

Revista Brasileira de Cartografia (2015) N^o 67/6: 1145-1166
Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto
ISSN: 1808-0936

UMA PROPOSTA PARA A NOVA GERAÇÃO DE INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS

A Proposal for the New Generation of Spatial Data Infrastructure

**Rogério Luís Ribeiro Borba^{1,2}, Julia Celia Mercedes Strauch^{2,3},
Jano Moreira de Souza¹ & David J. Coleman⁴**

¹Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ

Instituto Alberto Luís Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia. Programa de Engenharia de Sistemas e Computação (COPPE/PESC)

Centro de Tecnologia no Campus da Ilha do Fundão, Cidade Universitária Rio de Janeiro, Brasil
rogerio.borba@ibge.gov.br
jano@cos.ufrj.br

²Escola Nacional de ciências Estatísticas – ENCE/IBGE

Programa de pós-graduação Stricto Sensu em População, Território e Estatísticas Públicas

Rua André Cavalcanti, 106, sala 503 B
julia.strauch@ibge.gov.br

³Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ

Faculdade de Engenharia – Departamento de Engenharia Cartográfica

Rua São Francisco Xavier, 524, sala 4024

⁴University of New Brunswick – UNB

Geodesy and Geomatics Engineering

dcoleman@unb.ca

Recebido em 28 de Novembro, 2014/ Aceito em 06 de Junho, 2015

Received on November 28, 2014/ Accepted on June 06, 2015

RESUMO

Este artigo aponta as características da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE) e aspectos arquitetônicos e tecnológicos para um Ecossistema de Infraestruturas de Dados Espaciais (IDEs) proposto para a próxima geração da IDE brasileira. Um protótipo, chamado IDE-Co, está sendo construído fundamentado em uma plataforma habilitada para governo, instituição, cidadão e academia. Essa plataforma permite que uma IDE seja instanciada, nesse ecossistema, por qualquer esfera de Governo ou por uma comunidade de usuários. Ela é constituída de ferramentas geoespaciais de código aberto para fornecer serviços tais como: migração, ligação, integração, recuperação, criação, visualização, manipulação, processamento, análise, compartilhamento e gestão de informação espacial. Por outro lado, os aspectos sociais em rede (gestão, avaliação, agrupamento, ordenamento, reputação, e seguir, etc) estão disponíveis para instituições, pessoas e comunidades. Esta plataforma leva em conta os princípios de iniciativas abertas e transparentes; cultura de participação, e injeção inversa de dados espaciais. Para testar esse ecossistema é instanciada uma IDE-Co para a APA de Guapimirim demonstrando sua flexibilidade e capacidade de possibilitar o manejo de dados espaciais.

Palavras-chave: Infraestrutura de Dados Espaciais, Informação Geográfica Voluntária, Integração de Dados.

ABSTRACT

This paper points out the features of the National Spatial Data Infrastructure (NSDI) and architectural and technological aspects for a Spatial Data Infrastructure Ecosystem proposed for the next generation of Brazilian SDI. A prototype called IDE-Co is being built based on an enabled platform for government, institution, citizens and academia. This platform allows a SDI be instantiated in this ecosystem, by any sphere of government or a user community. This platform is made up of open source geospatial tools that provides services such as migration, binding, integration, retrieval, creation, viewing, manipulation, processing, analysis, sharing and spatial information management. On the other hand, the social networking aspects (management, evaluation, grouping, sorting, reputation and following and others) are available to institutions, individuals and communities. This platform takes into account the principles of openness and transparent initiatives, participation culture and inversion spatial data injection. In order to validate the IDE-Co ecosystem is presented the prototype applied to Environmental Preservation Area (APA) of Guapimirim.

Keywords: Spatial Data Infrastructure, Volunteered Geographic Information, Data Integration.

1. INTRODUÇÃO

Infraestruturas de Dados Espaciais (IDEs) surgiram da necessidade de informações espaciais (dados e metadados) para planejar, gerenciar e monitorar diferentes áreas de atividade e assegurar o desenvolvimento sustentável e tornar as economias mais competitivas (GRANT, 1999). O objetivo inicial foi a racionalização de esforços na obtenção de dados espaciais, o controle de redundâncias, a promoção da integração de bases de dados espaciais de forma a propiciar a economia de recursos (RAJABIFARD e WILLIAMSON, 2001).

No princípio foram concebidas como um ambiente de apoio à coordenação, integração, troca e compartilhamento de dados e metadados espaciais que atendessem principalmente ao setor público, levando em consideração os seguintes preceitos: (a) estar amplamente disponível; (b) ser fácil de usar; (c) ser flexível de forma a possibilitar diferentes instituições participarem; e (d) oferecer suporte a outras atividades apoiando as instituições em suas missões (MCLAUGHLIN e NICHOLS, 1994; COLEMAN e MCLAUGHLIN, 1998).

Desde as primeiras IDEs, são identificadas características como o sua natureza dinâmica e multidimensional envolvendo diferentes disciplinas em níveis administrativos, políticos e sociais (CHAN *et al.*, 2001). Assim como metas e objetivos que podem ser associados a uma grande variedade de contextos, incluindo o apoio ao crescimento econômico e social, à tomada de decisão em diferentes níveis, formulação de políticas públicas em várias áreas

(Meio Ambiente, Segurança, Saúde, Educação, Urbanismo, Turismo e Entretenimento, entre outros), gestão de emergência, a melhoria do exercício da cidadania etc. Dessa forma, elas podem ser classificadas como: (1) hierárquicas (corporativa, local, regional, nacional e global); (2) transversalmente-jurisdicional (3) híbridas (MASSER, 2005; RAJABIFARD *et al.*, 2006).

Atualmente, em função de novas demandas e os avanços da tecnologia de informação e comunicação o conceito de IDE está em evolução adquirindo novas funcionalidades e abrangendo a sociedade de forma geral. Segundo Hennig e Belgui (2012) e Budhathoki e Nedovic-Budic (2008), as IDEs estão na terceira geração. Nesse sentido uma IDE nessa geração oferece um conjunto de elementos necessários para a sua formação sendo construída com o objetivo mais amplo de informar, orientar, otimizar, facilitar e coordenar a criação, manutenção, compartilhamento, descoberta, avaliação, aplicação e distribuição de informações espaciais em diferentes tipos de organizações envolvendo atores distintos, tais como governos, sociedade, instituições privadas e a academia (RAJABIFARD *et al.*, 2002; CROMPVOETS *et al.*, 2004; DAVIS JR & ALVES, 2005).

Todavia, não há, ainda, unanimidade no que diz respeito às características para as IDEs desta geração. Por exemplo, alguns pesquisadores afirmam que IDEs subnacionais estão desempenhando um papel mais importante nesta geração e estão criando mais e novas oportunidades para o setor privado (RAJABIFARD *et al.*, 2006; MASSER, 2009;

SADEGHI-NIARAKI *et al.*, 2010). Ao mesmo tempo, outros sugerem que as IDEs de terceira geração devem empregar Informação Geográfica Voluntária (VGI) ou iniciativas de *crowdsourcing* e Web 2.0 (SHAKERI *et al.*, 2013; HENNIG e BELGUI, 2012).

Cabe ressaltar que é importante entender que IDEs são diferentes em alguns aspectos, mas é senso comum que seus objetivos para a maioria dos países consistem em criar um ambiente virtual onde qualquer informação espacial possa ser produzida, consumida de forma mais rápida, simples e disponível para qualquer interessado, a qualquer hora, em qualquer lugar (WILLIAMSON, 2004; VUŠOVIĆ *et al.*, 2013). Essa afirmação, embora represente de forma simples o papel das IDEs, é cercada de muitos desafios.

Este artigo apresenta uma proposta para a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE) da terceira geração, apresentando suas características e aspectos arquitetônicos e tecnológicos para um Ecossistema de IDE Colaborativo. O termo Ecossistema é emprestado da Biologia e adaptado a esse contexto representando um conjunto de comunidades interagindo entre si e agindo e/ou sofrendo ações de fatores externos. Um primeiro protótipo, denominado IDE-Co, está sendo construído fundamentado em uma plataforma habilitadora no sentido de permitir a qualquer instituição e cidadão utilizar geoserviços (WILLIAMSON & RAJABIFARD, 2011).

Para validar o protótipo é criada uma aplicação para a Área de Proteção Ambiental (APA) de Guapimirim, localizada no entorno da Baía de Guanabara. Trata-se de uma área que a pressão antrópica vem aumentando decorrente do desenvolvimento do Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (Comperj) e da Rodovia Raphael de Almeida Magalhães, construída no entorno da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (Arco Metropolitano). A IDE-Co é instanciada para a sociedade local oferecendo serviços geoespaciais e bases de dados residentes em uma infraestrutura de computação na nuvem que pode servir a governos locais e aos cidadãos.

Este trabalho é organizado em cinco seções. A seção 2 apresenta a evolução das IDEs quanto as características de cada geração, comparando-

as e a seguir delinea as características das IDEs contemporânea da 3ª geração⁺. A seção 3 apresenta o estágio atual da IDE brasileira. A seção 4 apresenta o Ecossistema IDE-Co. A seção 5 descreve o protótipo aplicado a APA de Guapimirim e a seção 6 apresenta as conclusões deste trabalho.

2. EVOLUÇÃO DAS IDEs

Em relação às últimas décadas, o conceito IDEs evoluiu ao longo de três gerações com uma certa sobreposição entre elas.

2.1 Primeira geração de IDE (1990-1999): modelo centrado em dados

Os primeiros trabalhos no desenvolvimento das IDEs surgiram por volta da segunda metade da década de 1980. No entanto, o conhecimento sobre diferentes conceitos, aspectos e questões relacionados ao tema era limitado (WILLIAMSON *et al.*, 2003). Alguns países pioneiros neste empreendimento foram: Austrália, EUA, Canadá, Qatar, Portugal, Holanda, Indonésia, Malásia, Japão, e outros (MASSER, 1999). Neste contexto, cada país projetou e desenvolveu sua própria IDE com base em suas necessidades, prioridades e características específicas (CROMPVOETS *et al.*, 2004).

Em geral, apesar de haver diferenças entre os países, a maioria das primeiras IDEs foram projetos nacionais com um forte envolvimento do governo. Seus objetivos eram: (i) promover o desenvolvimento econômico; (ii) estimular melhores Governos, de acordo com suas necessidades e características; e (iii) promover a sustentabilidade ambiental (MASSER, 1999).

Essa primeira geração foi liderada principalmente por instituições nacionais de cartografia e levou à criação de bancos de dados espaciais nacionais e à documentação dos recursos existentes através de metadados (RAJABIFARD *et al.*, 2006), embora negligenciando as questões relativas ao acesso de dados (MASSER, 2000).

Uma das dificuldades dessa geração, além de suas limitações de ordem técnicas e institucionais (RAJABIFARD *et al.*, 2002), foi a falta de exemplos práticos no desenvolvimento de IDEs que outros países pudessem ter como referência. Como consequência, um dos principais resultados da primeira geração foi

a elaboração de documentação e experiências sobre iniciativas de IDE, em especial, uma abordagem para o desenvolvimento de IDE orientado a dados (WILLIAMSON *et al.*, 2003).

Nesta geração os dados espaciais foram a força motriz, ficando o foco principal sobre a iniciativa de desenvolver uma IDE para disseminar dados e metadados (CROMPVOETS *et al.*, 2004). Como característica dessa visão centrada em dados, foram reunidos dados, os serviços foram concebidos de acordo com formato de dados da tecnologia utilizada e, finalmente, os resultados foram disponibilizados aos usuários. Embora a IDE dessa geração fosse concebida pensando em disseminar dados, as questões de interoperabilidade e as preferências do usuário (SADEGHI-NIARAKI *et al.*, 2010) foram negligenciadas assim como as necessidades e interações entre os fornecedores e usuários de dados espaciais que são elementos importantes no desenvolvimento de uma IDE (RAJABIFARD & WILLIAMSON, 2001).

Outro aspecto da primeira geração de IDE também apontado por Masser (1999) são as especificidades de cada país, tais quais: extensão, escopo, políticas, sistemas de governo, envolvimento dos governos e do setor privado, os objetivos territoriais, aspectos culturais, condições socioeconômicas etc, ou seja, em linha com os interesses específicos e nacionais de seus respectivos países.

Por último, um aspecto importante para o sucesso da IDE é a dimensão tecnológica (hardware, software, infraestrutura de telecomunicações etc) que naquela época não era adequada. Todavia, as primeiras implementações foram baseadas na suposição de adequada infraestrutura de telecomunicações capaz de transportar grandes quantidades de dados comuns para Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e aplicações de sensoriamento remoto. Além disso, em termos de software de informação geográfica (IG) tanto a maturidade quanto as opções eram limitadas. Muitas vezes, quando se comprava software de IG, a aplicação era dependente de uma plataforma de tecnologia específica e um particular sistema operacional, o que obrigava as instituições adquirir as mesmas plataformas tecnológicas se eles quisessem interoperar seus sistemas.

2.2 Segunda geração (2000-2006): modelo orientado a processos

A segunda geração começou por volta de 2000, com uma mudança de foco no desenvolvimento de IDE por alguns dos países que mudaram suas estratégias de desenvolvimento e atualização de seus modelos conceituais (MASSER, 2005). De fato, houve insatisfação com algumas questões que envolviam a primeira geração de IDE. Uma das principais razões para esta mudança de foco é que a comunidade de dados espaciais não estava satisfeita com a capacidade funcional das *clearinghouses* (sítio para facilitar a descoberta e o acesso de dados espaciais), uma vez que eram orientadas a dados em detrimento aos usuários (CROMPVOETS *et al.*, 2004.).

A segunda geração de desenvolvimento de IDE pode ser vista como resultado de uma melhor compreensão da natureza e dos processos envolvidos. Essa geração é caracterizada por um modelo orientado a processo, influenciado por diferentes esferas de governo e do setor privado (RAJABIFARD *et al.*, 2006). Esse modelo orientado a processo enfatiza o canal de comunicação de infraestrutura de conhecimento, capacitação e gestão de ativos de informação (RAJABIFARD *et al.*, 2002). Essa inovação também foi realçada pelas demandas para apoiar os princípios de *e-government*.

Dessa forma, esta geração foi impulsionada pela necessidade dos usuários, pelo compartilhamento e a reutilização de dados coletados por uma ampla gama de agências para vários propósitos, utilizando ambiente descentralizado e distribuído, e levando em conta o ponto de vista sócio-técnico, ao contrário do ponto de vista técnico-cêntrico da primeira geração (RAJABIFARD *et al.*, 2006).

Em termos de tecnologia, após a ascensão da Web que criou um conceito mais orientado para o usuário, uma proliferação de aspectos tecnológicos e padrões emergentes tornaram-se mais maduros. Esta geração aproveitou o avanço nas tecnologias de informação e comunicação e um progresso global significativo em seu uso efetivo (BUDHATHOKI & NEDOVIC-BUDIC, 2008). Por exemplo, o uso de serviços web, baseado principalmente em padrões de interoperabilidade do *Open Geospatial Consortium* (OGC) (<http://>

www.opengeospatial.org/) para acesso direto aos dados via geoserviços. De fato, o uso dos padrões OGC é uma importante distinção entre a primeira e a segunda geração de IDEs (DAVIS JR & ALVES, 2005).

Além disso, esta geração aproveitou experiências, conhecimentos, documentação e lições aprendidas a partir da primeira geração (WILLIAMSON *et al.*, 2003) e trouxe um aumento substancial no número de usuários, aplicações e requisitos (GRUS *et al.*, 2010).

2.3 Terceira geração (2007-Atual): modelo centrado no usuário

Nos últimos anos, a Web 2.0 cresceu e ganhou massa crítica; a ubiquidade e a “internet das coisas” estão em expansão e se consolidando (BANDYOPADHYAY & SEN, 2011). Trabalhar com dados massivos (*Big Data*) está ficando cada vez mais fácil e melhor através de novas ferramentas que estão sendo criadas e disponíveis em nuvem de forma transparente. Neste contexto, a computação está se tornando o quinto elemento utilitário, após os serviços de água, energia, gás e telefone (BUYA *et al.*, 2009).

Assim, surge a geração de IDEs, onde o conjunto de usuários de todos os segmentos (governo, instituições públicas e privadas, organizações sem fins lucrativos e cidadãos comuns) representa seu elemento central e fundamental. Trata-se de um modelo centrado no usuário na qual a informação espacial é considerada como um bem comum e disponibilizada a todos os segmentos da sociedade e de governo, promovendo a criatividade e o desenvolvimento de produtos (WILLIAMSON *et al.*, 2006, e WILLIAMSON *et al.*, 2011).

Nesta geração, segundo Rajabifard *et al.* (2006), Masser (2009) e Sadeghi-Niaraki *et al.* (2010) as IDEs subnacionais estão desempenhando

um papel importante e estão criando mais e novas oportunidades possibilitando que os governos locais e a sociedade sejam habilitados espacialmente para as cidades inteligentes (CARAGLIU *et al.*, 2011). A maneira como os usuários entendem e trabalham com novos recursos das IDEs é essencial. Dessa forma, a concepção de serviços concentra a atenção nas necessidades dos usuários (RAJABIFARD, 2008). Para isto a plataforma é habilitada e orientada para as necessidades dos usuários de forma a apoiar os domínios de participação do governo (WILLIAMSON *et al.*, 2006) e de todos os segmentos da sociedade (WILLIAMSON & RAJABIFARD, 2011).

Nos últimos anos, as IDEs mais modernas oferecem novos serviços baseados em localização com base de dados na nuvem, considerando conteúdo gerado pelo usuário (*crowdsourcing* e informação geográfica voluntariada (VGI), SIG participação pública, etc) e informações espaciais em tempo real (SADEGHI-NIARAKI *et al.*, 2010). Nas IDEs dessa geração observa-se um empoderamento dos usuários (*user empowerment*) de todos os segmentos como produtor e consumidor de dados também.

Outro fato, é que as IDEs apresentam alcance e finalidades diferentes e estão se tornando onipresente, interligadas e integradas. Além disso, estas IDEs estão sendo utilizadas em diferentes níveis e contextos e tornando-se parte de outras infraestruturas de informação em geral.

2.4 Comparação entre as gerações de IDEs

Resumindo as principais características com base em Hennig e Belgui (2012) e Budhathoki e Nedovic-Budic (2008) das três gerações da IDE é apresentada a Figura 1, onde se observa os antecedentes, sua evolução e tendências.

(1970 – 1989)	Primeira(1990 – 1999)	Segunda(2000- 2006)	Terceira(2007 - Atual)
IDE antecedentes	Modelo orientado a dado	Modelo orientado a processo	Modelo centrado no usuário
<ul style="list-style-type: none"> Organizações nacionais de mapeamento reconhecem a necessidade de justificar os grandes investimentos públicos. Reconhecimento de políticas comuns no que diz respeito ao acesso, uso e preços de seus dados. Várias iniciativas sobre cooperação e compartilhamento de dados espaciais em alguns países. 	<ul style="list-style-type: none"> Setor público e poder nacional (principalmente). Promove o desenvolvimento econômico. Promove a sustentabilidade ambiental. Arcabouço Legal, Institucional e Tecnológico limitados. Domínio público (principalmente). Orientada para os dados (força chave). Racionalização de recursos. Comunidade espacial. 	<ul style="list-style-type: none"> Setor público e privado e poder nacional(principalmente). Princípios de <i>e-government</i> Maior número de países em iniciativas de IDEs. Promove o desenvolvimento econômico. Promove a sustentabilidade ambiental. Melhorias no Arcabouço Legal, Institucional e Tecnológico. Arquitetura Orientada a Serviços. Orientada para o processo (Uso e aplicação de dados). Usuário como componente chave. Participação da sociedade (grande maioria passiva). Vários domínios. Comunidade espacial maior. 	<ul style="list-style-type: none"> Setor público e privado e poder nacional / subnacional distribuído. Participação da sociedade (passiva e ativa). Promove o desenvolvimento econômico e o bem-estar. Endereça cidades inteligentes. Diferentes domínios e propósitos. Promove a sustentabilidade ambiental. Melhorias no Arcabouço Legal, Institucional. Novas possibilidades para o arcabouço tecnológico. A computação em nuvem e Ubiquidade. Computação social. Diferentes tipos de dispositivos de comunicação. Dados ligados(semântica) e <i>Big data</i>. Orientada para requisitos do usuários. Todas as comunidades.

Fig. 1 - Comparação entre as gerações de IDEs.

2.5 Relacionamento e natureza de uma IDE

A natureza das IDEs é multifacetada, dinâmica e complexa, uma vez que ocorrem mudanças de requisitos e expectativas e também nas negociações de direitos, restrições e responsabilidades entre as pessoas (GRUS *et al.*, 2007). As IDEs modernas podem ser hierárquicas, *cross-jurisdicional*, multidomínio e multipropósito, configurável e adaptável. Para Fernández e Iglesias (2008), uma IDE pode ser híbrida, isto é, misturar e agregar abordagens formais (institucionais) e informais (voluntários) para tornar o ambiente mais flexível e democrático. Cooper *et al.* (2014) ressalta ainda que uma IDE pode ser parte de outra IDE e desta forma deve considerar os princípios de iniciativas abertas e de ambientes participativos.

2.6 Princípios e modelo de uma IDE Moderna: 3ª geração⁺

Tendo em vista a proposta de este trabalho apresentar a IDE-Co como uma infraestrutura contemporânea, além das características listadas na Figura 1, serão considerados três princípios integrados a essa nova arquitetura: (1) iniciativas abertas e transparentes; (2) cultura de participação, e (3) o conceito de injeção inversa de dados espaciais. O emprego desses conceitos a IDE altera o papel da informação espacial para qualquer esfera de tomada de decisão em nível

local, regional e nacional, ou simplesmente para uma sociedade melhor. Entretanto, para torná-lo viável é importante no futuro ajustar os quadros legais, institucionais e tecnológicos.

2.6.1 Iniciativas abertas e transparentes

A filosofia do software gratuito, que começou no início de 1980, e a de código aberto, que iniciou em meados dos anos 1990 (VON HIPPEL, 2002), podem ser consideradas como precursoras do movimento de iniciativas abertas. Trata-se de um conceito que caracteriza os sistemas de conhecimento e de comunicação, epistemologias, sociedade, política e instituições, visando a liberdade, a cidadania, a transparência, o conhecimento de todos, o progresso social e transformação individual (PETERS & BRITZ, 2008).

Em termos de organização e de instituições ou mesmo a cidadania, a iniciativa aberta é um modelo que se caracteriza por um ambiente participativo, colaborativo e de tomada de decisão motivada pela crença de que a democracia oferece um conjunto de princípios para todos, em vez de uma autoridade central (LATHROP & RUMA, 2010). Em uma perspectiva contemporânea, iniciativas abertas implicam em diferentes dimensões tais como: ciência aberta, inovação aberta, educação aberta, sociedade aberta, padrões abertos, colaboração aberta, acesso livre,

código aberto, dados abertos e governos abertos.

Sui (2014) argumenta que a comunidade de IG deve abraçar o valor das iniciativas abertas e apresenta dimensões a serem promovidas como a força motriz para orientar o desenvolvimento de SIG para uma nova era, embora ele aponte alguns obstáculos e sugere que o emprego de iniciativas abertas seja reforçado por apoio político dos governos e da sociedade. Com efeito, no contexto das IDEs, aplicar iniciativas abertas significa remover barreiras sociais, técnicas, tecnológicas, financeiras e legais. Por exemplo, ao disponibilizar plataformas e dados abertos significa que diferentes níveis de tomada da decisão poderão ser efetuados por diferentes atores. Além disso, iniciativas abertas incentivam e facilitam o compartilhamento e a atualização das informações. Desta forma, conforme apontado por Onsrud *et al.* (2004), IDEs com iniciativas abertas podem ser vistas como bem comum.

2.6.2 Cultura de participação

A cultura de participação oferece algumas oportunidades para enfrentar os grandes problemas que as nossas sociedades enfrentam hoje (FISCHER, 2011). Trata-se de um conceito que envolve reduzir barreiras à expressão artística e a cidadania, o apoio à criação e ao compartilhamento e a orientação informal. Na cultura de participação, os membros acreditam que suas contribuições, colaborações e a conexão social com o outro é uma coisa natural (CLINTON *et al.*, 2006).

Na era atual, as pessoas, especialmente os mais jovens, são pessoas mais dinâmicas, participativas e colaborativas, submetidas a uma exposição intensa à tecnologia, onde eles acreditam que podem mudar o mundo e contribuir com ele (OBLINGER & OBLINGER, 2005). Essas pessoas (Geração Y e Geração Net) cresceram ou estão crescendo com um amplo acesso à tecnologia. Segundo Oblinger e Oblinger (2005), essas gerações podem usar intuitivamente uma variedade de dispositivos de Tecnologia da Informação e ficar conectado o tempo todo através da Internet usando ferramentas da computação social (Facebook, Twitter, Instagram, blogs colaborativos, plataforma Wiki, e-mail, jogos sociais, WhatsApp, etc).

Alguns governos estão descobrindo que a

participação dos jovens é um elemento importante para diversos tipos de iniciativas e processos de tomada de decisão. Assim, aproveitar o potencial deste grupo usando a computação social torna-se a força motriz por trás da nova cultura de participação (FISCHER, 2011). Como exemplo, pode ser criado a partir de uma instituição de governo projetos colaborativos de mapeamento envolvendo estudantes.

Nesse contexto, o conteúdo gerado pelo usuário (UGC) (KRUMM *et al.*, 2008), a Participação Pública em SIG (PPGIS) (BROVELLI *et al.*, 2013.), *Crowdsourcing* (BRUNS, 2007) e Informação Geográfica Voluntária (VGI) (GOODCHILD, 2007; COLEMAN *et al.*, 2009) são exemplos de computação social e, conseqüentemente, poderão apoiar a cultura de participação. Assim, no ambiente das IDEs modernas o uso destes termos deve ser natural e inserida neste cenário. Em outras palavras, um ambiente habilitado à promoção da cultura de participação, deve considerar a computação social e estimular a todos a interagir, usar, trabalhar, colaborar, participar, produzir e consumir.

2.6.3 Injeção inversa de dados espaciais (IIDE)

O conceito de injeção inversa de dados espaciais é sobre processos que demandam orientação, processamento ou produção. Ele pode ser visto como mecanismo de pressão sobre os produtores oficiais. Além disso, é preciso levar em conta novas maneiras informais de produção dos dados espaciais. Ele tem uma relação com as iniciativas abertas e cultura de participação baseada em três processos:

2.6.3.1 Processo de produção empurrada (*push production*) e puxada (*pull production*)

Os governos sempre foram os principais produtores e consumidores de dados espaciais, seja por conta de seus procedimentos de rotina ou determinação legal. Neste contexto, muitos órgãos públicos produzem seus dados de acordo com suas disposições estatutárias e missões, mas sem levar em conta as prioridades, características e exigências de seus usuários e a consequência é que seus sistemas de produção são baseados em uma produção empurrada. Por outro lado, quando estas agências produzem seus produtos

com base em pesquisa e necessidades (exigências) da perspectiva do usuário, nesse caso, os seus sistemas de produção são caracterizados em produção de tração (puxada). Isto é denominado em IDEs de recurso centrado no usuário. Portanto, é importante uma combinação de ambos os sistemas (produção empurrada e puxada). Este tipo de processo possibilita aos produtores entender para que sua informação é usada (Qual é o contexto) e quem irá usá-la. Para isso, é necessário criar mecanismos para apoiar esse conceito, por exemplo, empregando gestão do conhecimento para os projetos, produtos, os usuários e as relações entre eles.

2.6.3.2 Processo faça você mesmo

A informação espacial está muitas vezes disponível, mas não é acessível, simplesmente por causa de padrões/formatos incompatíveis com as exigências de uma IDE. Neste caso, qualquer uma das partes interessadas (organização pública ou privada, cidadão comum) em tal informação espacial poderia convertê-la em padrão compatível com a IDE e torná-la disponível e acessível. Elwood (2008) afirma que, em alguns contextos nacionais e locais, os dados do governo não são facilmente acessíveis por instituições não governamentais ou cidadãos locais e IDEs são concebidas como estritamente Governamentais. Entretanto, essa questão deve ser discutida em qualquer democracia onde os dados produzidos por agências de governo são considerados um bem público.

2.6.3.3 Processo de criação de novos tipos de produtos

Hoje em dia, diferentes fontes de informação espacial podem ser utilizadas e aproveitadas. Como afirmado por Sui *et al.* (2013), o fenômeno da VGI é parte de uma transformação de como a informação espacial é produzida e distribuída. Numa tentativa de compreender melhor, Coleman *et al.* (2009) descreveu e classificou VGI por tipos de pessoas e a natureza das suas contribuições. Além disso, em uma época de *Big Data*, um volume muito grande de informações está disponível e deve ser acessível e capaz de ser processado de forma eficiente. No âmbito das IDEs, uma parcela dessa informação poderia ser integrada e utilizada,

embora não seja uma questão trivial.

2.6.4 Modelo de IDE estendido para 3ª geração⁺

No desenvolvimento de uma IDE há uma variedade de preocupações relacionadas com as perspectivas: conceitual, técnica, sócio técnica, política, organizacional, jurídica, cultural, institucional e financeira (HJELMAGER *et al.*, 2008; TOOMANIAN, 2012). Desta forma, IDEs devem considerar três estruturas (Figura 2) que têm relações de uso entre elas, a saber:

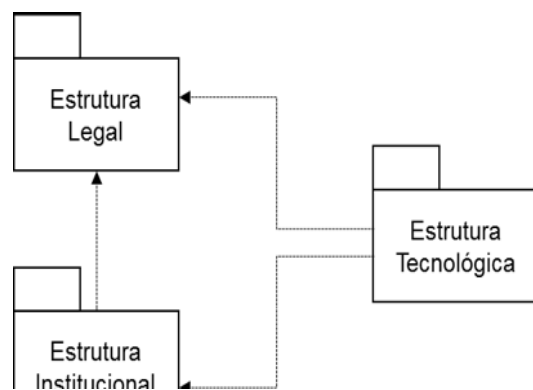


Fig. 2 - Diagrama UML de relacionamento entre pacotes da plataforma IDE.

2.6.4.1 Estrutura Legal

É o instrumento formal para tratar com os aspectos legais, tais como leis, protocolos, tratados etc. Esta estrutura oferece recursos legais para resolver problemas institucionais e conflitos de interesse. De acordo com Fernández e Iglesias (2008), a estrutura legal associada à IDE em uma esfera nacional é um guarda-chuva legal para apoiar IDEs subnacionais e corporativas. Segundo Janssen (2008), no contexto das IDEs, um boa estrutura Legal é crucial para o desenvolvimento e manutenção do bom funcionamento de uma infraestrutura de dados espaciais e pode ser avaliada através de diferentes critérios.

2.6.4.2 Estrutura Institucional

É endereçado à formação de arranjos administrativos, políticos e organizacionais para construção, manutenção, acesso e aplicação em padrões e conjunto de dados (RAJABIFARD e WILLIAMSON, 2001; FEENEY *et al.*, 2002.). O desenvolvimento e manutenção das

IDEs é um esforço colaborativo que envolve vários patrocinadores e trabalho em equipe, consequentemente atividades conjuntas (TOOMANIAN e MANSOURIAN, 2009). Os grupos de trabalho podem compartilhar experiências, formar parcerias, acordos e tratar de tecnologia, coordenação e desenvolvimento. Desta forma a estrutura institucional pode criar acordos formais e informais visando facilitar o trabalho cooperativo e colaborativo.

2.6.4.3 Estrutura tecnológica

IDEs são ambientes complexos e dinâmicos que podem envolver um grande número de organizações, pessoas e volumes de informação espacial em diferentes contextos, domínios e disciplinas. A fim de apoiar e fomentar o fluxo de informação entre as partes interessadas (governo, cidadãos e do setor privado, e da academia) a estrutura tecnológica tem de ser estabelecida. Tal estrutura deve abordar elementos arquitetônicos e tecnológicos, com base nos requisitos funcionais e não-funcionais da IDE. Assim, a estrutura tecnológica para IDE envolve o acesso, uso, compartilhamento, troca e produção de informação espacial distribuída e descentralizada, e deve indicar a infraestrutura de comunicação, software e hardware. Neste contexto, os esforços devem ser feitos para o desenvolvimento de um *middleware* geoespacial que ofereça um conjunto de ferramentas para apoiar a comunicação, colaboração, contribuições, serviços avançados, modelos e análise de suporte à decisão necessária às partes interessadas (YANG *et al.*, 2010). No entanto, o desenvolvimento de um ambiente bem-sucedido exige um conjunto de requisitos necessário para o desenho de uma plataforma de integração que facilite a interoperabilidade das entidades funcionais dentro de um ambiente heterogêneo (RAJABIFARD, 2008).

Na Figura 2, se algo mudar na estrutura legal, então essa mudança pode afetar a estrutura Institucional e/ou a estrutura Tecnológica. Se algo muda na estrutura Institucional essa mudança pode afetar a estrutura Tecnológica. Mudanças na estrutura Institucional e na estrutura Tecnológica não afetam a estrutura Legal, ou seja, o domínio legal é independente, embora possa ser influenciado por domínios

institucionais ou tecnológicos.

No caso da IDE Brasileira (INDE), como elementos dessas estruturas consideram-se: i) o decreto presidencial 6.666 de 2008; ii) a especificação de uso de padrões para dados e metadados como a ET-EDGV (Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais) e o perfil de metadados brasileiros; e iii) a utilização da arquitetura orientada a serviços baseadas nos padrões internacionais da OGC. O primeiro é um exemplo pertencente à estrutura legal, o segundo à estrutura institucional e o terceiro à estrutura tecnológica.

3. INDE: DESAFIOS DE UM SISTEMA FEDERADO

No Brasil, as relações entre os níveis de Governo Federal, Estadual, Municipal e Distrital são nebulosas conforme o Artigo 23 da Constituição Federal. Embora existam hierarquias, algumas atividades são interdependentes e há um grande número de atividades que envolvem diferentes organizações, por exemplo: (a) o IBGE (órgão federal) é atualmente responsável pelo Censo Brasileiro e isso implica atuar em todos os níveis e para isso utiliza banco de dados cartográficos de prefeituras e estados criados para diversos fins; (b) a Base Cartográfica Digital Contínua do Projeto Amazônia, em uma escala de 1:100.000, foi desenvolvido pelo Ministério do Meio Ambiente, IBGE, e a Diretoria do Serviço Geográfico do Exército; e (c) a Agência Nacional de Petróleo, Gás e Biocombustíveis (ANP) realiza as suas atividades de supervisão, muitas vezes em conjunto com os estados, utilizando diferentes tipos de informação. Na verdade, existem dezenas de projetos e atividades que abrangem todas as esferas de governo e várias destas atividades poderiam ser compartilhadas e coproduzidas.

A Figura 3 representa os diferentes níveis hierárquicos das instituições e as diferentes atividades interdependentes. Cada nível hierárquico tem seus projetos no círculo e os pontos representam um tipo de atividade que pode variar de um nível para outro. Uma atividade pode ser criada por todas as esferas ou por algumas delas. Uma atividade pode ser criada em um nível e gerar outra atividade em outros níveis (veja as setas na Figura 3).

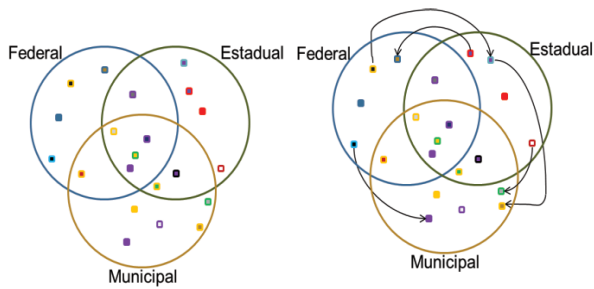


Fig. 3 - Relacionamento e atividades nos níveis de governo.

Diante deste contexto a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), poderia apoiar estas relações, racionalizando os recursos e o interfuncionamento de suas entidades. Em sua implantação foi previsto a integração com

outras IDEs, conforme documentado no plano de ação que previa três ciclos: i) disseminação e adesão a INDE (2009-2010); ii) Integração das instituições a INDE (2011-2014); e iii) integração da INDE a outras IDEs (2015-2020).

Embora o plano de ação previsse a necessidade de manter as ações atualizadas, atualmente ainda não há integração em uma hierarquia vertical entre os níveis federal, estadual, local. Além disso, a integração horizontal quando há, é consolidada apenas entre as instituições no mesmo nível e jurisdição. Diante deste panorama a INDE apresenta poucas características da terceira geração, conforme a Figura 1 e apresentado no Quadro 1.

Quadro 1: Características da INDE

Características da INDE	Primeira	Segunda	Terceira
	Geração de IDE	Geração de IDE	Geração de IDE
Setor público e poder federal (principalmente)			
Promoção do desenvolvimento econômico			
Tomada de decisão			
Promoção da sustentabilidade ambiental			
Aperfeiçoamento da estrutura legal			
Aperfeiçoamento da estrutura institucional			
Aperfeiçoamento da estrutura tecnológica			
Aplicações orientadas a dados/serviços			
Comunidade espacial			
Participação da sociedade - passiva			
Domínio variável			

Analisando o contexto da INDE há algumas questões que devem ser consideradas para a melhoria da IDE brasileira.

1. No Brasil, muitos municípios dependem de recursos fornecidos pelo Governo Federal e alguns deles não têm recursos para construir ou manter sua própria IDE independente. O governo federal pode fornecer um ambiente para eles.
2. Existem projetos de mapeamento que envolvem múltiplos atores, e na maioria das vezes um impasse é criado a respeito de quando e onde o produto do projeto deve ser armazenado e mantido.
3. Não há integração entre as poucas IDEs locais que existem atualmente, muito menos com essas IDEs em instâncias superiores de governo.
4. Há algumas iniciativas realizadas por organizações não governamentais (ONG) e apoiadas pela VGI relacionados ao mapeamento de áreas carentes, como os aglomerados subnormais. O problema é que, devido à falta de infraestrutura adequada, esses projetos podem surgir, mas nem sempre são sustentáveis por um período de tempo razoável. Um exemplo é o projeto da ONG Comunitas para mapeamento de favelas (Santa Marta, Complexo

- da Maré, Complexo do Alemão etc) que parece não estar mais disponível (<http://wikimapa.org.br>).
5. Há recursos do Governo Federal para vários projetos da Academia. Infelizmente, alguns projetos precisam de um ambiente como uma IDE para pesquisa e tal IDE com este fim ainda não existe. Uma iniciativa nesse sentido foi a realização de eventos pelo Ministério de Planejamento em 2012 e 2014, denominados Jornada INDE/Academia.
 6. As instituições privadas e os cidadãos comuns não estão participando ativamente da IDE brasileira. A participação na maioria dos casos é passiva. Um exemplo é a própria INDE que está muito concentrada na esfera de Governo Federal com a participação de instituições privadas e cidadãos de forma apática e reduzida.
 7. Há estagnação na produção de dados espaciais por instituições públicas que são responsáveis pelo mapeamento. Elas precisam de novos mecanismos para tratar com este problema. Um exemplo é o mapeamento sistemático terrestre básico brasileiro na escala de 1:25.000, conforme a Figura 4.



Fig. 4 - Mapeamento Sistemático Terrestre Básico na escala 1:25.000- mapa índice de 2012. IBGE.

Do ponto de vista das estruturas legal, institucional e tecnológica, há alguns elementos que já são contemplados, principalmente pelas duas últimas, na arquitetura atual, entretanto outros são latentes ou mesmo inexistentes, conforme apresentado no Quadro 2. Neste quadro é apresentado ainda uma coluna com elementos não existentes e propostos para a IDE-Co.

Ressalta-se que na estrutura legal as Leis 12.527 e 12.965, apesar de terem sido promulgadas, ainda não são tratadas no âmbito da INDE.

4. ECOSSISTEMA IDE-CO

A Infraestrutura de 3ª Geração⁺, denominada de **Infraestrutura de Dados Espaciais Colaborativa (IDE-Co)** proposta neste trabalho é um ecossistema aberto que aborda o compartilhamento, a coprodução, a colaboração, a organização e a gestão de informação geoespacial para apoiar políticas públicas, tomada de decisões, de pesquisa, de cidadania e sustentabilidade.

Quadro 2: Elementos que apoiam a IDE brasileira

Estruturas	Existente ou em curso	Não existente e proposto para IDE-Co
Legal	<ul style="list-style-type: none"> • Em termos de enquadramento legal, a IDE brasileira foi criada pelo decreto presidencial 6.666. • Lei de acesso à informação (Lei 12.527 de 18/11/2011)- por esta lei todas as informações do governo em todas as esferas são consideradas de acesso público por parte da sociedade. As exceções são as informações pessoais e confidenciais. • Lei da neutralidade dos provedores de internet de (Lei 12.965 de 25/03/2014) – A Internet deve tratar de forma isonômica quaisquer pacotes de dados, independentemente de conteúdo, origem e destino do serviço. Ou seja, deve ser neutro em relação à passagem de pacotes em seus cabos, vendendo apenas a capacidade de tráfego, sem interferir com o próprio tráfego. Além disso, esta lei retira a responsabilidade, dos sítios provedores, sobre o conteúdo gerado por terceiros, reduzindo a insegurança jurídica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Obrigatoriedade do compartilhamento e disseminação dos dados geoespaciais e seus metadados nas outras esferas. • Todo dado público tem vocação para ser dado aberto, salvo o sigiloso. Então deve-se explicitar, em forma de lei, licença de uso público das informações espaciais produzidas por instituições de governo.
Institucional	<ul style="list-style-type: none"> • O Brasil é signatário do Tratado de Parceria para Governo Aberto. • Preparação de planos de treinamento e curso. • Preparação de planos de divulgação e publicidade. • Definição de padrão de interoperabilidade. • Definição e criação de padrões para diferentes tipos de dados espaciais. • Definição de padrões de metadados baseados em normas internacionais (ISO 19115). • Definição e criação de parcerias e de acordos de compartilhamento de informação espacial entre diferentes agências governamentais. • Aquisição de imagens de satélite centralmente através do governo federal e acesso para todos. Etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Definição e criação de parcerias e acordos para o compartilhamento de informação espacial entre todos os órgãos governamentais, setor privado, sociedade e academia, formal e informal. • Definição e criação de parceria informal com os voluntários. • Suporte e adoção de voluntários • Definição da informação espacial efetivamente como bem público. • Fundo participativo entre as esferas de governo para sustentar o ambiente. • Compatibilização de licença • Empoderar IBGE e CONCAR para fomentar INDE;

O objetivo geral da IDE-Co é proporcionar ambientes virtuais onde qualquer interessado pode instanciar e a seguir interagir, participar, colaborar, compartilhar, trabalhar qualquer informação espacial de modo que essa possa ser produzida, consumida de forma rápida e simples e estar acessível a qualquer interessado, a qualquer momento e em qualquer lugar, desde que haja uma conexão via protocolos de internet.

Para apoiar esse ambiente de 3ª Geração⁺, o modelo formal (*Enterprise Viewpoint*) proposto por Hjelmager *et al.* (2008) é estendido e adaptado para contemplar as estruturas e o desenvolvimento da IDE-Co, conforme apresentado na Fig 5 que apresenta uma visão do modelo de classes.

A partir do ecossistema IDE-Co são instanciadas plataformas ou IDEs na nuvem para diversos fins. Esta plataforma oferece uma arquitetura baseada em colaboração e orientada a serviços.

A arquitetura oferece recursos para o compartilhamento de serviço e barramento de dados comuns, além de oferecer flexibilidade para integrar serviços e dados em servidores distribuídos por entidades que já fazem parte da IDE brasileira e têm os seus próprios recursos. Esta infraestrutura estará disponível e acessível a qualquer entidade que não somente queira usá-la, mas também compartilhá-la através de seus processos de produção e disseminação.

A Figura 6 apresenta as dimensões dos serviços oferecidos pela arquitetura da Plataforma IDE-Co, destacando-se:

- Serviços de Migração e Conversão: trata-se de um conjunto de serviços de *download* e *upload* de dados e serviços da IDE-Co. Ressalta-se que, em geral, a informação ou conjunto de itens de informação espacial pode estar em formatos proprietários, dificultando

o acesso e o compartilhamento e, neste caso, exigindo ferramentas ETL (*Extract, Transform, and Load*) oferecidas pelo ambiente IDE-Co de forma a agilizar a migração e a conversão de dados e serviços.

- Serviços de Gestão Social: fornecem funcionalidades relacionadas com os aspectos de redes sociais como compartilhamento, agrupamento, ordenamento das contribuições, reputação e outros na IDE-Co.
- Serviços de Gestão do Conhecimento: fornecem funcionalidades para gerenciar todos os recursos (pessoas, organização, camadas, mapas, índices) na IDE-Co. Por exemplo: (1) Quais as camadas são mais demandadas, para que elas são usadas e por quem; (2) Quais as pessoas (suas habilidades, perfis) participaram de determinado projeto.
- Serviço de recuperação e catalogação de informação espacial: fornecem funcionalidades relacionadas com registro, catalogação e recuperação de serviços informações geoespaciais.
- Serviços de visualização: fornecem funcionalidades para a visualização de informações geoespaciais em forma de mapas, camadas, tabelas etc.
- Serviços de mapeamento: destinam-se a edição de bases de dados geoespaciais no ambiente.
- Serviços de criação de Geoportal: objetivam a criação de um geoportal personalizado para qualquer entidade de modo a oferecer um ambiente adequado para construir comunidades geoespaciais e redes de compartilhamento consistentes.

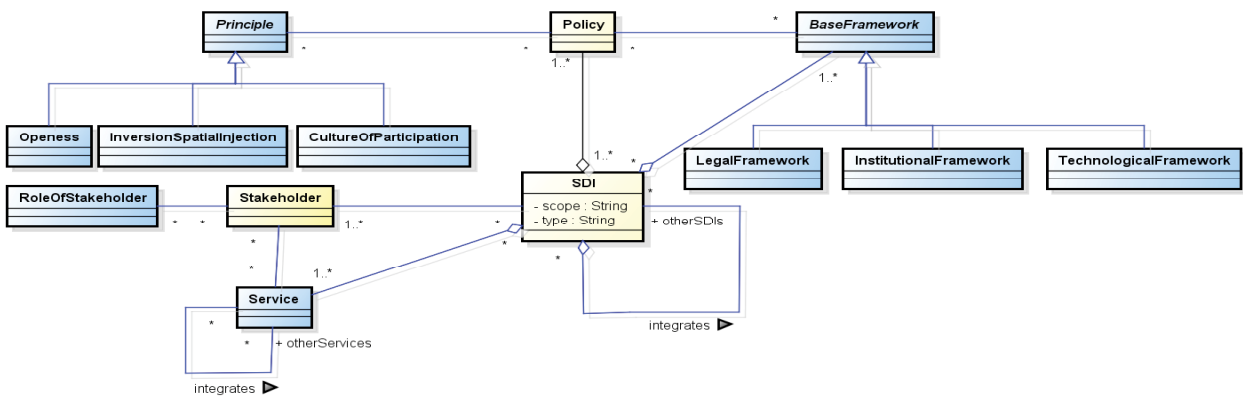


Fig. 5 - Diagrama de Classe UML no modelo formal estendido e adaptado de Hjelmager *et al.* (2008) para IDE-Co.

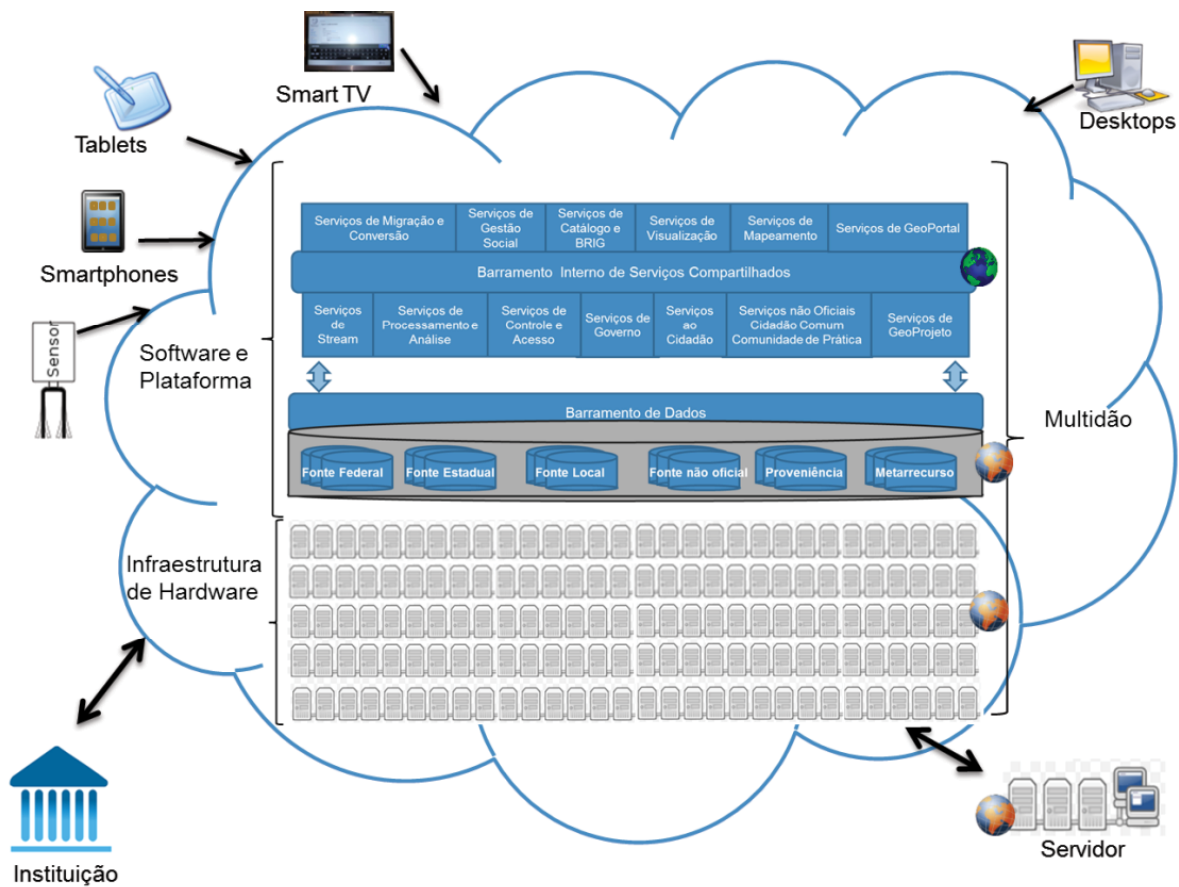


Fig. 6 - Arquitetura IDE-Co.

- Serviços de *stream*: fornecem a informação geoespacial em dispositivos temporais que enviam informações em tempo real. Por exemplo, um sensor pode estar ao longo do tempo, medindo a temperatura de um local e enviá-lo para o IDE-Co.
- Serviços de Processamento e Análise: consistem em prestação de serviços voltados para o tratamento e análise de dados espaciais, como, por exemplo, operações espaciais de generalização de camadas, extração de recurso automático etc.
- Serviços de acesso e de controle: oferecem funcionalidades para controlar e conceder privilégios aos recursos.
- Serviços Governamentais: possibilitam o acesso a informação geoespacial oficial fornecida por instituições públicas.

- Serviços ao Cidadão: fornecem um canal direto com os cidadãos em relação à vida cotidiana em eventos da cidade e também fornece ou integra alguns serviços básicos, como, por exemplo, serviços de roteamento. Além disso, eles permitem aos cidadãos o exercício da cidadania por meio de relatórios, reclamações, problemas etc.
- Serviços não-oficiais ao cidadão comum - comunidade de práticas: oferecem informações geoespaciais disseminadas como serviços por qualquer entidade.
- Serviços de GeoProjeto: Permite a criação de novos projetos de mapeamento colaborativo, incluindo a definição de áreas geográficas de trabalho e a composição da equipe que estará envolvida no projeto. Cada projeto poderá ser firmado entre as partes interessadas (instituições e pessoas), e apoiada por iniciativas de *crowdsourcing*.

Cabe ressaltar que na Figura 6 há relação de dependência e utilização de serviços. Por exemplo, Serviços de Gestão de Conhecimento usam Serviços de Gestão Social, que por sua vez, utilizam Serviços de Acesso e controle.

A IDE-Co apoia usuários com diferentes papéis permitindo múltiplas visões da IDE, desde uma instancia local até o nível nacional,

empregando padrões internacionais de comunicação, conforme apresentado na Figura 7, a saber:

- Plataforma nacional - Instância do nível nacional de IDE-Co. Esta é a visão *top-down* do ecossistema IDE-Co.
- Plataforma local: instâncias de IDE-Co de níveis estaduais, municipais e locais.
- Plataforma comunitária: instâncias de IDE-Co criadas por comunidades de interesse comum.
- Dispositivo de comunicação: são dispositivos de comunicação conectados diretamente à nuvem do ecossistema IDE-Co.
- Serviços de compartilhamento interno: são todos os serviços prestados pela nuvem do ecossistema IDE-Co.
- Barramento de dados internos: consistem nos dados armazenados na nuvem do ecossistema IDE-Co.
- Plataformas que usam padrões internacionais de interoperabilidade: são plataformas externas, IDEs, ou outras entidades que fornecem suas informações usando padrões internacionais de interoperabilidade que não estão na nuvem do ecossistema IDE-Co.

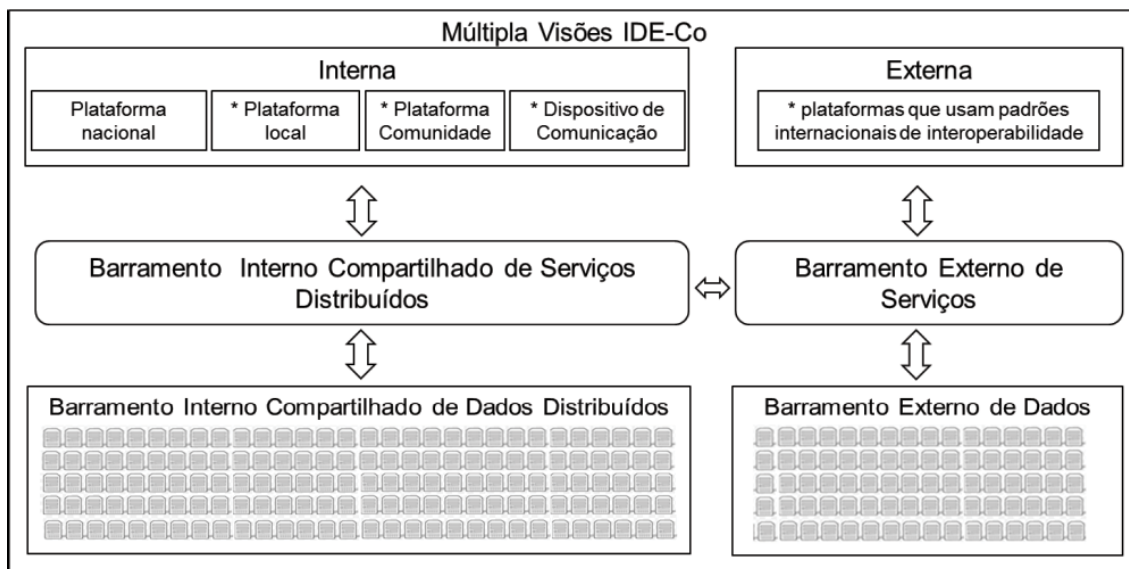


Fig. 7 - Arquitetura do ecossistema IDE-Co.

- Serviços de barramento externo: são os serviços prestados por plataformas externas e que não estão na nuvem do ecossistema IDE-Co.
- Barramento de dados externo: consistem nos dados de plataformas externas que não estão na nuvem do ecossistema IDE-Co.

4.1 Protótipo da IDE-CO

O objetivo é criar um ambiente de IDEs denominado ecossistema IDE-Co. Assim o protótipo permite que qualquer instituição do Governo (federal, estadual e municipal) ou uma comunidade (cidadãos comuns, organizações da sociedade civil, grupos de pesquisa e outros) instancie uma IDE criando um ecossistema que reside na nuvem.

O protótipo, que está sendo construído com artefatos de código aberto, oferece um conjunto de ferramentas geoespaciais fornecendo serviços e considerando os aspectos de redes sociais e de gestão do conhecimento contemplando os três princípios propostos e apresentados neste trabalho: (1) iniciativas abertas e transparentes; (2) cultura de participação e (3) injeção inversa de dados espaciais.

4.2 Tecnologia empregada

A plataforma IDE-Co está sendo construída, principalmente, com base nos seguintes aplicativos livres:

GeoNode é um projeto *opensource* para a construção de IDE baseada na web. Esta

plataforma foi projetada para ser estendida, modificada e integrada em outros pacotes de software livre. O GeoNode é composto de um conjunto de componentes, a saber: Django, Geoserver, Geoexplorer, Geoext e Openlayer (GEONODE, 2013).

EpiCollect.net é um projeto *opensource* que oferece um aplicativo web móvel para a geração de formulários (questionários). Podem ser coletados dados GPS e mídias usando vários tipos de *smartphones* (EPICOLLECT.NET, 2014).

Pybossa é um projeto *opensource* que disponibiliza um *framework* para criar projetos de *crowdsourcing* (PYBOSSA, 2014).

GeoNetwork é um aplicativo de catálogo para gerenciar metadados. Algumas características são: (1) utilização de padrão implementado (ISO19115; ISO 19119; ISO19110; etc); (2) edição *on-line* de metadados com um sistema de *templates*; (3) coleta programada e sincronização de metadados entre catálogos e outros esquemas distribuídos (GEONETWORK OPENSOURCE, 2014).

Spatial Talend é uma extensão espacial da ferramenta de ETL Talend.

Como sistema gerenciador de banco de dados estão sendo utilizados PostgreSQL / PostGIS / Postgres-XC (Postgres-XC, 2014) e MongoDB (MongoDB, 2014).

Estes softwares estão sendo personalizados e estendidos para o IDE-Co de forma a atender as funcionalidades pretendidas.

5. ESTUDO DE CASO EM GUAPIMIRIM

Para testar e avaliar as funcionalidades da IDE-Co foi construído um protótipo obedecendo os princípios da 3ª geração+ de IDE para a Área de Proteção Ambiental (APA) de Guapimirim, localizada no interior da Baía de Guanabara. Trata-se de uma região de grande pressão antrópica devido à instalação do Comperj e da implantação do Arco Metropolitano.

Desta forma, foi instanciada uma IDE temática local criada para atender atores de diferentes segmentos, de governo, de pesquisa e da sociedade. O objetivo desta instancia consiste em efetuar uma análise da pressão antrópica no entorno da APA inserida nos municípios de Magé, Guapimirim, Itaboraí e São Gonçalo (Figura 8).

Esta instância parte de dados oficiais de delimitação da APA e considera a malha de setores censitários de 2010 como menor unidade de coleta. Para isso foram usados os serviços de Migração e Conversão, criação de Geoportal e de acesso e de controle. Na Figura 8 observa-se que a instância criada para a área de estudo tem um *link* com a INDE, estando seus dados disponíveis como serviços para ser consumidos. Isto possibilita que a INDE além de atuar como uma *clearinghouse* possa atuar como um elemento dentro do Ecosistema IDE-Co disponível para que qualquer usuário possa consumir seus dados e replicar seus serviços, bem como adicionar novas funcionalidades oferecidas pela IDE-Co. Desta forma a IDE-Co oferece os recursos de dados e ferramentas para sua integração e compartilhamento de serviços e dados (Figura 9).

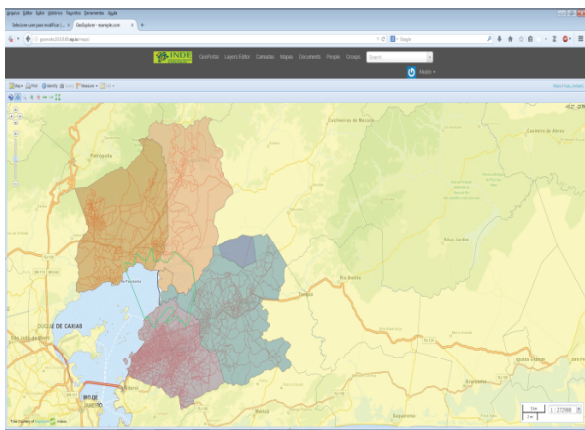


Fig. 8 – Instância da IDE-Co com a visualização dos planos de informação da APA de Guapimirim.

De modo a testar o protótipo foram criados os serviços de coleta de informação geográfica voluntária móvel, redes sociais e gestão de conhecimento. Estes serviços possibilitam a sociedade local contribuir voluntariamente com o conhecimento do espaço vivido apontando problemas e soluções. Na Figura 10, o voluntário, usando um *smartphone*, preenche um pequeno questionário sobre problemas na região da APA e do Comperj e tira uma foto para demonstrar o problema.

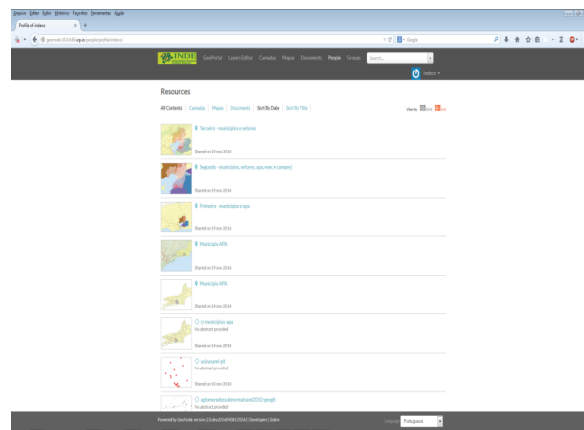


Fig. 9 – Recursos de dados da IDE-Co para o protótipo.

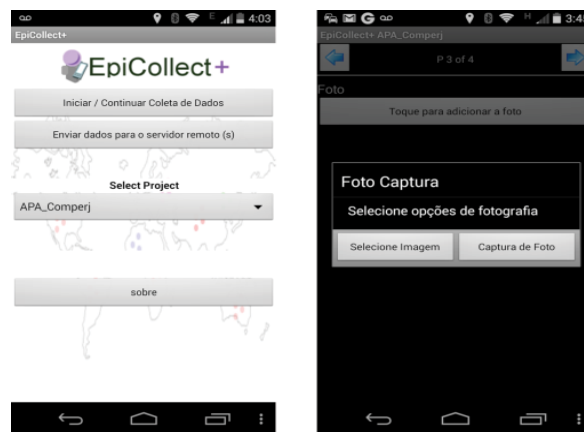


Fig. 10 – Aplicativo mobile da IDE-Co para a APA de Guapimirim.

Nesta aplicação também foram instanciados serviços para analisar a contribuição, criar fórum de discussão, saber quem contribuiu mais e o perfil de um usuário. Na Figura 11 são apresentadas as contribuições por usuários.

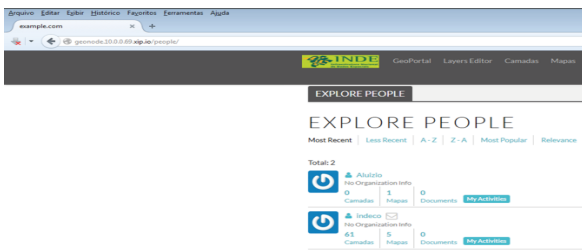


Fig. 11 - Serviço de gestão social.

As colaborações também podem ser realizadas na forma de texto, novos dados e mídias. A Figura 12 apresenta o usuário Aluizio anexando um vídeo do Youtube com o mapa da APA-Comperj.

Esse primeiro protótipo, conforme apresentado, ilustra alguns serviços implementados, como por exemplo serviço de criação de Geoportais, serviço de migração e conversão de dados, de gestão social e de mapeamento.

Nesse protótipo observa-se que a plataforma IDE-Co cria um ambiente colaborativo para todos os segmentos da sociedade considerando três aspectos: (1) fornecer uma plataforma de forma ubíqua a qualquer entidade; (2) participação e co-produção de bancos de dados oficiais e não oficiais que envolvem a multidão (todos os níveis de governo, as instituições, a Academia, comunidades e cidadãos comuns); e (3) integração da multidão efetiva.

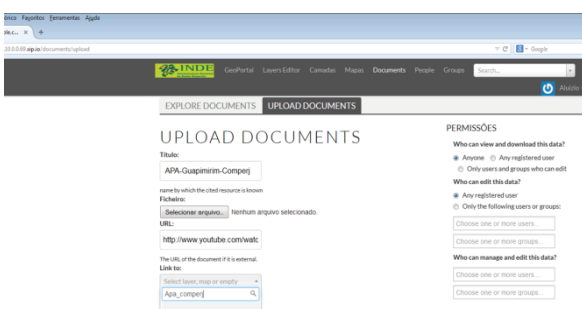


Fig. 12 - Serviço de *upload* de mídias.

6. DISCUSSÃO

Conforme apresentado, este artigo propõe aspectos arquitetônicos e tecnológicos para um Ecossistema de Infraestrutura de Dados Espaciais Colaborativa (IDE-Co) proposto para a próxima geração da IDE brasileira. Levando-se em conta as características do País e conceitos ligados a IDEs de terceira geração foram propostos princípios e um modelo que são fundamentais para o ecossistema conforme apresentado na seção 2.6: a) iniciativa aberta e transparente; b) cultura de participação; e c) injeção inversa de dados espaciais. Isto está alinhado com as características de IDE de terceira geração tais como: (1) orientada para usuários; (2) todos os segmentos da sociedade; (3) computação em nuvem; (4) computação social etc. Neste sentido, percebe-se que o apoio legal, institucional do Governo é um elemento chave, bem como a participação de vários segmentos da sociedade tornando a presente iniciativa desafiadora.

Nesse contexto, foi apresentado um protótipo aplicado a APA de Guapimirim. Por ser um primeiro protótipo e devido à complexidade e o grande conjunto de serviços, nem todas as funcionalidades estão implementadas. Por isso, nesse primeiro momento, foi contemplado um grupo de serviços básicos (*core*) para instanciar o geoportais da APA e permitir a inserção e compartilhamento de dados, bem como a interação social entre os cidadãos interessados. Todavia há outras funcionalidades que não foram usadas no caso da APA, como, por exemplo, uma funcionalidade de serviços de *Stream* para criar comunidade que tem interesse em monitorar *twitters* georreferenciados. Por outro lado, o uso do padrão *Sensor Web Enablement* (SWE), que é OGC, ainda não está disponível na protótipo IDE-Co. Nos serviços de Processamento e Análise, somente a funcionalidade de conversão de um sistema de referência geodésico para outro está disponível no momento. Nos serviços de Geoprojeto, a coleta de dados via *smartphone* é a primeira funcionalidade que foi disponibilizada.

Este primeiro protótipo objetivou testar os princípios e modelo (seção 2) para uma aplicação prática. Entretanto, ainda existem

funcionalidades de serviços que precisam ser disponibilizadas. Como trabalhos futuros ainda neste protótipo serão implementadas funcionalidades de edição cartográfica, de apoio a colaboração no âmbito da comunidade para troca de dados, informação e conhecimento, bem como serviços para o exercício da cidadania, como por exemplo, sinalização de problemas urbanos, tais como, sinal de trânsito com problema, poda de árvore, lixo na rua, etc.

7. CONCLUSÃO

Uma das características mais importante da proposta IDE-Co é reunir diferentes tipos de serviços em um ambiente, usando o conceito de plataforma e software como serviços, e possibilitar que qualquer município ou comunidade, que não tenha uma IDE, possa instanciar sua própria IDE neste ambiente, e para isso é necessário apenas uma conexão com a internet. Isto foi comprovado pela instancia do protótipo na APA de Guapimirim na qual algumas funcionalidades foram testadas quanto à integração, ao acesso e compartilhamento de dados e aspectos de participação em redes sociais.

Importante também ressaltar que um dos objetivos da proposta é criar uma base de dados híbrida, como serviços abertos, que leva em consideração informação oficial e/ou não oficial proveniente de instituições públicas e da sociedade.

Como trabalhos para um futuro imediato este protótipo deverá complementar e acrescentar funcionalidades aos serviços existentes e implementar os serviços ao Cidadão e os serviços de Governo. Entretanto, há que se considerar um esforço maior pois os serviços de Governos que requerem uma interação com a INDE, os serviços ao Cidadão de acordo com as questões municipais, etc.

Desta forma espera-se melhorar o papel da informação espacial para qualquer domínio de tomada de decisão a nível local, regional e nacional, ou simplesmente para uma sociedade melhor e moderna.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANDYOPADHYAY, D.; SEN, J.. Internet of things: applications and challenges in technology and standardization. **Wireless Personal Communications** 58 (1): 49–69pp. 2011.

BROVELLI, M. A.; MINGHINI, M.; ZAMBONI, G.. Web-based participatory GIS with data collection on the field: A prototype architecture. **OSGeo Journal**. Nottingham. Volume: 13, p. 17-21. 2013.

BRUNS, A.. Producers. In **Proceedings of the 6th ACM SIGCHI Conference on Creativity & Cognition**. p. 99–106. 2007.

BUDHATHOKI, N. R.; NEDOVIC-BUDIC, Z.. Reconceptualizing the role of the user of Spatial Data Infrastructure. **GeoJournal**. 72 (3-4): 149–60pp. 2008.

BUYA, R.; YEO, C. S.; VENUGOPAL S.; BROBERG, J.; BRANDIC, I.. Cloud Computing and emerging IT platforms: vision, hype, and reality for delivering computing as the 5th utility. **Future Generation Computer Systems**. 25 (6): 599–616pp. 2009.

CARAGLIU, A.; DEL BO, C. & NIJKAMP, P.. Smart Cities in Europe. **Journal of Urban Technology**. 18 (2): 65-82pp. 2011.

CHAN, T. O.; FEENEY, M.; RAJABIFARD, A.; WILLIAMSON, I.. The dynamic nature of Spatial Data Infrastructures: a method of descriptive classification. **Geomatica**. 55 (1): 65–73pp. 2001.

CLINTON, K.; PURUSHOTMA, R., ROBISON, A. J., WEIGEL, M.. Confronting the challenges of participatory culture: media education for the 21 st century. **Macarthur Foundation Publication**. 1 (1): 1–59pp. 2006.

COLEMAN, D. J.; GEORGIADOU, Y.; LABONTE, J.. Volunteered Geographic Information: the nature and motivation of producers. **International Journal of Spatial Data Infrastructures Research**. 4 (1): 332–358pp. 2009.

COLEMAN, D. J.; MCLAUGHLIN, J. D. Defining Global Geospatial Data Infrastructure (GGDI): Components, Stakeholders and Interfaces. **Geomatica**. 52 (2): 129-143pp. 1998.

CONCAR. 2008. **Decreto No 6666**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/decreto/d6666.htm Acesso em janeiro de 2014.

COOPER, A. K.; COETZEE, S.; RAPANT, P.; LAURENT, D.; DANKO, D. M.; IWANIAK,

- A.; PELED, A.; MOELLERING, H.; DÜREN, U.. Exploring the impact of a spatial data infrastructure on value-added resellers and vice versa. In: BUCHROITHNER, M.; PRECHTEL, N.; BURGHARDT, D. **Cartography From Pole To Pole**. New York: Springer, 395–404pp. 2014.
- CROMPVOETS, J.; BREGT, A.; RAJABIFARD, A.; WILLIAMSON, I. Assessing the worldwide developments of National Spatial Data Clearinghouses. **International Journal of Geographical Information Science** 18 (7): 665–689pp. 2004.
- DAVIS Jr, C. A.; ALVES, L. L. Local Spatial Data Infrastructures based on a service-oriented architecture. In: Brazilian Symposium on Geoinformatics. **Proceedings**. Campos do Jordão. 30–45pp. 2005.
- ELWOOD, S. Grassroots groups as stakeholders in Spatial Data Infrastructures: challenges and opportunities for local data development and sharing. **International Journal of Geographical Information Science**. 22 (1): 71–90pp. 2008.
- EPICOLLECT.NET**. Disponível em [Http://Www.Epicollect.Net/](http://Www.Epicollect.Net/). Acesso em janeiro de 2014
- FEENEY, M. F.; WILLIAMSON, I. P.; BISHOP, I. D. The role of institutional mechanisms in Spatial Data Infrastructure development that supports decision-making. **Cartography** 31 (2): 21–38pp. 2002.
- FERNÁNDEZ, T. D.; IGLESIAS, R. C.. Spatial Data Infrastructure: from National to Local Level. In: World Conference. **Proceeding**. Rotterdam June. 2008.
- FISCHER, G.. Understanding, fostering, and supporting cultures of participation. **Interactions**. 18 (3): 42–53pp. 2011.
- GEONETWORK OPENSOURCE**. Disponível em <http://geonetwork-opensource.org/>. Acessado em Março de 2014.
- GEONODE**. Disponível em <Http://Geonode.Org/>. Acessado em Março de 2013.
- GOODCHILD, M. F. Citizens as voluntary sensors: Spatial Data Infrastructure In The World Of Web 2.0. **International Journal of Spatial Data Infrastructure Research**. 2: 24–32pp. 2007.
- GRANT, D. Spatial Data Infrastructures: the vision for the future and the role of government in underpinning future land administration systems. In: International Conference on Land Tenure and Cadastral Infrastructures for Sustainable Development, **Proceedings**. Melbourne p. 94–109. 1999.
- GRUS, L., CROMPVOETS, J.; BREGT, A. K. Multi-View SDI assessment framework. **International Journal of Spatial Data Infrastructures Research** 2: 33–53. 2007.
- GRUS, L.; CROMPVOETS, J.; BREGT, A. K. Spatial Data Infrastructures as complex adaptive systems. **International Journal of Geographical Information Science** 24 (3): 439–63pp. 2010.
- HENNIG, S.; B., M. User-Centric SDI: addressing users requirements. **Geoforum Perspektiv**.10. (20). 2012
- HJELMAGER, J., MOELLERING, H.; COOPER, A.; DELGADO, T.; RAJABIFARD, A.; RAPANT, P.; DANKO, HUET, D. M.I; LAURENT, D.; AALDERS, H.. An initial formal model for Spatial Data Infrastructures. **International Journal Of Geographical Information Science** 22 (11-12): 1295–1309pp. 2008.
- IBGE - Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística.” Disponível em <http://www.ibge.gov.br/english/>. Acessado em março de 2014.
- JANSSEN, K.. A legal approach to assessing Spatial Data Infrastructures. **A multi-view framework to assess SDIS**. Melbourne. 255 p. 2008.
- KRUMM, J.; DAVIES, N.; NARAYANASWAMI, C.. User-Generated Content. **Pervasive Computing**, IEEE 7 (4): 10–11pp. 2008.
- LATHROP, D.; LAUREL, R.. **Open Government: collaboration, transparency, and participation**. In Practice. O’Reilly Media, Inc. 2010. Disponível em <http://books.google.com.br/books?hl=pt-br&lr=&id=jqj5lf3h4ikc&oi=fnd&pg=pr7&dq=open+government&ots=bb46pbcqax&sig=hholjgvxxderqhcдахkf4cszsz>. Acessado em 2014
- MASSER, I. 2000. What is a Spatial Data Infrastructure. In 4th Global Spatial Data Infrastructure Conference, **Proceedings**. Cape Town, South Africa.

- MASSER, I.. All shapes and sizes: the first generation of National Spatial Data Infrastructures. **International Journal of Geographical Information Science** 13 (1): 67–84. Doi:10.1080/13658819924 1463. 1999.
- MASSER, I.. 2005. GIS Worlds: **Creating Spatial Data Infrastructures**. Vol. 338. ESRI Press Redlands, CA.
- MASSER, I.. Changing notions of a Spatial Data Infrastructure. **SDI Convergence**, 219-229pp. Delft. 2009.
- MCLAUGHLIN, J.; NICHOLS, S.. Developing a National Spatial Data Infrastructure. **Journal of Surveying Engineering** 120 (2): 62–76pp. 1994.
- MONGODB. Disponível em <http://www.mongodb.org/>. Acessado em março de 2014.
- OBLINGER, D., OBLINGER, J.. Is it age or it: first steps toward understanding the next generation. **Educating the net generation**. 2 (1–2): 20pp. 2005.
- ONSRUD, H.; CAMARA, G.; CAMPBELL, J.; CHAKRAVARTHY, N. S. Public commons of geographic data: research and development challenges. In: EGENHOFER, M. J.; FREKSA, C. & MILLER, H. J. **Geographic Information Science**. Berlin: Springer. 223–238pp. 2004.
- PETERS, M.I A.; BRITEZ, R. G.. **Open Education and Education for Openness**. Sense Publishers. 2008. Disponível em <https://www.sensepublishers.com/media/729-open-Education-And-Education-For-Openness.Pdf>. Acessado em Março de 2014.
- POSTGRES-XC. **Development Software Downloads At Sourceforge.Net**. Disponível em <http://sourceforge.net/projects/postgres-xc/>. Acessado em Março de 2014
- PYBOSSA. Disponível em <http://pybossa.com/>. Acessado em Março de 2014
- RAJABIFARD, A.. A Spatial Data Infrastructure for a spatially enabled government and society. **A Multi-View Framework to Assess SDIS**, 403 p. 2008.
- RAJABIFARD, A.; BINNS, A.; MASSER, I.; WILLIAMSON, I. The role of Sub-National Government and the private sector in future Spatial Data Infrastructures. **International Journal of Geographical Information Science** 20 (7): 727–41. 2006.
- RAJABIFARD, A., FEENEY, M. F.; WILLIAMSON, I. P. Future directions for SDI development. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation** 4 (1): 11–22. 2002.
- RAJABIFARD, A., WILLIAMSON, I. P. Spatial Data Infrastructures: concept, SDI hierarchy and future directions. In **GEOMATICS'80. Proceedings of Conference**. Tehran. 2001.
- SADEGHI-NIARAKI, A.; RAJABIFARD, A.; KIM, K.; SEO, J.. Ontology based SDI to facilitate spatially enabled society. In **GSDI 12 World Conference**, 19–22. **Proceedings**. Disponível em <http://csdila.ie.unimelb.edu.au/publication/conferences/gsd-12/ontology%20based%20sdi%20to%20facilitate%20spatially%20enabled%20society.pdf>.
- SHAKERI, M.; ALIMOHAMMADI, A.; SADEGHI-NIARAKI, A.; ALESHEIKH, A. A. “Enriching Spatial Data Infrastructure (Sdi) By User Generated Contents For Transportation. **ISPRS-International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences** 1 (3): 383–388pp. 2013.
- SUI, D.; GOODCHILD, M.; ELWOOD, S. Volunteered Geographic Information. The exaflood, and the growing digital divide. **Crowdsourcing Geographic Knowledge**. New York: Springer Ed. 395 p. 2013.
- SUI, D. Opportunities and Impediments for Open GIS. **Transactions in GIS** 18 (1): 1–24pp. 2014.
- TOOMANIAN, A.. **Methods to improve and evaluate Spatial Data Infrastructures**. Lund University. Disponível em <http://lup.lub.lu.se/record/2440810>. Acessado em 2012.
- TOOMANIAN, A.; Mansourian, Ali. An Integrated Framework for the implementation and continuous improvement of Spatial Data Infrastructures. **SDI Convergence**, Delft. 161 p. 2009.
- VON HIPPEL, E.. Open Source Software Projects as user innovation networks. **Open Source Software Economics**. 2002. Disponível em http://www.idei.fr/doc/conf/sic/papers_2002/

vonhippel.pdf. Acessado em 2012.

VUŠOVIĆ, N.; SVRKOTA, I.; KRŽANOVIĆ, D.. Spatial Data Infrastructure. **Mining and Metallurgy Engineering Bor**, 3: 159–74pp. 2013.

WILLIAMSON, I. Building SDIS - The Challenges ahead. In 7th International Conference: Global Spatial Data Infrastructure, **Proceedings**. p. 2–6. Disponível em <http://gsdidocs.org/gsdiconf/gsdi-7/papers/plsoiw.pdf>. Acessado em Março de 2014

WILLIAMSON, I. P., WALLACE, Jude; RAJABIFARD, A.. Spatially Enabling Governments: a new vision for spatial

information. In: 17 UNRCC-AP Conference and 12th Meeting of The PCGIAP, **Proceeding**. Bangkok Thailand, 2006.

WILLIAMSON, I. P.; RAJABIFARD, A.; FEENEY, M. F. **Developing Spatial Data Infrastructures: from concept to reality**. 311 p. 2003

WILLIAMSON, I.; RAJABIFARD, A.; WALLACE, J.; BENNETT, R.. **Spatially Enabled Society**. 70 p. 2011.

YANG, C.; RASKIN, R.; GOODCHILD, M.; GAHEGAN, M. Geospatial Cyberinfrastructure: Past, Present and Future. **Computers, Environment and Urban Systems** 34 (4): 264–277pp. 2010.