. Assim, as imagens orbitais abrem um leque de possibilidades de aquisição de dados geoespaciais e tem como característica marcante a possibilidade de prover uma visão sinóptica da superfície terrestre.

Neste contexto, a Amazônia Legal (Figura 1), que possui 5.016.136,3 km<sup>2</sup> e ocupa 59% da área do território nacional, é uma região geoeconômica criada para reunir regiões com problemas econômicos, políticos e sociais semelhantes para facilitar o planejamento e o desenvolvimento socioeconômico. Assim, fazem parte da Amazônia Legal todos os estados da região norte, quer sejam, Acre,

Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins; além do estado do Mato Grosso e parte do estado do Maranhão (Lemos, 2010).

Além da extensa área territorial, acredita-se que ainda prevalece a ideia de que os recursos naturais são inesgotáveis, pois, de fato, na Amazônia os rios possuem grandes vazões, as florestas, matas e campos cobrem vastas áreas e, em muitos lugares, a fauna é ainda exuberante. Esta pensar leva ao modelo de desenvolvimento prioritariamente baseado na extração e exploração insustentável dos recursos naturais, priorizando o lucro imediato para seus protagonistas (Gutberlet, 2002).

Contudo, foi a partir da década de 1960, no período militar, com a suposta preocupação de integrar a região ao Brasil que a Amazônia foi ocupada de fato. Foi o Estado o principal agenciador da conversão da paisagem na Amazônia Legal. Além disso, destaca-se a criação da Superintendência de Política Agrária (SUPRA), o Programa de Integração Nacional (PIN), o Projeto de Assentamentos rápido (PAR), a criação do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) e o Programa Integrado de Desenvolvimento do Noroeste do Brasil (POLO-NOROESTE), além da Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM), consolidando com o projeto Avança Brasil, e no período atual se destaca as obras do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC). Estes programas governamentais criaram tentáculos sobre a região e favoreceu, agenciando e custeando programas de colonização.

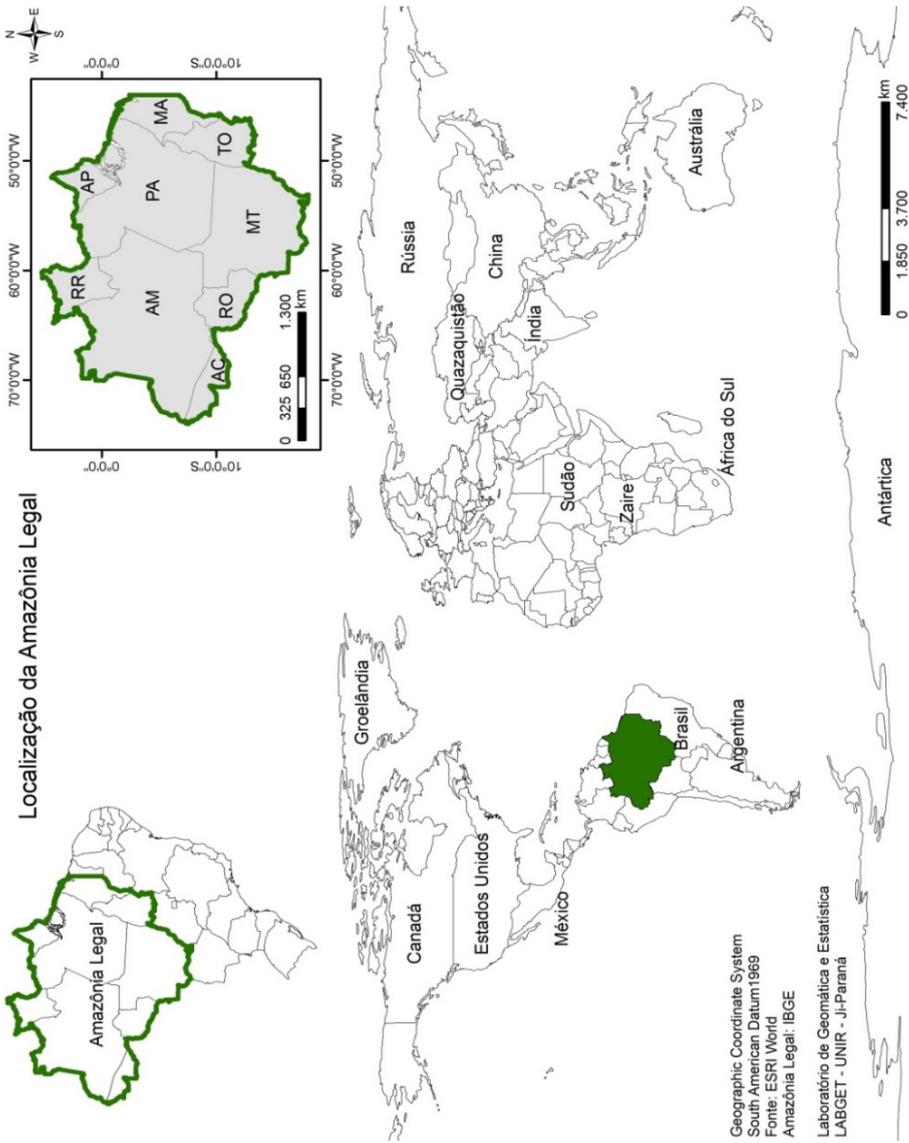


Figura 1. Localização da Amazônia Legal brasileira

Ressaltam-se, neste sentido, as análises apresentadas por Philip Martin Fearnside (1979), que foi um dos pioneiros a discutir a capacidade de suporte do processo de colonização na Amazônia. Fearnside (1980) apresentou análises diversas e destacou a influência danosa do processo de ocupação dirigida empreendida pelo INCRA sobre a vida de comunidades indígenas, sobre áreas de alta vulnerabilidade ambiental, especialmente para cultivo de gramíneas exóticas para criação de gado bovino e a invasão de unidades de conservação.

No final da década de 1970 a retirada da vegetação atingiu 14 milhões de hectares e a população chegou a 7 milhões de pessoas (Imazon, 2013). Na década de 1980, especialmente após o crime que vitimou o ambientalista Chico Mendes, o governo brasileiro passou a sofrer pressões, inclusive internacionais, a respeito de suas políticas para a Amazônia (Imazon, 2013).

Fearnside (1979) afirmou ainda que a falta de conhecimento dos planejadores ou a não exigência de conhecimentos aprofundados sobre a região implicaria em perigo de falha dos planos de colonização. O pesquisador estava certo, pois ainda no período atual identifica-se que muito se desconhece ou mesmo não se busca conhecer das características edafoclimáticas da região amazônica. Tanto é verdade que os incentivos às práticas de agropecuária, por exemplo, ocorrem em áreas que não tem condições mínimas de suporte para esta atividade econômica.

Assim, a ocupação da região está em expansão, a retirada da vegetação ocorre

ano após ano e a fiscalização é ineficiente. Neste contexto, dados e informações são fundamentais para auxiliar na explicação dos problemas identificados na região. Particularmente na Amazônia Legal, cujo principal bioma possui extensão continental, as análises por geotecnologias são pertinentes, pois possibilitam a visão sinóptica das paisagens favorecendo a compreensão de dinâmicas regionais de clima e de ocupação humana.

## 2. Metodologia

O trabalho foi realizado a partir de revisão bibliográfica e busca na rede mundial de computadores. Nesse sentido, buscaram-se dados e informações cartográficas disponibilizadas para o público em geral nos *sites* dos órgãos de governo dos estados que compõe a região da Amazônia Legal. Os mapas temáticos foram estruturados em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG) a partir de regras de semiologia gráfica da cartografia temática. Para tal empregou-se o software *MapWindow® GIS*, que é disponibilizado gratuitamente pela Universidade Estadual de Idaho, Estados Unidos.

Os quantitativos de municípios por estados foram derivados da malha municipal relativa ao ano de 2007 (IBGE, 2007).

## 3. Fontes digitais de dados geoespaciais sobre a amazônia legal

A história da aquisição sistematizada de dados geoespaciais na Amazônia iniciou-se a partir da década de 1970, conforme

demonstrado na figura 2 a seguir, o que segundo a Diretoria de Serviço Geográfico (DSG) do Exército Brasileiro, não impediu a região, ainda hoje, de apresentar vazios cartográficos. O projeto de destaque na década de 1970 foi o Radar na Amazônia (RADAM), que tinha o objetivo de mapear, utilizando sensor radar de visão lateral uma área de 1.500.000 km<sup>2</sup>, na faixa de influência da rodovia Transamazônica.

Contudo, no ano de 2008 o Governo Federal, através do Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República, por intermédio da Portaria nº 07 de 09 de junho de 2005, apresentou o projeto para elaborar a proposta de Levantamento Estratégico Integrado para a Amazônia, com o objetivo de cobrir vazios cartográficos desta região. O projeto, formulado na escala de 1:100.000, é coordenado pelo Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia (CENSIPAM) e está em processo de execução.

Os projetos mais significativos de aquisição de dados e informações geoespaciais na Amazônia Legal são realizados pelo Governo Federal através do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Destaca-se neste sentido, o PRODES, que faz o monitoramento sistemático do desflorestamento da Amazônia, utilizando imagens de Sensoriamento Remoto e técnicas de Processamento Digital de Imagens (PDI); o DETER, que é o Plano de Combate ao Desmatamento da Amazônia do Governo Federal; o PROARCO, que é o Programa de Monitoramento de Queimadas e Prevenção e Controle de Incêndios Florestais no Arco do Desflores-

tamento na Amazônia e o GEOMA, que é a rede cooperativa de pesquisas cujo objetivo é desenvolver modelos para avaliar e prever cenários de sustentabilidade para a região Amazônica.

Porém, não é apenas por meio do INPE que dados e informações geoespaciais sobre a Amazônia Legal brasileira poderão ser acessados e obtidos. Várias outras instituições, vinculadas aos governos federal e estadual, distribuem dados em escalas diversas. Nos próximos parágrafos desta seção apresentaremos alguns exemplos desta distribuição, sem a pretensão de mostrar todas as instituições e bases governamentais disponíveis na *web*. A intenção é discutir sobre a existência de significativo volume de dados à disposição da sociedade, sobretudo para os gestores públicos, propor comportamento crítico a respeito da qualidade desta massa de dados e refletir sobre oportunidades de uso.

O Ministério do Meio Ambiente (MMA) apresentou a Base Cartográfica Digital na escala de 1:100.000, estruturada para atender o planejamento estratégico da Amazônia, diminuir as incertezas geográficas para o monitoramento e para a fiscalização das atividades antrópicas. O projeto do MMA foi resultado de uma parceria com o Ministério da Defesa, Exército Brasileiro, através da Diretoria de Serviço Geográfico (DSG), Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Secretarias Estaduais de Meio Ambiente, Secretarias Estaduais de Planejamento, Municípios da Amazônia Legal e Banco Mundial.

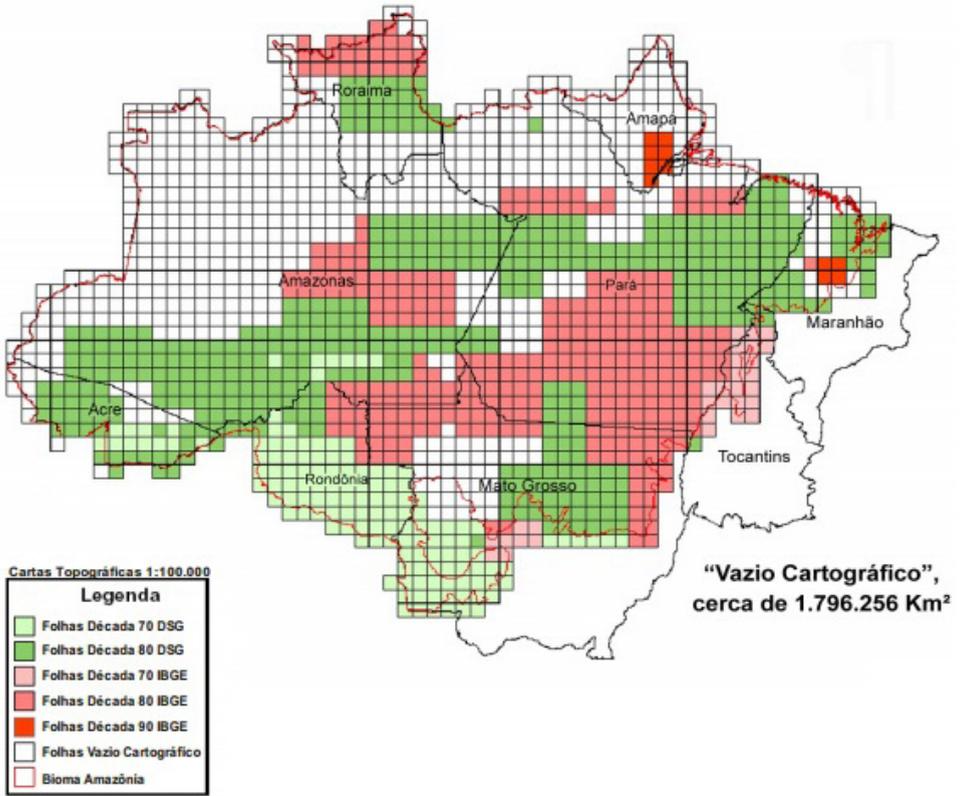


Figura 2. Vazios cartográficos na escala 1: 100.00 na Amazônia Legal. Fonte: DSG/IBGE (apud BRASIL, 2008)

Com a criação da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais, por meio dos geo serviços providos pelo Portal SIG Brasil é possível acessar dados de diversas instituições públicas tais como Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); Agência Nacional de Águas (ANA); Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA); CENSIPAM; Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA); Ministério da Saúde (MS); Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio

Exterior (MDIC); dentre outros. Dados e metadados geoespaciais, cuja extensão espacial cobre a área geográfica da Amazônia Legal brasileira, produzidos por instituições do governo federal, estão acessíveis pela Internet, via Portal SIG Brasil, e podem ser usados pelos gestores municipais e estaduais na Amazônia Legal.

É importante esclarecer que embora o Portal SIG Brasil seja sugerido como a porta de entrada do interessado em obter dados e informações geoespaciais no

Brasil, várias instituições proporcionam a oportunidade de o usuário buscar o dado diretamente em seus sites. Iniciativa de destaque na distribuição de dados geoespaciais, para exemplificar a possibilidade de acesso direto ao dado, pode ser encontrada no sítio institucional do Serviço Geológico do Brasil (CPRM). A CPRM oferece acesso aos dados coletados e documentos produzidos pela instituição. O banco de dados Geobank também pode ser consultado livremente por meio da Internet.

Outra base de dados importante é a do Sistema Nacional de Informações das Cidades, que está disponível através do portal do Ministério das Cidades. Também no Ministério das Cidades foi colocado em prática um projeto de distribuição de imagens de alta resolução para municípios brasileiros.

Os governos estaduais iniciaram os processos de distribuição de dados e informações geoespaciais na Internet, e hoje se revelam como fontes digitais de dados sobre a Amazônia. Nos estados da Amazônia Legal, geralmente os dados geoespaciais são apresentados em forma de base cartográfica. Para alguns estados, estes dados são organizados pela Secretaria de Planejamento, já em outros pela Secretaria de Meio Ambiente. Nem todos os estados da região dispõem de departamentos e/ou equipes especializadas em geoprocessamento.

Desta forma, observou-se que o estado do Acre, que possui 22 municípios, conta com um Laboratório de Sensoriamento Remoto ligado a Fundação de Tecnologia do Acre (FUNTEC), que dis-

ponibiliza dados geoespaciais sobre o estado. A partir do *site* identificou-se a disponibilização de cartas imagem municipais até o ano de 2007. Segundo o *site* FUNTEC compete à Unidade Central de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, armazenar, integrar, gerenciar, atualizar e disponibilizar a base de dados gerada no âmbito do Zoneamento Ecológico Econômico, bem como realizar estudos, pesquisas e projetos referentes aos aspectos cartográficos, territoriais, desmatamentos, cobertura de solos, processamento de imagens, estatísticos e temas afins, no âmbito do estado do Acre.

Ainda segundo a FUNTEC a Unidade Central de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto estão ligada à Secretaria de Estado de Desenvolvimento, Ciência e Tecnologia (SDCT), Secretaria de Estado de Meio Ambiente (SEMA), Secretaria de Estado de Planejamento (SEPLAN), Instituto de Terras do Acre (ITERACRE) e Instituto de Meio Ambiente do Acre (IMAC).

Assim, em consulta ao *site* da SEMA o usuário pode ter acesso ao conteúdo do Zoneamento Econômico Ecológico (ZEE) do Acre. Ao consultar o *site* ITERACRE identificou-se dados na sua área de atuação, assim também no site do IMAC. No entanto, segundo o governo do estado, através da Unidade Central de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, pretende-se disponibilizar toda a Base Topográfica e demais produtos gerados a partir dela em um servidor de mapas que poderá ser acessado pelos usuários da rede mundial de computadores, organizados em níveis de acesso, onde o pró-

prio usuário poderá elaborar seu *layout*, imprimir e fazer *download* de arquivos vetoriais e *raster*.

O estado do Amapá possui 16 municípios. A partir do site da SEPLAM do Amapá foi possível identificar a disponibilização de dados do Anuário Estatístico até o ano de 2010. O anuário revela dados estatísticos que mostram situações física, territorial, demográfica, econômica, infraestrutura, social e administrativa do Estado.

O estado do Amazonas possui 62 municípios, a maior área entre os sete estados da Região Norte. A SEPLAN do estado do Amazonas, através do Decreto nº 31458 de 25 de julho de 2011, criou o Núcleo de Geoprocessamento. Segundo a SEPLAN (2014) este núcleo tem importância estratégica no âmbito do governo, agregando uma base de dados geográfica corporativa, auxiliando em diversas frentes no processo de tomada de decisão. O Instituto de Desenvolvimento Agropecuário do Estado do Amazonas (IDAM) possui também um núcleo de Geoprocessamento, que realiza atividades de cadastro Ambiental Rural (CAR); Planos de Manejo Florestal Sustentável em Pequena Escala (PMFSPE); Ações de fomento às cadeias produtivas e Georreferenciamento de dados estatísticos. Destaca-se ainda a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SDS) que disponibiliza mapas temáticos do Zoneamento Ecológico Econômico.

O estado do Pará possui 143 municípios, sua base cartográfica está disponível no site da Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SEMA). Os dados obti-

dos estão em formato *shapefile* (formato de arquivo vetorial proposto pela ESRI, empresa norte-americana especializada em geotecnologias), acompanhado da extensão da projeção geográfica dos dados. A partir do arquivo digital foi possível identificar dados e informações quilombolas, terras indígenas, áreas militares, malha viária municipal, drenagem em escala de semidetalhe, dentre outros. Esses dados, à escala dos municípios, são importantes, pois permitem aos prefeitos traçarem estratégias de ação no que diz respeito ao ordenamento e reordenamento territorial.

O estado de Rondônia possui 52 municípios e foi o primeiro da Região Norte a implementar o Zoneamento Sócio-Ecológico-Econômico (ZSEE), no final dos anos de 1980. O ZSEE foi resultado da parceria do estado com consultores da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) e do Banco Mundial, na escala de 1:1.000.000. A partir desta versão do ZSEE, o governo de Rondônia realizou uma nova aproximação, ampliou o nível de detalhe para escala 1:250.000. Essa segunda versão do ZSEE é a vigente e utilizada no estado. Por meio do site da SEDAM é possível obter o conteúdo das mídias com os dados produzidos durante a elaboração do ZSEE.

Observa-se iniciativa relevante da SEDAM, a partir da criação da Coordenadoria de Geociência (COGEO). A Coordenadoria está dividida em gerências, das quais se destaca a Divisão de Informações Geoespaciais, a Gerência de Geoprocessamento, a Divisão de Sensoriamento Remoto e a Gerência de Cartografia, que

segundo a SEDAM controlará a divulgação dos produtos cartográficos da respectiva gerência.

O estado de Roraima possui 15 municípios, e possui um Sistema de Gestão Estratégica do Território (SIGET). Segundo o SIGET (2014), Roraima é o primeiro estado da Amazônia Legal a ter homologada pelo IBGE sua base cartográfica contínua. O sistema utiliza *software livre* e reúne em um banco de dados único e integrado todas as informações importantes relativas ao estado e foi estruturado pelo Centro de Geotecnologia, Cartografia e Planejamento Territorial (CGPTERR) de Roraima em 2006, a partir da parceria com diversos órgãos federais. O SIGET foi elaborado com base no sistema *i3GEO*, que é um *software livre* para criação de mapas interativos e geoprocessamento.

O estado do Tocantins possui 139 municípios e é um dos estados da Região Norte com melhor estrutura de disponibilização de dados e informações geoespaciais. A partir do site da SEPLAN o usuário tem acesso aos dados de unidades de conservação, áreas prioritárias e potenciais para conservação ambiental, corredor ecológico, terras indígenas; atrativos turísticos; sítios científicos de interesse turístico; bacias hidrográficas; imagens de satélites CBERS e LANDSAT; compartimentação geoambiental, declividade, dentre outros. O Tocantins também possui um sistema na *web*.

Parte do estado do Maranhão faz parte da região geoeconômica Amazônia Legal. O Maranhão possui 217 municípios e ocupa área de 331.983 km<sup>2</sup> e em consulta

ao site da Secretaria de Planejamento e de Meio Ambiente não se identificou referência para aquisição de dados geoespaciais.

O estado do Mato Grosso possui 141 municípios, com população estimada para 2013 em 3.182.113 habitantes, ocupa área de 903.366,192 km<sup>2</sup>. A SEPLAN-MT disponibiliza alguns dados geográficos em formato pdf. Alguns dados estão dispersos pelas agências de estado, como por exemplo, os dados digitais das unidades de conservação disponíveis no site da Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SEMA-MT). Inclui no site da SEMA o SIG-MT. Segundo a SEMA-MT (2014), o Sistema de Informações Gerenciais de Mato Grosso (SIG-MT) é um concentrador de informações obtido do ambiente governamental e transformado em informações consistentes e atualizadas com o objetivo de retirar conhecimento relevante aplicável que trará resultados tanto a curto quanto a médio e longo prazo, amparando os tomadores de decisão e oportunizando a transparência da administração pública do estado do Mato Grosso junto à sociedade. O organograma do SIG está disponível na rede mundial de computadores, mas não se identificou sua atualização e não se conseguiu realizar análises espaciais como o sistema do governo de Roraima. Assim, acredita-se que o sistema ainda está em implantação, mas os dados e informações podem ser solicitados ao gestor do sistema.

Obviamente que possuir dados geoespaciais não é condição para um estado aplicar de forma satisfatória suas polí-

ticas sociais, econômicas e ambientais. Mais do que dados e informações os municípios precisam de políticas orientadas aos interesses da coletividade. Mas é certo, que tomar decisão a partir de informações confiáveis e atuais reduz a possibilidade de erros quando da aplicação de políticas públicas bem intencionadas. Além disso, quando os dados e informações geográficas estão ao alcance da comunidade, prefeituras, escolas e universidades podem se apropriar deste recurso e usá-lo no incentivo à difusão e aplicação das geotecnologias, que fazem parte do ensino fundamental e médio em outros países. Por exemplo, em Portugal estudantes matriculados no ensino médio recebem formação em geotecnologias e manuseio de dados geoespaciais a partir de SIG's gratuitos. No Brasil uma experiência do INPE busca formar professores dos níveis fundamentais e médios para uso de sensoriamento remoto aplicado ao ensino.

#### **4. A qualidade dos dados geoespaciais**

Se por um lado a distribuição de dados geoespaciais oficialmente produzidos por instituições públicas está sendo benéfica e poderá contribuir para a gestão de estados e municípios, por outro lado, na esteira da divulgação no ambiente da Internet surgem as preocupações com a qualidade dos dados. Weber *et al.* (1999) já discutiam a qualidade de dados geoespaciais em relatório de pesquisa sobre padrões internacionais de metadados. A qualidade é uma característica de extre-

ma importância quando da utilização dos dados espaciais (Weber *et al.*, 1999).

A norma ISO 19157:2013, substituiu as normas ISO 19138:2006, ISO 19114:2003 e 19113:202, e especificou diversos elementos de qualidade para dados geoespaciais. No cenário nacional, a Diretoria de Serviço Geográfico (DSG) do Exército Brasileiro trabalha no sentido de concluir a Especificação Técnica de Produtos de Conjunto de Dados Geoespaciais (ET-PCDG).

Rosette e Menezes (2003) discutiram erros comuns na cartografia temática. Para os autores mencionados, diversos erros são comuns neste tipo de mapeamento, tais como erros de topologia, problemas de escala, excesso ou insuficiência de informação, problemas de projeção cartográfica, erros no georreferenciamento de imagens, dentre outros. Ariza (2002) também discorreu sobre erros no trato dos dados geoespaciais, argumentando que erros podem ocorrer em diversas etapas, desde a fase de modelagem, passando pela coleta, conversão, armazenamento, manipulação, apresentação e uso dos resultados.

Os dados atualmente disponíveis por meio dos sites de instituições federais e estaduais permitem a realização de análises espaciais, com a aplicação de diversas técnicas e uso de variadas ferramentas computacionais. Entretanto, não é raro observar problemas de qualidade que podem interferir nos resultados obtidos e comprometer o uso de tais informações nos processos decisórios. Parte do volume de dados disponíveis na *web* apresenta erros e/ou está desatualizado.

O caso do Acervo Técnico do Zoneamento de Rondônia é emblemático e, didaticamente, pode ser usado para ilustrar tais limitações. Apesar do volume de dados estarem integralmente disponível na Internet pelo *site* da SEDAM/RO (equivalente ao armazenamento realizado em 34 mídias *compact disk* - CD), os dados estão em formatos heterogêneos, alguns deles exigem conversões complexas e não são fáceis de serem manipulados. Uma investigação profunda no conjunto de dados revelará que os dados são divergentes entre os diversos temas e apresentam várias inconsistências.

A adoção de formatos de dados proprietários fechados por vezes impossibilita o uso em sistemas SIG e aniquilam as possibilidades de realização de análise espacial. De igual forma, a opção por formatos de dados acessíveis e visíveis apenas por um *software* específico reduz significativamente as oportunidades de apropriação e uso por parte dos potenciais usuários.

Outra observação quanto aos dados disponíveis no ambiente *web*, que possuem relação direta com a qualidade, referem-se ao fato de que diversos dados e informações não dispõem de metadados. Não obstante, os metadados desempenham papel de extrema importância, pois orientam os usuários quanto aos aspectos de uso dos dados, indicando não apenas suas características técnicas principais, mas também as limitações existentes.

O Perfil Metadados Geoespaciais do Brasil (MGB) resultou dos esforços conduzidos no âmbito do Comitê de Es-

truturação de Metadados Geoespaciais (CEMG), da Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR). A versão inicial, que na sua elaboração contou com contribuições de representante de organizações que constituem o Sistema Cartográfico Nacional, foi submetida à consulta pública e foi aprimorada no CEMG até a homologação da versão em novembro de 2009. O perfil MGB, definido como norma pela Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR) prevê a necessidade de se documentar a qualidade dos dados, considerando informações qualitativas e quantitativas.

As informações qualitativas previstas no perfil MGB dizem respeito a linhagem do dado, ou conforme descrito no perfil, a informação sobre os processos ou dados de base utilizados na construção dos dados especificados no âmbito, ou declaração relativa à ausência de conhecimento sobre o histórico. As informações quantitativas referem-se aos testes aplicados aos dados, e referem-se às seguintes medidas de qualidade descritas no perfil MGB: a) completude: presença ou ausência de entidades, dos respectivos atributos e relações; b) consistência lógica: grau de aderência a regras lógicas de estruturação dos dados, definição de atributos e relações; c) exatidão posicional: exatidão na posição das entidades; d) exatidão temporal: exatidão dos atributos temporais e relações temporais entre entidades; e) exatidão temática: exatidão de atributos quantitativos e correção de atributos não-quantitativos e da classificação de entidades e das suas relações.

De forma complementar, é relevante discutir as escalas dos dados disponíveis. Neste sentido é útil considerar os níveis escalares propostos por Silva (2001): local, intermunicipal, regional ou nacional, e global. O detalhamento fornecido em cada nível é crucial para se determinar a aplicabilidade do dado. Em outras palavras, os dados em grandes escalas são extremamente úteis na escala local e, portanto, de grande valia no tratamento das questões no município. Por outro lado, as análises à escala local, dificilmente fornecerão subsídios para compreensão da dinâmica regional, cuja necessidade existirá para dados na escala intermunicipal ou mesmo regionais, ao passo que a obtenção de dados em grandes escalas, para regiões geográficas extensas, poderia tornar-se muito custosa.

Apesar dos programas de monitoramento e disponibilização de dados da Amazônia Legal, nem sempre os dados são aplicados às análises à escala local, pois não são devidamente apropriados. Dados e informações geoespaciais sobre a Amazônia Legal são adquiridos diariamente, contudo, por vezes em escala incompatível com as abordagens locais, ou ao nível do município. Por exemplo, municípios nem sempre levam em conta os dados do INPE nas suas políticas de ordenamento e reordenamento do território, porém, os dados disponibilizados pelo INPE precisam ser analisados à escala local, pois são produzidos à escala regional.

Alguns dados são desconhecidos, portanto subutilizados e outros não apresentam qualidade adequada. À escala do

município alguns dados são inexistentes, por exemplo, os dados atualizados de malha viária e hidrografia, que são importantes no processo de planejamento ambiental.

Em detrimento da importância dos dados geoespaciais no processo decisório das administrações públicas municipais, é notável que nem todos os municípios da Amazônia dispõem de dados disponíveis, e poucas ou insuficientes são as iniciativas para superar as deficiências existentes.

## **5. A INDE como modelo para infraestruturas municipais e estaduais de dados espaciais**

No tocante ao compartilhamento de dados e informações geoespaciais a iniciativa mais relevante foi a criação da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), instituída pelo Governo Federal por meio do Decreto 6.666 de 27 de novembro de 2008. A definição da INDE, especificada no seu decreto de criação, representa uma visão moderna ao nomear o conjunto integrado de tecnologias, políticas, mecanismos e procedimentos de coordenação e monitoramento, padrões e acordos, necessário para facilitar ordenar a geração, o armazenamento, o acesso, o compartilhamento, a disseminação e o uso dos dados geoespaciais de origem federal, estadual, distrital e municipal com a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais.

Por outro lado, na perspectiva prática do usuário da geoinformação, a INDE pode ser entendida como uma rede de

intercâmbio de dados e informações que reúne instituições públicas produtoras de dados e informações geoespaciais. Os seguintes objetivos descritos no artigo 1º do Decreto 6.666 são: promover o adequado ordenamento na geração, no armazenamento, no acesso, no compartilhamento, na disseminação e no uso dos dados geoespaciais de origem federal, estadual, distrital e municipal, em proveito do desenvolvimento do país; promover a utilização, na produção dos dados geoespaciais pelos órgãos públicos das esferas federal, estadual, distrital e municipal, dos padrões e normas homologados pela Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR); e evitar a duplicidade de ações e o desperdício de recursos na obtenção de dados geoespaciais pelos órgãos da administração pública, por meio da divulgação dos metadados relativos a esses dados disponíveis nas entidades e nos órgãos públicos das esferas federal, estadual, distrital e municipal.

Ainda de acordo com o decreto de instituição da INDE, o Diretório Brasileiro de Dados Geoespaciais (DBDG), gerido pelo IBGE, é o elemento que agregará os interessados na geoinformação. O DBDG refere-se ao sistema de servidores de dados, distribuídos na rede mundial de computadores, capaz de reunir eletronicamente produtores, gestores e usuários de dados geoespaciais, com vistas ao armazenamento, compartilhamento e acesso a esses dados e aos serviços relacionados (Figura 3).

De forma semelhante, também previsto no decreto supramencionado, destaca-se o Portal Brasileiro de Dados

Geoespaciais, ou Sistema de Informações Geográficas do Brasil (SIG Brasil), por onde são dispostos os recursos do DBDG para publicação ou consulta sobre a existência de dados geoespaciais, bem como para o acesso aos serviços relacionados.

Dentre as premissas mais relevantes no contexto da criação e implantação da INDE no Brasil destacam-se o incentivo ao uso do *software* livre e de código aberto; a observância dos padrões de interoperabilidade da arquitetura *e-Ping* e de acessibilidade do *e-Mag*; e a adoção dos padrões de interoperabilidade do *Open Geospatial Consortium* -OGC.

No campo das geotecnologias, a diversidade de *softwares* livre e de código aberto pode apoiar as organizações desde a coleta dos dados, passando pela manipulação de dados vetoriais e matriciais, até a distribuição das informações em ambiente *web*. Se em anos anteriores o que mais despertava atenção nos interessados no uso deste tipo de *software* era a inexistência de custos de licenciamento, atualmente não raras são as situações onde as geotecnologias livres são adotadas em projetos complexos por apresentarem vantagens sobre as soluções proprietárias tais como flexibilidade para se adaptar às necessidades do projeto/instituição; boa documentação disponível online e em diversos idiomas; desempenho superior e maior aderência aos padrões de interoperabilidade.

Relativamente à interoperabilidade, a arquitetura *e-PING* (Padrões de Interoperabilidade de Governo Eletrônico) definem um conjunto mínimo de premissas, políticas e especificações técnicas que

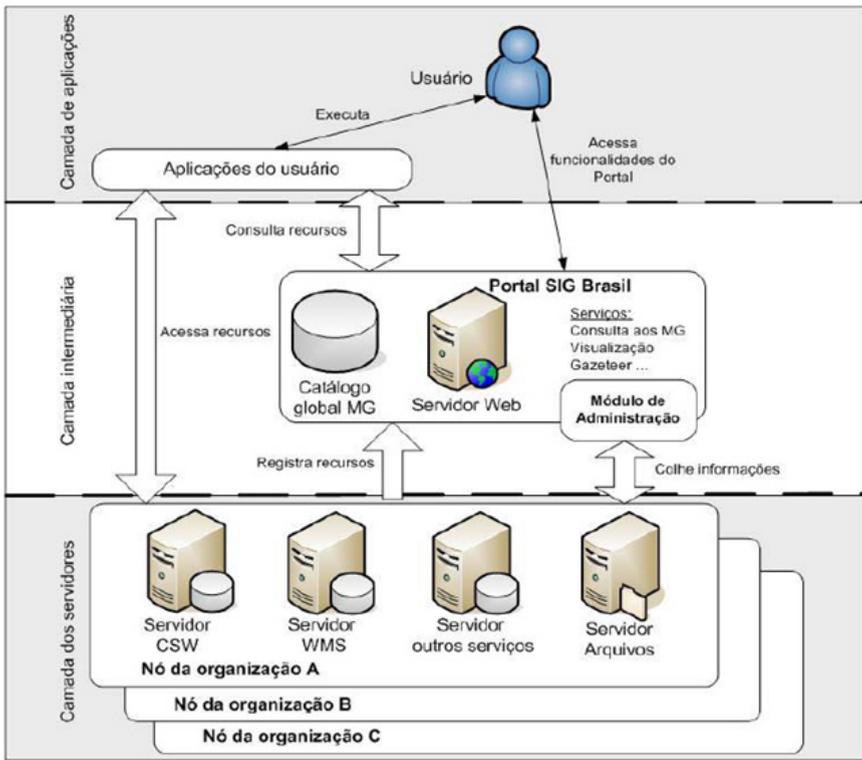


Figura 3. Diagrama conceitual do DBDG. Fonte: Brasil, 2010

regulamentam a utilização da Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) na interoperabilidade de serviços de governo eletrônico, estabelecendo as condições de interação com os demais poderes e esferas de governo e com a sociedade em geral (Brasil, 2014). Complementarmente, no caso de dados geoespaciais o consórcio OGC especificou diversos padrões que garantem a interoperabilidade entre sistemas e favorecem o intercâmbio dos dados e informações.

O uso dos serviços *web* baseados nos padrões OGC, tais como WMS (*Web Map Service*); WFS (*Web Featured Service*);

WCS (*Web Coverage Service*) e CSW (*Catalog Service Web*); potencializam a troca de dados e informações entre instituições e usuários de geoinformação. Permitem que um maior número de interessados possam acessar as bases de dados, democratizando o acesso à informação e deixando o usuário à vontade para usar o software que melhor lhe convier.

Em relação ao armazenamento dos dados geoespaciais, as tecnologias propostas para implantação dos nós da rede INDE suportam a criação dos bancos de dados espaciais. Ao contrário das ultrapassadas arquiteturas para bancos de

dados, que previam o armazenamento de dados alfanuméricos separadamente da geometria dos objetos, modernos sistemas gerenciadores de bancos de dados oferecem formas de armazenamento integradas, e compatibilidade com padrões OGC para armazenamento e manipulação de dados, com destaque para as soluções livre e de código aberto. Essa tecnologia é de fundamental importância nos projetos de integração de dados oriundos de várias secretarias e/ou departamentos de uma mesma instituição, ou entre organizações diversas.

Com base na arquitetura proposta para a INDE, é possível discutir a criação de infraestruturas locais para dados espaciais, por exemplo, nas esferas municipal e estadual. Obviamente, tal proposição é factível de ser discutido mesmo se considerarmos que a INDE do Brasil já dispõe de condições técnicas e gerenciais para hospedar dados oriundos de municípios e estados da Amazônia brasileira.

As infraestruturas locais podem ser alternativas viáveis para a gestão de dados e informações geográficas, que facilitam a análise territorial e ambiental em municípios e estados da Amazônia Legal. Este tipo de ferramenta de suporte à tomada de decisão já é realidade até mesmo nos países mais pobres da Europa.

Acredita-se que a gestão, distribuição e uso de dados e informações geoespaciais em estados e municípios da Amazônia podem ser melhorados e potencializados com a implantação de IDEs locais que seguem os mesmos preceitos da INDE. Os objetivos da INDE, quando considerados no escopo dos municípios, por exemplo,

são totalmente factíveis e racionalmente justificáveis. Tomando como exemplo as prefeituras que normalmente produzem seus próprios dados geoespaciais, quer seja por meio de recursos técnicos e de pessoal próprios, ou por meio de contratação de empresas especializadas, a IDE local aparece como alternativa para integrar dados e informação e divulgá-los em todos os setores da administração pública municipal.

Mesmo se considerarmos que uma determinada prefeitura, sobretudo no caso dos municípios pouco desenvolvidos economicamente, pode não ser necessariamente uma produtora de dados geoespaciais, não raro são usuárias de dados geoespaciais produzidos por outras instituições. Neste caso, por meio dos serviços web previstos nas especificações OGC, a administração pública se beneficiará em usar a IDE como um elemento integrador e facilitador de acesso a outras IDE, sejam eles municipais, estaduais, regionais e nacionais.

A implantação de uma IDE local poderá impactar positivamente também na manutenção de uma base de dados consistente em escala local. A ineficiência de instituições públicas em manterem seus dados atualizados e disponíveis, infelizmente, é uma realidade nacional. Entretanto, implantar a IDE pressupõe o estabelecimento de requisitos mínimos de operação, acordos explícitos para o compartilhamento de dados e informações e regras para a distribuição dos dados na web. A necessidade de discutir e observar estas ações vinculadas à implantação da IDE local poderá contribuir para melho-

rar a eficiência das instituições, que até então trabalhavam isoladamente para planejar, produzir, distribuir e utilizar dados geoespaciais, mas que na IDE encontrarão ambiente favorável para o trabalho integrado.

O sentimento de propriedade sobre o dado, tão comum em técnicos que atuam em setores especializados e fechados para obtenção e tratamento de dados geoespaciais, provavelmente será modificado, uma vez que o foco passará a serem os possíveis usuários e usos dos dados e informações. Assim, os técnicos envolvidos tendem a tomar consciência de que toda a infraestrutura instalada tem como único objetivo prover dados e informações para todos os potenciais usuários da geoinformação, passando a atuarem como atores ativos no processo de distribuição de dados geoespaciais.

## **6. Aplicações às pesquisas geográficas**

Apesar de servir às pesquisas geográficas de um modo geral, as geotecnologias são comumente associadas às pesquisas mais voltadas para a geografia física. Neste ramo da Geografia, abundantes são os relatos que descreveram o uso de dados e informações geoespaciais, incluindo aqueles disponíveis em fontes digitais online, como base para análises diversas. A distinção entre estudos físicos e humanos na Geografia gerou debates acalorados, não sendo objetivo aqui discuti-los, pois parte-se do princípio que esta discussão empobrece o pensamento geográfico. Antes disso, impõe-se um profundo

questionamento relativo ao estatuto da geografia contemporânea frente às novas dimensões do espaço e aos graves problemas sociais que se materializam na superfície terrestre (Mendonça, 2009).

Defende-se uma abordagem onde a Geografia Socioambiental aliada às geotecnologias seja encarada como contribuições metodológicas às análises na Amazônia. Tal proposição é resultante da reflexão de que a pesquisa na Geografia encontra recursos teóricos-metodológicos nas geotecnologias capazes de enriquecer as discussões das questões socioambientais que se materializam na superfície terrestre nesta região brasileira.

Segundo Rodrigues (2001), grande parte do arcabouço teórico-metodológico da geografia física é frequentemente negligenciado pelos teóricos da Geografia, principalmente mediante as necessárias, porém arrasadoras, críticas ao seu pragmatismo, utilitarismo e cientificismo. Com isso, reconhecendo a crítica, entende-se que tal postura radical empobrece a produção geográfica que tem papel na análise integradora da superfície terrestre e são recorrentes nos estudos geográficos e ambientais, especialmente a partir das contribuições das geotecnologias, que ocorreu a partir do postulado filosófico neopositivista, com a utilização da matemática, estatística e das abordagens sistêmicas. Reconhece-se ainda que as geotecnologias serviram à expansão do domínio das grandes potências capitalistas sobre as paisagens terrestres, e o cientificismo por algum tempo serviu a propósitos não apenas científico. Essa característica de servir ao poder imperia-

lista não é recente, pois está amplamente discutido o desenvolvimento histórico da Geografia como estímulo ao colonialismo e o imperialismo, que deu ao estudo geográfico, no final do século XIX, e foram mostrados por geógrafos e organizações geográficas, que fez muito para incentivar o desenvolvimento dos impérios ultramarinos (Hudson, 1972).

Apesar dos reconhecidos propósitos clássicos da Geografia e das contribuições metodológicas das geotecnologias é inegável, nos estudos socioambientais recentes, seu ganho de qualidade e agilidade na análise da dinâmica de apropriação das paisagens de ocupação ainda em curso, dos quais se destaca o bioma amazônico. Reconhece-se também que os estudos socioambientais, a partir das geotecnologias, por si não configuram instrumentos eficazes para controle das pressões antrópicas sobre as paisagens terrestres, mas as revelam de forma fidedigna.

Não se identificou uma associação clara e única da renovação da Geografia a partir das geotecnologias, no entanto, Moraes (1994) destacou um movimento de renovação que se ocupou da procura por técnicas novas para a análise geográfica. Adicionalmente, Moraes (1994) discorreu sobre a necessidade de buscar instrumentais adequados ao momento dos levantamentos de campo. Conclui-se então que a aplicação das geotecnologias sem dúvida veio a calhar os anseios de matematizar esta ciência, especialmente com discussões do comprometimento ambiental que, segundo Mendonça (2009), encontrou-se fortemente marca-

da pelo debate no último quarto do século XX, que repercutiu de maneira integral no escopo do conhecimento geográfico. Foi neste período também os maiores investimentos na corrida espacial, que resultou na consolidação de diversos programas de sensoriamento remoto no mundo, dos quais se destaca o programa norte-americano, chinês, indiano, europeu, e brasileiro.

A consolidação das geotecnologias na Geografia e consequentemente na pesquisa ambiental encontrou força e difusão, como sugerido, também nos últimos anos do século XX. Essa consolidação foi sem dúvida herança do RADAM Brasil, que foi o principal projeto de reconhecimento dos recursos naturais do território brasileiro a partir de geotecnologias. O projeto foi patrocinado pelo governo norte americano, através de sua Agência Espacial, a NASA.

Na Amazônia o projeto RADAM levantou inicialmente os recursos naturais ao longo da Rodovia Transamazônica, para posteriormente ser ampliado para a totalidade da Amazônia Legal. Parece desnecessário mencionar e até repetitivo, mas este projeto serviu à expansão do capital a partir da potencialização dos recursos naturais no território brasileiro, como anteriormente sugerido. Obviamente que alguns discursos vão defender que o projeto poderia servir ao desenvolvimento sustentável, se é que ele é possível e que foi apresentado ao mundo na década de 1970. Fato é que o desenvolvimento tecnológico presenciado com o RADAM não serviu a preservação, ao contrário, se preocupou em

dar visibilidade aos recursos naturais, que foram potencializados, mercantilizados, em fim, explorados, mas esta é uma discussão para outra oportunidade. Obviamente que o projeto RADAM Brasil contribuiu para a formação de uma mão de obra especializada em geotecnologias, que foi incorporada ao IBGE.

É factível, portanto, concluir que o volume de dados e informações geoespaciais, produzidos e distribuídos gratuitamente na Internet por instituições governamentais brasileiras, podem ser manipulados com ferramental das geotecnologias e apoiar as mais diversas análises, em todos os campos da Geografia. Numa perspectiva mais ousada, as análises geográficas podem ser enriquecidas com o uso deste volume de dados geoespaciais, quando devidamente apropriado pelos geógrafos e adequadamente tratados com as geotecnologias.

## 7. Referencias citadas

- ARIZA, F. J. 2002. **Calidad en la producción cartográfica**. Editora RA-MA. Madrid-España. 424 p.
- BRASIL. 2014. *E-PING Padrões de Interoperabilidade de Governo Eletrônico*. Documento de Referência. Ministério do Planejamento. Disponível em <http://www.governoeletronico.gov.br/biblioteca/arquivos/documento-da-e-ping-versao-2014/>. [Acesso em fevereiro 27, 2014].
- BRASIL. 2010. *Plano de Ação para Implantação da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais*. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Comissão Nacional de Cartografia. Disponível em: <http://www.concar.ibge.gov.br/arquivo/PlanoDeAcaoINDE.pdf>. [Acesso em março 20, 2014].
- BRASIL. 2008. *Projeto Cartografia da Amazônia - Documento de Referência*. Presidência da República. Casa Civil. Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia. Disponível em: [http://www.sipam.gov.br/dmdocuments/cartografia\\_versao\\_final.pdf](http://www.sipam.gov.br/dmdocuments/cartografia_versao_final.pdf). [Acesso em fevereiro 26, 2014].
- FEARNSIDE, P.M. 1979. *Desenvolvimento da floresta amazônica: problemas prioritários para a formulação de diretrizes*. **Acta Amazônica**. 9 (4): 123-129.
- FEARNSIDE, P. M. 1980. *Os efeitos das pastagens sobre a fertilidade do solo na Amazônia Brasileira: consequências para a sustentabilidade de produção bovina*. **Acta Amazônica**. 10 (1): 119-132.
- GUTBERLET, J. 2002. *Zoneamento da Amazônia: uma visão crítica*. **Revista Estudos Avançados**. 10 (46): 157-174.
- HUDSON, B. 1972. *The new geography and the new imperialism: 1870-1918*. **Antipode**, 9 (2): 12-19.
- IBGE. 2007. *Malha Digital Municipal 2007*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default\\_prod.shtm#TERRIT](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default_prod.shtm#TERRIT). [Acesso em fevereiro 12, 2014].
- IMAZON. 2013. *Linha do tempo: Entenda como ocorreu a ocupação da Amazônia*. Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia. Disponível em: <http://www.imazon.org.br/imprensa/imazon-na-midia/linha-do-tempo-entenda-como-ocorreu-a-ocupacao-da>. [Acesso em dezembro 28, 2013].
- LEMOS, A. L. F. 2010. *Desmatamento na Amazônia Legal: evolução, causas, monitoramento e possibilidades de mitigação*

- através do Fundo Amazônia*. Instituto de Florestas. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Monografia de Bacharelado em Engenharia Florestal. Seropédica. Brasil. 33 p.
- MENDONÇA, F. A. 2009. Geografia Socioambiental. En: MENDONÇA, F. A. e S. KOZEL. **Elementos de epistemologia da geografia contemporânea**. 121-144. Editora da UFPR. Curitiba-Brasil.
- MORAES, A. C. R. 1994. **Geografa: pequena historia crítica**. Editora Hucitec. São Paulo-Brasil. 48 p.
- ROSETTE, A. C. e P. M. L. MENEZES. 2003. *Erros comuns na cartografia temática*. Disponível em: [http://www.geocart.igeo.ufrj.br/pdf/trabalhos/2003/Erros\\_Cart\\_Tematica\\_2003.pdf](http://www.geocart.igeo.ufrj.br/pdf/trabalhos/2003/Erros_Cart_Tematica_2003.pdf). [Acesso em fevereiro 24, 2014].
- RODRIGUES, C. A. 2001. *Teoria Geossistêmica e sua contribuição aos estudos geográficos ambientais*. **Revista do Departamento de Geografia**, 14: 69-77.
- SILVA, J. X. 2001. **Geoprocessamento: para a análise ambiental**. Edição do Autor. Rio de Janeiro-Brasil. 366 p.
- SIGET. 2014. *Sistema de Gestão Estratégica do Estado de Roraima – SIGET*. Disponível em: Disponível em: <http://www.siget.rr.gov.br/index.php/noticias/2--uncategorised/7-siget-roraima>. [Acesso em janeiro 12, 2014].
- SEPLAN. 2014. *Secretaria Estadual de Planejamento do Amazonas. Núcleo de Geoprocessamento*. Disponível em: <http://www.seplan.am.gov.br/pagina.php?cod=283>. [Acesso em fevereiro 13, 2014].
- SEMA-MT. 2014. *SIG-MT*. Secretaria de Estado do Meio Ambiente - Mato Grosso Disponível em: <http://www.cepromat.mt.gov.br/index.php/mnu-sig/mnu-sig-sobre>. [Acesso em fevereiro 13, 2014].
- WEBER, E.; ANZOLCH, R.; FILHO, J. L.; COSTA, A. C. e C. IOCHPE. 1999. *Qualidade de Dados Geoespaciais*. Relatório de Pesquisa RHAÉ/CNPq. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Informática. Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação. Porto Alegre-Brasil. 38 p.

Data de culminação: mayo, 2014  
Lugar: Porto Velho (Rondônia) - Brasil