

Preservação e organização da geoinformação em instituições: o caso da construção da Infraestrutura de Dados Espaciais da Embrapa

Debora Pignatari Drucker¹
Davi de Oliveira Custódio¹
Elaine Cristina Cardoso Fidalgo¹
Jaudete Daltio¹
Marcos Cezar Visoli¹

¹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa
Parque Estação Biológica - PqEB s/nº. 70770-901. Brasília, DF - Brasil
{debora.drucker, davi.custodio, elaine.fidalgo, jaudete.daltio, marcos.visoli}@embrapa.br

Abstract. Geospatial information arising from heterogeneous sources and techniques, such as ground measurements and remotely sensed data, bring together challenges associated with data preservation, organization, integration and dissemination. We describe the Brazilian Agricultural Research Corporation (Embrapa) strategy to build its Spatial Data Infrastructure (SDI) in order to promote efficient geospatial data management and facilitate access to agricultural research information, in accordance with current Brazilian governmental guidelines. The strategy was developed within an internal process that included the participation of actors with relevant assignments to the topic. The steps taken for building the strategy facilitated awareness and ripening on the subject in the company and has the potential to provide elements that can be adapted for other organizations.

Palavras-chave: gerenciamento de dados, interoperabilidade, metadados, geoinformação, data management, interoperability, metadata

1. Introdução

A velocidade de geração de dados dentro das organizações cresce a cada dia, trazendo o desafio de promover a gestão eficiente da informação, de forma a ampliar seu potencial de aplicação na produção e difusão de conhecimento e inovação, bem como evitar a redundância de esforços para sua obtenção. A modernização da infraestrutura em geotecnologias para o mapeamento da dinâmica de uso e cobertura das terras no Brasil é componente primordial no entendimento de aspectos relacionados à expansão, transição, intensificação e diversificação da produção agropecuária.

A Embrapa, empresa pública vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, conta com 46 centros de pesquisa distribuídos pelo território nacional, nos quais conduz ações para viabilizar soluções de pesquisa, desenvolvimento e inovação para a sustentabilidade da agricultura, em benefício da sociedade brasileira. O conhecimento sobre a dinâmica espacial da agropecuária avançou nos últimos anos e programas de mapeamento, monitoramento e zoneamento desenvolvidos pela Embrapa têm contribuído para embasar decisões empresariais e governamentais, subsidiando políticas públicas (*i.e.* VICTORIA et al., 2014). O componente espacial é essencial para a integração de dados da agropecuária, com isso, diversos conjuntos de dados geoespaciais são gerados e analisados no contexto das pesquisas conduzidas pela empresa. Os dados gerados podem ser tanto obtidos por observações ou levantamentos de campo, quanto por processamento de dados de sensoriamento remoto ou por sensores de campo. O desenvolvimento de novos sensores e o acesso cada vez mais facilitado aos produtos de sensoriamento remoto, aliado ao aumento da capacidade computacional de armazenamento e processamento de dados viabiliza novas possibilidades de análise e leva à geração de grandes quantidades de dados geoespaciais. O amplo acesso a dispositivos móveis com capacidade de obter dados ambientais georreferenciados configura um horizonte de “dilúvio de dados” cada vez mais intenso (HEY; TREFETHEN, 2003). Essa configuração, por um lado promissora do ponto de vista da

possibilidade de realizar investigações que possam sintetizar o estado do conhecimento em inúmeras áreas, é desafiadora no aspecto de organizar e preservar a informação gerada. No contexto da Embrapa, a distribuição geográfica dos centros de pesquisa possibilita amplo acesso às pesquisas de campo no território brasileiro, ao mesmo tempo em que torna a necessidade de evitar a redundância de esforços mais desafiadora.

Com o objetivo de integrar os dados geoespaciais existentes nas diversas instituições brasileiras, harmonizando-os, disseminando-os e proporcionando o seu uso efetivo, o governo instituiu a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE) pelo Decreto no 6.666, de 27/11/2008 (BRASIL, 2008). A INDE foi definida como:

[...] o conjunto integrado de tecnologias; políticas; mecanismos e procedimentos de coordenação e monitoramento; padrões e acordos, necessário para facilitar e ordenar a geração, o armazenamento, o acesso, o compartilhamento, a disseminação e o uso dos dados geoespaciais de origem federal, estadual, distrital e municipal. (CONCAR, 2010).

Considerando que a geração e disseminação da geoinformação têm importância estratégica no fortalecimento da pesquisa, desenvolvimento e inovação para a agricultura brasileira, a Diretoria da Embrapa formalizou a adesão à INDE em julho de 2013. Em seguida, foi disparado um processo para a implantação do nó da Embrapa na INDE.

O objetivo deste trabalho é apresentar a estratégia da Embrapa para construir sua Infraestrutura de Dados Espaciais de forma a contribuir com o debate sobre a organização, preservação e integração de dados geoespaciais heterogêneos de acordo com as diretrizes federais estabelecidas pela INDE. Para esse fim, apresentaremos as etapas do processo interno realizado na Embrapa para elaboração o plano de adesão à INDE, o qual contou com a formação de um grupo de trabalho e, em seguida, descreveremos a estratégia elaborada.

2. Metodologia de Trabalho

A INDE fornece subsídios e elementos para tratar de desafios comuns a trabalhos interdisciplinares que tenham o elemento espacial como fator de complexidade. Ela estabelece, no âmbito nacional, um marco legal para orientar a gestão da informação geoespacial. Neste contexto, o dado geoespacial é definido como:

aquele que se distingue essencialmente pela componente espacial, que associa a cada entidade ou fenômeno uma localização na Terra, traduzida por sistema geodésico de referência, em dado instantâneo ou período de tempo, podendo ser derivado, entre outras fontes, das tecnologias de levantamento, inclusive as associadas a sistemas globais de posicionamento apoiados por satélites, bem como de mapeamento ou de sensoriamento remoto (CONCAR, 2010).

Dados geoespaciais heterogêneos provenientes de fontes de produção e aquisição de dados geoespaciais são passíveis de serem organizados em bases de dados e padronizados de acordo com as diretrizes governamentais. Dados organizados e padronizados podem ser intercambiáveis por protocolos e padrões, permitindo sua integração e cruzamento, potencializando as possibilidades de análise. Para enfrentar o desafio de organizar a geoinformação gerada pela Embrapa, a Diretoria da empresa designou um grupo de trabalho, composto por cinco empregados, para elaborar o plano que descreve o processo de adesão da Embrapa ao Diretório Brasileiro de Dados Geoespaciais (DBDG), no âmbito da INDE. Seu objetivo foi propor, discutir e apresentar um plano de implantação do nó da Embrapa na INDE, considerando prazo para implantação da infraestrutura, identificação de pessoal técnico e dos dados geoespaciais gerados pela Embrapa, regras para a disponibilização dos dados e metadados gerados, recursos financeiros para a implantação, programa de capacitação, assim como demais ações necessárias. O grupo de trabalho buscou embasamento em experiências existentes em gestão da geoinformação.

O caso da *United States Geological Survey* (USGS) – agência do Departamento do Interior dos Estados Unidos com a missão de fornecer informação científica confiável para descrever e compreender o sistema terrestre, minimizar os impactos de desastres e gerenciar recursos naturais – foi uma das referências utilizada pelo grupo de trabalho. A USGS coordena o Programa Geoespacial desse país, um dos pilares da *National Spatial Data Infrastructure* (NSDI – Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais). A USGS conta com um núcleo de pesquisa em análise e síntese de dados científicos (*Core Science Analytics and Synthesis* – CSAS), cujo trabalho baseia-se na premissa de que o avanço do conhecimento requer a habilidade de encontrar, acessar e utilizar dados relevantes. Para viabilizar sua missão e assegurar que os dados serão preservados, acessíveis, bem documentados e passíveis de reuso, o CSAS estabeleceu um modelo de ciclo de vida de dados de pesquisa (USGS, 2014). Os elementos essenciais do modelo são as etapas de planejamento, aquisição, processamento, análise, preservação e disponibilização. As responsabilidades dos produtores de dados (i.e., pesquisadores) e dos responsáveis pela gestão da informação são atribuídas de acordo com as etapas.

Um modelo semelhante e mais recentemente proposto está no âmbito da rede *Data Observation Network for Earth* (DataONE), ou rede de observação de dados para a Terra, o qual provê uma infraestrutura distribuída para gerenciamento de dados sobre o sistema terrestre, oriundos de inúmeras instituições. A Figura 1 ilustra o ciclo de vida dos dados proposto pelo DataONE.

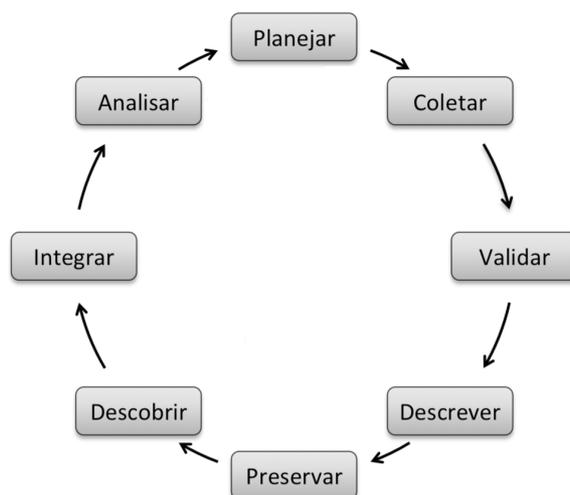


Figura 1. Ciclo de vida dos dados proposto no âmbito da rede DataONE. Fonte: Traduzido de Strasser et al. (2011).

O ciclo de vida dos dados proposto pela rede DataONE traz o conceito de reuso, com a noção circular de que uma análise leva a resultados que suscitarão novas perguntas e o planejamento de uma nova pesquisa. As etapas de validação e descrição correspondem à aferição de qualidade e à documentação de metadados, respectivamente. A preservação da informação em uma infraestrutura computacional viabiliza a descoberta de dados de interesse para determinada questão, a integração de dados de procedência distinta e sua análise para gerar novo conhecimento. Todas as etapas aqui mencionadas são relevantes no contexto da missão de organizar, preservar e ofertar dados geoespaciais no âmbito da Embrapa.

Como a produção da maioria dos dados geoespaciais de pesquisa dentro da Embrapa ocorre em laboratórios isolados, a tarefa de armazenar, organizar, preservar e compartilhar os inúmeros conjuntos de dados gerados exige uma solução para o gerenciamento de dados de longo prazo amplamente disponível, flexível e robusta. No âmbito da Embrapa, o grupo de trabalho optou pela estratégia de implantar uma Infraestrutura de Dados Espaciais da Embrapa (IDE – Embrapa), internalizando um processo para o armazenamento, a

organização, preservação, recuperação e disseminação da geoinformação. Essa estratégia é ilustrada na Figura 2, na qual os dados e metadados produzidos pelos projetos conduzidos na Embrapa são organizados na IDE-Embrapa, para posterior publicação na INDE.

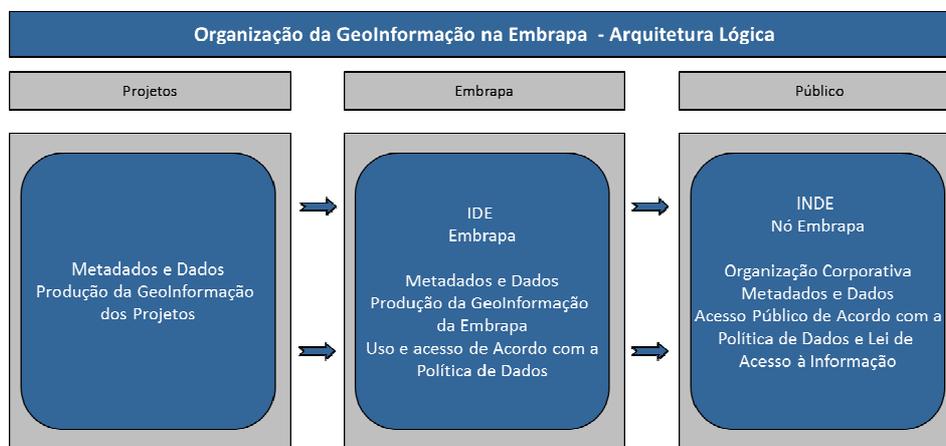


Figura 2. Arquitetura Lógica da Organização da Geoinformação na Embrapa

Uma IDE é um conjunto de tecnologias, políticas e arranjos institucionais que facilitam a disponibilidade e o acesso aos dados espaciais (GSDI, 2009). Uma IDE deve estar fundamentada em cinco pilares ou componentes, ilustrados na Figura 3, os quais são fortemente relacionados e interagem entre si: (1) *Pessoas* envolvidas com o planejamento, a aquisição, o tratamento, a catalogação, a gestão, a análise, a oferta e o uso da geoinformação; (2) *Dados* propriamente ditos, ou seja, informação geoespacial obtidas por diversas fontes; (3) *Tecnologia* que viabiliza a infraestrutura computacional que viabilizará a organização, preservação e disseminação da geoinformação; (4) *Normas e Padrões* que permitem a descoberta, intercâmbio, integração e usabilidade da informação geoespacial e (5) *Arcabouço Institucional*, ou seja, o contexto de governança e coordenação que garante a implementação e longevidade da infraestrutura, por meio de acordos, articulações e regras. Essa infraestrutura permite que, por meio de um simples navegador *web*, os usuários possam encontrar, visualizar, usar e combinar a informação geoespacial para atender suas necessidades.

A sensibilização interna quanto ao processo de adesão da Embrapa à INDE foi um elemento utilizado pelo grupo. Inicialmente, foi enviada uma peça de comunicação interna explanatória sobre a adesão da Embrapa à INDE para todos os chefes de centros de pesquisa e administrativos da empresa, na qual foi solicitado que um empregado fosse indicado como representante de cada centro no processo.



Figura 3. Componentes de uma IDE. Fonte: CONCAR (2010).

Em face da necessidade de conhecer os atores da Infraestrutura de Dados Espaciais da Embrapa, IDE-Embrapa, sejam produtores, usuários ou gestores de informações geoespaciais, o grupo de trabalho elaborou um questionário visando coletar informações para subsidiar ações no plano de construção do nó da Embrapa na INDE. Esse questionário foi composto por quatro seções: 1) identificação geral da unidade e do responsável pelo preenchimento; 2) produção e uso de dados geoespaciais; 3) iniciativas de organização e disponibilização da geoinformação; e 4) recursos humanos com habilitação em geoinformação e demanda por capacitação. A responsabilidade por preencher o questionário ficou a cargo de cada representante de centro indicado pelas respectivas chefias. Foram realizadas comunicações internas com a participação dos representantes, as quais abrangeram explicações sobre a INDE, com a colaboração de um representante do Comitê de Implantação da INDE (CINDE), e detalhamento sobre os objetivos do grupo de trabalho e sobre o questionário.

No questionário, foi incluído texto explanatório sobre a INDE e sobre a missão do grupo de trabalho em propor uma estratégia para a organização da geoinformação gerada pela Embrapa. Dessa forma, o questionário em si também foi um instrumento de sensibilização interna sobre a temática. Além disso, para estabelecer um canal simples de comunicação, foi criada uma lista de discussão por correio eletrônico com a participação dos membros do grupo de trabalho e os representantes indicados pelos centros. As respostas ao questionário foram utilizadas para dimensionar os esforços propostos e recomendados para o estabelecimento da IDE-Embrapa e sua comunicação com a INDE, levando em consideração os modelos ciclo de vida dos dados e cinco componentes de uma IDE.

3. Resultados e Discussão

Foram recebidas indicações de representantes de 45 centros de pesquisa ou administrativo da Embrapa, designados pelos chefes de cada centro. Dos 45 centros que indicaram representantes, 35 completaram o preenchimento do formulário. Entre os 35 centros que preencheram o formulário, 24 declararam produzir algum tipo de dado geoespacial. Há laboratórios atuando na temática da geoinformação em 17 dos centros respondentes e 26 assinalaram que pelo menos um funcionário atua com esse tema. O grande interesse pela temática da geoinformação é demonstrado pelo fato de que todos os respondentes manifestaram interesse em utilizar geotecnologias para gerenciamento e divulgação de resultados.

Foram identificados 63 diferentes conjuntos de dados geoespaciais gerados como de uso mais frequente pelos colaboradores e pelo público. Trabalhou-se com o termo “conjunto de dados” visando abranger a diversidade da geoinformação produzida pela Embrapa, de forma a incluir, por exemplo, localização pontual de entidades geográficas, mapeamentos temáticos ou mesmo sistemas que integram dados e modelos específicos. Foram elencados temas como zoneamentos regionais, monitoramento ambiental, mapeamentos de aptidão agrícola e de produtividade de diversas culturas, mapeamento da biodiversidade, mapeamento de solos, climático, dentre outros. A abrangência espacial dos conjuntos de dados elencados cobre todo o território brasileiro e também foram citados projetos em parceria em outros países como Argentina e Moçambique. A abrangência temporal remete desde a década de 1970, quando a Embrapa foi criada, até projeções de cenários futuros. Dos dados citados, 48% foram tratados com algum nível de curadoria, o que indica que pelo menos um colaborador da empresa dispendeu esforços para aferir a qualidade dos dados, agregando valor à informação gerada.

Em relação à pergunta: “Há iniciativas para organizar e disponibilizar a geoinformação em seu centro, já implantadas ou em construção?”, 19 respondentes assinalaram “sim”. Além disso, 26 assinalaram “sim” para a possibilidade de participar da implantação da IDE-Embrapa como projeto piloto.

Algumas das iniciativas voltadas para a organização, armazenamento e disseminação de dados geospaciais da Embrapa já estão disponíveis ao público há anos, como é o caso do Geoportal pela Embrapa Solos (EMBRAPA SOLOS, 2014), Biblioteca Geoespacial pela Embrapa Meio Ambiente (EMBRAPA MEIO AMBIENTE, 2014), Agritempo (EMBRAPA INFORMÁTICA AGROPECUÁRIA, 2014) e Banco de Produtos Modis na Base Estadual Brasileira (EMBRAPA INFORMÁTICA AGROPECUÁRIA, 2013) (<http://www.modis.cnptia.embrapa.br/>) pela Embrapa Informática Agropecuária; TerraClass - Uso e Cobertura da Terra na Amazônia pela Embrapa Amazônia Oriental e Embrapa Informática Agropecuária, parceria com o INPE (EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 2014a); Zoneamento Ecológico-Econômico Rodovia BR-163 pela Embrapa Amazônia Oriental (EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 2014b), GeoPortal pela Embrapa Milho e Sorgo (EMBRAPA MILHO E SORGO, 2014); Macrozoneamento Ecológico-Econômico Maranhão (<http://www.cnpm.embrapa.br/projetos/macrozee/>) EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE, 2014a) e SOMABRASIL (EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE, 2014b) pela Embrapa Monitoramento por Satélite.

Os resultados do questionário demonstraram que a estratégia de sensibilização para participação no processo de construção do nó da Embrapa na INDE foi eficaz, uma vez que contou com ampla participação, tanto no preenchimento do questionário, quanto no fluxo de mensagens na lista eletrônica, a qual contou com quase 200 mensagens trocadas. Foi possível caracterizar o cenário atual da Embrapa em relação à temática da geoinformação. Esse cenário revelou inúmeros esforços prévios no sentido de organizar e disponibilizar a geoinformação gerada no âmbito da empresa, indicando que a construção da IDE-EMBRAPA é uma oportunidade para padronizar, integrar e perpetuar iniciativas no sentido de ofertar dados resultantes de esforços em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação da Embrapa e disponibilizar serviços de informação para governo e sociedade, em consonância com a legislação vigente.

Com base nesses resultados, foi elaborada a estratégia para construir a IDE-Embrapa. Essa estratégia foi documentada em um plano de trabalho, o qual foi dividido em planos de ação que contemplam os pilares de uma IDE: Arcabouço Institucional, Pessoas, Tecnologia, Dados e Normas e Padrões. A estratégia de ação é ilustrada no diagrama apresentado na Figura 4, na qual é possível visualizar a relação entre os planos de ação.

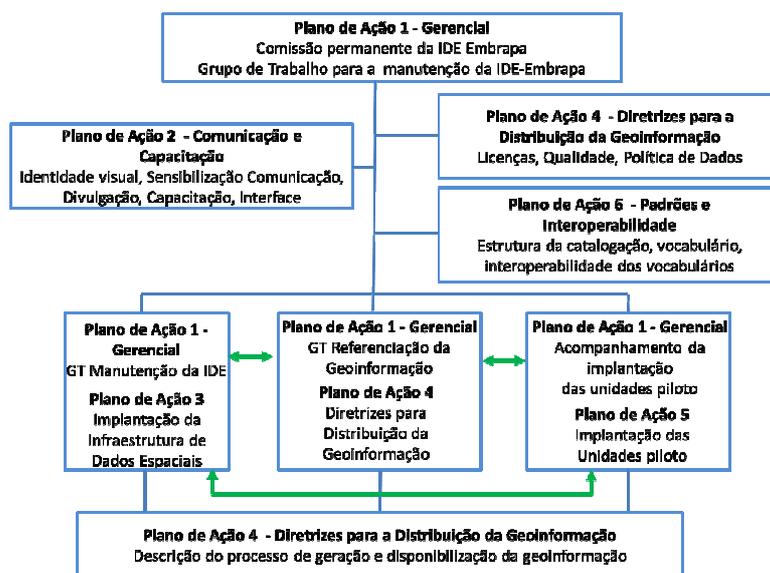


Figura 4. Estratégia para construção da Infraestrutura de Dados Espaciais da Embrapa

Os planos de ação 1 - “Gerencial” e 4 - “Diretrizes para a Distribuição da Geoinformação” contemplam aspectos de política, legislação e coordenação da IDE-Embrapa e representam o pilar Arcabouço Institucional. Foram definidas ações para a elaboração de política de dados em consonância com a Lei de Acesso a Informação – LAI (BRASIL, 2011); normatização das licenças para a distribuição de dados geoespaciais; estabelecimento de processo para curadoria; criação de uma comissão permanente para acompanhamento e de grupos de trabalho para manutenção dos processos que serão estabelecidos.

O plano de ação 2 – “Comunicação e Capacitação” abrange aspectos de sensibilização interna, comunicação e divulgação, capacitação e demais ações necessárias para promover a mudança cultural que emerge com a construção da IDE-Embrapa. Esse plano de ação representa o pilar Pessoas, contemplando os diversos atores envolvidos com a aquisição, produção, oferta e uso da geoinformação.

O plano de ação 3 – “Implantação da Infraestrutura de Dados Espaciais” - representa o componente Tecnologia e contempla as atividades necessárias para a implantação da IDE que subsidiará a catalogação das informações espaciais internamente na Embrapa e que viabilizará sua disponibilização INDE.

O plano de ação 5 – “Implantação das Unidades Piloto”, referente ao componente Dados, detalha as atividades necessárias para viabilizar que a informação geoespacial gerada pelas pesquisas da Embrapa seja organizada, preservada e padronizada de forma a permitir análises integradas para o avanço do conhecimento na pesquisa agropecuária. Para viabilizar a execução de um plano de trabalho, otimizando recursos humanos e de infraestrutura, foi proposta a implantação de projetos piloto em alguns dos centros que assinalaram interesse em participar. Prevê-se que as experiências de implantação nas unidades piloto forneçam subsídios para a definição e refinamento de processos para implantação nos demais centros.

O plano de ação 6 – “Padrões e Interoperabilidade” - corresponde ao componente Normas e Padrões e prevê a internalização e customização do Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil (CONCAR, 2011), de forma a garantir o intercâmbio da informação, bem como a internalização dos serviços web preconizados pela INDE. Aspectos de aferição qualidade de dados e metadados, terminologia e vocabulário controlado também foram contemplados e poderão ser assimilados por grupos externos à Embrapa interessados.

O diagrama da Figura 4 demonstra que a interação entre os planos de ação propostos contribuirão para a definição e descrição de um processo de geração e disponibilização da geoinformação na Embrapa. As atividades foram distribuídas em um cronograma e os recursos financeiros e humanos necessários foram dimensionados. O plano de trabalho que descreve o processo de adesão da Embrapa à INDE foi apresentado à Diretoria da empresa. O parecer foi positivo e os passos seguintes para viabilizar a implantação do nó da Embrapa na INDE foram iniciados.

4. Conclusões

A estratégia da Embrapa para enfrentar o desafio de preservar, organizar, integrar e disseminar dados geoespaciais de acordo com a legislação vigente foi construída por um processo interno que contou com a participação de atores com atribuições relevantes a essa temática. Esses atores foram representados por um grupo de trabalho formado por analistas e pesquisadores com formação técnica adequada ao assunto da gestão da geoinformação, ao mesmo tempo em que representaram de centros de pesquisa descentralizados da empresa com atuação na área; membros da gestão da empresa; membros da gestão e implementação da INDE; chefes e representantes técnicos dos demais centros de pesquisa da empresa; profissionais de comunicação da empresa, entre outros.

A experiência da Embrapa nas etapas de elaboração da estratégia para a construção de sua IDE propiciou a sensibilização e o amadurecimento sobre a temática na empresa e tem o

potencial de fornecer elementos que podem ser adaptados em outras organizações. A interação com o CINDE vem permitindo a troca de experiências e conhecimento que contribuem tanto para o estabelecimento da IDE-Embrapa como também para a evolução da INDE, como, por exemplo, o possível benefício advindo do trabalho relacionado à construção de terminologias e vocabulário controlado para a documentação de conjuntos de dados.

5. Referências

- BRASIL. Decreto nº 6.666, de 27 de novembro de 2008. Institui, no âmbito do Poder Executivo federal, a Infra-Estrutura Nacional de Dados Espaciais - INDE, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 28 nov. 2008. p. 57.
- BRASIL. Lei Nº 12.527, de 18 de novembro de 2011. Institui, no âmbito do Poder Executivo federal, a Lei de Acesso à Informação – LAI, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 18 nov. 2011. p. 1.
- CONCAR (Brasil). Comissão Nacional de Cartografia. **Perfil de metadados geospaciais do Brasil (Perfil MGB)**: versão homologada. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ: CEMG-Concar, 2011. 194 p.
- CONCAR (Brasil). Comissão Nacional de Cartografia. **Plano de ação para implantação da infraestrutura nacional de dados espaciais**. Rio de Janeiro, RJ: Concar, 2010. 203 p.
- EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL. **TerraClass - uso e cobertura da terra na Amazônia**. Disponível em: <<http://terraclass.cpatu.embrapa.br/>>. Acesso em: 14 ago. 2014.
- EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL. **Zoneamento Ecológico-Econômico Rodovia BR-163**. Disponível em: <<http://zeebr163.cpatu.embrapa.br/>>. Acesso em: 14 ago.2014b.
- EMBRAPA INFORMÁTICA AGROPECUÁRIA. **Agritempo**. Disponível em: <<http://www.agritempo.gov.br/>>. Acesso em: 14 ago. 2014.
- EMBRAPA INFORMÁTICA AGROPECUÁRIA. **Banco de Produtos Modis na Base Estadual Brasileira**. Disponível em: <<http://www.modis.cnptia.embrapa.br/>>. Acesso em: 5 nov. 2013.
- EMBRAPA MEIO AMBIENTE. **Biblioteca Geoespacial**. Disponível em: <<http://geo.cnpma.embrapa.br/>>. Acesso em: 28 jan. 2014.
- EMBRAPA MILHO E SORGO. **GeoPortal**. Disponível em: <<http://geoportal.cnpm.embrapa.br/>>. Acesso em: 14 ago. 2014.
- EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE. **Macrozoneamento Ecológico-Econômico Maranhão**. Disponível em: <<http://www.cnpm.embrapa.br/projetos/macrozee/>>. Acesso em: 6 nov. 2014a.
- 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: 6 nov. 2014b.
- EMBRAPA SOLOS. **Geoportal**. Disponível em: <<http://mapoteca.cnps.embrapa.br/>>. Acesso em: 28 jan. 2014.
- GSDI. **Spatial Data Infrastructure Cookbook**. 2009. Disponível em: <<http://www.gsdi.org/gsdicookbookindex>>. Acesso em: 1 nov. 2014.
- HEY, T.; TREFETHEN, A. The Data Deluge: An e-Science Perspective. **Grid Computing**. [S.l.]: John Wiley & Sons, Ltd, 2003. p. 809-824.
- VICTORIA, D. de C.; CUSTODIO, D. de O.; BOLFE, E. L.; SILVA, G. B. S. da; DRUCKER, D. P.; BATISTELLA, M. **Integração de bases de dados e desenvolvimento de aplicações específicas para a Secretaria de Políticas Agrícolas/Mapa no Somabrazil (Sistema de Observação e Monitoramento da Agricultura do Brasil)**. Campinas, SP: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2013. 8 p. (Embrapa Monitoramento por Satélite. Comunicado Técnico, 33).
- STRASSER, C.; COOK, R.; MICHENER, W.; BUDDEN, A.; KOSKELA, R. DataONE: promoting data stewardship through best practices. In: PROCEEDINGS OF THE ENVIRONMENTAL INFORMATION MANAGEMENT CONFERENCE, California. **Proceedings...** California: University of California, 2011. p. 126–131. Disponível em: <<https://eim.ecoinformatics.org/eim2011/eim-proceedings-2011>>. Acesso em: 28 jan. 2014.
- USGS. United States Geological Survey. **National Geospatial Program**. Disponível em: <<http://www.usgs.gov/ngpo/>>. Acesso em: 17 fev. 2014.