

11 O Open Geospatial Consortium

Clodoveu A. Davis Jr.

Karla A. V. Borges

Ligiane Alves de Souza

Marco Antonio Casanova

Paulo de Oliveira Lima Júnior

11.1 Introdução

Este capítulo resume o modelo conceitual, o formato de intercâmbio de dados e os serviços propostos pelo Open Geospatial Consortium (OGC).

O Open Geospatial Consortium (OGC, 2005a) é um consórcio com mais de 250 companhias, agências governamentais e universidades, criado para promover o desenvolvimento de tecnologias que facilitem a interoperabilidade entre sistemas envolvendo informação espacial e localização (Gardels, 1996; Percivall, 2003). Os produtos do trabalho do OGC são apresentados sob forma de especificações de interfaces e padrões de intercâmbio de dados.

11.2 Modelo conceitual

O modelo conceitual do OGC é baseado em uma classe abstrata denominada *feature*. Uma *feature* é considerada pelo OpenGIS uma abstração de um fenômeno do mundo real; é uma feição geográfica se é associada com uma localidade relativa à Terra.

A classe abstrata `FEATURE` tem duas especializações `FEATURE WITH GEOMETRY`, que almeja capturar o conceito de geo-objetos, e `COVERAGES`, que pretende capturar o conceito de geo-campos.

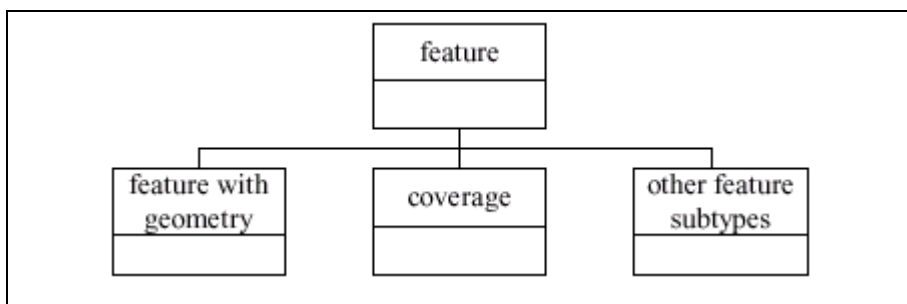


Figura 11.1 – Subtipos de feature, adaptado de (OGC, 1999).

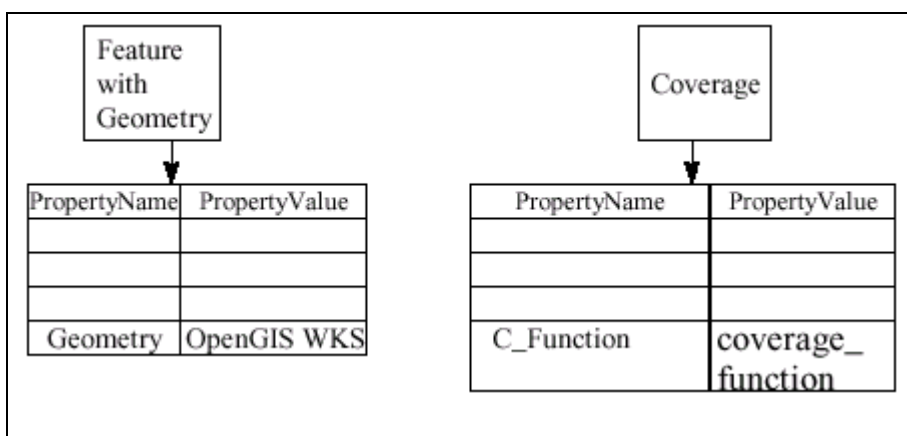


Figura 11.2 – Relação entre Feature e Coverage, adaptado de (OGC, 1999).

O padrão OpenGIS relaciona diretamente cada tipo de *coverage* com uma geometria particular, num relacionamento de especialização. Isto faz com que o conteúdo semântico de uma *coverage*, ou seja, os tipos de dados geográficos representados, sejam confundidos com seu conteúdo sintático, a estrutura de dados utilizada. Esta relação é incoerente com a definição proposta pelo padrão OpenGIS para *coverage*, que fala em função, domínio e intervalo.

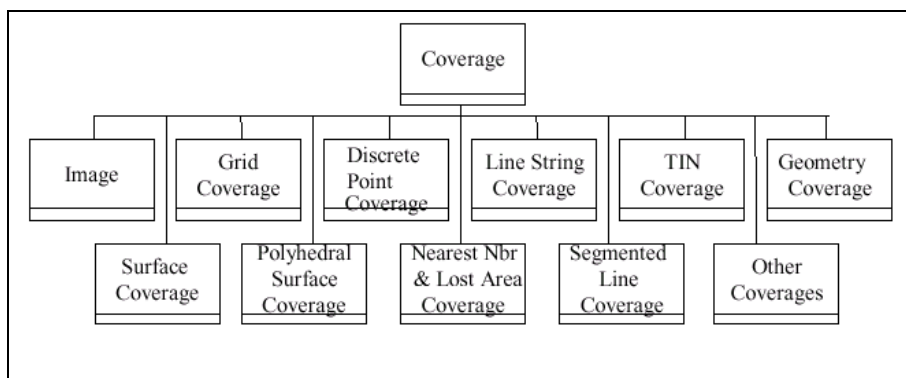


Figura 11.3 – Subtipos de Coverage, adaptado de (OGC, 1999).

11.3 Geography Markup Language

Seguindo a tendência do uso de padrões para intercâmbio de dados, o OpenGIS usa o padrão XML (eXtensible Markup Language) para definir uma forma de codificar dados geográficos. Para isso especificou a linguagem GML (Geography Markup Language) (Cox, 2003). A GML (Geography Markup Language) foi especificada para o transporte e armazenamento de informação geográfica, incluindo propriedades espaciais e não espaciais das feições geográficas (OGC, 1999).

O objetivo da GML é oferecer um conjunto de regras com as quais um usuário pode definir sua própria linguagem para descrever seus dados. Para tanto, a GML é baseada em esquemas XML (XML Schema). O esquema XML define os elementos (*tags*) usados em um documento que descreve os dados. Sua versão 3.0 inclui esquemas que contêm os modelos de geometria, feições (features) e superfícies. Os esquemas estão publicados nas especificações do OGC (Cox, 2003) os principais são os seguintes:

- **BasicTypes:** que engloba uma série de componentes simples e genéricos para representação arbitrária de atributos, nulos ou não.
- **Topology:** o qual especifica as definições do esquema geométrico dos dados, bem como sua descrição.

- **CoordinateReference Systems:** para sistemas de referência de coordenadas.
- **Temporal Information and Dynamic Feature:** Este esquema estende aos elementos características temporais dos dados geográficos e suas funções dinamicamente definidas.
- **Definitions and Dictionaries:** definições das condições de uso dentro de documentos com certas propriedades ou informações de referentes à propriedade padrão.
- **Metadata:** Este esquema é utilizado para definir as propriedades dos pacotes de dados que podem ser utilizados através de outros dados já existentes.

De posse destes esquemas, um usuário pode definir o seu próprio esquema para sua aplicação. Mas há algumas exigências a seguir para obter conformidade:

- Desenvolvedores de esquemas de aplicação devem assegurar que seus tipos são subtipos dos correspondentes tipos da GML: `gml:AbstractFeatureType` ou `gml:AbstractFeatureCollectionType` para feições e `gml:AbstractGeometryType` ou `gml:GeometryCollectionType` para a geometria.
- Um esquema de aplicação não pode mudar o nome, definição ou tipo de dado dos elementos obrigatórios da GML;
- Definições de tipos abstratos podem ser livremente estendidas ou restritas;
- Esquema de aplicação deve estar disponível a qualquer um que receba o dado estruturado por aquele esquema;
- Os esquemas relevantes devem especificar um “*namespace*” que não deve ser `http://www.opengis.net/gml`.

Desta forma um desenvolvedor de esquemas pode criar seus próprios tipos e *tags* e uma aplicação GML poderá fazer uso dos dados. Por exemplo, consideramos dois arquivos, um para o esquema (exemplo.xsd) e outro com os dados (exemplo.xml):

```
...
1.<complexType name="hidrografia">
2.  <complexContent>
3.    <extension base="gml:AbstractFeatureType">
4.      <sequence>
5.        <element ref="gml:centerLineOf"/>
6.      </sequence>
7.    </extension>
8.  </complexContent>
9.</complexType>
...
```

Figura 11.4 – Trecho de um esquema de aplicação.

A Figura 11.4 é um fragmento de um arquivo exemplo.xsd que define um esquema de aplicação, mostrando a criação de um tipo, no caso hidrografia. Seguindo as regras, a linha 3 faz com que hidrografia seja subtipo de `gml:AbstractFeatureType`. Este tipo pode ser usado na criação de uma *tag*, por exemplo:

```
...
<element name="rio" type="ex:hidrografia" substitutionGroup="gml:_Feature"/>
...
```

Figura 11.5 – Criação de uma *tag*.

O fragmento mostrado na Figura 11.5 é parte do mesmo esquema e define a criação de uma *tag* `<rio>` do tipo hidrografia que pode ser usada para descrever um determinado rio no arquivo exemplo.xml. Também é definido que o elemento tem o atributo `substitutionGroup` igual a `gml:_Feature`, o que garante a uma aplicação a leitura dos dados. O “ex” em `ex:hidrografia` indica que o nome hidrografia é do domínio `ex`, declarado no início do arquivo:

```

1. <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2. <!-- File: city.xsd -->
3. <schema targetNamespace="http://www.opengis.net/examples"
4.   xmlns:ex="http://www.opengis.net/examples"
5.   xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
6.   xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"
7.   xmlns="http://www.w3.org/2000/10/XMLSchema"
8.   elementFormDefault="qualified" version="2.03">
...

```

Figura 11.6 – Exemplo de *namespace*.

No início do arquivo foi definido o “*namespace*” *ex*, como mostra a linha 4 da Figura 11.6. Um fragmento do arquivo contendo os dados é ilustrado pela Figura 11.7:

```

...
1. <rio>
2.   <gml:description>O rio principal</gml:description>
3.   <gml:name>Rio Grande</gml:name>
4.   <gml:centerLineOf>
5.     <gml:LineString srsName="http://www.opengis.net/gml/srs/epsg.xml#432">
6.       <gml:coord><gml:X>0</gml:X><gml:Y>50</gml:Y></gml:coord>
7.       <gml:coord><gml:X>7</gml:X><gml:Y>60</gml:Y></gml:coord>
8.       <gml:coord><gml:X>1</gml:X><gml:Y>50</gml:Y></gml:coord>
9.     </gml:LineString>
10.   </gml:centerLineOf>
11. </rio>
...

```

Figura 11.7 – Fragmento de um arquivo de dados em XML.

As *tags* `<gml:description>` (linha 2) e `<gml:name>` (linha 3) da Figura 11.7 não foram criadas no esquema de aplicação, mas sim herdadas do tipo `AbstractFeatureType`, já que hidrografia é deste tipo e `<rio>` foi definido como hidrografia. Para a transferência de dados é necessária a transferência do arquivo com o esquema também, só assim uma aplicação que procura por `<_Feature>` poderá saber que `<rio>` é `<_Feature>`.

Os esquemas da GML sozinhos não são adequados para criar uma instância de documento. Estes devem ser estendidos pela criação de esquemas de aplicação para domínios específicos, seguindo as regras

descritas na especificação. Isto exige um investimento na elaboração de esquemas.

A GML possui pontos, linhas, polígonos e coleções geométricas (MultiPoint, MultiPolygon) definidos por coordenadas cartesianas uni, bi ou tridimensionais associados a eventuais sistemas de referência espacial. Mas as localizações espaciais são definidas apenas por coordenadas cartesianas, coordenadas projetivas não estão previstas.

Uma vantagem no uso de XML é a flexibilidade oferecida para criar “tags” que expressam o significado do dado descrito, obtendo-se um documento rico semanticamente. Mas, considere a seguinte situação: dois usuários de domínios diferentes representam uma determinada entidade, pela GML, como <rio> e <curso_de_agua>. Em uma troca de dados entre os usuários, os esquemas também devem ser compartilhados, pois só assim uma aplicação poderá saber que <rio> ou <curso_de_agua> são da classe <_Feature> definida pelo esquema Feature.xsd da GML, e então processá-los adequadamente. Desta forma o problema de acesso aos dados é resolvido. Mas não há como saber que <rio> é <curso_de_agua> e vice-versa. O aspecto semântico não é considerado de forma efetiva a promover a interoperabilidade. Para amenizar este problema, pode-se acrescentar *tags* que descrevem as entidades e suas relações, ou que identifiquem sinônimos.

11.4 Descrição dos serviços

11.4.1 *Framework* arquitetural dos serviços

As especificações do OGC baseiam-se em um *framework* arquitetural, chamado de *OpenGIS Services Framework* (Percivall, 2003), que especifica o escopo, objetivos e comportamento de uma série de componentes. Neste sentido, o *framework* representa uma arquitetura de referência para desenvolvimento de aplicações geográficas, no espírito da ISO 19119.

A definição dos componentes segue o paradigma de *Web services* e, portanto, está sujeita a restrições conceituais e de implementação. As restrições conceituais endereçam funcionalidade e incluem orientação a serviços, auto-descrição dos serviços e operação sem estados persistentes (*stateless operation*). As restrições de implementação endereçam questões

relativas a interoperabilidade, incluindo a adoção de formatos de intercâmbio em XML, utilização de protocolos comuns à Internet.

Porém, convém salientar que os serviços originalmente especificados pelo OGC não seguem as recomendações do W3C para definição de serviços Web, como SOAP para intercâmbio de dados, WSDL para descrição dos serviços e UDDI para registro dos serviços. Apenas, mais recentemente, a série de propostas de especificação conhecidas coletivamente como *OpenGIS Web Service 2 initiative* (Sonnet, 2004) definiram interfaces que utilizam os padrões do W3C. Porém, tais especificações ainda são tratadas como propostas de mudança. Ainda, recentemente, a OGC iniciou um experimento em larga escala para testar o conceito de Web semântica geospacial (OGC, 2005b).

Brevemente, o *OpenGIS Services Framework* compreende (ver Figura 11.8):

Padrões de Codificação: especificações de formatos de intercâmbio e armazenamento de dados geográficos, incluindo descrições de sistemas de geo-referenciamento, geometria, topologia, e outras características. O *Geography Markup Language (GML)* é um formato de documentos XML para intercâmbio de dados geográficos.

Serviços do cliente: componentes que, do lado do cliente, interagem com os usuários e que, do lado do servidor, interagem com os servidores de aplicação e de dados.

Serviços de registro: componentes que oferecem mecanismos para classificar, registrar, descrever, pesquisar, manter e acessar informação sobre os recursos na rede. Incluem o *Web Registry Service (WRS)*.

Serviços de processamento de workflow: componentes que oferecem mecanismos para composição de serviços que operam sobre dados e metadados geográficos. Incluem o *Sensor Planning Service (SPS)* e o *Web Notification Service (WNS)*.

Serviços de visualização: componentes que oferecem suporte específico para visualização de dados geográficos, resultando em produtos como mapas, visões em perspectiva do terreno, imagens anotadas, visões dinâmicas de dados espaço-temporais. Incluem o *Web Map Service*

(WMS), o Coverage Portrayal Service (CPS) e o Style Management Service (SMS).

Serviços de dados: componentes que oferecem os serviços básicos de acesso aos dados geográficos. Incluem o Web Object Service (WOS), o Web Feature Service (WFS), o Sensor Collection Service (SCS), o Image Archive Service (IAS) e o Web Coverage Service (WCS).

O resto desta seção resume os serviços definidos pelo OGC. Para maiores detalhes, recomenda-se uma visita ao Website do OGC (OGC, 2005a).

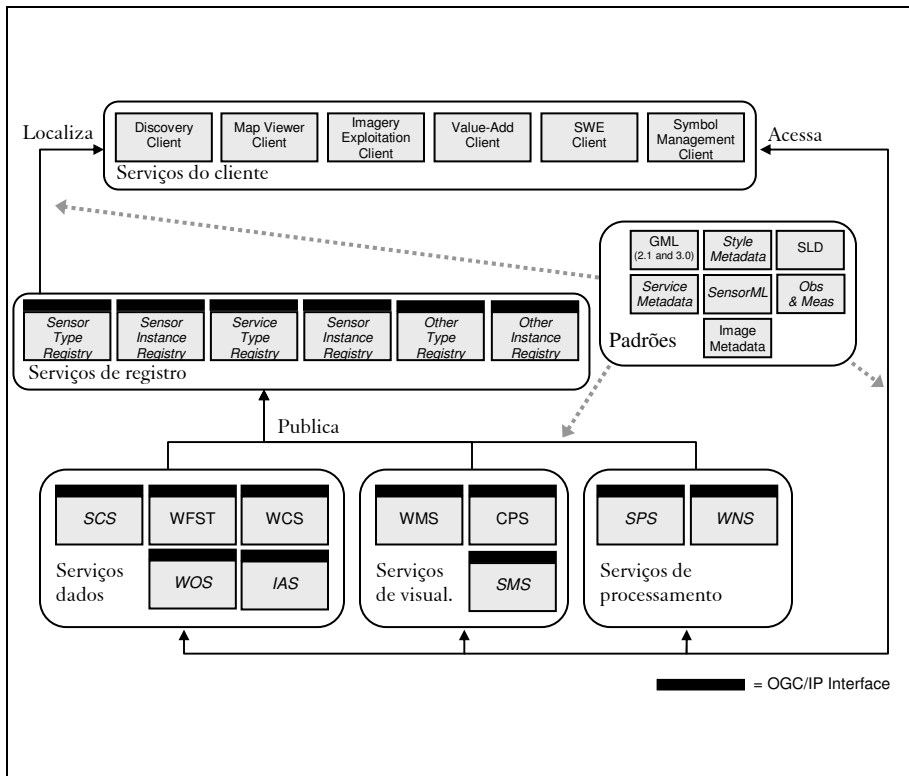
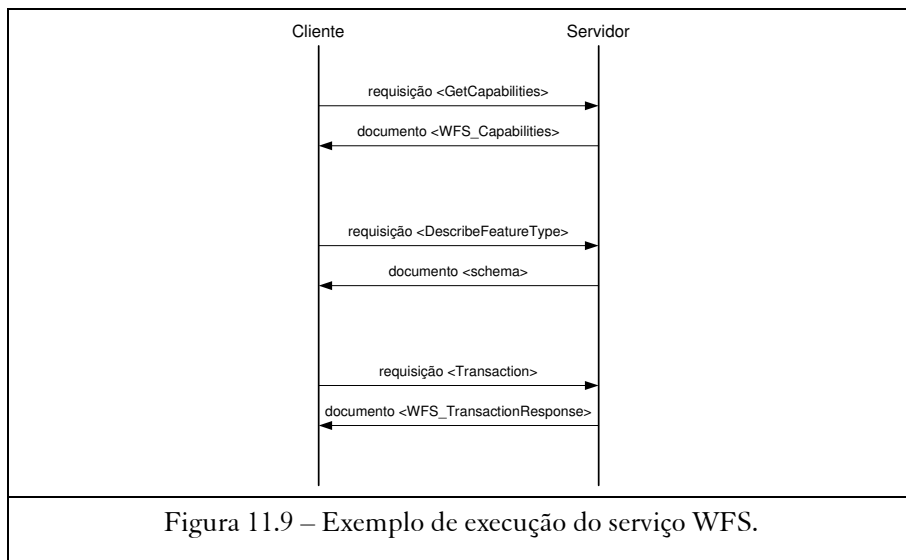


Figura 11.8 – Componentes do OGC Web Service Framework.



11.4.2 Web Feature Service

A especificação OpenGIS *Web Feature Service* (WFS) define um serviço para que clientes possam recuperar objetos (*features*) espaciais em formato GML de servidores WFS. O serviço pode ser implementado pelo servidor em duas versões: básica, onde apenas operações de consulta ficam disponíveis, ou transacional, que implementa o serviço completo, que inclui operações de inserção, exclusão, atualização, consulta de objetos (*features*) geográficos.

As seguintes operações são definidas para o serviço:

- *getCapabilities*: descreve as características do servidor.
- *describeFeatureType*: descreve a estrutura dos tipos de objeto que podem ser servidos.
- *getFeature*: retorna instâncias dos objetos disponíveis na base de dados. O cliente pode selecionar quais objetos deseja por critérios espaciais ou não.
- *transaction*: utilizado para a execução de operações de modificação dos objetos (inserção, exclusão e atualização).
- *lockFeature*: bloqueia uma ou mais instâncias durante uma transação.

A Figura 11.9 ilustra uma seqüência de execução típica do serviço WFS. Como em todos os demais serviços, tanto as requisições quanto as respostas são documentos XML.

11.4.3 Web Coverage Service

Para o acesso a dados que representam fenômenos com variação contínua no espaço, o consórcio OpenGIS criou a especificação OpenGIS *Web Coverage Service* (WCS). O serviço é específico para o tratamento de dados modelados como geo-campos, em complementação ao serviço WFS, que trata de dados modelados como geo-objetos, isto é, que representam entidades espaciais discretas e bem definidas.

É importante mencionar que o serviço não retorna imagens das *coverages* como resposta das requisições, mas sim dados sobre a semântica dos fenômenos representados.

Três operações são implementadas no serviço:

- *getCapabilities*: fornece uma descrição do servidor e informações básicas acerca das coleções de dados disponíveis.
- *describeCoverage*: recupera uma descrição completa das *coverages*.
- *getCoverage*: recupera uma *coverage* (valores e propriedades de um conjunto de localizações geográficas) no servidor.

11.4.4 Web Map Service

A especificação OpenGIS *Web Map Service* (WMS) define um serviço para a produção de mapas na Internet. Neste sentido, o mapa é uma representação visual dos dados geográficos e não os dados de fato. Os mapas produzidos são representações geradas em formatos de imagem, como PNG, GIF e JPEG, ou em formatos vetoriais, como o SVG.

Quando o cliente requisita um mapa utilizando o serviço, um conjunto de parâmetros deve ser informado ao servidor: as camadas desejadas, os estilos que devem ser aplicados sobre as camadas, a área de cobertura do mapa, a projeção ou sistema de coordenadas geográficas, o formato da imagem gerada e também o seu tamanho.

O serviço possui as seguintes operações:

- *getCapabilities*: obtém os metadados do servidor, que descrevem o conteúdo e os parâmetros aceitos.

- *getMap*: obtém a imagem do mapa que corresponde aos parâmetros informados.
- *getFeatureInfo*: recupera informações sobre um elemento (feature) particular de um mapa.

11.4.5 Catalog Service

A Internet possui uma vasta quantidade de informação geoespacial distribuída em vários formatos e mantida por inúmeras instituições. A organização dessa informação com base na construção de catálogos é uma forma de facilitar sua distribuição, localização e acesso.

A especificação OpenGIS *Catalog Services* (OCS) introduz um serviço para a publicação e busca em coleções de informações descritivas (metadados) de dados espaciais e objetos relacionados. Os metadados de um catálogo representam as características dos recursos que podem ser pesquisados e apresentados para a avaliação e processamento tanto de homens quanto de máquinas.

Na especificação, é definida uma linguagem de consulta comum a todas as interfaces do serviço, a *Common Catalog Query Language*, que possui uma sintaxe semelhante a uma cláusula Where do SQL. Um esquema de metadados básico (*core metadata schema*), baseado na norma ISO19115 - *Geographic Information Metadata*, é proposto para facilitar a interoperabilidade dos catálogos. Assim, uma mesma consulta pode ser executada em diferentes catálogos. Um conjunto de atributos mínimo é definido para as consultas e também para as respostas das consultas.

As operações disponíveis no serviço são as seguintes:

- *getCapabilities*: permite que um cliente recupere metadados descrevendo as características do servidor.
- *query*: operação que executa uma consulta no catálogo e retorna um conjunto de zero ou mais referências que satisfazem à consulta.
- *present*: recupera os metadados de uma ou mais referências.
- *describeRecordType*: retorna a definição do tipo de uma ou mais referências.

- *getDomain*: retorna a domínio (tipos de valores possíveis) de um atributo.
- *initialize*: utilizado para iniciar uma sessão interativa, para a qual um identificador único é gerado.
- *close*: encerra uma sessão interativa.
- *status*: recupera a situação de uma operação iniciada anteriormente, ainda em execução ou já encerrada.
- *cancel*: permite que um cliente cancele uma operação.
- *transaction*: utilizada para que um cliente solicite um conjunto de ações de inserção, remoção ou alteração de itens do catálogo.
- *harvestResource*: operação que tenta recuperar recursos de uma localização específica e que pode ser reprocessada de tempos em tempos.
- *order*: permite que um cliente execute uma operação de compra de um recurso, negociando preço e outros fatores.

11.4.6 Web Terrain Service

A especificação OpenGIS *Web Terrain Service* (WTS) é, na verdade, uma especialização do WMS que incorpora modelos de elevação de terreno, com perspectiva e renderização tridimensional de mapas. O resultado produzido, assim como no WMS, é uma representação pictórica dos dados geográficos.

As operações *getCapabilities* e *getMap* seguem a definição do WMS. A diferença fica por conta da inclusão da operação *getView*:

- *getView*: obtém uma cena 3D, que é uma visão de um lugar a partir do ponto de vista de um observador. A operação exige o fornecimento de alguns parâmetros para a composição da cena: o ponto de interesse, a distância e o ângulo entre o ponto de interesse e o observador da cena, o ângulo representando o campo de visão e o azimute.

11.4.7 Web Coordinate Transformation Service

Este serviço especifica uma interface para a conversão de dados de um sistema de coordenadas espaciais (CRS - *coordinate reference system*) para outro. O serviço recebe como entrada objetos geográficos digitais, que

podem ser objetos vetoriais (*features*) ou matriciais (*coverages*), que estão georreferenciados em um CRS e retorna os mesmos objetos em outro CRS especificado.

O OpenGIS *Web Coordinate Transformation Service* (WCTS) define sete operações que podem ser requisitadas pelos clientes.

- *getCapabilities*: como em todos os outros serviços Web do OpenGis, esta operação retorna as propriedades do servidor.
- *transform*: requisição para a transformação de coordenadas de um conjunto de objetos. O CRS dos objetos deve ser informado, assim como o novo CRS desejado.
- *isTransformable*: o retorno dessa requisição indica se o servidor WCTS consegue processar a transformação entre dois CRS especificados e também se podem ser processados tanto *features* quanto *coverages*.
- *getTransformation*: utilizada para que um cliente consulte as definições das transformações que o servidor pode processar de um CRS para outro.
- *describeTransformation*: esta requisição recupera a definição de uma ou mais transformações pelo seu identificador.
- *describeCRS*: um cliente pode recuperar a definição de um ou mais CRS com essa requisição.
- *describeMethod*: recupera uma ou mais definições de métodos das operações.

11.4.8 Geolinking Service

Um *geolink* ocorre quando a geometria de um objeto espacial não é armazenada juntamente com seus dados alfanuméricos, mas apenas um identificador geográfico para a geometria (por exemplo, o nome de uma cidade). O identificador geográfico se refere, portanto, a uma geometria armazenada em outro banco de dados. O serviço de Geolinking tem por objetivo executar um *join* entre os atributos alfanuméricos e as geometrias que compartilham uma chave em comum (o identificador geográfico).

Os identificadores geográficos podem incluir nomes de lugares, códigos postais, códigos de área telefônicos e outros. Muitos bancos de

dados corporativos possuem dados dessa natureza, mas não utilizam seu potencial geográfico. O OpenGIS *Geolinking Service* é uma alternativa para o georreferenciamento dessas bases de dados. A especificação ainda está em fase de discussão.

As operações do serviço são:

- *getCapabilities*: recupera informações gerais sobre o servidor.
- *geoLink*: usado para instruir o servidor a acessar um conjunto de dados específico para o geolink e processar o *join* solicitado.

11.4.9 Web Gazetteer Service

Esta especificação adiciona ao protocolo WFS alguns recursos específicos para a implementação de interfaces para consulta, inserção e atualização de objetos armazenados em *gazetteers digitais* (Souza et al., 2004).

Os recursos explorados que vão além do WFS são: o acesso aos relacionamentos hierárquicos entre os termos do *gazetteer*, baseado nos conceitos de termo mais geral (BT – *broader term*), termo mais específico (NT – *narrower term*) e termo relacionado (RT – *related term*); e a recuperação de propriedades específicas de *gazetteers*, tais como o tipo dos lugares. Trata-se de outro serviço ainda em fase de discussão. Os operações são as mesmas do WFS, com pequenas modificações.

11.4.10 Web Registry Service

Um problema derivado da aceitação e implementação pela comunidade dos serviços Web propostos pelo OpenGIS passa a ser a localização dos servidores espalhados pela rede. A solução encontrada para o problema foi a especificação de mais um tipo de serviço Web.

O objetivo da especificação OpenGIS *Web Registry Service* (WRS) é propor um serviço capaz de fornecer uma estrutura para a localização dos servidores na Web. Os administradores dos servidores os registrariam em um ou mais servidores WRS para que esses pudessem ser encontrados. O catálogo do WRS fornece a localização e as características dos servidores OpenGIS nele registrados. Não seria necessário sequer executar a operação *getCapabilities* em cada servidor, já que o WRS informa aos clientes as características de cada servidor cadastrado. Essa especificação ainda se encontra em fase de discussão.

Eis as operações do serviço:

- *getCapabilities*: retorna as características do servidor.
- *getDescriptor*: retorna os servidores registrados que atende à consulta.
- *registerService*: registra um servidor OpenGIS no servidor WRS.

11.5 Leituras complementares

O documento *OpenGIS® Reference Model* (Percivall, 2003) oferece um bom resumo da proposta de trabalho do OGC. Para detalhes sobre os serviços, recomenda-se uma visita ao website do OGC (OGC, 2005a).

Referências

- COX, S.; DAISEY, P.; LAKE, R.; PORTELE, C.; WHITESIDE, A. (ed), 2003. **OpenGIS® Geography Markup Language (GML) Implementation Specification**. Open Geospatial Consortium, Inc.
- GARDELS, K., 1996. The Open GIS Approach to Distributed Geodata and Geoprocessing. In: Third International Conference/Workshop on Integrating GIS and Environmental Modeling. Santa Fe, NM, USA, 1996. p. 21-25.
- OGC, 1999. **The OpenGIS Abstract Specification – Topic 6: The Coverage Type and its Subtypes**. Open Geospatial Consortium, Inc.
- OGC, 2005a, OpenGIS Consortium Inc.
- OGC, 2005b, OGC to Begin Geospatial Semantic Web Interoperability Experiment. Press Release, 12/04/2005. http://www.opengeospatial.org/press/?_page=pressrelease&year=0&prid=222
- PERCIVALL, G. (ed), 2003. **OpenGIS® Reference Model**. Document number OGC 03-040 Version: 0.1.3. Open Geospatial Consortium, Inc.
- SONNET, J. (ed), 2004. **OWS 2 Common Architecture: WSDL SOAP UDDI**. Discussion Paper OGC 04-060r1, Version: 1.0.0. Open Geospatial Consortium, Inc.
- SOUZA, L. A.; DELBONI, T.; BORGES, K. A. V.; DAVIS JR., C. A.; LAENDER, A. H. F. Locus: Um Localizador Espacial Urbano. In: VI Simpósio Brasileiro de GeoInformática (GeoInfo 2004), 2004, Campos do Jordão (SP). Sociedade Brasileira de Computação (SBC), p. 467-478.