Uma proposta de integração semântica para a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais usando geo-ontologias

Paulo J. A. Gimenez, Asterio K. Tanaka, Fernanda Baião

Programa de Pós-Graduação em Informática – Departamento de Informática Aplicada
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)
{paulo.gimenez, tanaka, fernanda.baiao }@uniriotec.br

Abstract. *The potential use of geoinformation for government actions and policies has been increasingly exploited in global initiatives and research, facilitated by technological resources of Web 2.0. The growing demand for geoinformation and the number of providers of different themes have broadened the importance of the Brazilian national spatial data infrastructure (INDE) to organize them and create a geo-enabled society. However, the need for aggregating semantic capability to the resources available at spatial data infrastructures has been an obstacle. This proposal aims to mitigate some of the problems for semantic integration of geoinformation for INDE, through the use of geo-ontologies.*

Resumo. *O potencial de uso das geoinformações para as ações e políticas governamentais tem sido cada vez mais explorado em iniciativas mundiais e pesquisas, facilitadas pelos recursos tecnológicos da Web 2.0. A crescente demanda por geoinformações e a multiplicação de provedores de diversos temas têm ampliado a importância da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE) para ordená–los e a criação de uma sociedade geo-habilitada. Mas a necessidade de agregar capacitação semântica aos recursos disponíveis em infraestruturas de dados espaciais tem sido um entrave. Esta proposta tem como objetivo mitigar alguns dos problemas de integração semântica da geoinformação para a INDE, através do uso de geo-ontologias.*

1. Introdução

O uso de mapas e sistemas de informações geográficas em uma plataforma Gov 2.0, calcada em tecnologias Web 2.0, possibilita análises, colaboração e participação dos cidadãos [Dangermond 2010], incentivando e alavancando a participação destes. A visualização dos dados oficiais governamentais abertos em um formato geoespacial pode dar a perspectiva ao cidadão do nível de vizinhança das ações e investimentos do governo, como no caso "*Recovery.gov*" do governo americano [Dangermond 2010].

Muitos governos ao redor do mundo estão envolvidos no desenvolvimento de infraestruturas de dados espaciais (SDI do inglês) que promovem o acesso e a disponibilidade dos dados espaciais para todos os níveis de governo, entes privados, organizações não governamentais, academia e centros de pesquisas, cidadãos e sociedade em geral [GSDI 2009]. As SDI embasam a formulação de políticas de acesso e uso dos dados com os objetivos de [CONCAR 2010]: (i) maximizar a disponibilidade da informação do setor público; (ii) enfatizar transparência e boa governança; (iii) fomentar o acesso e as condições de reuso, pela ampliação do acesso, da utilização, da integração e do compartilhamento; e (iv) melhorar o acesso à informação pela disseminação livre e gratuita para todos os usuários.

Com a distribuição cada vez maior de dados geoespaciais e o desenvolvimento de serviços de análise e disponibilidade baseada na Web, tem-se evidenciado a necessidade de ampliar a capacidade de formalizar e representar as geoinformações, através de ontologias e semântica, para prover a integração e interoperabilidade [Agouris e Croitoru 2005]. Isto foi observado no experimento do Open Geospatial Consortium (OGC) [Lieberman 2007], que identificou os desafios da interoperabilidade de uma SDI: (i) gerais, tais como dissonância cognitiva, contextos e pontos de vistas diversos; (ii) da geoespacialidade, tais como distinção entre mapa e visão de mapa, entre feições e geometria de feições, entre relacionamentos geográficos e não geográficos, entre coordenadas e outro sistema de referência, conflitos de escala; (iii) da web na percepção de dados distribuídos mantidos localmente e acessados globalmente, de serviços compartilhados com dados geográficos acoplados; (iv) semântico, dispor o conhecimento secreto ou implícito sob dada geoinformação, interoperabilidade entre comunidades e domínios, raciocínio e inferências automáticas; e (v) geossemântico, discernimento do que é uma feição, raciocínio espacial e dissonância de representação.

Pesquisas explorando tais desafios têm ocorrido nas últimas duas décadas com cada vez mais foco nas semânticas geoespaciais, geo-ontologias e interoperabilidade semântica, cruciais para garantir a consistência e o significado do resultado. Dentre os principais tópicos de pesquisa na semântica geoespacial e áreas relacionadas temos: (i) engenharia de geo-ontologia, que trata do problema das geo-ontologias refletirem diferentes visões do mundo em diferentes níveis de abstração; (ii) sistemas de referência semântica, que tratam o problema da precisão de interpretação semântica dos componentes da geoinformação; (iii) primitivas semânticas, os conceitos básicos e fundamentais; (iv) medida de similaridade (distância entre conceitos no espaço semântico), alinhamento (combinação de múltiplas ontologias para o reuso e integração de dados) e tradução (mapeamento entre vocabulários) semântica [Janowicz et al 2012].

A interoperabilidade em SDI tem sido incrementada, principalmente em relação a questões estruturais, sistêmicas e sintáticas. A integração em um nível maior em SDI, para adicionar semântica para fluxos de trabalho (processamento) geoespacial, a fim de possibilitar descoberta e automação de uma geoinformação mais elaborada que o dado básico disponível na SDI, ainda é uma frente de estudo e pesquisa [Diaz et al 2012].

O objetivo desta pesquisa é propor uma abordagem de integração semântica de geoinformação da INDE através do uso de geo-ontologias associadas aos termos, metadados e geosserviços disponibilizados pela própria INDE.

O restante deste artigo está organizado como se segue. A Seção 2 aborda os conceitos e tecnologias existentes. A Seção 3 apresenta alguns trabalhos e propostas correlacionados. A Seção 4 apresenta a nossa proposta de integração semântica de dados geoespaciais da INDE. Finalmente, a Seção 5 conclui e esboça trabalhos futuros.

2. Conceitos aplicados e tecnologias existentes

2.1. Tecnologias e padrões geoespaciais

As organizações internacionais de destaque no contexto de padronização são a GSDI (*Global Spatial Data Infrastructure Association*) e a OGC. A OGC foi criada para desenvolver especificações de interfaces e padrões que permitam a interoperabilidade entre sistemas que trabalham com geoinformação [Hübner e Oliveira 2006], e faz

referência às tecnologias e padrões da ISO e W3C. A GSDI fornece a referência padrão para uma SDI. O desafio é promover uma maior cooperação entre as nações e organizações que programem SDI e a integração dessas infraestruturas. Em escala global, os exemplos mais importantes de programas SDI formais são projetos nacionais, como o americano NSDI (*National Spatial Data Infrastructure*), e transnacionais, como o INSPIRE (*Infrastructure for Spatial Information in the European Community*).

No Brasil, temos as iniciativas da arquitetura e-PING (Padrões de Interoperabilidade de Governo Eletrônico) que define um conjunto mínimo de premissas, políticas e especificações técnicas que regulamentam a utilização da Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) na interoperabilidade de serviços de Governo Eletrônico. Prevê em sua dimensão semântica o uso de ontologias para facilitar o cruzamento de diferentes fontes de informação. O e-PING referencia os padrões OGC para dados e serviços geográficos. Os principais padrões OGC adotados pelo e-PING são: (i) GML (*Geographic Markup Language*) para estruturar e intercambiar as informações georreferenciadas do tipo geo-objeto; (ii) WMS (*Web Map Service*) para geosserviços de mapas; (iii) WFS (*Web Feature Service*) para geosserviços de feições geográficas em formato vetorial; (iv) WCS (*Web Coverage Service*) para geosserviços de elementos em formato matricial do tipo geocampo; (v) CSW (*Catalog Service for the Web*) para catálogo digital de metadados e recursos para dados e serviços geoespaciais.

2.2. Integração de dados geoespaciais

Segundo Lenzerini [2002], podemos entender a integração de dados como o processo de combinar os dados residentes em diferentes fontes provendo aos usuários uma visão unificada desses dados. Ziegler e Dittrich [2007] vão além, definindo a integração semântica de dados como sendo a tarefa de agrupar, combinar e completar os dados de diferentes fontes levando em consideração a semântica dos mesmos para evitar que dados semanticamente incompatíveis sejam unificados. Em [Vaccari 2009], podemos compreender a integração e interoperabilidade da geoinformação como a capacidade de compartilhar a geoinformação entre provedores e usuários diferentes e heterogêneos. Vaccari [2009] apresenta os problemas em aberto da integração e interoperabilidade da geoinformação sob a ótica dos dados e dos serviços geográficos. Na ótica dos dados, são destacadas as propriedades específicas dos conjuntos de dados geográficos que diferem de outros tipos de dados no contexto de sistemas distribuídos: (i) múltiplas versões da mesma entidade geográfica com diferenças de modelagem, escala, generalização e semântica da aquisição e coleta; (ii) vinculação implícita como, por exemplo, através de sistemas de referência de coordenadas; (iii) conjuntos de dados massivos, isto é, dados complexos volumosos (raster, imagens de satélite) ou grandes bases vetoriais; (iv) mapas como interfaces implícitas; (v) informação baseada na geometria que demandam ferramentas matemáticas comuns para prover funções e operações espaciais. Na ótica dos serviços, são destacadas as características da coordenação de geosserviços dentro da perspectiva de uso de serviços web: (i) descoberta de geosserviços de diversas finalidades (catalogação, mapas, feições etc.) e (ii) integração de geosserviços (combinação e coordenação) para prover funcionalidades complexas. Em todos os casos, observa-se que tanto os dados quanto os serviços geográficos web, embora sigam uma padronização, esta tende a ser implícita a quem as provê com, no máximo, a aplicação de ontologias locais. As características de ambos os tipos são independentes entre os provedores de serviços GIS (Geographic Information

System) mesmo em uma SDI, deflagrando a necessidade de interoperabilidade semântica entre sistemas autônomos e heterogêneos.

O problema da heterogeneidade semântica é o real desafio para a integração de serviços geográficos. Vaccari [2009] destaca que, além dessa heterogeneidade que tem sido tratada pelo uso crescente de ontologias, faz-se necessário tratar o alinhamento de integração de dados geográficos, para resolver questões relativas a projeções geográficas distintas, dados coletados em diferentes escalas, correções usando diferentes modelos de elevação e produção de dados usando diferentes fontes topográficas.

2.3. Geo-ontologias

A ontologia geográfica (ou geo-ontologia) descreve entidades geográficas, que podem ser conceituadas em duas diferentes visões do mundo: geocampo (dados espaciais como um conjunto de distribuição contínua) e geo-objeto (dados espaciais discretos e identificáveis espalhados pelo mundo) [Fonseca, 2008]. Diferente das ontologias gerais, as geo-ontologias devem descrever fatores espaciais, relacionamentos espaciais, fatos físicos, disciplinas, coleções de dados, modelos de computação geoespacial. Uma ontologia geoespacial bem formada é o núcleo para habilitar a interoperabilidade semântica geoespacial pelas funções chave: comunicação e raciocínio espacial [Di e Zhao, 2008].

Combinando as características das geoinformações com conhecimento de especialistas no domínio, Wang e outros [2008] definiram uma fórmula para a geo-ontologia:

Geo-ontologia = {C, R, A, X, I},

onde C representa o conjunto de conceitos de um objeto geográfico; R representa um conjunto de relações e a descrição desse conjunto sobre os conceitos; A representa o conjunto de atributos do objeto geográfico; X representa muitos axiomas e suas regras de restrição sobre conceitos, relações e atributos; e I é um conjunto de definições sobre em um objeto material.

O espaço geográfico é definido por Wang e outros [2008] como constituído de três partes: (i) SpatialThing, (ii) SpatialRelation e (iii) SpatialData. Especializando SpatialThing temos o GeometricThing (objetos geométricos abstratos) alinhado à perspectiva de geometrias da OGC, e os demais conceitos (Physical_GeoEntity, Human_GeoEntity, NatureEntity, GeoPhenomena) dizem respeito a categorização das geoinformações e podem ser remetidos à ET-EDGV (Especificação Técnica da Estrutura de Dados Geográficos Vetoriais). O conceito SpatialData pode ser remetido ao conjunto de dados provenientes dos geosserviços fornecidos pela SDI. O conceito SpatialRelation é definido conforme as relações espaciais possíveis entre diferentes tipos de geometrias e podem ser observadas igualmente na ET-EDGV.

2.4. Infraestrutura de dados espaciais

No Brasil, há duas iniciativas de infraestrutura nacional de dados: A Infraestrutura Nacional de Dados Abertos (INDA) e a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE). A INDA trata da troca de dados entre os diferentes poderes e esferas de governo com a sociedade em geral. De acordo com a sua especificação e o Portal de Dados Abertos do Governo Brasileiro são duas dimensões de análises mandatórias, uma

temporal, que diz respeito à situação no tempo das informações disponibilizadas, e outra espacial, relativa à localização geográfica das informações. Sobre essa última dimensão, tem-se a necessidade de destacar as informações em relação à jurisdição geográfica (por exemplo, a qual município está associado).

A INDE é a SDI nacional de iniciativa brasileira para a apresentação de forma consistente e organizada da geoinformação de diversos temas, áreas e entes públicos, utilizando tecnologias e padrões abertos. Os seus três aspectos essenciais de sucesso são o uso de metadados padronizados, interoperabilidade semântica e interoperabilidade sintática [CONCAR, 2010]. Isto confere tal qual na INDA, a importância de vocabulários e termos padronizados, conceitos bem definidos e correlacionados que possibilitem a recuperação e apresentação das informações ou geoinformações. A propósito, a arquitetura da INDA foi inspirada na INDE.

A INDE faz uso das definições da arquitetura e-PING e ainda contempla outros padrões e especificações próprias: (i) Perfil MGB (Metadados Geográfico Brasileiro), extensão ao padrão de metadados geoespaciais ISO 19115:2003, que provê facilidades para publicação, busca e exploração de dados geoespaciais; (ii) a ET-EDGV, que descreve as classes de objetos geográficos (geo-objetos) e suas interrelações, fornecendo um modelo de dados conceitual com detalhamento de atributos. A interoperabilidade sintática traduz-se em como os objetos geográficos vão transitar entre as instituições e das instituições para a sociedade, enquanto a interoperabilidade semântica diz respeito à escolha de uma ontologia ou utilização de recursos semânticos que possa descrever as classes de objetos geográficos e suas interrelações.

3. Trabalhos e propostas existentes

Como proposições para transpor as limitações das SDI atuais são apresentadas alternativas de modelos de SDI mais semânticos: (i) puros, como na proposta de SSDI de [Fernandez e Fernandez, 2008], (ii) concepção de camadas semânticas dos mais diversos formatos, sendo a principal abordagem a construção de um geocatálogo semântico, como visto em [Shvaiko et al 2010].

Os modelos SDI semânticos puros conduzem a uma nova definição da SDI Semântica (SSDI – Semantic Spatial Data Infrastructure), onde as características técnicas fundamentais dessa nova SDI são serviços equipados com a capacidade de uma máquina compreender a linguagem humana. Isto implica não apenas na criação de conjunto de serviços semânticos, mas também no uso de ontologias de domínios dentro da orientação semântica geral do framework SDI.

Os modelos SDI com camadas semânticas, em sua maioria, restringem-se à recuperação da geoinformação sem abrangerem a sua geração dinâmica integrada, ou quando tratam da integração consideram os geosserviços disponíveis e mecanismos de registro dos mesmos. São exemplos: a proposta de Vaccari [2009] para integração de serviços SDI através de uma infraestrutura P2P para suportar semânticas da geoinformação, com a aplicação de um algoritmo de alinhamento semântico que preserve a estrutura dos geosserviços; uma solução de grafo de relação de atributos utilizada para consulta e recuperação de geoinformação baseado em relações espaciais [Liu et al 2010]; de representação semântica de recursos geográficos usando OWL e o registro dessas semânticas em perfil CSW-ebRIM no formato OWL [Yue et al 2011]; e

a implementação de um geocatálogo semântico com uso de ontologia facetada, base de vocabulário de termos georreferenciados GeoWordNet [Shvaiko et al 2010].

A presente proposta se enquadra no modelo SDI com camada semântica, mas não se restringe à busca semântica e tampouco trata da integração semântica através do registro de geosserviços.

4. Proposta

Considerando a geoinformação integrada a partir de outras geoinformações dispostas na própria INDE, supomos um cenário de monitoramento de áreas de risco de localidades de interesse público, através dos entes públicos atuantes e provedores, e a sociedade em geral. Nesse cenário existiriam várias geoinformações provenientes de provedores distintos representados na INDE, onde cada geoinformação estaria associada aos seus metadados devidamente catalogados na INDE. Adicionalmente as geoinformações teriam geo-ontologias de domínio que estabelecessem o seu caráter semântico considerando as particularidades temáticas e de domínio de cada provedor.

Tabela 1 – Consulta de exemplo

Consulta	Um especialista ambiental deseja saber quais são as áreas urbanas de maior risco de deslizamento de encostas por região de interesse.
Recursos requeridos	▪ Dados de localidades e áreas urbanas. Provedor: IBGE. Temas: Localidades e Malhas Municipal e Estadual. Conceitos principais: Cidades, Municípios, Estados, Áreas Edificadas. ▪ Dados de precipitação pluviométrica histórica por região. Provedor: INPE/CPTEC. Tema: Clima. ▪ Dados de geologia e geomorfologia por região. Provedor CPRM. Temas: Geologia e Geomorfologia. Conceitos: declividade, formação do solo. ▪ Dados de incidência histórica de catástrofes naturais por região. Possível provedor: Ministério das Cidades. Tema: Mapeamento de Áreas de risco. ▪ Dados de relevo. Provedor: IBGE e Estados. Tema: Cartografia – Relevo. Conceitos principais: relevos, curva de nível. ▪ Dados de hidrografia. Provedor IBGE, ANA e Estados. Conceitos principais: hidrografia, bacias hidrográficas, trechos de drenagem, curso d'água, massa d'água.

A Tabela 1 exemplifica esse cenário. Algumas geoinformações teriam mais de um provedor candidato, sendo necessário estabelecer qual o prioritário, tomando como base o amparo legal para tal. Isso é amplificado em função da localidade, pois existem geoinformações provenientes de órgãos de âmbito federativo ou estadual. Além disso, os conceitos estão associados ao tema, demandando um alinhamento desses conceitos aos conceitos da ontologia de domínio tomada como base na ET-EDGV.

O cenário descrito teria como necessidade a garantia técnico-conceitual da geração dinâmica de uma nova geoinformação mais elaborada, baseada na busca e integração de outras geoinformações de caráter mais básico, de diversos provedores com diferentes conceitos envolvidos e características geocartográficas possivelmente distintas. Os aspectos técnicos no nível sintático e estrutural são providos pela própria INDE, admitindo-se que existam nós organizacionais componentes que sejam provedores das geoinformações básicas, através de geosserviços, metadados e identificação dos nós provedores principais. A vertente conceitual da solução requerida demanda uma camada semântica para a busca e integração das geoinformações existentes através geo-ontologias em níveis distintos que representasse a natureza da informação e os aspectos geográficos envolvidos (geometrias, unidades de medidas, sistemas de coordenadas, escalas, relacionamentos espaciais, dentre outros).

Esta proposta tem foco nessa geração da geoinformação mais elaborada a partir da busca e integração de geoinformações mais básicas através da INDE, com o resultado final considerando a interação com um usuário ou processamento por máquina, e a avaliação dos conceitos envolvidos, metadados disponíveis, definição da

fonte de dados mandatória, e das características geográficas aplicadas. A figura 1 esboça as fases da proposta e os resultados alcançados para o usuário: na fase de busca tem-se uma lista de geoinformações relacionadas com o interesse do usuário e na fase de integração tem-se a geoinformação integrada.

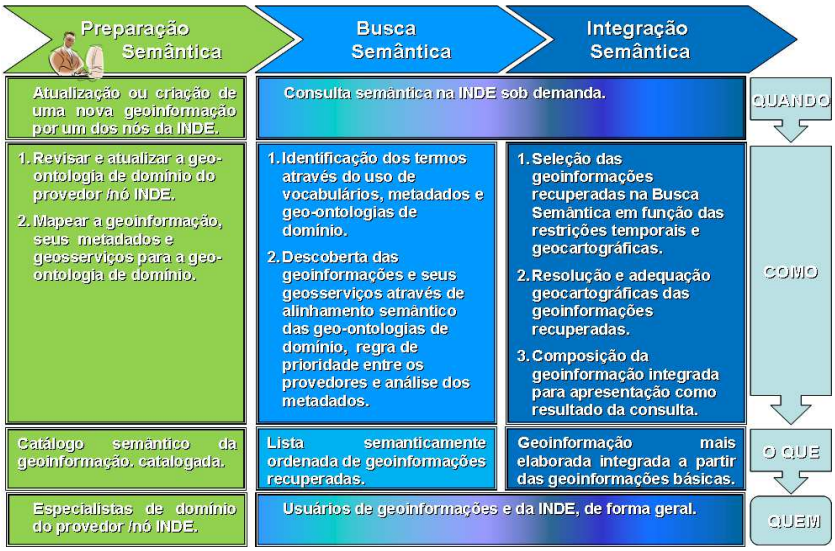

Figura 1 – Fases da Proposta

Em função da impossibilidade da integração automatizada, são previstos dois possíveis resultados para o usuário: (i) busca e recuperação das geoinformação que seriam integradas, em uma perspectiva de geocatálogo semântico similar ao trabalho de Shvaiko et al [2010]; (ii) apresentação da geoinformação integrada, homogeneizada quanto as características espaciais, temporais e natureza da informação. O conjunto conceitual de dados utilizado para a solução proposta toma como base o que está definido na ET-EDGV.

Todos esses componentes devem ser adequadamente utilizados e ajustados para a garantia do resultado esperado dentro do nível de abstração demandado pelo usuário e as características e regras associadas às geoinformação existentes na INDE. Através dessa solução, o cenário de base seria de alcance e uso por usuários não especialistas do domínio e por processamento máquina a máquina, respeitando as características e limitações das geoinformação envolvidas. Um protótipo será implementado como prova de conceito submetido à avaliação de especialistas no domínio.

5. Considerações finais

O presente trabalho considera o papel cada vez mais preponderante da geoinformação para a concepção de governo eletrônico mais transparente e participativo, tornando a informação disponibilizada mais relevante, compreensível e próxima ao cidadão (principalmente quando pode ser tematizada e regionalizada). Neste contexto, a INDE precisaria dispor de mais geoinformações para que a proposta apresentada tivesse sua contribuição maximizada. Campanhas e ações do Plano de Ação da INDE estão atualmente em curso para ampliar a gama e variedade de geoinformações e provedores (nós) da INDE.

As geoinformações possuem complexidade intrínseca em função das características e relacionamentos geográficos, requerendo esforço adicional para

compreender a semântica dos termos geoespaciais e mensurar seus relacionamentos semânticos. O uso de geo-ontologias adotado na proposta tem esse propósito ao estabelecer definições geossemânticas que propiciam a integração almejada.

Possíveis desdobramentos da proposta seriam: (i) capacitar cada nó da INDE para a busca e integração de geoinformações, não importando sua localização em termos de provedor, tal qual foi proposto para o nó central da INDE; (ii) conformação de termos e conceitos rotulados nos metadados segundo o Perfil MGB, com uma ontologia mais geral sobre essa estrutura de metadados, alinhada à descrição dos geosserviços que seriam igualmente conformados com os conceitos da ET-EDGV transcritos sob a forma de geo-ontologias.

Referências

Agouris, P. and Croitoru, A. (2005) "Next Generation Geospatial Information: From Digital Image Analysis to Spatio Temporal Databases". ISPRS Book Series. Vol 3.

CONCAR. (2010) "Plano de Ação para Implantação da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais". CINDE- CONCAR, MPOG, Rio de Janeiro.

Dangermond, J. (2010) "GIS Support Gov2.0". Gov Summit 2010 Conference. ESRI.

Di, L., Zhao, P. (2008) "Geospatial Semantic Web, Interoperability". In: Shekhar, S.; Xiong, H; (Eds), Encyclopedia of GIS, p.398-403, Springer, New York, USA.

Diaz, L. et al. (2012) "Future SDI – Impulses from Geoinformatics Research and IT Trends". IJSDIR.

Fernández, T. D. and Fernández, J. L. C. (2008) "Towards Semantic Spatial Data Infrastructures: A Framework for Sustainable development". Proc. GSDI 10th Conference.

Fonseca, F. (2008) "Geospatial Semantic Web". In: Shekhar, S.; Xiong, H; (Eds), Encyclopedia of GIS, p.388-391, Springer, New York, USA.

Hübner, C. E. and Oliveira, F. H. (2006) Gestão da Geoinformação em Implementações Multiusuários. COBRAC 2006, UFSC, Florianópolis, Santa Catarina.

Janowicz, K. ET AL. (2012) "Geospatial Semantics and Linked Spatiotemporal Data – Past, Present, and Future". Semantic Web, IOS Press.

Lenzerini, M. (2002) "Data Integration: A Theoretical Perspective". In: 21st ACM SIGMOD-SIGACT-SIGART (PODS), p.243-246. Proceedings.. New York, ACM.

Lieberman, J. (2006) "Geospatial Semantic Web Interoperability Experiment Report. OGC Discussion Paper". OGC Site. http://www.opengeospatial.org/

Liu, W., Gu, H., Peng, C. and Cheng, D. (2010) "Ontology-based retrieval of geographic information". Proc. 18th International Conference on Geoinformatics, 2010, Beijing, PP.1-6.

Shvaiko, P. et al. (2010) "A Semantic Geo-Catalogue Implementation for a Regional SDI". In Proc. of INSPIRE Conference 2010.

Vaccari, L. (2009) "Integration of SDI Services: An Evaluation of a Distributed Semantic Matching Framework". PhD Dissertation. DISI – University of Trento.

Wang, H. et al. (2008) "Design of Geo-Ontology based on Concept Lattice". In: XXIst ISPRS Congress, Technical Commission II, v. XXXVII, part B2 p.715-720, Beijing. ISPRS.

Ziegler, P. and Dittrich, K. R. (2007) "Data Integration — Problems, Approaches, and Perspectives". In: KROGSTIE, J.; OPDAHL, A. L.; BRINKKEMPER, S. (Eds), Conceptual Modelling in Information Systems Engineering, pages 39–58. Springer, Berlin.