

Catálogo, armazenamento e distribuição dos dados do MacroZEE do Maranhão

Daniel de Castro Vitoria ¹
Davi de Oliveira Custódio ¹
Debora Pignatari Drucker ¹
Mateus Batistella ¹
Edlene Aparecida Monteiro Garçon ¹
Bianca Pedroni de Oliveira ¹
Gustavo Henrique Vasconcellos Rossi ^{1,2}
Elienê Pontes de Araujo ³
Jucivan Ribeiro Lopes ³

¹Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa/CNPM
Av. Soldado Passarinho, 303. CEP 13070-115. Campinas, SP, Brasil
{daniel.victoria, davi.custodio, debora.drucker, mateus.batistella, edlene.garcon,
bianca.oliveira}@embrapa.br

²Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Rodovia D. Pedro I, km 136. CEP 13086-900. Campinas, SP, Brasil
gustavo.rossi91@gmail.com

³Núcleo Geoambiental (NUGEO), Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)
Cidade Universitária Paulo VI – Caixa Postal 09 – São Luís, MA, Brasil
elienepontes@yahoo.com.br, jucivan@yahoo.com

Abstract. According to Brazilian legislation, all federation states belonging to the Legal Amazon region must present an Ecological-Economical Zoning (ZEE) proposal, following the guidelines set forth by the Ministry of the Environment. Such zoning provides the government with tools to support decision making, establish public policies and plans following principals based on sustainability (environment, social and economic). A ZEE can be made at different geographical scales, covering a range of extents from local to national. Embrapa Satellite Monitoring, along with the state of Maranhão, carried out a state level zoning, at the scale of 1:1,000,000, known as Macro Ecological-Economical Zoning (MacroZEE). Many of the procedures used in this effort rely on the use of GIS and Remote Sensing analysis. However, zoning projects are often a multidisciplinary project which requires a diverse team of experts working as a group. Thus, the geospatial databases used must be well documented and organized, to allow group members easy retrieval and access to the data needed. In fact, the Ecological-Economical Zoning guidelines clearly state the importance of using geospatial databases that rely on commonly known technology, easily accessible that include both primary and secondary data utilized in the project, as well as its metadata. Here we present the procedure used to catalog, store and distribute the geospatial database developed for the MacroZEE of Maranhão state.

Palavras-chave: Ecological-Economical Zoning, geodatabase, legal amazon, zoneamento ecológico econômico, banco de dados geográfico, Amazônia legal.

1. Introdução

O zoneamento ecológico-econômico (ZEE) é um instrumento para planejar e ordenar o território, harmonizando as relações econômicas, sociais e ambientais. Demanda um efetivo esforço de compartilhamento institucional, voltado para a integração das ações e políticas públicas territoriais, bem como a articulação com a sociedade civil, integrando seus interesses em torno de um pacto pela gestão do território (BRASIL, 2014a). O ZEE tem sido utilizado como forma de apoio nas decisões de planejamento do desenvolvimento e uso do território nacional de forma sustentável. Para tal, os zoneamentos devem seguir critérios definidos por decretos presidenciais (BRASIL, 2014a; BRASIL, 2014b e BRASIL, 2014c), além de seguir diretrizes metodológicas do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2006, 2014d).

Um ZEE pode ser realizado para diferentes escalas e extensões, abrangendo desde regiões com interesses específicos, como o Zoneamento Ecológico-Econômico da Rodovia BR-163 (VENTURIERI, 2007); estados como o Zoneamento Ecológico-Econômico de Rondônia e estabelecido em legislação estadual (RONDÔNIA, 2000; 2005) até níveis nacionais, como no caso do ZEE da Amazônia Legal (MMA) estabelecido pelo Decreto Federal 7.378/2010 e que também institui a elaboração dos zoneamentos para os estados pertencentes à Amazônia Legal. Apesar de possuir uma série de dados numéricos e cartográficos necessários, o estado do Maranhão não possuía um ZEE concluído que seguisse os critérios legais e diretrizes metodológicas estabelecidas. Desta forma, a Embrapa Monitoramento por Satélite foi contratada para realizar o Zoneamento Ecológico-Econômico do estado na escala cartográfica de referência 1:1.000.000, denominado de Macrozoneamento Ecológico-Econômico (MacroZEE) do Estado do Maranhão (BATISTELLA e BOLFE, 2013).

A realização do MacroZEE contou com a atuação de diferentes instituições (Embrapa, UEMA, IMESC, Secretarias de estado) além da participação de uma equipe interdisciplinar que trabalhou analisando dados do meio físico e biótico, socioeconômicos e da estrutura jurídico-institucional do estado. Tanto as bases trabalhadas no zoneamento quanto as análises necessárias para o produto são, em grande parte, realizadas dentro de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs). Para tanto, é necessária uma estrutura de catalogação, armazenamento e distribuição dos dados geoespaciais utilizados, uma Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE). As IDEs são muitas vezes confundidas ou reduzidas apenas à solução computacional adotada porém, para um bom funcionamento e manutenção de uma IDE é preciso também que haja engajamento e treinamento das pessoas envolvidas tanto na catalogação quanto no uso da ferramenta e dos dados nela contidos (CONCAR, 2010).

Este trabalho apresenta a solução utilizada pela Embrapa Monitoramento por Satélite para a catalogação, armazenamento e distribuição dos dados geoespaciais do MacroZEE do Estado do Maranhão.

2. Metodologia de Trabalho

Para a realização do MacroZEE é imprescindível a organização dos dados em um repositório organizado, de fácil acesso e que permita realizar as análises necessárias. Tal repositório deve permitir a inclusão de planos de informações geoespaciais, além de dados em outros formatos, como figuras, textos e tabelas. Os requisitos desse repositório podem ser atendidos por meio de uma estrutura de pastas e arquivos, apropriados para armazenamento, manipulação e geração de planos de informações dentro de um SIG. Optou-se então por armazenar os dados geoespaciais utilizando formatos amplamente difundidos, com dados matriciais (raster) em formato *GeoTIF* e dados vetoriais em *shapefile*. Todos os dados foram armazenados em coordenadas geográficas, datum WGS84.

Todos os dados geoespaciais contidos nas pastas do banco de dados tiveram seus metadados descritos utilizando a ferramenta *Item Description*, integrante da plataforma ArcMap. Esta ferramenta permite às pessoas responsáveis pela montagem e manutenção da base de dados atrelar a cada um dos planos de informações os metadados da camada, com informações de autoria, data de publicação, fonte, resumo e outras informações de interesse. Estas informações são armazenadas em um arquivo texto puro, extensão XML (*eXtensible Markup Language*), que pode ser lido por editores de texto comum ou programas especializados. Além disso, o programa ArcCatalog, que faz parte do pacote de geoprocessamento da ESRI, permite realizar buscas a partir dos metadados, facilitando a recuperação das informações de interesse.

A solução utilizando pastas e arquivos, juntamente com o sistema de descrição e busca dos metadados pode ser facilmente utilizada dentro de uma instituição ou uma rede interna. No entanto, esta estrutura não é a mais adequada quando se deseja compartilhar e disseminar

as informações geoespaciais para o público em geral, através da internet. A solução encontrada foi utilizar a ferramenta *open source* GeoNode (GEONODE, 2014), que alia um banco de dados geográfico (PostGIS, 2014), um servidor de dados espaciais (Geoserver, 2014) e um servidor de metadados (PyCSW, 2014) na forma de um portal de internet.

3. Resultados e Discussão

Duas soluções foram utilizadas para realizar a catalogação, armazenamento e distribuição dos dados do projeto do MacroZEE do Maranhão. A primeira organizou os dados em uma estrutura de pastas e arquivos, em um ambiente compartilhado dentro da rede interna da Embrapa Monitoramento por Satélite. Esta estrutura foi concebida para o compartilhamento dos dados entre a equipe local do projeto, de forma a assegurar o uso da versão correta dos dados e evitar o versionamento desorganizado em computadores de uso pessoal. Os dados foram armazenados utilizando formatos amplamente difundidos na comunidade de geoprocessamento (*GeoTiff* e *shapefiles*) e os metadados, descritos utilizando as ferramentas disponíveis no pacote ArcMap (**Figura 1**). As ferramentas da plataforma ESRI, mais especificamente o ArcCatalog, também possibilitam a realização de buscas a partir dos metadados cadastrados e armazenados nos arquivos *XML*. Até o momento, as soluções de SIGs livres ainda não implementaram funcionalidades semelhantes, de edição e busca de metadados armazenados localmente, sendo necessário o uso de um servidor de metadados separado. No entanto, existe uma solução ainda em fase experimental (MetaTools, 2014).

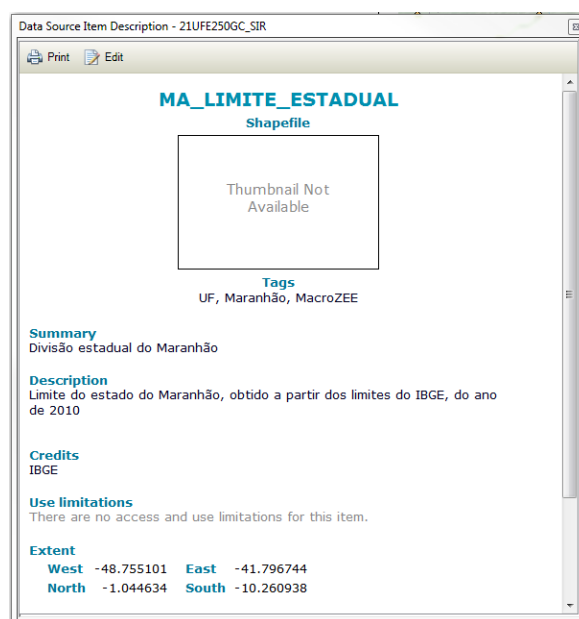


Figura 1. Metadados da camada MA_LIMITE_ESTADUAL, registrados utilizando a ferramenta *Item Description* do pacote computacional ArcMap

Outras soluções de armazenamento e distribuição de dados geoespaciais estão disponíveis e foram consideradas, como a utilização do GeoDatabase específico dos pacotes ESRI ou a utilização de bancos de dados de software livre, como é o caso do PostGIS. A utilização de bancos de dados de Sistemas de Informação Geográfica tem a vantagem de serem manipulados apenas por pacotes computacionais específicos, reduzindo o risco de alterações indesejadas feitas acidentalmente. Além disso, bancos de dados geográficos são configurados de forma a aumentar o desempenho em operações de geoprocessamento, permitindo trabalhar com grandes volumes de dados.

A solução comercial da ESRI permite o armazenamento dos dados e metadados em um banco único, possibilitando a catalogação e posterior busca dos planos de informação de

interesse. Além disso, tem a vantagem de ser de fácil implementação, tanto que originalmente, o banco de dados do MacroZEE foi estruturado desta forma (BATISTELLA et al., 2013). No entanto, apesar de ser uma solução robusta, nem todos os pacotes computacionais de SIG são capazes de acessar os dados no formato do banco de dados ESRI. Isso fez com que fosse necessário utilizar a estrutura de pastas e arquivos, de forma a atender as diretrizes metodológicas do MacroZEE, que ressaltam a importância da montagem de um banco de dados em linguagem universal, de amplo acesso e facilidade de uso, com as informações primárias e secundárias utilizadas pelos projetos de zoneamento, inclusive metadados, espacializando as informações em um sistema gerenciador de banco de dados, utilizando um SIG (BRASIL, 2006; 2014d).

O banco de dados PostGIS também é uma solução robusta, que possibilita o armazenamento e processamento de grande quantidade de dados. Ele tem a vantagem de armazenar os dados em formatos bem difundidos, o que possibilita o uso por diferentes pacotes computacionais como as ferramentas da ESRI, o software livre QGIS, R, Geoserver e todas ferramentas que utilizem a biblioteca livre de acesso a dados geoespaciais GDAL/OGR (GDAL, 2014). Como desvantagem, temos que a montagem de um banco de dados PostGIS é mais trabalhosa pois requer a instalação e manutenção de um servidor, dificultando um pouco a transferência e o uso dos dados por equipes que não estejam familiarizadas com tais ferramentas. Além disso, ainda não existem soluções prontas para o armazenamento dos metadados juntamente com os dados espaciais. Desta forma, entendemos que a utilização de formatos amplamente difundidos (*shapefiles* e *GeoTiff*), numa estrutura de pastas e arquivos, seria a melhor maneira de organizar o banco de dados tanto para uso interno quanto para a posterior transferência para a SEPLAN-MA.

Ao todo foram contabilizados 118 planos de informações, dentre imagens e mapas vetoriais, oriundos de diferentes fontes (UEMA, IBGE, CPRM, dentre outros) ou gerados pela Embrapa Monitoramento por Satélite¹. A **Figura 2** mostra a organização das pastas e as camadas contidas em cada uma. O banco de dados geoespacial completo totalizou 13,5 Gb e, ao final do projeto, foi entregue pela Embrapa Monitoramento por Satélite à Secretaria de Planejamento e Orçamento do Maranhão (SEPLAN-MA) no dia 13 de maio de 2014. Na ocasião também foi ministrado um curso para a SEPLAN, outras secretarias e instituições do estado, detalhando a base de dados e formas de acesso às informações contidas utilizando Sistemas de Informações Geográficas livre, especificamente o QGIS.

¹ Maiores detalhes podem ser encontrados em Bolfe et al., Banco de Dados Geoespaciais do Macrozoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Maranhão, submetido ao XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2015.



Figura 2. Organização do banco de dados do MacroZEE do Maranhão, detalhando as pastas (político, infraestrutura, Meio físico, etc) e os planos de informação nelas contidos.

A segunda solução utilizada pela Embrapa Monitoramento por Satélite visou o armazenamento, catalogação e distribuição dos dados do projeto para um público mais amplo, através da internet. Para tal, foi utilizada a plataforma GeoNode, que consiste em um portal web, com sistema de gerenciamento de acesso, interface para inserção de dados e metadados e busca de camadas a partir dos metadados cadastrados. O GeoNode utiliza um banco de dados geoespacial (PostGIS), servidores de mapas (Geoserver) e de metadados (PyCSW). Nele, usuários cadastrados podem inserir dados geoespaciais (camadas) no banco de dados e preencher formulários de metadados padronizados de acordo com as especificações da *International Standards Organization* (ISO-19115). Também é possível realizar buscas e recuperar camadas cadastradas, de acordo com o nível de acesso do usuário, além da confecção de mapas, a partir da sobreposição das camadas catalogadas. O GeoNode e todos os seus componentes seguem os padrões de dados espaciais definidos pelo *Open Geospatial Consortium* (OGC), de acordo com as recomendações da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE). Desta forma, o sistema permite a integração dos dados cadastrados com outras fontes ou pacotes computacionais que utilizem os mesmos protocolos de comunicação, como o visualizador da INDE (INDE, 2014) o SOMABRASIL (EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE, 2014) e SIGs desktop (Figura 3). O acesso ao portado do MacroZEE do Maranhão pode ser feito através do site <http://www.cnpm.embrapa.br/projetos/macrozee/>. Já a base de dados no portal GeoNode é acessível pelo endereço <http://geoinfo.cnpm.embrapa.br/search/?q=macrozee>.

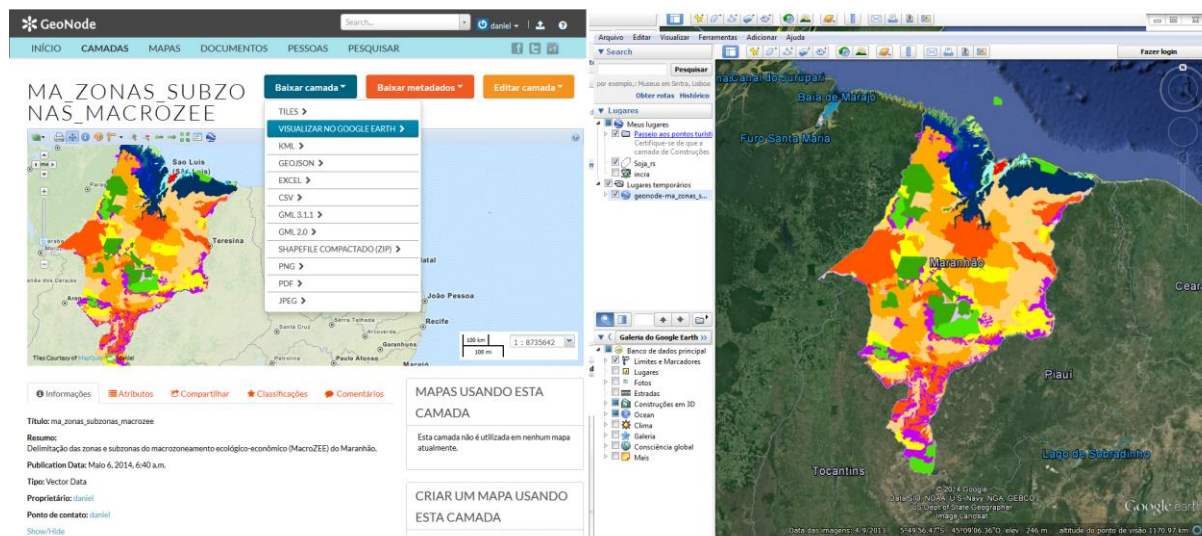


Figura 3. Zonas e sub-zonas do MacroZEE do Maranhão, (esq) disponibilizada via portal GeoNode e (dir) visualizada através do Google Earth

Alguns dos planos de informação mais relevantes do MacroZEE foram selecionados e inseridos na plataforma GeoNode, juntamente com os respectivos metadados. Ao todo foram cadastrados e estão disponíveis para o público em geral, 72 camadas, incluindo as zonas e sub-zonas, camadas de indicadores socioeconômicos (ex.: PIB, produção agrícola), localização de aeródromos, hidrografia, mosaico de imagens Landsat TM, dentre outros. As camadas podem ser vistas individualmente (Figura 3, esq.), ou na forma de mapas, onde o usuário pode sobrepor camadas conforme sua necessidade (Figura 4).

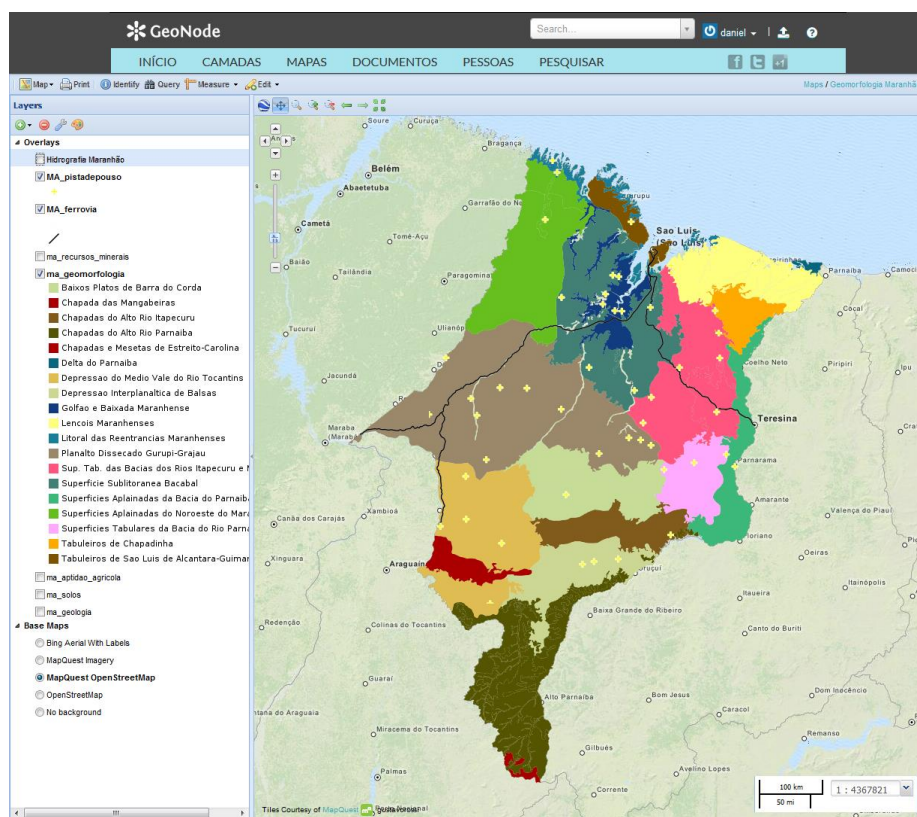


Figura 4. Mapa de Geomorfologia do Maranhão no portal GeoNode com as camadas de Geomorfologia, Solos, Geologia, Aptidão Agrícola, Ferrovias, dentre outras. Usuário pode habilitar / desabilitar camadas conforme necessidade.

A capacidade computacional e de armazenamento necessária para o sistema GeoNode varia de acordo com a quantidade de dados cadastrados e do nível de acesso. O portal utilizado pela Embrapa Monitoramento por Satélite também é utilizado para armazenar dados de outros projetos da unidade (Paisagens Sustentáveis, GeoDegrade, Fazendas Históricas dentre outros). Sendo assim, a infraestrutura computacional utilizada para o portal consta de um servidor tipo máquina virtual com quatro núcleos e 8 Gb de memória RAM e capacidade de armazenamento de 500 Gb.

4. Conclusões

A boa organização de bancos de dados geográficos é imprescindível para o desenvolvimento e andamento de projetos, principalmente quando se trata de ações de grande monta, envolvendo equipe multidisciplinar e composta por várias pessoas, como foi o caso do MacroZEE do Maranhão. A utilização de formatos de arquivos amplamente difundidos, armazenados em estruturas de pastas compartilhadas permitiu que a equipe local acessasse os dados de forma fácil, a partir de diferentes sistemas de informações geográficas e assegurou o versionamento organizado de arquivos. Esta organização também facilitou a transferência do banco geoespacial completo para a SEPLAN-MA ao final do projeto, conforme previsto no contrato de prestação de serviço e pesquisa firmado com a Embrapa CNPM.

A descrição dos metadados e a utilização de ferramentas para busca dos dados a partir dos metadados se mostrou muito importante para a organização e andamento do projeto, uma vez que possibilitou que a equipe encontrasse rapidamente as informações necessárias. Além disso, permitiu a difusão do conhecimento gerado para diversos públicos.

A utilização do sistema GeoNode para o estabelecimento de uma Infraestrutura de Dados Geoespaciais (IDE) se mostrou adequada, apesar de reconhecermos a necessidade de algumas melhorias no produto. A IDE permite que dados espaciais gerados na Embrapa sejam facilmente divulgados perante a sociedade, mostrando a importância do trabalho realizado.

Agradecimentos

Os autores agradecem às instituições parceiras, especialmente às integrantes da Comissão Estadual do ZEE e do Comitê Técnico-Científico do ZEE do estado do Maranhão - Secretarias de Estado do Planejamento e Orçamento do Maranhão, do Meio Ambiente e Recursos Naturais, da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, do Desenvolvimento, Indústria e Comércio, do Desenvolvimento Social e Agricultura Familiar, da Infraestrutura, das Cidades e Desenvolvimento Urbano, de Minas e Energia, do Turismo e da Pesca e Aquicultura, Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos, Universidade Federal do Maranhão, Universidade Estadual do Maranhão e Embrapa Cocais.

Referências Bibliográficas

Batistella, M., Bolfe, E.L. **Relatório de planejamento do Macrozoneamento Ecológico-Econômico do estado do Maranhão**. Campinas, SP: Embrapa, 2013. 34p. Disponível em: <http://www.cnpm.embrapa.br/projetos/macrozee/download/relatorio_planejamento_macrozeema.pdf>. Acesso em: 24 out. 2014.

Batistella, M., Bolfe, E.L., Vicente, L.E., Victoria, D.C., **Relatório do Banco de Dados do Macrozoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Maranhão**. Campinas, SP: Embrapa, 2013. 124 p. Disponível em: <http://www.cnpm.embrapa.br/projetos/macrozee/download/relatorio_basededados_macrozeema.pdf>. Acesso em: 24 out. 2014.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Programa Zoneamento Ecológico-Econômico**: diretrizes metodológicas para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil. Brasília, DF, 2006.

BRASIL. **Decreto nº. 4.297, de 10 de julho de 2002**. Regulamenta o art. 9o, inciso II, da Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil – ZEE, e dá outras

providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4297.htm>. Acesso em: 10 mar. 2014a.

BRASIL. **Decreto nº. 6.288, de 6 de dezembro de 2007**. Dá nova redação ao art. 6º e acresce os arts. 6-A, 6-B, 6-C, 13-A e 21-A ao Decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6288.htm>. Acesso em: 10 mar. 2014b.

BRASIL. **Decreto nº. 7.378, de 1 de dezembro de 2010**. Aprova o Macrozoneamento Ecológico-Econômico da Amazônia Legal – MacroZEE da Amazônia Legal, altera o Decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7378.htm>. Acesso em: 10 mar. 2014c.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Zoneamento Ecológico-Econômico**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/gestao-territorial/zoneamento-territorial>>. Acesso em: 10 mar. 2014d.

CONCAR (Brasil). **Comissão Nacional de Cartografia. Plano de ação para implantação da infraestrutura nacional de dados espaciais**. Rio de Janeiro, RJ: Concar, 2010. 203p.

EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE. **SOMABRASIL: Sistema de Observação e Monitoramento da Agricultura no Brasil**. Disponível em: <<http://www.cnpm.embrapa.br/projetos/somabrasil/index.html>>. Acesso em: 14 out. 2014.

INDE. Visualizador da INDE. Disponível em: <http://www.visualizador.inde.gov.br/>. Acesso em: 14 out. 2014.

GDAL. GDAL - Geospatial Data Abstraction Library, Open Source Geospatial Foundation, Disponível em: <<http://gdal.osgeo.org>>. Acesso em: 21 out. 2014.

GEONODE. GeoNode: Open Source Geospatial Content Management System. Disponível em: <<http://geonode.org/>>. Acesso em: 14 out. 2014.

GEOSERVER. GeoServer: Documentation, 2013. Disponível em: <<http://geoserver.org/display/GEOS/Download>>. Acesso em: 14 out. 2014.

Metatools. Working with metadata using Metatools for QGIS. Disponível em: <<http://gis-lab.info/qa/metatools-eng.html>>. Acesso em: 21 out. 2014.

Ministério do Meio Ambiente. MacroZEE da Amazônia Legal. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/gestao-territorial/zoneamento-territorial/macrozee-da-amaz%C3%B4nia-legal>> . Acesso em: 21 out. 2014.

POSTGIS. Spatial and Geographic objects for PostgreSQL. Disponível em: <<http://postgis.net/>>. Acesso em: 21 out. 2014.

PyCSW. Metadata publishing just got easier. Disponível em: <<http://pycsw.org/>>. Acesso em: 21 out. 2014.

RONDÔNIA. **LEI COMPLEMENTAR Nº 233, DE 06 DE JUNHO DE 2000** - Dispõe sobre o Zoneamento Socioeconômico-Ecológico do Estado de Rondônia – ZSEE. Disponível em: <http://www.sedam.ro.gov.br/arquivos/arquivos/25-10-13-21-31-31lei%20%20233%20atualizada.pdf>. Acesso em: 21 out. 2014

RONDÔNIA. **LEI COMPLEMENTAR Nº 312, DE 06 DE MAIO DE 2005**, do Estado de Rondônia, que institui o Zoneamento Socioeconômico e Ecológico – ZSEE – Altera a Lei Complementar Nº 233.

VENTURIERI, A., **Zoneamento ecológico-econômico da área de influência da Rodovia BR-163 (Cuiabá-Santarém)**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. 101 p.