

SISAO: Sistema de Informação para Elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental

Ivan R. Guilherme^{1,2}, Rafael Faita¹, Paulina S. Riedel¹, Décio L. Semensatto¹, Caio M. Marques³

¹Programa de Formação de Recursos Humanos em Geologia e Ciências Ambientais para o Setor de Petróleo e Gás e de Biocombustíveis – PRH 05 - Universidade Estadual Paulista (UNESP) 13.506-900 – Rio Claro – SP – Brasil

²DEMAC-IGCE-UNESP – Rio Claro – SP CxP – 178 – 13.506-900 – Rio Claro – Brasil

³Programa de Pós-Graduação em Ciências da Computação - Universidade Estadual Paulista (UNESP) 13.500-171 – Rio Claro – SP – Brasil

{ivan,psriedel}@rc.unesp.br, rafaelfaita@yahoo.com.br,
semensattojr@gmail.com, marques@caiena.net

Abstract. *Oil blowout episodes may cause serious environmental, economical and social problems. When those accidents happens, actions are taken by professionals to contain the damages. In this actions, lots of information and knowledge are necessary based on a miscellaneous of sources. This article presents a Geographical Information Web System, called SISAO, that aims to supply the necessary requirements to visualize and integrate geographical data and to generate maps defining mitigation actions to the environmental damages.*

Resumo. *Os episódios de derramamento de petróleo podem causar sérios problemas ambientais, econômicos e sociais. Nas ocorrências desses episódios os diversos profissionais desenvolvem ações para remediar os problemas. Nessas ações são necessárias diversas informações e conhecimentos disponíveis em diversas fontes. Neste sentido, neste artigo é apresentada o SISAO um Sistema de Informação Geográfico para a Web, que atende os requisitos necessários para a visualização e integração de dados geográficos necessários para a geração das Cartas SAO e na definição das ações de mitigação dos danos ambientais.*

1. Introdução

Os episódios de derramamento de petróleo podem causar sérios problemas ambientais, econômicos e sociais. Nas ocorrências desses episódios, os diversos profissionais desenvolvem ações para remediar os problemas. Nessas ações são necessárias diversas informações e conhecimentos disponíveis em diversas fontes.

Os episódios desta natureza ocorridos no passado vêm provocando, por parte dos governos, a definição de normas rígidas de segurança operacional na indústria do petróleo. Embora tenha havido redução dos episódios, não há como eliminá-los. Neste sentido é importante definir normas e metodologias a serem utilizadas na ocorrência dos episódios.

Neste sentido, os planos de contingência estabelecem as diretrizes de ações de resposta aos derrames de óleo de um terminal, porto, cidade, estado ou país, dependendo da escala do evento [IPIECA 2000].

As ações destinadas a minimizar os impactos de um derrame de óleo incluem a definição dos responsáveis pelas ações, os recursos disponíveis para o combate a acidentes e o estabelecimento de áreas prioritárias para a proteção. Um dos principais objetivos do planejamento de resposta é reduzir, tanto quanto possível, as conseqüências ambientais de um acidente. Esse objetivo é alcançado quando os locais mais sensíveis, as áreas prioritárias de proteção e os métodos de limpeza para cada área estão pré-definidos. Nesse contexto inserem-se as cartas de Sensibilidade a Derrames de Óleo, conhecidas como cartas SAO [Jensen e Halls e Michel 1998]. Tais cartas disponibilizam documentos cartográficos que servem como ferramenta crítica no planejamento e nas respostas a acidentes envolvendo o derramamento de óleo. São, desta forma, um componente essencial e fonte de informação primária para o planejamento de contingência e avaliação dos danos ambientais em casos de derrame de óleo; representam um instrumento fundamental para o balizamento das ações de resposta a vazamentos de óleo, por possibilitarem a identificação dos ambientes mais sensíveis, o que orienta o direcionamento dos recursos e induz a uma maior eficiência das equipes de apoio em campo.

Os tipos mais comuns de mapas de sensibilidade ambiental utilizados no mundo são baseados num sistema de informação espacial que inclui três componentes: um sistema de classificação da sensibilidade dos ambientes costeiros por meio do Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL), os recursos biológicos passíveis de serem impactados por derrames e os recursos sócio-econômicos (de valor comercial, recreacional ou de subsistência) envolvidos.

A elaboração das cartas SAO demanda grande quantidade de informações descritivas e espaciais, de modo que as sensibilidades dos vários ambientes sejam analisadas e representadas com a maior segurança possível. Esta grande quantidade de informações gera a necessidade da organização dos dados em um Sistema de Informação que apresente também funcionalidades disponíveis nos Sistema de Informação Geográfica (SIG).

Um importante aspecto a ser considerado no desenvolvimento do sistema citado é a grande variabilidade dos dados utilizados, que são descritos muitas vezes sem padronização, e, em muitos casos, são analisados por profissionais de diferentes áreas do conhecimento (Geociências, Biologia, Ecológica, Economia, entre outras). Uma tendência verificada na implementação desses sistemas é a utilização de metadados e ontologias visando facilitar a integração e a padronização dos dados das diversas áreas envolvidas. Uma das abordagens utilizadas na padronização da descrição de dados nas áreas de geociências e biologia consiste na utilização dos catálogos de metadados e dos dicionários de nomes geográficos [Leme 2006].

A manutenção das informações atualizadas no sistema é fundamental para a análise correta do problema. Assim, algumas informações que são dinâmicas necessitam ser constantemente atualizada. Nesse sentido, a atualização dos dados pode ser feita de modo automático recuperando informações similares que estão disponíveis em outros sistemas. As abordagens atualmente utilizadas para a integração desses dados requerem a utilização dos metadados e utilizam as abordagens baseadas em serviços.

A informação georeferenciada é especialmente relevante no contexto das aplicações relacionadas à gestão do meio ambiente. Visando atender essa demanda várias tecnologias foram criadas para suportar o desenvolvimento dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Neste sentido, com o surgimento das tecnologias da Web, foi necessário ocorrer uma evolução na arquitetura dos SIG, visando tornar as informações georeferenciadas facilmente acessíveis, e possibilitar a integração, o compartilhamento e a colaboração de grupos de pesquisas distribuídos geograficamente.

Um outra importante evolução nas arquiteturas dos SIG é no sentido das Arquiteturas Orientadas a Serviços – SOA, que consiste em dispor os recursos e dados como serviços. Os serviços geográficos são especificados e padronizados pelo “*Open Geospatial Consortium – OGC*” [OGC 2009]. Esta padronização garante que haja uniformidade no acesso aos dados geográficos através da Web, potencializando a interoperabilidade.

Neste trabalho é apresentado um Sistema de Informação Aplicado à Elaboração de Cartas de Sensibilidade e no auxílio as ações de mitigação dos danos ambientais. Este trabalho está organizado conforme segue: na Seção 2, a arquitetura orientada a serviços proposta é descrita; na Seção 3, são apresentados os detalhes da implementação; na Seção 4 as conclusões e os trabalhos futuros.

2. Arquitetura do SISAO

A arquitetura do Sistema de Informação para Cartas SAO (SISAO) é definida conforme o modelo orientado a serviços (*Service Oriented Architecture – SOA*) [W3C 2004].

O modelo SOA satisfaz os requisitos identificados para o SISAO. Entre os requisitos definidos, destacam-se: a integração e a reutilização de dados geográficos distribuídos na Web.

A arquitetura proposta para o SISAO, ilustrada na Figura 1, é composta de quatro camadas: Camada Cliente; Camada de Transporte; Camada de Serviços; Camada de Dados. Nas seções seguintes, serão detalhados os componentes da arquitetura.

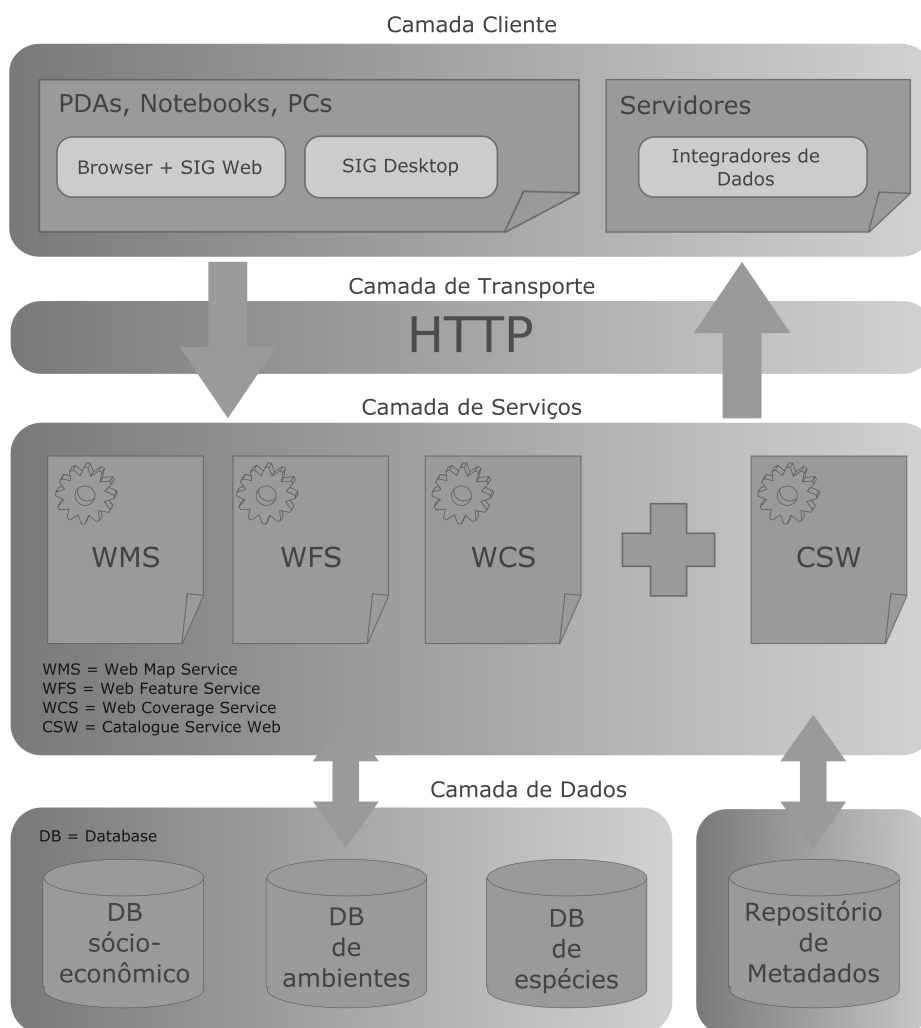


Figura 1. Arquitetura do sistema.

2.1. Camada Cliente

A Camada Cliente consiste em aplicações com responsabilidades relacionadas à exibição e manipulação de dados geográficos. Os dados geográficos são obtidos pelos componentes da camada cliente, por meio de serviços distribuídos na Web.

As funcionalidades da Camada Cliente são definidas a partir de seus requisitos. Algumas funcionalidades esperadas são:

- Visualizar e manipular dados geográficos, incluindo: ocorrência de espécies, dados abióticos, infra-estruturas, sócio-econômicos, ações de combate e carta SAO;
- Interagir com serviços que disponibilizam dados relevantes à carta SAO;
- Permitir o cadastramento de dados e metadados utilizados pelo sistema.

O componente responsável por visualizar e manipular os dados geográficos foi concebido para consumir dados geográficos a partir de serviços implementados conforme os padrões para serviços de dados geográficos estabelecidos pelo *Open*

Geospatial Consortium – OGC (Seção 2.2). Neste contexto, a biblioteca OpenLayers [OpenLayers 2009] foi utilizada para acessar os serviços de dados geográficos no padrão OGC.

Considerando a funcionalidade de interagir com serviços distribuídos na Web, na camada cliente é mantida uma lista de servidores. Esta lista de servidores de interesse é mantida com base em catálogos localizados na camada de serviços.

2.2. Camada de Serviço

A Camada de Serviços consiste em classes de serviços que disponibilizam dados geográficos e informações sobre provedores de dados.

Os serviços de dados geográficos são implementados conforme os padrões de serviços do OGC:

- *Web Map Service* – WMS: responsável por disponibilizar mapas;
- *Web Feature Service* – WFS: responsável por prover dados geográficos vetoriais;
- *Web Coverage Service* – WCS: responsável por prover dados de fenômenos geográficos de cobertura.

Os serviços de dados geográficos têm a responsabilidade de fornecer dados à camada cliente. Para que seja possível localizar os serviços de interesse é necessário que haja um catálogo de serviços de dados geográficos.

O catálogo é implementado como um serviço. O OGC define o padrão de serviço *Catalog Service for Web* – CWS para fornecer as funcionalidades de catálogo. O serviço CSW pode ser descrito conforme segue:

- *Catalog Service for Web* – CWS: serviço que fornece metadados sobre os recursos geográficos.

O catálogo permite o baixo acoplamento entre a camada cliente e a camada de serviços.

2.3. Camada de Dados

A camada de dados ou persistência consiste nos repositórios de dados e metadados utilizados pela camada de serviços.

Neste trabalho, os dados e metadados são referentes à modelagem dos fenômenos para representar as necessidades das Cartas de Sensibilidade Ambiental ao Derrame de Óleo (Cartas SAO) [MMA 2002]. No contexto das cartas SAO as seguintes informações são obrigatórias: dados bióticos, dados abióticos, dados sócio-econômicos, dados de infra-estruturas de acesso e dados de ações de combate. Os conceitos que representam as informações estão ilustrados na Figura 2.

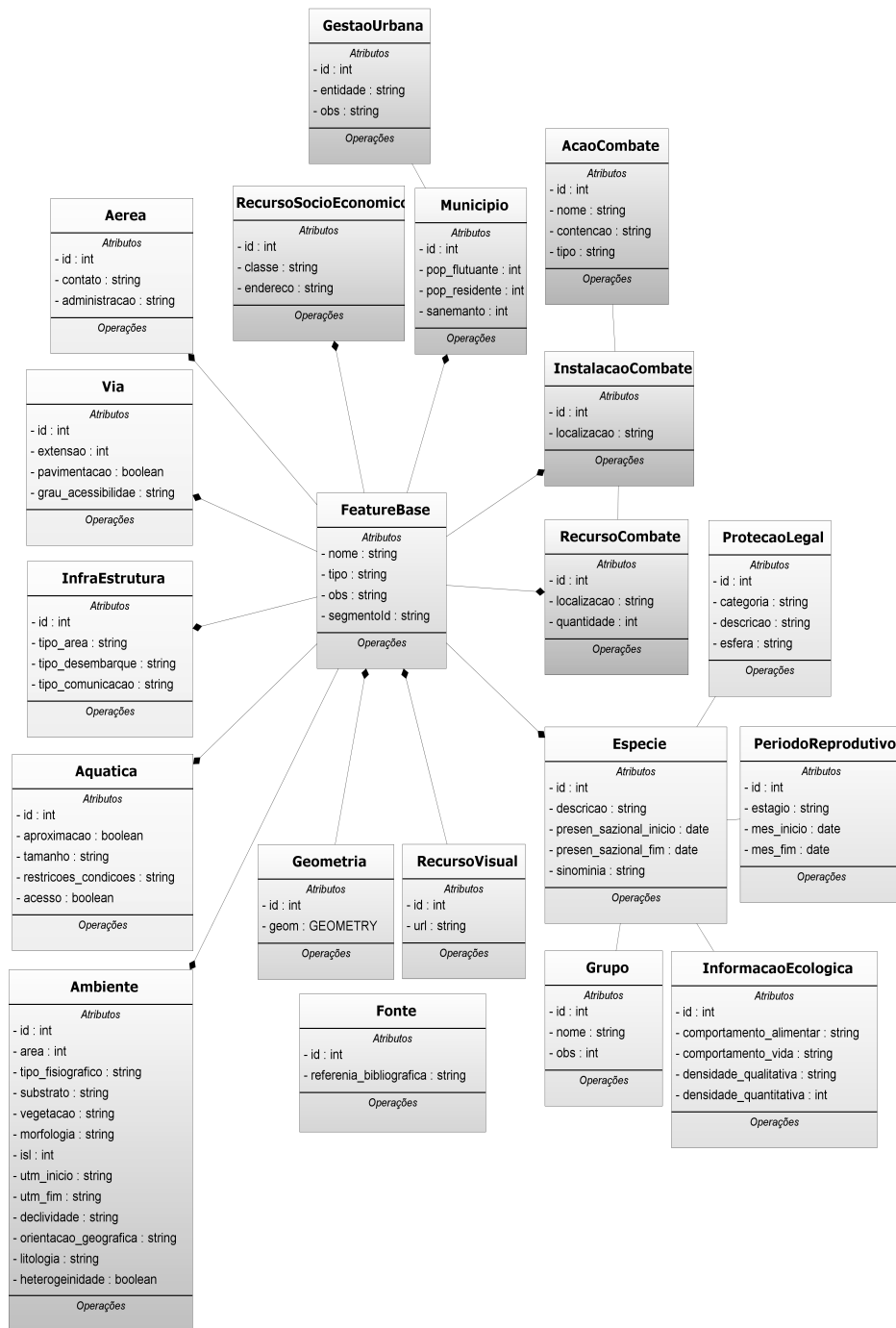


Figura 2. Diagrama de conceitos.

2.4. Camada de Transporte

A Camada de Transporte consiste no meio de comunicação, através do qual a camada cliente acessa o catálogo e os serviços de dados geográficos.

Neste trabalho, está sendo utilizado o protocolo HyperText Transfer Protocol (HTTP). Este protocolo foi escolhido por ser largamente utilizado na Web.

3. Sistema SISAO

Nesta seção são descritos os aspectos relacionados à implementação do sistema SISAO. Utilizando uma metodologia orientada a objetos [Larman 2005] foram definidos a estrutura do banco de dados e os serviços requeridos no SISAO. Inicialmente, foram implementados os repositórios de dados e metadados.

Em decorrência da execução dos processos da metodologia foi gerada a estrutura do banco de dados requerida no SISAO. A estrutura do banco é apresentada na Figura 2, e consiste em:

- Dados Bióticos: são classes que representam dados sobre espécies animais e vegetais. Na figura 2, correspondem a classe: *Grupo*, *InformacaoEcologic*, *PeriodoReprodutivo*, *ProtecaoLegal*, *Especie*;
- Dados Abióticos: são classes que representam os ambientes litorâneos, como costões, praias e manguezais. Na figura 2, correspondem a classe *Ambiente*;
- Dados sócio-econômico: são classes que representam informações sobre municípios e pontos de trabalho localizados no litoral, além de locais turísticos e de lazer. Na figura 2, correspondem as classes: *Municipio*, *GestaoUrbana*, *RecursoSocioEconomico*;
- Dados de infra-estrutura de acessos: são classes que apresentam dados sobre acesso aos locais litorâneos. Na figura 2, correspondem as classes: *Via*, *InfraEstrutura*, *Aerea*, *Aquatica*;
- Dados de ações de combate: são classes que representam dados sobre ações de combate e infra-estruturas de combate. Na figura 2, correspondem as classes: *AcaoCombat*, *RecursoCombate*, *InstalacaoCombate*.

Na implementação do repositório de Dados da Cartas de Sensibilidade Ambiental para Derramamentos de Óleo foi utilizado um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) objeto-relacional, o PostGreSQL [Stonebraker e Rowe 1986] com uma extensão espacial, denominada POSTGIS [Ramsey 2001] para o armazenamento e manipulação de dados geográficos.

Os serviços foram concebidos e implementados para fornecer acesso aos dados e aos metadados. Os serviços de dados geográficos foram implementados por meio do servidor GeoServer [GeoServer 2009]. O serviço de metadados foi implementado por meio da ferramenta GeoNetwork [Geonetwork 2008].

Por fim, foi implementada uma aplicação Web para fazer uso dos serviços. Esta aplicação foi desenvolvida para operar dentro do ambiente do navegador Web. Para o acesso aos dados e para a visualização, foi utilizada a biblioteca OpenLayers [OpenLayers 2009]. Na Figura 3, a aplicação cliente está ilustrada.

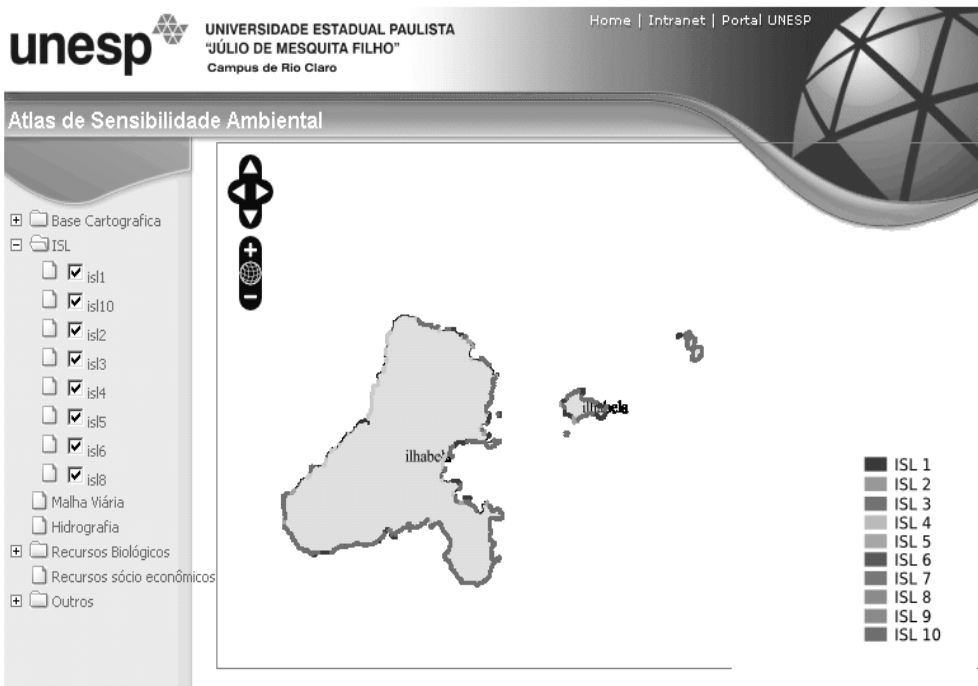


Figura 3. Interface do SISAO - Índices de Sensibilidade do Litoral de Ilhabela.

4. Conclusões

Neste artigo é apresentada uma arquitetura de um Sistema de Informação Geográfica para a Web, SISAO, que atende os requisitos necessários para a geração da Cartas de Sensibilidade Ambiental (SAO) e no suporte definição das ações de combates.

Como trabalhos futuros, a arquitetura proposta esta sendo readequada para suportar serviços semânticos e ontologias, com o objetivo de facilitar a localização, composição e execução dos serviços e a integração dos diversos tipos de dados necessários tanto na geração das Cartas são quanto na definição das ações de mitigação dos danos ambientais.

Referências

- Geonetwork (2008) “GeoNetwork opensource Community website”, <http://geonetwork-opensource.org/>, Novembro.
- GeoServer (2009) “GeoServer”, <http://geoserver.org>, Março.
- Gomes, L. C. J. (2007) “Uma arquitetura para consultas a repositórios de biodiversidade na Web”, Campinas, Dissertação de mestrado – Universidade Estadual de Campinas.
- IPIECA (2000) “Guía para la planificación de contingências ante derrames de hidrocarburos en agua” Serie de informes de IPIECA. Vol 2. 2p.
- Jensen, J. R. e Halls, N. J. e Michel, J. (1998) “A system approach to environmental sensitivity index (ESI) mapping for oil spill contingency planning and response.” Photogrammetric Engineering & Remote Sensing. Vol. 64, N° 10, pp 1003-1014.
- Larman, C. (2005) “Utilizando UML e padrões: uma introdução à análise e ao projeto

orientado a objetos.” Porto Alegre: Bookman.

Leme, L. A. P. (2006) “Uma arquitetura de software para catalogação automática de dados geográficos.”, 112 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Departamento de Informática, Puc-Rio.

MMA - Ministério do Meio Ambiente (2002) “Especificações e Normas Técnicas para Elaboração de Cartas SAO”, http://www.mma.gov.br/estruturas/projeto/_arquivos/especificacoes_cartas_sao.pdf, Março.

OGC (2009) “OGC”, <http://www.opengeospatial.org/standards>, Março.

OpenLayers (2009) “OpenLayers”, <http://openlayers.org/>, Março.

PostGIS (2009) “PostGIS”, <http://postgis.refrations.net>, Março.

Postgre (2009) “Postgre”, <http://postgre.refrations.net>, Março.

Ramsey, P. (2001) “PostGIS Manual”, <http://postgis.refrations.net/documentation/manual-1.3/>, Março.

Stonebraker, M.; Rowe, L. A. (1986) “The design of POSTGRES.” ACM-SIGMOD International Conference on the management of data: Washington, D.C., p. 340-355.

W3C (2004) “Web services architecture”, <http://www.w3.org/TR/ws-arch/>, Março.