

# Proposição de Infra-Estrutura de Dados Espaciais (SDI) Local, Baseada em Arquitetura Orientada por Serviços (SOA)

Pedro A. Oliveira<sup>1</sup>, Clodoveu A. Davis Junior<sup>2</sup>, Pedro Felipe A. Oliveira<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas)  
[pedroalves@pucminas.br](mailto:pedroalves@pucminas.br)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)  
[clodoveu@dcc.ufmg.br](mailto:clodoveu@dcc.ufmg.br)

<sup>3</sup>GeoExplore – Belo Horizonte - MG – Brasil  
[pedro.oliveira@geoexplore.com.br](mailto:pedro.oliveira@geoexplore.com.br)

**Abstract.** *This paper describes some essential aspects of a local Spatial Data Infrastructure (SDI) implementation. Initially, a brief literature review about Service Oriented Architecture (SOA) is developed. After, an analysis of SOA application possibilities is done, particularly in the case study: Belo Horizonte City Information and Informatics Company (Prodabel). Finally, some implementation alternatives of the proposed model are considered based on evolution scenarios.*

**Resumo.** *Este artigo descreve alguns aspectos cruciais da construção de uma Infra-Estrutura de Dados Espaciais (SDI) municipal. Faz-se, inicialmente, uma breve revisão teórica sobre Arquitetura Orientada por Serviços (SOA), seguida de uma análise sobre as possibilidades de sua aplicação específica à situação em estudo: Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte - Prodabel. Por fim, avalia-se algumas alternativas de implementação do modelo proposto, considerando cenários de sua evolução.*

## 1. Contextualização – As Mudanças de Arquitetura em SIG

A arquitetura de aplicações geográficas tem acompanhado a evolução das características dos sistemas de informação em geral, com clara tendência ao uso do modelo orientado por serviços, baseado em plataforma web. As vantagens oferecidas por esse modelo podem ser entendidas comparando arquiteturas mais novas com as tradicionais, pouco flexíveis, e limitadas em relação ao conjunto de tecnologias hoje existentes. De fato, Sistemas de Informação Geográficos (SIG) fechados<sup>1</sup>, baseados em uma camada ou em duas camadas, no modelo cliente/servidor e suas variações, predominaram no mercado por muito tempo [2]. Nos últimos anos, no entanto, com o desenvolvimento de arquiteturas aderentes aos padrões da rede mundial de computadores, tais características se tornaram inadequadas ao contexto Web. Assim, o mercado tem adotado, progressivamente, modelos de três camadas ou mais. A orientação por objetos foi outro ingrediente importante para essa mudança, permitindo modelar dados e aplicações com maior flexibilidade, voltadas ao reuso. Porém, a consolidação da modelagem de serviços como padrão arquitetural de mercado depende de uma série de questões - de negócio, culturais e tecnológicas, a serem atendidas. Nesse aspecto, a Arquitetura Orientada por Serviços (*Service Oriented Architecture* - SOA) se torna atraente como

---

<sup>1</sup> Fechados no sentido de serem totalmente construídos sobre tecnologias proprietárias e monolíticas.

uma tentativa de agregar valor ao negócio, permitindo modelar e aprimorar processos com redução do desperdício dos recursos de Tecnologia da Informação (TI). Em SIG, particularmente, SOA é atraente por permitir a concepção de sistemas interoperáveis e distribuídos, que funcionem utilizando módulos fracamente acoplados.

Essa visão coincide com algumas das propostas mais bem sucedidas de organizações normalizadoras e padronizadoras da área de geotecnologias, especialmente o *Open Geospatial Consortium* (OGC) [8]. Padrões de serviços geográficos, tais como *Web Feature Service* (WFS), *Web Map Service* (WMS) e, mais recentemente, *Web Processing Service* (WPS), dentre muitos outros, são exemplos de iniciativas nessa direção. A extensão desses padrões para formação de Infra-Estruturas de Dados Espaciais (*Spatial Data Infrastructure – SDI*) parece ser a solução mais viável para evoluir a arquitetura SIG na escala de países e regiões, como demonstram os esforços em desenvolvimento na comunidade européia (INSPIRE) [11] e outros.

Este trabalho propõe a aplicação dos conceitos de SOA e SDI por meio de um estudo de caso, em que um SIG de âmbito municipal seria totalmente remodelado, evoluindo para um SDI local (seção 4). Foi escolhido como serviço piloto, nesse contexto, um processo de negócio para geocodificação com endereçamento flexível [7], aplicável à prefeitura do município de Belo Horizonte (MG).

A próxima seção (2) apresenta aspectos conceituais de SOA, enquanto a seção 3 discute a arquitetura de uma SDI local. As seções 4 e 5, respectivamente, desenvolvem um estudo de caso e algumas conclusões (ainda parciais) deste trabalho.

## **2. Arquitetura Orientada por Serviços**

Booch, Rumbaugh e Jacobson [1] conceituam a arquitetura de uma aplicação de maneira bem ampla. Ela seria composta por um conjunto de decisões importantes em questões como: organização do sistema, seleção de seus elementos estruturais e interfaces, considerando comportamento, decomposição desses elementos, e finalmente o estilo para composição dos elementos estáticos e dinâmicos, dentro do sistema. Fowler [5] considera que a arquitetura de uma aplicação possui dois objetivos essenciais: decompor esse sistema em suas partes principais, em alto nível, e representar um modelo geral de forma estável, ou seja, sem grande tendência a alterações.

A arquitetura orientada por serviços [9] pode ser entendida como uma proposta de separação lógica das camadas de uma aplicação, visando a componentização da lógica do negócio. Nesse contexto, a explicitação de uma camada de serviços é fundamental para permitir a interoperabilidade e o reuso. É importante destacar que, mesmo sendo uma condição essencial, serviços por si só não implementam SOA.

Embora existam diversas razões para se investir em SOA, os desafios na utilização de uma arquitetura tão inovadora e com poucos exemplos de uso corporativo (menos ainda no Brasil) são grandes. Academicamente observa-se um grande número de novos trabalhos sobre esse tema, cujas justificativas [7] seriam suas vantagens:

- Possibilitar o gerenciamento automatizado de processos de negócio;
- Facilitar a integração entre sistemas;
- Permitir o reuso de sistemas legados;
- Favorecer a adaptação de aplicações a mudanças tecnológicas.

Não se verifica a necessidade de padronização do modelo de dados das diferentes aplicações envolvidas, mas certamente a diversidade de modelos, formatos e tecnologias pode converter-se num desafio para uma solução particular. Tal situação se agrava ao manipular dados geográficos, considerando as dificuldades de conversão e de troca de dados de diferentes formatos, com sua semântica.

A seção 3 discute um modelo de SDI local, destacando o papel dos serviços.

### 3. Uma Arquitetura para Infra-Estrutura de Dados Espaciais Municipal

Davis e Alves [3] propuseram uma arquitetura para *Spatial Data Infrastructure* (SDI) de âmbito local, apresentada esquematicamente na figura 1.

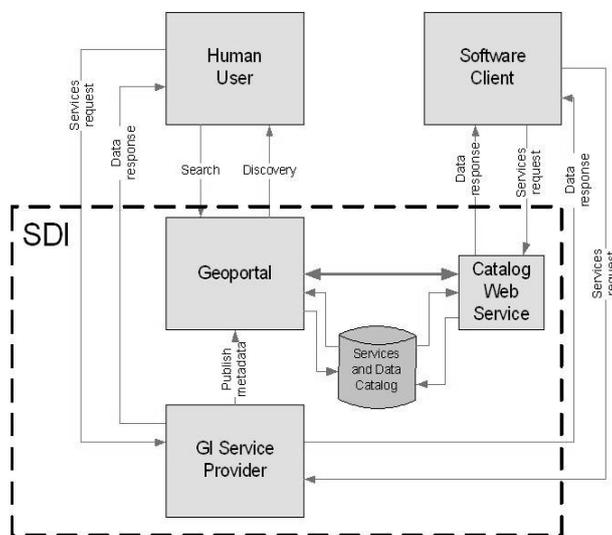


Figura 1: Geoportais e SDI para uso local (Fonte: Davis Júnior e Alves, 2006) [3]

A proposta de Davis e Alves baseia-se nos padrões OGC [4]. Os autores sugerem sua extensão para atender também aos requisitos do World Wide Web Consortium (W3C) [10]. A proposta de SDI se diferencia completamente do modelo de um SIG, transferindo o foco do sistema, anteriormente nos dados, para os serviços. Isto pode ser observado na próxima seção (4), através de um estudo de caso.

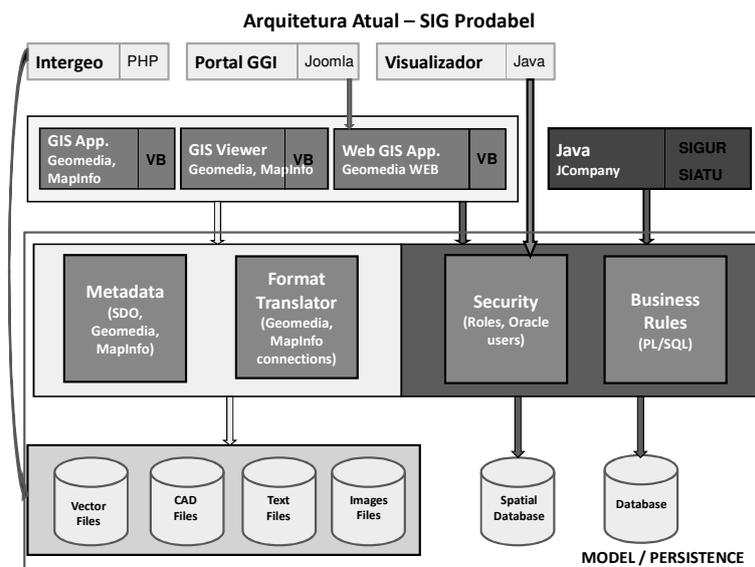
### 4. Estudo de Caso – O SDI do Município de Belo Horizonte

Belo Horizonte é uma capital de estado que adota, desde o início da década de 1990, soluções inovadoras e desafiadoras para a estruturação de seu Sistema de Informação Geográfico. O desenvolvimento de aplicativos e a customização do SIG, a cargo da Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte (Prodabel), sempre foi visto pela equipe de geoprocessamento como um desafio profissional. Nesse contexto, formou-se na empresa um grupo de pesquisadores que foi buscar na academia conhecimentos técnicos e científicos que pudessem reverter em soluções práticas.

Ao longo de anos de trabalho e investimentos, a Prodabel tornou-se a detentora do Mapa Urbano Básico (MUB) local, além de um conjunto de dados temáticos variados, de características *sui generis*. Isto ocorreu porque, além de ter de lidar com um grande número de camadas de informação relacionadas à sua área de atuação [6] a empresa lidera um convênio de cooperação técnica (Grupo de Gestão da Informação –

GGI) voltado para o intercâmbio de dados entre diversos órgãos públicos municipais, estaduais e federais. Cumpre destacar que, neste caso, a opção por um modelo baseado em SDI se deu pela necessidade de evoluir no uso de novas tecnologias e ampliar a base de dados, acrescentando gradativamente novas categorias e camadas oriundas de outros órgãos da prefeitura e do convênio (GGI).

A situação atual do SIG existente na Prodabel é apresentada na figura 2:

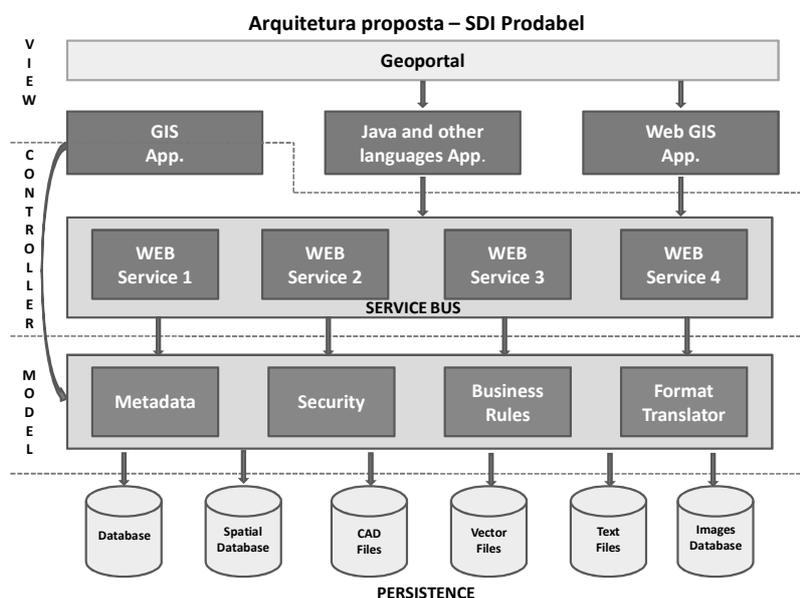


**Figura 2: Arquitetura Atual do SIG. Fonte: Prodabel, 2008**

Na figura 2 pode-se observar a miscelânea de tecnologias atualmente em uso na manutenção dos mais de cem componentes do Cadastro Técnico Municipal (CTM), e na obtenção de informações. As ferramentas utilizadas na manutenção da base de dados são produtos comerciais. Para visualização e consultas foram desenvolvidas internamente aplicações (*applets* e *servlets*, padrão JEE), além do uso de ferramentas livres. Como há muitas formas de acesso às informações, optou-se por definir os mecanismos de segurança de acesso e as regras de negócio na camada de modelo / persistência (*scripts SQL*). Outros recursos disponíveis nessa camada são estruturas de metadados (criadas e mantidas pelos *softwares* e pelo SGBD) e ferramentas de tradução (nativas dos produtos), responsáveis pela interoperabilidade no acesso aos múltiplos formatos suportados (SIG, *Computer Aided Design* - CAD, imagem, texto).

A mudança de configuração do SIG da Prodabel, iniciada em 2001 com o projeto “Prospecção de Ferramentas SIG”, culminou numa definição de arquitetura apoiada em três pilares: base de dados integrada, interoperabilidade e acesso descentralizado. Essas linhas mestras ditaram a escolha de ferramentas, tornando possível a integração do sistema à Rede Municipal de Informática (RMI). Assim, o modelo da figura 2 pode ser considerado uma etapa preparatória para o SDI (figura 3).

A figura 3 apresenta o novo modelo de arquitetura da Prodabel, que visa atender não somente à realidade da evolução observada em geoprocessamento na empresa como também propiciar o intercâmbio de dados com outros órgãos e a publicação dessas informações em ambiente Web, tudo isso integrado numa arquitetura de serviços.



**Figura 3: Arquitetura Proposta para SDI - Belo Horizonte. Fonte: Prodabel, 2008**

A figura 3 mostra que, no novo modelo, aplicações SIG comerciais, já em uso na organização, não serão descartadas. Porém, dada sua característica cliente/servidor, elas farão acesso diretamente à camada de modelo, que incorpora regras de negócio para acesso às diferentes bases de dados. A adoção do padrão *Model, View, Controller* (MVC) atende às características de segmentação vertical, enquanto a construção de um *middleware* de serviços (segmentação horizontal) atende às práticas de SOA. Por sua vez, aplicações como *Applets* e *Servlets* Java e ferramentas para visualização de mapas e análise espacial na Web podem interagir diretamente com os serviços da camada de controle. Um exemplo de serviço a ser disponibilizado é a geocodificação de endereços [4], [7], que permite encontrar um endereço com alto grau de precisão. Esse serviço é composto de três etapas: *Parsing*, *Matching*, *Locating*. Sua modelagem e implementação são apresentadas em [7]. A escolha desse primeiro serviço deve-se à realização de pesquisas e testes bem sucedidos em ambiente controlado. Outros serviços serão progressivamente agregados ao *service bus*, como mostra a figura 3.

A camada de modelo, na figura 3, certamente merece uma atenção especial. Visando a separação entre os formatos de armazenamento e os de troca, ao levar em consideração a existência de esquemas de metadados necessários para o acesso às informações no formato que se deseja, optou-se por separar o modelo semântico das estruturas de dados (*persistence*). Assim, regras de segurança e de integridade gerais serão desenvolvidas preferencialmente em linguagem não proprietária do banco, prevalecendo sobre todas as formas de acesso.

## 5. Considerações Finais

Pretendeu-se, nesta breve análise, descrever algumas questões cruciais para atender às necessidades dos usuários de um SDI local. A primeira delas é definir um Geoportall como meio de entrada para o sistema. A segunda é a possibilidade de sistemas Web poderem ler e tratar informações alfanuméricas associadas a camadas geográficas, sem comprometer a integridade dessas. A terceira questão diz respeito à interoperabilidade

entre formatos de dados geográficos, que pode ser tratada por padrões de metadados aliados a um serviço tradutor de formato capaz de quebrar a complexidade inerente a essas conversões. O quarto desafio é conseguir que esse modelo tenha escalabilidade e possa, assim, evoluir junto com a demanda. Outra questão é manter o modelo de dados (alfanuméricos, vetoriais, imagens) íntegro e disponível para as diferentes classes de usuários: geradores e consumidores de informação. Esses requisitos estão condicionados a questões tecnológicas não triviais, condicionadas à pesquisa. Nesse caminho, a adoção de bons padrões de projeto e de tecnologias abertas, aderentes aos padrões OGC para serviços e armazenamento, pode ser fundamental.

Espera-se, a partir deste ponto, desenvolver uma prova de conceito que valide a hipótese de interoperabilidade do modelo. Posteriormente, poderá ser conduzida uma revisão do modelo proposto, agregando as boas práticas avaliadas e descartando as ineficazes.

Finalmente, por meio de estudos e pesquisas, pretende-se buscar ainda a validação de partes do modelo capazes de gerar inovação em áreas desafiadoras e promissoras como:

- Serviços padrão OGC adequados às necessidades dos diferentes tipos de usuários;
- Comparação entre padrões de serviços OGC e W3C para escolha de soluções específicas;
- Testes de desempenho com a nova arquitetura (em ambiente simulado e real);
- Desenvolvimento e uso de um serviço para compartilhamento de dados geográficos;
- Avaliação da SDI para aplicação ao amplo conjunto de informações dos diversos órgãos envolvidos, com seus diferentes modelos de dados e temas.

## Referências

- [1] Booch, G; Rumbaugh, J; Jacobson, I. (2000) UML, Guia do Usuário. Elsevier, Rio de Janeiro.
- [2] Davis Jr., C. A.; Oliveira, P. A. (2002) SIG Interoperável e Distribuído para Administrações Municipais de Grande Porte. Informática Pública, Belo Horizonte (MG), v. 4, n. 1, p. 121-141.
- [3] Davis Jr., C. A. D.; Alves, L. L. (2006) *Interoperability through Web Services: Evaluating OGC Standards in Client Development for Spatial Data Infrastructures*. In: *Proceedings of Brazilian Symposium on Geoinformatics* (GeoInfo, 2006).
- [4] Davis Jr., C. A.; Fonseca, F. T. (2007) *Assessing the Certainty of Locations Produced by an Address Geocoding System*. Geoinformatica 11(1), 103-129, 2007.
- [5] Fowler, M. (2006) Padrões de Arquitetura de Aplicações Corporativas. Bookman, São Paulo.
- [6] Oliveira, P. A.; Oliveira, M. P. (2005) Usos de um Sistema de Informação Geográfico (SIG) em Cadastro Técnico Municipal (CTM): A experiência de Belo Horizonte. In: Informática Pública, ano 8, n.1.
- [7] Oliveira, P. F. A.; Oliveira, P. A. (2008) Arquitetura Orientada a Serviços (SOA): Um Estudo de Caso em Sistemas de Informação Geográficos. In: Anais SIMGEO 2008.
- [8] [www.ogc.org](http://www.ogc.org)
- [9] [www.soainstitute.org/index.php](http://www.soainstitute.org/index.php)
- [10] <http://www.w3.org/>
- [11] <http://inspire.jrc.ec.europa.eu/>