

# Uso de Serviços web em Sistemas de Informação Geográficos

Harley Vera Olivera<sup>1</sup>, Maristela Holanda<sup>2</sup>

harleyve@gmail.com, mholanda@cic.unb.br

<sup>1,2</sup> Departamento de Ciência da Computação  
Universidade de Brasília  
Brasília, Brasil

**Resumo:** *Esse artigo traz um estudo sobre o uso de web services no desenvolvimento de sistemas de informação geográficos. Nesse contexto, dos padrões definidos pelo OGC são abordados, assim como a sua utilização para implementação desses sistemas baseado em software livre e de código aberto. Por fim, uma aplicação real é apresentada com dados do Bioma do Cerrado brasileiro.*

**Abstract:** *This article presents a study on the use of web services in the development of geographic information systems. In this context, the standards defined by the OGC are discussed, as well as their use for implementing these systems based on free software and open source. Finally, a real application is presented with data from the Brazilian Cerrado Biome.*

**Palavras-chave:** Web Services, Sistemas de Informação Geográfica, Arquitetura orientada a serviços.

## 1. Introdução

A interoperabilidade de dados é de crescente importância para a gestão de dados espacialmente relacionados. Os dados espaciais, como uma parte importante dos recursos de dados disponíveis, tem desempenhado um papel crítico em aplicações práticas de resolução de problemas e tomada de decisão em vários campos, mas, com dados espaciais fisicamente distribuídos em locais diferentes, um desafio crítico surge da necessidade de integrar as fontes de dados disponíveis, a análise dos dados e a representação dos resultados. Nesse sentido, os sistemas de informação geográfica (SIG) surgiram com a necessidade da gestão e análise dos dados geoespaciais. Um SIG é frequentemente definido como a combinação de um sistema de gestão de base de dados, um conjunto de operações para exploração de dados, e um sistema de exibição gráfica que é utilizado para a análise geoespacial. Estas análises SIG tem o objetivo principal de apoiar a tomada de decisão e modelagem de algumas das possíveis consequências dessas decisões [Arenas09] [Dragičević04] [Wolfgang00] [Philippe02].

O *Open Geospatial Consortium* (OGC) tem como fim definir padrões abertos e interoperáveis dentro do SIG e da *World Wide Web*. Buscar acordos entre as diferentes empresas que permitam a interoperabilidade de seus sistemas de geoprocessamento e facilitar o intercâmbio de informação geográfica para o benefício dos usuários. Algumas das especificações mais importantes são *Geography Markup Language* (GML), *Keyhole Markup Language* (KML), *Web Feature Service* (WFS), *Web Map Service* (WMS), *Web Coverage Service* (WCS), *Web Catalogue Service* (CSW).

As *webs services* surgiram com a necessidade de disponibilizar os dados de um determinado banco de dados, com a finalidade de ter acesso à informação e processos remotos. Entende-se OGC *web services* como a integração das especificações OGC, dedicadas a realizar geo-processos. *Web services* e OGC *web services* utilizam as tecnologias como *Extensible Markup Language* (XML) e *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP), mas a OGC *web*

*services* não utiliza as mesmas linguagens de comunicação (SOAP e WSDL).

Esse artigo apresenta um estudo que engloba a utilização dos *web services* no desenvolvimento de SIG's seguindo os padrões estabelecidos pela OGC para a gestão de dados espaciais utilizando software livre.

O restante do artigo está organizado da seguinte maneira: na seção 2 são apresentados os conceitos respeito de sistemas de informação geográficos, os bancos de dados geográficos e as arquiteturas de sistemas de informação geográfica, a seção 3 descreve os conceitos básicos de *web services* assim como os padrões estabelecidos pela OGC, a seção 4 descreve a utilização dos *web services* no desenvolvimento do caso de uso. Finalmente na seção 5 são mostradas as conclusões.

## 2. Teoría del dominio y trabajos previos

Um sistema de Informação Geográfica é um sistema capaz de coletar, armazenar, manipular, recuperar e analisar dados espaciais [Elangovan06]. A diferença básica entre um sistema de informação convencional e um sistema de informação geográfico é que o SIG tem a capacidade de armazenar atributos espaciais, além dos atributos convencionais. Essa característica adicional dos SIGs permite ilustrar relações, conexões e padrões que não são facilmente visíveis em qualquer conjunto de dados, tornando mais fácil a tomada de decisões nas organizações.

A figura 1 mostra uma arquitetura de SIG [INPE06], como pode ser observada, a interface do sistema é representada pelo homem e máquina, contribuindo para operação e controle do sistema [Câmara09]. A entrada e a integração de dados estão relacionadas à conversão de dados do meio analógico ou impresso no papel para mídia eletrônica ou digital [Miranda05]. Consulta e análise espacial são algoritmos que proporcionam as operações algébricas entre mapas, geração de modelos numéricos do terreno, processamento estatístico de dados espaciais e processamento de imagens. Com a visualização e plotagem, é possível verificar os dados na tela do computador ou obter como resultado um mapa na forma

de papel ou como mídia eletrônica [Miranda05]. Finalmente a gerência de dados espaciais compõe as possibilidades de armazenar e recuperar os dados em um banco de dados geográficos [Queiroz06].

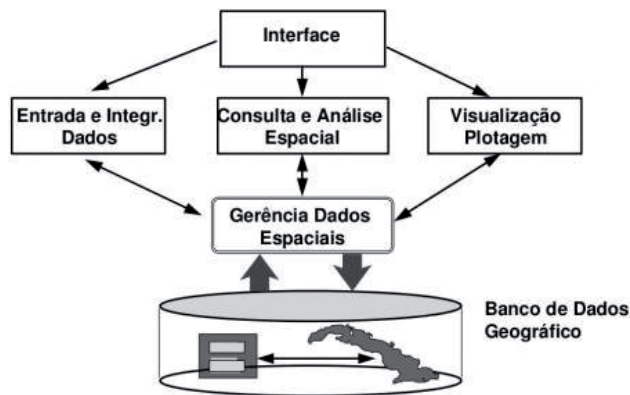


Figura 1. Arquitetura de Sistemas de Informações Geográficas.

Um banco de dados geográficos é um sistema de base de dados, que oferece tipos de dados espaciais em seu modelo de dados e linguagem de consulta, suporta tipos de dados espaciais em sua implementação, fornecendo pelo menos indexação espacial e algoritmos eficientes para integração espacial [Hartmur94].

Por outro lado, SIG Web é qualquer SIG que usa tecnologias da Web. A forma mais simples de SIG Web deve ter pelo menos um servidor e um cliente, onde o servidor é um servidor de aplicações Web, e o cliente é um navegador Web, uma aplicação desktop, ou uma aplicação móvel [Fu10] [Bressan10].

Respeito à arquitetura de um SIG web, a arquitetura baseada em três camadas é a mais usada comumente: camada de interface do usuário, camada de servidor de aplicações, camada de banco de dados [Baumann11] [Shunfu02] [Frehner06]. Alguns autores consideram quatro camadas, onde a camada de integração é adicionada na arquitetura SIG Web, esta camada é baseada em web services [Zongyao10].

### 3. Os web services do OGC

Um Web Service é um software web que pode realizar uma tarefa específica ou um conjunto de tarefas, cuja interface é descrita através de uma notação *eXtensible Markup Language* (XML) padronizada que fornece os detalhes necessários para interagir com o serviço. Esta tecnologia, empregada cada vez mais no desenvolvimento de aplicações web, fornece um modelo de programação independente de linguagem e plataforma, o qual facilita a interoperabilidade entre sistemas através da adoção de padrões abertos como HTTP, XML, *Simple Object Access Protocol* (SOAP), *Web Service Definition Language* (WSDL), *Universal Description, Discovery and Integration* (UDDI) [INPE06].

O W3C define os web services como um sistema de software projetado para suportar interação máquina-máquina sobre uma rede. Ele tem uma interface descrita em um formato possível de ser processado por máquina. Outros sistemas interagem com o web service de uma

maneira prescrita por sua descrição usando mensagens SOAP, normalmente transmitida através de HTTP com uma serialização XML em conjunto com outros padrões relacionados à web [W3C12].

Os web services ao contrário das aplicações cliente/servidor tradicionais não oferece uma interface gráfica com o usuário, mas compartilham os dados através de uma interface de programação que pode ser utilizada através da rede. A entidade responsável pela regulamentação das diretrizes básicas da arquitetura de web services é o W3C. Entre os padrões que desempenham papel fundamental nesta arquitetura pode-se citar:

- XML: uma linguagem de marcação projetada para descrever dados. É extensível possibilitando a criação de linguagens de marcação para necessidades específicas como, por exemplo, *Geography Markup Language* (GML) e *Scalable Vector Graphics* (SVG) [W3C12].
- SOAP: um protocolo de comunicação entre aplicações baseado em XML. Basicamente permite o intercâmbio de informação entre as aplicações sobre o HTTP [SOAP12].
- WSDL: trata-se de uma linguagem baseada em XML para descrição e acesso aos web services [WSDL12].
- UDDI: define um método universal para descobrir dinamicamente e invocar web services, que devem estar descritos através de WSDL, e que utiliza SOAP na comunicação [UDDI12].

No contexto de uma infraestrutura de dados espaciais é comum encontrarmos a expressão OGC web services, pois os padrões e protocolos mais utilizados são aqueles elaborados e disseminados por a organização internacional de maior influência no campo de geoprocessamento pela web, a OGC. Dentro dos mais importantes temos:

- *Geographic Markup Language* (GML): Um padrão de codificação baseado em XML para informações geográficas desenvolvidas pelo consorcio OGC. A GML foi especificada para o transporte e armazenamento de informação geográfica, incluindo propriedades espaciais e não espaciais das feições geográficas. O objetivo da GML é oferecer um conjunto de regras com as quais um usuário pode definir seu esquema para descrever seus dados. Sua versão 3.0 inclui esquemas que contêm os modelos de geometria, feições e superfícies [GML12].
- *Keyhole Markup Language* (KML): uma notação XML para exibir dados geográficos em um navegador da Terra, como *Google Earth*, *Google Maps*. O KML utiliza uma estrutura de marcadores com elementos e atributos aninhados e se baseia no padrão XML. KML foi desenvolvido para uso com o *Google Earth*, sendo originalmente chamado *Keyhole Earth Viewer* [KML12]. O arquivo KML especifica um conjunto de características (marca local, imagens, polígonos, modelos 3D, descrições textuais, entre outros) para exibição no *Google Earth*, *Maps* e

*Mobile*. KML compartilha algumas das mesmas gramáticas estruturais como GML.

- *Web Map Service* (WMS): O serviço WMS permite visualizar IG em geral e consultar as entidades mostradas num mapa vetorial; permite superpor dados vetoriais a dados matriciais em diferentes formatos, sistemas de referência de coordenadas e projeções, situadas em diferentes servidores [WMS10].
- *Web Feature Service* (WFS): Permite ao usuário acessar, consultar e até modificar (inserir, atualizar e eliminar) todos os atributos de um fenômeno geográfico representado em formato vetorial [WFS10].
- *Web Coverage Service* (WCS): Refere-se a um arquivo ou conjunto de dados em formato matricial, usado para representar fenômenos com variações espaciais contínuas. Diferentemente do WFS, que devolve fenômenos geográficos discretos, o WCS devolve representações de fenômenos espaciais que relacionam um domínio espaço-temporal com um espectro de propriedades [WCS10].
- *Web Catalogue Service* (CSW): O Catálogo de Serviços é um padrão desenvolvido pelo Open Geospatial Consortium, que define uma interface comum para a descoberta, busca e consulta de metadados sobre dados, serviços e recursos de natureza geográfica [CSW10].

#### 4. Caso de uso

Ao alterar a temperatura e a distribuição de chuvas no planeta, as iminentes mudanças climáticas modificarão a distribuição dos seres vivos e o funcionamento de ecossistemas, e conseqüentemente, os ciclos biogeoquímicos. No Brasil, o desafio está em antever como as mudanças climáticas afetarão os principais biomas, dentre eles o Cerrado e Floresta Amazônica.

O presente estudo de caso está vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade de Brasília e à rede de pesquisa do “Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Mudanças Climáticas” (INCT-CLIMA).

Os dados modelados são amostras coletadas ao longo dos biomas brasileiros georreferenciadas mediante longitude e latitude de folhas de plantas e solos.

Para um melhor entendimento dos dados definidos, foram especificados os modelos conceituais dos dois bancos de dados utilizando e seguindo o padrão *Object-Oriented Model for Geographic Applications* OMT-G.

O desenvolvimento do SIG web é composto por uma interface de mapas interativos disponíveis na internet,

usando bancos de dados geográficos e servidores de mapas interativos que geram serviços na web utilizando somente software livre. Os *web services* utilizados foram:

- Mosaico de imagens de satélite da NASA conhecida como *Blue Marble*, imagem da terra em formato *png* e sistema de projeção EPSG: 900913.
- O mapa dos biomas brasileiros, imagem em formato *png* e sistema de projeção EPSG: 900913.
- Os *web services* próprios, imagens dos pontos das amostras de solos e vegetação geo-localizadas no mapa dos biomas brasileiros, cada imagem em formato *png* e sistema de projeção EPSG: 900913. E dados disponibilizados mediante WFS.

As ferramentas utilizadas no processo de desenvolvimento foram as seguintes: StarUML 5.0.2 com extensão espacial para utilizar o modelamento OMT-G, Apache Tomcat 7.0.22, PostgreSQL 9.0 com a extensão espacial PostGIS 1.5, o servidor utilizado para disponibilizar os dados mediante *Web Services* foi o GeoServer 2.1.3. A versão do WMS utilizado foi 1.1.1 e do WFS 1.1.0. A Figura 2 apresenta uma visão inicial do SIG web.

#### 5. Conclusões

Neste artigo foi apresentado a utilização dos *web services* padronizados pela OGC com o fim de disponibilizar dados geoespaciais fisicamente distribuídos em locais diferentes no desenvolvimento de SIG's web. Esse SIG web foi desenvolvido com o objetivo de dar suporte a interoperabilidade e compartilhamento de dados espaciais localizados em lugares diferentes.

Um *web service* é o componente mais importante no desenvolvimento de um SIG Web, uma vez que torna possível a integração de diferentes formatos de mapas interativos unificada em uma única imagem.

Existem *web services* livres e pagos espalhados em instituições privadas e publicas que o desenvolvedor pode utilizar ou compartilhar com o fim de ter uma visão que permita ilustrar relações, conexões e padrões que não são facilmente visíveis em qualquer conjunto de dados, tornando mais fácil a tomada de decisões nas organizações.

O SIG web foi desenvolvido com software livre utilizando uma arquitetura orientada a serviços o que torna ao SIG web mais flexível e extensível, para que junto com os *web services* permita o compartilhamento e a interoperabilidade de dados espaciais dos bancos de dados de vegetação e solos dos biomas brasileiros.



Figura 2. Vista inicial do SIG Web

## Referências bibliográficas

- [Arenas09] Arenas, J., Zambrano, H. 2009. Web-based GIS Applications for Government. In Proceedings of the 3rd ICEGOV International Conference on Theory and practice of electronic governance. (Bogota, Colombia). ACM .
- [Dragiévici04] Dragiévici, S.; Balram, S. A Web GIS collaborative framework to structure and manage distributed planning processes. Journal of Geographical Systems. Springer-Verlag (2004) 6: 133-153.
- [Wolfgang00] Wolfgang, R. Principles and Application of Geographic Information Systems and Internet/Intranet Technology. In Proceedings New Information Processing Techniques for Military Systems. Istanbul, Turkey, October 2000.
- [Philippe02] Philippe Tigaux, Michel O. Scholl, Agnès Voisard. Spatial databases: with application to GIS. Editora Morgan Kaufman. 2002.
- [Elangovan06] Elangovan, K., GIS Fundamentals, applications and implementations, New India publishing, 2006.
- [INPE06] Brasil. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Tutorial sobre Bancos de Dados Geográficos, GeoBrasil. 2006.
- [Fu10] Fu, P., Sun, J. 2010. Web GIS: Principles and Applications. ESRI Press (2010).
- [Bressan10] Bressan, T. 2010. Desenvolvimento e integração de um ambiente SIGWEB com ferramentas de software livre. Master Thesis. Federal University of Santa Maria Brazil.
- [Baumann11] Baumann, J. 2011. Future of Web GIS: An Interview with Pinde Fu. GeoConnection International Magazine, April 2011.
- [Shunfu02] Shunfu H. Web-Based Multimedia GIS for the analysis and visualization of spatial environmental database. In Proceedings of Symposium on Geospatial Theory, Processing and Applications, Ottawa 2002.
- [Frehner06] Frehner, M., Brandli, Martin. 2006 Virtual database: Spatial analysis in a Web-based data management system for distributed ecological data. Environmental Modelling & Software 21 (2006) pg. – 1544-1554.
- [Câmara09] Câmara, G. Modelos, Linguagens e Arquiteturas para Bancos de Dados Geográficos. 2009.
- [Miranda05] Miranda, José Iguelmar. Fundamentos de Sistema de Informações Geográficas. 1ª edição, Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 2005.
- [Queiroz06] Queiroz, R. Gilberto e Ferreira, R. Karine. Tutorial sobre Bancos de Dados Geográficos - GeoBrasil 2006, INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.  
[http://www.dpi.inpe.br/TutorialBdGeo\\_GeoBrasil2006.pdf](http://www.dpi.inpe.br/TutorialBdGeo_GeoBrasil2006.pdf). Acesso em agosto, 2010.
- [Zongyao10] Zongyao, S., Yichun, X. 2010. Design of Service-Oriented Architecture for Spatial Data Integration and Its Application in Building Web-based GIS Systems. Geo-spatial Information Science. 13, 1 (March 2010), 8-15.
- [Hartmur94] Hartmur, R., An Introduction to Spatial Database Systems. VLDB journal, Vol 3, 357-399. 1994.
- [W3C12] World Wide Web Consortium. Web Services. Disponível em: <http://www.w3.org/TR/ws-arch/#whatis>. Acessado em 03/07/2012.
- [SOAP12] World Wide Web Consortium Schools. Soap Tutorial. Disponível em:  
<http://www.w3schools.com/soap/default.asp>. Acessado em 17/07/2012.
- [WSDL12] World wide Web Consortium Schools. WSDL tutorial. Disponível em:

<http://www.w3schools.com/wsd/default.asp>.  
Acessado em 17/07/2012.

[UDDI12] World wide Web Consortium Schools. WSDL and UDDI. Disponível em:

[http://www.w3schools.com/wsd/wsd\\_uddi.asp](http://www.w3schools.com/wsd/wsd_uddi.asp).  
Acessado em 17/07/2012.

[GML12] Open Geospatial Consortium. Geography Markup Language. Disponível em:

<http://www.opengeospatial.org/standards/gml>.  
Acessado em 17/07/2012.

[KML12] KML. KMLTutorial. Disponível em:  
[http://code.google.com/intl/en/apis/kml/documentation/kml\\_tut.html](http://code.google.com/intl/en/apis/kml/documentation/kml_tut.html). Acessado em 18/07/2012.

[WMS10] OGC, OpenGIS® Web Map Services (WMS), Implementation Standard, 2010.

[WFS10] OGC, OpenGIS® Web Feature Services (WFS), Implementation Standard, 2010.

[WCS10] OGC, OpenGIS® Web Coverage Services (WCS), Implementation Standard, 2010.

[CSW10] OGC, OpenGIS® Web Catalogue Services (CSW), Implementation Standard, 2010.