

Web Services na Informação Geográfica

Mário André Araújo, Jorge Gustavo Rocha

maaraaujo@mail.pt, jgr@di.uminho.pt

Universidade do Minho

Braga, Janeiro de 2004

Resumo

Os Web Services (WS) constituem-se como um novo paradigma de desenvolvimento de software. Estes exibem algumas propriedades fundamentais, como o encapsulamento e a composicionalidade, no desenvolvimento de software.

Desde que surgiu o conceito, os WS têm sido explorados para criar um nível computacional sobre a Informação Geográfica (IG). A IG tem características intrínsecas, como seja a diversidade, complexidade e volume, que se pretendem encapsular através de WS. Este trabalho tem vindo a ser desenvolvido sob os auspícios do consórcio *OpenGIS*, sendo de realçar o sucesso dos serviços *Web Map Service* (WMS) e *Web Feature Service* (WFS).

Estes serviços vieram operacionalizar a comunicação aplicação – aplicação, permitindo-nos trocar informação entre clientes e servidores, que respeitem a norma. No entanto, queremos ser mais ambiciosos e, por isso, podemos dizer que apenas se resolveu um problema sintáctico (as mensagens satisfazem a estrutura definida). Interpretar e usar correctamente os conteúdos carece da manipulação do nível semântico. Para ilustrar esta limitação recorremos a um exemplo que pretende demonstrar a ainda existente necessidade da intervenção humana para a interpretação da informação.

Explora-se uma possível solução que passa pela criação e manutenção de uma ontologia a adicionar à arquitectura dos WS. Os conceitos disponibilizados pelos servidores e manipulados pelos clientes são indexados a esta ontologia comum. Desta forma será possível proporcionar a interoperacionalidade dos WS, isto é, substituindo ou acrescentando dinamicamente novos servidores de IG. Este dinamismo é necessário para que um determinado dispositivo móvel, tipicamente um PDA (*Personal Digital Assistant*), possa ir sucessivamente encontrando e seleccionando servidores de informação relevante – relevante é algo conceptual – à medida que o seu utilizador se vai deslocando.

Conteúdo

1	Introdução	2
1.1	Objectivos	3
1.2	Estrutura	3
2	Web Services	3
2.1	Definição	3
2.2	XML Web Services	4
3	Geo-Web Services	5
3.1	Web Services e Informação Geográfica	5
3.2	OpenGIS Web Services	6
3.3	Terra Service: um serviço simultaneamente XWS e WMS	7
4	Desafios Semânticos	8
4.1	Enunciado do Problema	8
4.2	Inclusão de meta-information	10
4.2.1	Ontologias, precisam-se!	10
4.2.2	Meta-information sobre o local	11
4.3	Recurso a meta-information externa	12
5	Conclusões e Trabalho Futuro	13
	References	13

1 Introdução

Com o aparecimento das redes informáticas e consequente massificação do uso da Internet, os computadores deixam de ser apenas máquinas que processam informação para assumirem o papel de meio de comunicação. Através da Internet e com a utilização de um computador a informação pode ser trocada e partilhada por todos a um nível cada vez mais abrangente.

A evolução das tecnologias de telecomunicação e a procura pela mobilidade tiveram um impacto fundamental no aparecimento de novas plataformas e consequentemente novas necessidades de disponibilidade de informação. Pretende-se que a informação seja disponibilizada a qualquer hora, em qualquer lugar e para qualquer plataforma. A portabilidade da informação passa a ser um requisito essencial no âmbito da sua distribuição através da Internet. É neste contexto que aparece o XML (*eXtensible Markup Language*), que se pretende assumir como norma no intercâmbio de informação estruturada.

Ainda assim, a Web limita-se a ser um meio de interacção entre um humano e informação que aparece na forma de texto e gráficos. Diariamente podem ser consultadas informações de trânsito, estado do tempo, movimentos bancários, etc. Para este tipo de interacção a Web mostra-se eficiente, assumindo-se como o maior espaço para partilha de informação em suporte digital. No entanto, o

humano aparece sempre como actor indispensável nesta cadeia de partilha e interpretação de informação.

1.1 Objectivos

Neste artigo estamos interessados em investigar até que ponto os Web Services podem desempenhar um papel relevante na manipulação de IG. Por um lado, com base nas experiências que têm sido efectuadas com os serviços propostos pelo consórcio OpenGIS, os WS permitem-nos criar um nível de abstração sobre o qual se pode manipular e partilhar IG, independentemente da sua especificidade própria. Por outro lado, até que ponto estes serviços podem ser concebidos para, autonomamente, procurarem e obterem informação relevante no contexto de soluções móveis. Como defenderemos, esta autonomia só é possível com base na descrição das características semânticas da IG.

1.2 Estrutura

Este artigo encontra-se dividido em cinco partes. Na segunda parte (secção 2) é feita uma abordagem à tecnologia dos WS, com especial ênfase para a normalização no seu desenvolvimento. Na terceira parte (secção 3) são apresentados os WS aplicados à IG, é feita uma abordagem às normas envolvidas e aos problemas relacionados com a interoperacionalidade. Na quarta parte (secção 4) é apresentado um exemplo prático com o intuito de identificar as necessidades e desafios no que diz respeito à interoperacionalidade em geo-web services.

2 Web Services

2.1 Definição

Os WS são aplicações Web com a capacidade para interagir entre si sem a intervenção do ser humano, permitindo a automatização de tarefas que só podiam ser feitas através da interacção dos humanos (Chung, 2003), ou seja, uma norma que define formas de interacção aplicação – aplicação recorrendo a formatos abertos. A utilização de protocolos normalizados, baseados em XML, proporciona a capacidade de intercâmbio de informação entre aplicações em ambientes eminentemente heterogéneos.

Ao longo de vários anos outras iniciativas têm vindo a ser desenvolvidas no âmbito dos sistemas distribuídos resultando em diversos protocolos como DCOM (*Distributed Component Model*), CORBA (*Common Object Request Broker*) e J2EE (*Java 2 Platform, Enterprise Edition*). No entanto estas soluções são proprietárias, de difícil implementação e caras, o que num ambiente heterogéneo como a Internet as torna inadequadas. Os WS, por outro lado, aparecem como uma plataforma independente para suporte ao desenvolvimento de aplicações distribuídas sobre Internet respondendo a todas estas questões.

A ideia fundamental centra-se em tornar possível a criação de aplicações modulares com capacidade de auto-descrição, para serem integradas na Internet e estarem acessíveis de e em toda a rede.

2.2 XML Web Services

Sendo um WS uma aplicação vocacionada para comunicar com outras, torna-se necessária definição de normas que possibilitem essa interacção. Nesta secção vão ser apresentados os XML Web Services que são uma restrição aos WS mencionados na secção 2.1.

A arquitectura dos WS é apresentada de forma simplificada e ilustrada na figura 1. Esta prevê o envolvimento de três entidades distintas (Rocha, 2004):

O Fornecedor publica no catálogo, através da *interface* disponibilizada para o efeito, a existência de um novo serviço.

O Cliente após a consulta do catálogo e se o serviço pretendido for encontrado, usufrui do mesmo directamente requisitando-o ao fornecedor.

O Catálogo informa o cliente fornecendo-lhe a descrição dos serviços e localização dos mesmos.

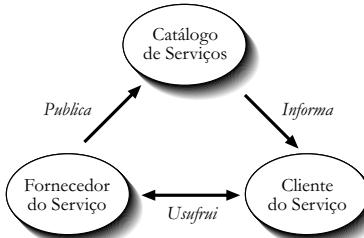


Figura 1: Arquitectura dos XML Web Services

A arquitectura apresentada na Fig. 1 necessita de protocolos que suportem a comunicação entre as três entidades mencionadas. Esses protocolos, definidos pelo W3C, são:

SOAP *Simple Object Access Protocol*, protocolo de comunicação, baseado em XML, que permite a troca de mensagens entre aplicações independentemente do protocolo de transporte utilizado, no entanto, no contexto dos WS o protocolo de transporte utilizado é o HTTP. A troca de mensagens é feita num só sentido, não existindo a noção de estado.

WSDL *Web Service Definition Language*, como o próprio nome indica, trata-se de uma linguagem que permite fazer a descrição dos WS, em termos de métodos e respectivos parâmetros fornecidos pelo WS.

UDDI *Universal Description, Discovery and Integration*, um serviço de registo e descoberta de WS descritos em WSDL, utilizado para armazenar, fornecer e devolver informação acerca de WS existentes.

Desta forma o fornecedor de serviço pode ser desenvolvido numa qualquer linguagem de programação, deverá no entanto, definir a sua *interface* em WSDL. Posto isto, é necessário que seu o registo no UDDI seja efectuado. Um qualquer cliente pode então procurar o serviço no já referido UDDI, se o cliente desejar invocar o serviço, deverá fazê-lo através da troca de mensagens SOAP.

A desordem no desenvolvimento de WS põe em causa o seu grande objectivo – a interoperacionalidade – e mesmo apesar das recomendações do W3C (*World Wide Web Consortium*), os produtores de software começaram a seguir os seus próprios caminhos.

Em 2002, a *Web Services Interoperability Organization*¹ (WS-I), uma organização que reúne os maiores produtores de *software*, surge com o principal objectivo de criar uma “linha” orientadora para o desenvolvimento de WS de maneira a manter a interoperacionalidade, publicando para isso um documento (Ballinger, 2003) que consiste numa série de recomendações a adoptar para o desenvolvimento de WS.

Só o tempo poderá dizer se estas recomendações serão de facto seguidas pelos produtores de software, ou se aparecerão outras. No entanto, o importante é que se chegue a um consenso para o desenvolvimento de WS.

3 Geo-Web Services

3.1 Web Services e Informação Geográfica

A IG tem vindo a ser coleccionada em formato digital há várias décadas e os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) são componente essencial na gestão, manutenção, representação, armazenamento, análise e transformação dessa IG. A complexidade da IG aliada à heterogeneidade de organizações, sistemas e processos que a manipulam, dificultam a partilha da mesma que acaba por ficar tendencialmente confinada ao contexto em que foi produzida. Estas características causam dificuldades no que diz respeito à partilha e acesso à IG em ambientes distribuídos.

As tecnologias SIG tendem a caminhar no sentido de adquirir capacidades que permitam a sistemas independentes trocar informação entre si de forma transparente, apesar de internamente a armazenarem em formatos distintos e potencialmente incompatíveis (Aguiar *et al.*, 1998).

O aparecimento dos WS trouxe grandes expectativas no âmbito da sua utilização como forma de valorização da IG em diversas vertentes. Aos WS podem ser confiadas diversas funções que desde a localização de IG relevante até encapsulamento de especificidades dessa IG, como sendo por exemplo o sistema de coordenadas em que esta se encontra. Uma valência que pode vir a ser

¹<http://www.ws-i.org/>

conseguida, tem a ver com a partilha da informação no sentido da cooperatividade, isto é, aproveitando a bi-direcionalidade que os WS oferecem podem criar-se repositórios que permitam não só operações de consulta mas também de actualização da IG.

O consórcio *OpenGIS*², uma associação sem fins lucrativos, dedicada a promover novas abordagens, técnicas e comerciais, para a interoperacionalidade³ tem como objectivo primordial resolver os problemas de partilha de dados e transferir os sistemas SIG do seu ambiente actual, suportados maioritariamente por ambientes fechados e monolíticos, para ambientes suportados por tecnologias abertas e distribuídas.

Como documento orientador para o desenvolvimento de serviços que promovam a interoperacionalidade entre fontes de informação e tecnologias surge o *OpenGIS Reference Model* (ORM) (Buehler *et al.*, 2002) que apresenta as linhas orientadoras para a criação de uma plataforma de trabalho, sobre a qual os implementadores podem desenvolver aplicações que valorizem a interoperacionalidade da IG.

3.2 OpenGIS Web Services

O desejo da criação de um ambiente distribuído que promova a já mencionada interoperabilidade entre tecnologias e fontes de informação começa antes mesmo da existência dos Web Services (Committee, n.d.).

Os XML Web Services correspondem a um esforço de normalização posterior aos OpenGIS Web Services. Por isso, os Geo-WS não contemplam a auto-descrição através de um documento WSDL, nem os mecanismos de catalogação UDDI e também não suportam o encapsulamento das mensagens em SOAP.

As mensagens são trocadas no protocolo HTTP (através das operações GET e POST), com a vantagem de se poderem testar usando um navegador vulgar, como o *Netscape*. A auto-descrição é feita através de uma operação comum a todos os Geo-WS, *GetCapabilities*, que devolve um documento XML. Não existe a noção de catálogo para registo dos Geo-WS disponibilizados, semelhante ao UDDI.

Numa tentativa de criar um modelo conceptual que defina um conjunto de serviços que abranja todas as áreas da IG, o consórcio *OpenGIS* sugere a criação de um conjunto de WS, através dos quais os clientes trocam IG, de acordo com formatos e protocolos bem definidos. Alguns desses serviços já gozam de um certo consenso, mas outros ainda estão em discussão. Os dois serviços mais desseminados são:

Web Mapping Service (WMS) Este serviço normaliza o processo de requerer mapas por parte do cliente. Os mapas são requeridos a um WMS, identi-

²<http://www.opengis.org>

³Capacidade de comunicar, executar programas, ou transferir dados entre diferentes unidades funcionais sem que o utilizador tenha que se preocupar com as características específicas de cada uma dessas unidades (Rocha, 2004).

ficando um conjunto de camadas e respectivos parâmetros necessários à sua visualização. Na especificação destes serviços (OpenGIS, n.d.b; OpenGIS, n.d.a) são definidas três operações: `GetCapabilities` que retorna meta-informação do serviço, descrevendo-o e enumerando os parâmetros que este aceita; `GetMap` que retorna uma imagem do mapa de acordo com os parâmetros especificados no pedido; `GetFeatureInfo` trata-se de uma operação opcional que retorna informação acerca de entidades específicas apresentadas no mapa.

Web Feature Service (WFS) Este serviço foi oncebido pelo consórcio *OpenGIS* para retornar informação geográfica discreta, pronta a ser manipulada. A informação retornada é codificada em *Geographic Markup Language* (GML), sendo o GML uma recomendação do mesmo consórcio. É, como a maioria dos formatos baseado em XML, preferencialmente utilizada para transmitir informação entre sistemas ou aplicações diferentes. Este serviço suporta operações de inserção, actualização, remoção, inquérito e descoberta de entidades geográficas. Em resposta aos pedidos efectuados um WFS devolve GML, proporcionando ao cliente o processamento dos dados. As operações definidas para este serviço são: `GetCapabilities` que retorna meta-informação do serviço, descrevendo-o e enumerando os parâmetros que este aceita; `DescribeFeatureType` que permite obter uma descrição da estrutura de cada uma das entidades disponibilizadas; `GetFeature` retorna a IG pretendida em GML; `Transaction` trata-se de um pedido que visa modificar o conteúdo do repositório de IG; `LockFeature` que permite bloquear o acesso a uma determinada entidade durante uma transacção.

Os outros serviços previstos incluem: Web Coverage Service (WCS), Sensor Collection Service (SCS), Gazetteer Service, Geocoder Service, Catalog Service, Geoparser Service, entre outros.

3.3 Terra Service: um serviço simultaneamente XWS e WMS

O serviço Terra Service, lançado em 1998 pela Microsoft, TerraServer.com, Compaq e USGS, é um bom exemplo de um WS bem documentado através de publicações, (Barclay *et al.*, 2002), ou no próprio sítio ⁴. Com base em tecnologia Microsoft, tem sido também usado para promover as capacidades da plataforma Microsoft .NET para a concretização deste tipo de software, quer do lado do servidor quer do lado do cliente.

Usamos o Terra Server como um exemplo concreto de um serviço que disponibiliza duas *interfaces* distintas, que apesar de se tratarem ambas de WS, são implementadas de acordo com duas normas diferentes:

TerraServer como um XML Web Service Este WS oferece um conjunto de operações desenhadas sem qualquer critério de uniformização com outros

⁴<http://terraserver-usa.com>

serviços relacionados com IG. Para saber as operações disponibilizadas, pode consultar-se o próprio serviço através de um documento WSDL. Este serviço pode ser utilizado, por exemplo, através de um cliente desenvolvido para o efeito.

OpenGIS WMS Este WMS obedece à recomendação do *OpenGIS*, passando a disponibilizar uma operação *GetCapabilities*. Desta forma, utilizando um qualquer cliente, desenvolvido por uma qualquer entidade, desde que conforme com as recomendações do *OpenGIS*, poder-se-ia manipular e utilizar a IG fornecida pelo WMS.

No segundo caso, e porque se encontra desenvolvido com base em normas bem específicas, atinge-se a barreira da interoperacionalidade, no sentido em que se prevê que todas as entidades conheçam a sintaxe da informação. No entanto, apesar da informação poder ser entendida por todos, será que é bem entendida? Pretende-se introduzir aqui a questão do significado dos dados, ou seja, da sua semântica.

4 Desafios Semânticos

A utilização de WS para disponibilizar IG trará vantagens importantes, na medida em que vem unificar a forma de aceder à mesma, não só no acesso a mapas através dos WMS, mas também no acesso a entidades através dos WFS. Ao encapsular determinadas especificidades da IG, para o consumidor final, deixam de ter importância questões como o formato, a fonte, etc...

Apesar estas vantagens constituirem um avanço significativo, pretende-se chegar ainda mais longe, minimizando a intervenção humana ao ponto de permitir que a IG relevante seja encontrada e obtida automaticamente.

Na secção 4.1 aborda-se esta temática recorrendo a um exemplo, que pretende demonstrar o que já se conseguiu e quais os desafios para o futuro.

4.1 Enunciado do Problema

Tome-se como exemplo a utilização de dispositivos móveis para aceder a IG. Estes dispositivos precisam de obter informação sobre os locais onde se encontram, para isso utilizam-se WS específicos.

Imagine-se que um utente de um serviço móvel se encontra algures num país A, onde alugou um automóvel, pretende encontrar o melhor caminho para uma determinada localidade do país vizinho B.

Nesta situação, há alguns cenários que se podem traçar:

Dispositivo móvel com toda a informação previamente carregada Antes de viajar, o utente deverá carregar no dispositivo móvel toda a informação sobre os países de destino, o que em dispositivos de capacidade limitada seria inviável.

Acesso a um serviço através da rede GSM Neste caso, o utente não necessita de armazenar previamente a informação antes de viajar, no entanto há que ter em conta a necessidade de cobertura GSM e as limitações na transmissão de dados.

Acesso a Web Services locais Como temos vindo a mostrar ao longo deste artigo, os WS oferecem uma camada computacional bem definida. Esta camada permite que o dispositivo móvel possa descarregar informação de um ou mais WS informação relevante sobre os países A e B⁵.

Interessa-nos viabilizar este terceiro cenário, utilizando a tecnologia dos WS. Vamos imaginar que existe a informação geográfica representada graficamente na figura 2, assumindo que a aplicação do utente já encontrou e pode aceder à informação de dois WS: um com informação do país A e outro com informação do país B.

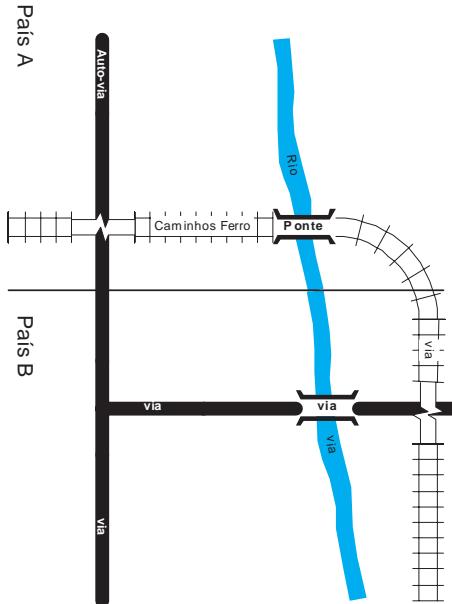


Figura 2: Mapa exemplo

Pretende-se então saber como pode a aplicação determinar que algo que é identificado como "via" pelo WS B, é a continuação da "Auto-via" identificada pelo WS A. Ou como sabe a aplicação que o significado de rio não é um via adequada para o veículo alugado do utente?

Só a interpretação humana pode ajudar a perceber que tipo de informação está disponível, eliminando assim dúvidas e ambiguidades. Para que a inte-

⁵Uma das características da informação geográfica é que a mesma existe em mais abundância junto ao local a que se refere.

```

<FeatureType>
  <Name>auto-via</Name>
  <Title>... </Title>
  <Abstract>... </Abstract>
  <Keywords>road</Keywords>
  <SRS>... </SRS>
  <LatLongBoundingBox ... />
</FeatureType>

```

Figura 3: Entidade do país A como **road**

```

<FeatureType>
  <Name>via</Name>
  <Title>... </Title>
  <Abstract>... </Abstract>
  <Keywords>road</Keywords>
  <SRS>... </SRS>
  <LatLongBoundingBox ... />
</FeatureType>

```

Figura 4: Entidade do país B também como **road**

roperacionalidade entre geo-web services seja realmente atingida tem que ser resolvida esta questão.

Conclui-se que não é suficiente a descrição retornada pelas operações `GetCapabilities` ou `DescribeFeatureType`, e por essa razão ter-se-há que recorrer a um mecanismo que permita compreender o significado dos dados.

4.2 Inclusão de meta-informação

Para ultrapassar esta limitação dos geo-web services, onde falta informação sobre o significado dos dados, pode começar-se por utilizar um recurso já previsto no meta-documento⁶ que define o formato do documento retornado pela operação `GetCapabilities`.

Assim, a informação sobre cada uma das entidades seria estendida com alguma informação semântica no campo `Keywords`.

Seria de esperar que as outras entidades também aparecessem marcadas com o respectivo significado (p.e. *railway*, *river*, *bridge*, etc). No entanto, se falamos em semântica pode bem colocar-se a questão do significado das `Keywords` referidas anteriormente.

4.2.1 Ontologias, precisam-se!

Para que estas `Keywords` funcionem, temos que estabelecer um vocabulário onde ocorram palavras cujo significado está bem entendido, e desta feita criar

⁶Vamos usar o termo meta-documento para referir um *schema*.

relações entre os termos desse vocabulário que permitam inferir, por exemplo, que um automóvel pode circular numa ponte rodoviária. Na verdade queremos estabelecer relações entre os termos auto-estrada, estrada, itinerário principal, itinerário complementar, estrada nacional, estrada municipal, etc, que permitam inferir que em todos eles pode circular um veículo automóvel. De igual modo, saber que existem outras vias de comunicação, adequadas a outros meios...

Para tal, poder-se ia recorrer a um *thesaurus*, com a capacidade de relacionar todos os conceitos capturados pela IG. Numa perspectiva mais abrangente poderia falar-se em ontologia, em vez de *thesaurus*. Para que isso seja possível, é necessário resolver questões que se levantam fundamentalmente a dois níveis:

Metafísico Como conceptualizamos o mundo real e de onde nos vem a percepção sobre o mesmo?

Ontológico Que fenómenos têm significado e qual é esse significado?

Na secção 4.2.2, ilustramos a vantagem de se usar um *thesaurus* bem definido, que se pode utilizar em qualquer geo-web service.

4.2.2 Meta-informação sobre o local

Resta ainda mais um atributo *Keywords* que se pode associar ao serviço (e não a cada uma das entidades). Embora o âmbito da IG disponibilizada esteja devidamente especificado através do atributo *<LatLongBoundingBox>*, este atributo pode-se usar para dar a localização da informação, através do nome do local⁷.

Neste caso, vamos recorrer a um thesaurus conhecido, que é o *Getty Thesaurus of Geographic Names* disponível em http://www.getty.edu/research/conducting_research/vocabularies/tgn/.

A vantagem de usar este vocabulário garante que todos podem entender o que significa o termo utilizado para descrever a localização. No nosso caso, podemos especificar que a informação se refere à cidade de Braga, utilizando a hierarquia em que a cidade (e não o distrito) aparece no referido thesaurus, da seguinte forma:

```
<Service>
  <Name>GeoServer do Lab de SIG do DI da UMINHO</Name>
  <Title>Teste e Implementacao de OpenGIS Web Services</Title>
  <Abstract>This is a test server. It contains some data from Braga.</
    Abstract>
  <Keywords>TGN/World/Europe/Portugal/Braga/Braga</Keywords>
  <OnlineResource>http://siglab.di.uminho.pt:8888/geoserver </
    OnlineResource>
  <Fees>NONE</Fees>
  <AccessConstraints>NONE</AccessConstraints>
</Service>
```

⁷Pode-se sempre recorrer aos serviços complementares, Geocoding e Gazetteer, para converter nomes para coordenadas e vice-versa

Utilizamos o prefixo TGN/ para lembrar que este conceito se refere a um termo do referido thesaurus.

4.3 Recurso a meta-informação externa

A informação geográfica disponibilizada pelos dois web services do exemplo referido na secção 4.1, poderá já estar catalogada. A meta-informação desses recursos também nos parece ser um local interessante para registar informação semântica.

Neste artigo, vamo-nos referir aos atributos existentes na norma de meta-informação geográfica ISO 19155, (Sæterøy, n.d.), para caracterizar a semântica dos dados. Note-se que esta informação se refere, tipicamente, a um *dataset*. Um *dataset* poderá conter informação sobre muitas entidades diferentes (rios, rede viária, limites administrativos, hidrografia, altimetria, etc). Neste contexto estamos interessados em meta-informação associada apenas a um tipo de entidade, a informação do mesmo tipo.

Na referida norma, as características semânticas são registadas através de *descriptiveKeywords*, do tipo *MD_Keywords*.

descriptiveKeywords é uma lista de termos à qual se pode associar a proveniência (o vocabulário). O recurso a um vocabulário fechado, com significado bem definido, é a forma mais conveniente para caracterizar a semântica.

Um extracto do documento de meta-informação, utilizando *descriptiveKeywords*, poderá ser:

```
<descriptiveKeywords>
  <keyword>World/Europe/Portugal/Braga/Braga</keyword>
  <type><MD_KeywordTypeCode_CodeList>place</MD_KeywordTypeCode_CodeList
    ></type>
  <thesaurusName>
    <title>Getty Thesaurus of Geographic Names</title>
    <edition>Version 3.0 – Web</edition>
  </thesaurusName>
</descriptiveKeywords>
<descriptiveKeywords>
  <keyword>road</keyword>
  <type><MD_KeywordTypeCode_CodeList>theme</MD_KeywordTypeCode_CodeList
    ></type>
  <thesaurusName>
    <title>New Ontology of Geographic Information Concepts</title>
    <edition>Not (yet) available</edition>
  </thesaurusName>
</descriptiveKeywords>
(...)
<spatialRepresentationType>
  <MD_SpatialRepresentationTypeCode_CodeList>vector </
    MD_SpatialRepresentationTypeCode_CodeList>
</spatialRepresentationType>
(...)
<topicCategory>
  <MD_TopicCategoryCode_CodeList>transportation </
    MD_TopicCategoryCode_CodeList>
</topicCategory>
```

5 Conclusões e Trabalho Futuro

Os WS vêm trazer um contributo fundamental à IG, na medida em que permitem criar sobre a mesma, simultaneamente um nível de encapsulamento e oferecem uma forma uniformizada de aceder a essa informação.

Neste artigo são identificados dois problemas.

Em primeiro lugar, dado que estes Geo-Web Services surgiram ao mesmo tempo que os próprios Web Services, seguiram uma orientação que não é conforme à recomendação XML Web Services, actualizada pelo consórcio WS-I, (Ballinger, 2003). Os Geo-Web Services não usam SOAP, não usam WSDL nem o UDDI. Utilizam o protocolo HTTP e definem operações específicas sobre o próprio serviço.

O segundo problema, que só faz sentido tentar resolver após ter sido criada esta plataforma de Geo-WS, está relacionado com o suporte à interoperacionalidade dos serviços com base na localização e que precisam de recorrer a novas fontes de dados geográficos (a descobrir e a explorar em tempo real), com a mínima intervenção humana. Argumentamos que esta interoperacionalidade só é possível atingir se incluirmos mecanismos que caracterizem a semântica da informação. Apontamos dois caminhos para isso. Uma possibilidade passa pela inclusão de meta-information nos próprios Geo-Web Services, explorando o atributo `<Keyword>` já existente. Outra possibilidade passa pela existência de meta-information externa associada à(s) entidade(s) que se pretendam conhecer. Sugere-se a utilização do standadrd ISO 19115 para descrever externamente a informação geográfica, e exemplifica-se a utilização dos atributos `<descriptiveKeywords>`. Em ambos os casos, a solução peca pela falta de uma ontologia que nos defina os termos e respectivas relações que representam conceitos da informação geográfica. Uma vez que estão envolvidas questões meta-físicas e ontológicas, não será fácil produzir uma tal ontologia. Naturalmente que a urgência e necessidade de criação da mesma justifica a tentativa de a desenvolver a mesma em determinados domínios ou no âmbito de determinada comunidades de utilizadores, onde seja mais fácil obter consensos.

References

- Aguiar, Ademar, Sousa, Alexandre Valente, Rocha, Artur, Pires, Aurélio, Hespanha, João Paulo, Silva, Lígia, & Galiza, Luís. 1998 (Outubro). *SIMAT — Relatório da especificação de requisitos*. Tech. rept. INESC.
- Ballinger, Keith. 2003 (August). *Basic Profile Version 1.0a*. <http://www.ws-i.org/ProfilesBasic/2003-08/BasicProfile-1.0a.HTML>.
- Barclay, Tom, Gray, Jim, Ekblad, Steve, Strand, Eric, & Richter, Jeffrey. 2002 (June). *TerraService.NET: An Introduction to Web Services*. Tech. rept. MS-TR-2002-53. Microsoft Research.

- Buehler, Kurt, Bacharach, Sam, Reed, Carl, Kottman, Cliff, Heazel, Chuck, Davidson, John, Bisher, Yaser, Niedzwiadek, Harry, & Evans, John. 2002 (April). *OpenGIS Reference Model*. <http://www.opengis.org/info/orm>. Last revision in March 2003.
- Chung, Jen Yao. 2003. Web-Services Computing: Advancing Software Interoperability. *Computer*, October.
- Committee, OpenGIS Consortium Technical. *The OpenGIS Guide, Third Edition*.
- OpenGIS. *Web Feature Service Implementation Specification*. <http://www.opengis.org/.../02-058.pdf>.
- OpenGIS. *Web Map Service Implementation Specification*. <http://www.opengis.org/...>
- Rocha, Jorge Gustavo. 2004. *Informação Geográfica: Meta-Informação, Codificação e Visualização*. Ph.D. thesis, UM.
- Sæterøy, Bjørnhild. *ISO/TC 211 Geographic Information/Geomatics*. <http://www.isotc211.org/>. Toda a informação relacionada com os trabalhos do comité. O acesso a determinados arquivos é reservado.