

UNIVERSIDADE DO ALGARVE

Faculdade de Ciências e Tecnologia

Instituto Superior de Engenharia

**Desenvolvimento de uma Infra-estrutura de Dados Espaciais
Municipal**

Implementação de um serviço de dados de endereços no Município de Albufeira

Ivo Silvestre

Mestrado em Geomática

Ramo Ciências da Informação Geográfica

UNIVERSIDADE DO ALGARVE

Faculdade de Ciências e Tecnologia

Instituto Superior de Engenharia

**Desenvolvimento de uma Infra-estrutura de Dados Espaciais
Municipal**

Implementação de um serviço de dados de endereços no Município de Albufeira

Ivo Silvestre

Mestrado em Geomática

Ramo Ciências da Informação Geográfica

Trabalho de projecto orientado por:

José Inácio Rodrigues, Professor, Universidade do Algarve

Ricardo Guerreiro Sena, Município de Albufeira

Resumo

Um endereço é um objecto geográfico que identifica uma localização, composto por um conjunto de informações alfanuméricas organizadas de forma hierárquica. O endereço assume um papel essencial na eficiência de serviços como a distribuição postal, a resposta a emergências e a gestão de transportes, entre outros. De uma forma mais geral, o endereço pode ser utilizado como instrumento de georreferenciação indirecta. Para garantia de interoperabilidade de dados de endereços é indispensável a adopção de regras para a harmonização de dados e serviços.

Com o objectivo de definir normas orientadoras para a interoperabilidade de dados e serviços a Comissão Europeia aprovou, em Maio de 2007, a Directiva INSPIRE. Nesta directiva são estabelecidas regras gerais para a criação da Infra-estrutura de Dados Espaciais (IDE) Europeia, visando a disponibilização de informação de natureza geográfica na comunidade. Esta directiva foi transposta para a legislação nacional através do Decreto-Lei n.º 180/2009, de 7 de Agosto. A Directiva INSPIRE preconiza ainda a disponibilização de um serviço de dados de endereços na web, através de serviços OGC de dados geográficos, nomeadamente, serviços de visualização (*Web Map Services*) e transferência (*Web Feature Services*) de dados geográficos.

O presente projecto consistiu na implementação de um serviço de dados de endereços no Município de Albufeira em conformidade com a Directiva INSPIRE. Este serviço está assente numa solução tecnológica baseada exclusivamente em software de código aberto para SIG, em particular, o *PostgreSQL/PostGIS* para armazenamento e gestão de dados e o *deegree* para disponibilização de dados através de serviços OGC de dados geográficos.

Palavras-chave

Endereço; Directiva INSPIRE; Serviços de dados geográficos; deegree.

Abstract

An address is an geographic object that identifies a location. It's comprised by a set of alphanumeric information organized hierarchically. The address assumes a key role in the efficiency of services such as postal delivery, emergency response and transport management. In a more general way the address can be used as an indirect georeferencing tool. To guarantee interoperability between address data is essential to follow rules for the harmonization of data and services.

With the objective of defining guidelines for spatial data and services interoperability, the European Commission adopted in May 2007 the INSPIRE Directive. This directive establish a set of rules for the creation of the European *Spatial Data Infrastructure* (SDI) and make spatial data available on the community. It was transposed into Portuguese legislation by D.L. n°. 180/2009 of August 7th. The INSPIRE Directive advocates the publish of address data on the web through the development of *OGC Web Services*, particularly, services for spatial data visualization (*Web Map Service*) and download (*Web Feature Service*).

The present project consisted on the implementation of an address data service in Albufeira municipality following INSPIRE Directive's rules. This project was exclusively based on Open Source GIS applications, more specifically, *PostgreSQL/PostGIS* for data storage and management and *deegree* for data publishing through OGC web services.

Keywords

Address; INSPIRE Directive; Geo Web Services; deegree.

Índice de texto

Resumo.....	i
Palavras-chave.....	ii
Abstract.....	iii
Keywords.....	iv
Índice de texto.....	v
Índice de figuras.....	vii
Índice de tabelas.....	ix
1. Introdução.....	1
2. Conceitos prévios.....	5
2.1. Dados geográficos.....	5
2.2. Sistemas de referência.....	7
2.2.1. Transformações de coordenadas entre sistemas de referência.....	9
2.3. Bases de dados.....	10
2.3.1. Bases de dados geográficos.....	11
2.4. Interoperabilidade e o Open Geospatial Consortium.....	12
2.4.1. Web Map Service.....	16
2.4.2. Web Feature Service.....	18
2.4.3. Geography Markup Language.....	20
3. Endereço.....	23
3.1. Directiva INSPIRE.....	25
3.1.1. Projecto EURADIN.....	28
3.2. Estrutura de dados de endereços de acordo com a Directiva INSPIRE.....	29
3.2.1. Propriedades e características da representação de endereços.....	30
3.2.2. Modelo de dados INSPIRE para o endereço.....	32
3.3. Partilha de dados de endereços via web.....	35
3.3.1. Serviços de dados geográficos INSPIRE com software de código aberto.....	36
4. Plataforma deegree.....	39

5. Implementação de um serviço de dados de endereços no Município de Albufeira.....	43
5.1. Arquitectura da solução.....	44
5.2. Dados disponíveis.....	47
5.3. Ficheiro de dados de endereços.....	49
5.4. Processo ETL.....	51
5.5. Serviço de dados de endereços.....	53
5.5.1. Acesso aos dados de endereços.....	53
5.5.2. Aplicações do serviço de dados de endereços.....	60
5.5.3. Actualização de dados de endereços.....	61
6. Conclusões e trabalhos futuros.....	65
Bibliografia.....	69
Apêndices.....	73
1. Script para criação do ficheiro de dados de endereços	73
Anexos.....	83
1. Plataforma adoptada.....	84
2. Síntese de procedimentos para configuração do deegree inspireNode.....	85

Índice de figuras

Figura 1: Dados geográficos segundo o modelo vectorial [CCD05].....	6
Figura 2: Transformações entre sistemas de coordenadas [Mat05].....	9
Figura 3: Tipos de geometrias suportados pelo <i>PostGIS</i> [CCD05].....	12
Figura 4: Sintaxe de um pedido <i>GetCapabilities</i> (a); excerto da resposta ao pedido <i>GetCapabilities</i> (b).....	15
Figura 5: Arquitectura cliente-servidor.....	16
Figura 6: Exemplo de um pedido <i>GetMap</i>	17
Figura 7: Resultado do pedido <i>GetMap</i> visualizado num navegador web (<i>Firefox</i>).....	17
Figura 8: Operações do serviço WFS [OGC05].....	18
Figura 9: Exemplo de um pedido <i>GetFeature</i>	20
Figura 10: Extracto de um <i>GML application schema</i> do documento GML apresentado na Figura 11.....	21
Figura 11: Extracto de um documento GML.....	22
Figura 12: Pesquisa de endereços no <i>Google Maps</i> (<i>Google</i> , 2011).....	25
Figura 13: Exemplo de endereço (Adaptado de [INS10]).....	31
Figura 14: Diagrama de classes UML para o endereço [INS10].....	33
Figura 15: Exemplo de desagregação de um endereço.....	34
Figura 16: Distribuição de dados de endereços na web.....	36
Figura 17: Arquitectura genérica do funcionamento do <i>deegree</i>	40
Figura 18: Consola de administração do <i>deegree</i>	41
Figura 19: Fluxo de dados de endereços.....	44
Figura 20: <i>Script</i> em linguagem SQL para criação da base de dados <i>inspireNode</i>	45
Figura 21: Base de dados <i>inspireNode</i>	47
Figura 22: Representação dos dados disponíveis.....	48
Figura 23: Instrução SQL para criação e carregamento da tabela de dados para posterior transferência para a base de dados <i>inspireNode</i>	48
Figura 24: Ficheiro de dados de endereços (<i>FeatureMember Address</i>).....	50
Figura 25: Extracto do ficheiro de dados GML.....	52
Figura 26: Linha de comando <i>cURL</i> utilizada no envio de pedido HTTP POST ao servidor..	53

Figura 27: Serviço WMS no <i>QuantumGIS</i>	54
Figura 28: Pedido <i>GetFeature</i> com condição de selecção por nome de rua.....	56
Figura 29: Excerto do GML de resposta gerado pelo pedido <i>GetFeature</i> (selecção por nome de rua).....	57
Figura 30: Pedido <i>GetFeature</i> com selecção por nome de rua e número de polícia.....	58
Figura 31: Pedido <i>GetFeature</i> com selecção por <i>bounding box</i>	58
Figura 32: Operação <i>GetFeature</i> no <i>deegree</i>	59
Figura 33: Página web para visualização de endereços baseada em <i>OpenLayers</i>	60
Figura 34: Pedido WFS-T de eliminação para a totalidade dos dados de endereços.....	62

Índice de tabelas

Tabela 1: Categorias temáticas de dados geográficos do Anexo I da Directiva INSPIRE.....	27
Tabela 2: Estruturação de endereço segundo o modelo INSPIRE.....	35
Tabela 3: Parâmetros WFS para pedido <i>GetFeature</i> [OGC05].....	55

1. Introdução

O presente projecto enquadra-se no curso de Mestrado em Geomática, ramo Ciências da Informação Geográfica, da Universidade do Algarve. Tem como objectivo a implementação de um serviço de dados de endereços no Município de Albufeira.

O endereço está normalmente associado aos serviços postais pois permite identificar correcta e univocamente uma determinada propriedade. No entanto o endereço é considerado um elemento essencial na eficiência de outros serviços, como por exemplo, a rápida resposta a emergências, a gestão de transportes, entre outros [Coe08a]. O endereço é um objecto geográfico que identifica uma localização, composto por um conjunto de informações alfanuméricas (componentes do endereço) organizadas de forma hierárquica [INS10]. Como objecto geográfico desempenha a função de instrumento de georreferenciação e geocodificação, possibilitando o mapeamento, o cálculo de rotas entre localizações ou a análise de dados geográficos relacionados com o endereço.

No contexto nacional existem várias entidades com competências no âmbito da atribuição e manutenção do endereço. Entre estas entidades com competências distribuídas por componentes do endereço, encontram-se as Câmaras Municipais e os CTT (Correios de Portugal). As Câmaras Municipais têm a competência na denominação de arruamentos e atribuição da numeração de polícia [Dre99]. Os CTT são responsáveis pela atribuição dos códigos postais.

Dada a importância do endereço é essencial estabelecer uma estrutura normalizada de dados de endereços e promover a interoperabilidade dos dados entre a comunidade. Actualmente, uma série de iniciativas relacionadas com o endereço confirmam a importância da interoperabilidade de dados de endereço, entre as quais, a Directiva INSPIRE (*IN*frastructure for *S*patial *I*nfoRmation in *E*urope). Esta directiva estabelece a criação de

uma Infra-estrutura de Dados Espaciais (IDE) na Europa, visando a disponibilização de dados geográficos nesta comunidade. Incide sobre informação espacial, da responsabilidade das instituições públicas dos Estados-Membros, referente a um conjunto de temas que abrangem dados geográficos de natureza trans-sectorial e específicos do sector ambiental. Identifica o tema dos endereços como um dos temas prioritários para a sua implementação [INS07]. Uma IDE é um conjunto de tecnologias e normas necessárias para relacionar dados geográficos provenientes de diferentes bases de dados e facilitar a disponibilização e o acesso a essas bases de dados [JSW02]. A Directiva INSPIRE prevê que a IDE europeia esteja acessível através da Internet, de forma gratuita, e que permita pesquisa, visualização, transformação e descarregamento de dados geográficos [INS07], [Dec09].

No que refere à definição, registo e acesso aos dados de endereço, foi constituído um grupo técnico de trabalho, formalmente responsável pela produção de especificações para conjuntos e serviços de dados geográficos relacionados com o endereço. Este grupo de trabalho desenvolveu um documento técnico com regras orientadoras. Este documento, designado *INSPIRE Data Specification on Addresses*¹, integra um modelo de dados, uma descrição detalhada de todos os elementos envolvidos, listas de tipos, exemplos, notas e outras particularidades para implementação da estrutura de dados e disseminação através da web [INS10].

O presente trabalho consistiu na implementação de um serviço de dados de endereços em conformidade com a Directiva INSPIRE, utilizando dados de endereços do Município de Albufeira. O serviço de dados de endereços fornece uma ferramenta importante na interoperabilidade de dados de endereços. Permite a disseminação e partilha de dados de endereços na Internet através da utilização de serviços OCG de dados geográficos, nomeadamente, *Web Map Service* (WMS) e *Web Feature Service* (WFS). O objectivo é definir uma estrutura normalizada de dados de endereços e disponibilizar esses dados à comunidade. Também seria interessante uma possível oportunidade do serviço de dados de endereços integrar a IDE nacional (o Sistema nacional de Informação Geográfica, SNIG).

Este trabalho foi desenvolvido com recurso exclusivo a software de código aberto para Sistemas de Informação Geográfica (SIG), nomeadamente, *PostgreSQL/PostGIS* e *deegree*. O *PostgreSQL/PostGIS* é um sistema de gestão de bases de dados objecto-relacional

1 http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/INSPIRE_DataSpecification_AD_v3.0.1.pdf.

(SGBDOR) que permite gerir dados geográficos e implementar bases de dados geográficos para SIG's. Foi utilizado para armazenamento e gestão de dados de endereços. O *deegree* é um software que permite disponibilizar dados geográficos na web respeitando standards OGC (*Open Geospatial Consortium*) e ISO (*International Organization for Standardization*). A disponibilização de dados através do *deegree* é feita através de serviços de mapas e serviços de dados geográficos, respectivamente, WMS e WFS. Este software integra módulos pré-configurados, como o *deegree inspireNode*, com implementação de estruturas de dados (*GML application schema*) para cada um dos temas do Anexo I da Directiva INSPIRE, inclusive o tema relativo ao endereço [Dee11].

A disseminação e partilha de dados de endereços na web é estabelecida através dos serviços WMS e WFS. O WMS permite requisitar mapas a servidores de mapas. Um mapa é uma representação de dados geográficos num formato matricial (ou *raster*). Por sua vez, o WFS permite o acesso a dados geográficos em formato vectorial, mais concretamente no formato GML (*Geography Markup Language*) [OGC01].

No que refere à estrutura, o presente trabalho encontra-se dividido em seis capítulos. O primeiro capítulo introduz o projecto, apresenta os seus objectivos e motivações.

O segundo capítulo refere-se aos conceitos prévios. Neste capítulo são apresentados e definidos conceitos que permitem contextualizar os trabalhos desenvolvidos no âmbito deste projecto. São apresentados os seguintes conceitos: Dados geográficos, Sistemas de referência, Bases de dados geográficos, Interoperabilidade e Serviços OGC de dados geográficos.

O terceiro capítulo refere-se ao endereço, a organização em diversas componentes e a sua relação com a Directiva INSPIRE. São apresentados projectos relacionados com o endereço, nomeadamente, o projecto EURADIN e o projecto *INSPIRE Data Services with Open Source*. A um nível mais técnico é apresentada a estrutura de dados de endereços definida nas especificações da Directiva INSPIRE.

O quarto capítulo apresenta o software *deegree*. E refere as suas principais características e funcionalidades. O quinto capítulo refere-se à implementação do serviços de dados de endereços no Município de Albufeira. Neste capítulo é apresentada a arquitectura da solução, os dados de endereços utilizados e o procedimento para a implementação do serviço de dados de endereços.

O sexto e último capítulo apresenta as conclusões, nomeadamente, as dificuldades sentidas no decorrer do presente trabalho e possíveis aplicações do serviço de dados de endereços. Também são referidas propostas de trabalhos futuros, tais como, a manutenção, actualização e validação dos dados de endereços e a relação com outros temas propostos pela Directiva INSPIRE.

2. Conceitos prévios

No presente capítulo apresentaremos os principais conceitos que, mais facilmente, permitirão o enquadramento dos objectivos e dos trabalhos desenvolvidos no âmbito deste projecto. Nas seguintes secções será descrito o conceito de dados geográficos (Secção 2.1), bases de dados geográficos (Secção 2.3.1) e interoperabilidade entre conjuntos de dados geográficos (Secção 2.4). Associado à georreferenciação de dados geográficos será abordado o conceito de sistemas de referência (Secção 2.2).

Os dados geográficos assumem um papel central pois é através deles que toda a informação contida é codificada. Estes dados poderão ser armazenados em bases de dados geográficos.

No contexto da interoperabilidade de dados geográficos, serão abordados os serviços de dados geográfico, mais concretamente, o serviço WMS e o serviço WFS (Secção 2.4.1 e Secção 2.4.2, respectivamente).

2.1. Dados geográficos

O espaço geográfico é o meio físico onde as entidades geográficas coexistem. Uma entidade geográfica é qualquer entidade identificável do “mundo real” possuindo características e relacionamentos espaciais com outras entidades geográficas [Car03].

Dados geográficos são elementos descritivos de fenómenos, que ocorrem num instante ou período de tempo, aos quais está associada uma localização espacial, frequentemente georreferenciada. Os dados geográficos possuem, portanto, três características fundamentais:

espaciais, não-espaciais e temporais. As características espaciais são relativas à posição geográfica e geometria da entidade a que os dados se referem. As características não-espaciais ou alfanuméricas descrevem propriedades ou atributos da entidade e as características temporais referem-se ao período de validade dos dados geográficos e às suas variações ao longo do tempo [Car03].

Para a representação da componente espacial, os dados geográficos são agrupados em duas grandes classes ou modelos de representação: o modelo vectorial e o modelo matricial (ou *raster*).

No modelo vectorial, as entidades são representadas por objectos espaciais constituídos por pontos, linhas ou polígonos (Figura 1), aos quais estão associados atributos. Um objecto corresponde, portanto, à representação física da entidade, a incluir, por exemplo, numa base de dados. No decorrer deste trabalho, e inerente à representação digital de fenómenos, designaremos de *feature* o conjunto entidade e objecto.

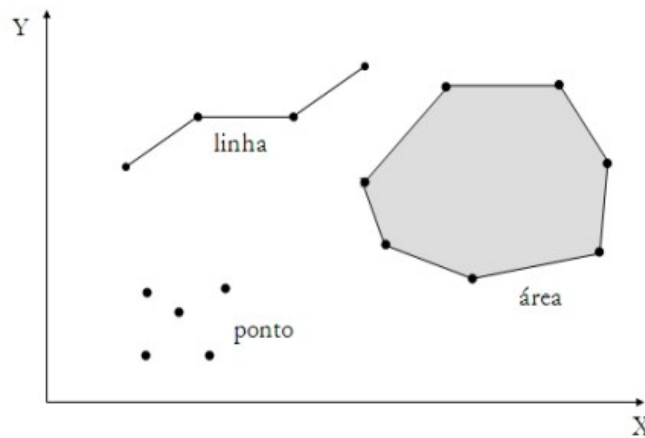


Figura 1: Dados geográficos segundo o modelo vectorial [CCD05].

No modelo matricial o espaço é discretizado em células, habitualmente quadradas. A posição de cada célula é identificada pelos índices de linha e coluna numa matriz. Cada célula possui um atributo associado com descrição de uma dada propriedade ou característica. Esta associação facilita operações de análise espacial, ou seja, operações algébricas sobre matrizes.

Num Sistema de Informação Geográfica (SIG) os objectos espaciais são organizados em camadas (ou *layers*) por tipo de geometria ou por classificação temática [Mat05].

2.2. Sistemas de referência

Os conceitos abordados na presente secção são um resumo bastante simplificado de definições relacionadas com a georreferenciação de dados geográficos, descritas na generalidade dos textos de referência de Geodesia e Cartografia Matemática, tais como os apresentados nos trabalhos de Vanicek e Krakiwsky [VK86], Torge [Tor91] ou Casaca [CMB05].

O geóide é uma superfície equipotencial do campo gravítico terrestre que coincide aproximadamente com a superfície do nível médio das águas do mar. A irregularidade desta superfície torna a sua expressão analítica complexa, pelo que se adoptam superfícies de geometria regular e expressão analítica mais simples como os elipsóides de revolução e as esferas. O conjunto de parâmetros que define a dimensão, forma e posição de um elipsóide de revolução é designado por *datum* geodésico [Mat05]. Os *data* geodésicos são escolhidos de forma a minimizar a ondulação do geóide, globalmente ou numa dada região (Figura 1).

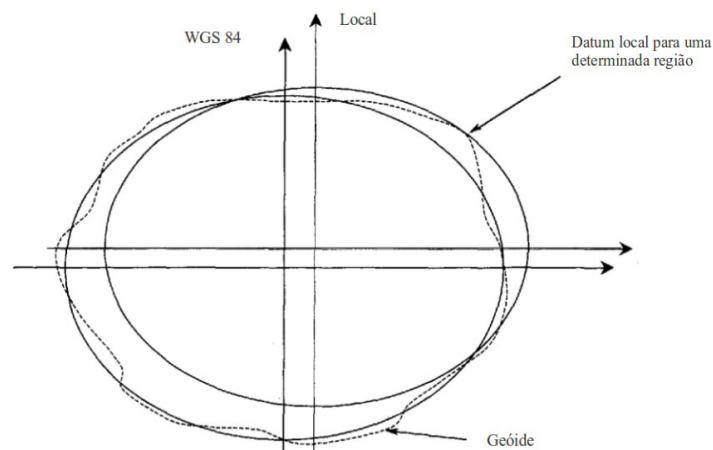


Figura 1: Datum geodésico local e WGS 84 (Adaptado de [Ili00]).

Entre os vários *datum* geodésicos utilizados em Portugal Continental, são geralmente adoptados: o *datum Lisboa*, o *datum 73*, o ETRS 89 e o WGS 84. O *datum Lisboa* é um *datum* geodésico local, utiliza o elipsóide de referência *Hayford* e o ponto origem das coordenadas geodésicas é o antigo vértice geodésico do castelo de São Jorge em Lisboa. O *datum 73* também é um *datum* geodésico local, utiliza o elipsóide de *Hayford* e tem como origem das coordenadas geodésicas um ponto localizado no vértice geodésico em Melriça, junto a Vila de Rei.

O ETRS89 é um *datum* geodésico global recomendado pela EUREF (*European Reference Frame*, subcomissão da IAG – Associação Internacional de Geodesia)² e estabelecido através de técnicas de observação espaciais. O estabelecimento do ETRS89 em Portugal Continental foi efectuado com base em campanhas internacionais que tiveram como objectivo ligar convenientemente a rede portuguesa à rede europeia [CMB05].

O WGS 84 é um *datum* geodésico global desenvolvido pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América actualmente utilizado pelo sistema GPS (Sistema de Posicionamento Global).

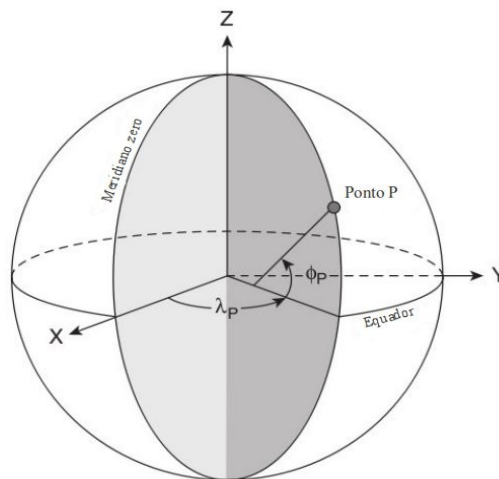


Figura 2: Localização de um ponto P sobre o elipsóide de revolução (Adaptado de [Kem08]).

Em cada *datum* geodésico é fixado um sistema de coordenadas geodésico de modo que cada ponto sobre a superfície do elipsóide fique identificado, univocamente, por um par de

² <http://www.euref.eu>.

valores de latitude e longitude (λ , ϕ) conforme sugerido na Figura 2. As coordenadas geodésicas são transformadas em coordenadas cartográficas por intermédio de uma projecção cartográfica, ao qual se associa um sistema de coordenadas cartográficas. Num sistema de coordenadas cartográficas cada ponto é representado através do par de coordenadas (x,y).

2.2.1. Transformações de coordenadas entre sistemas de referência

Os dados geográficos podem ser referenciados em diferentes sistemas de referencia, sendo por vezes necessária a transformação de coordenadas entre sistemas. O processo de transformação de coordenadas entre *data* requer a utilização de métodos matemáticos específicos, nomeadamente, *Bursa-Wolf*, *Molodensky* ou Polinomiais. A Figura 2 apresenta uma síntese das transformações entre sistemas de coordenadas e entre *data* [Mat05].

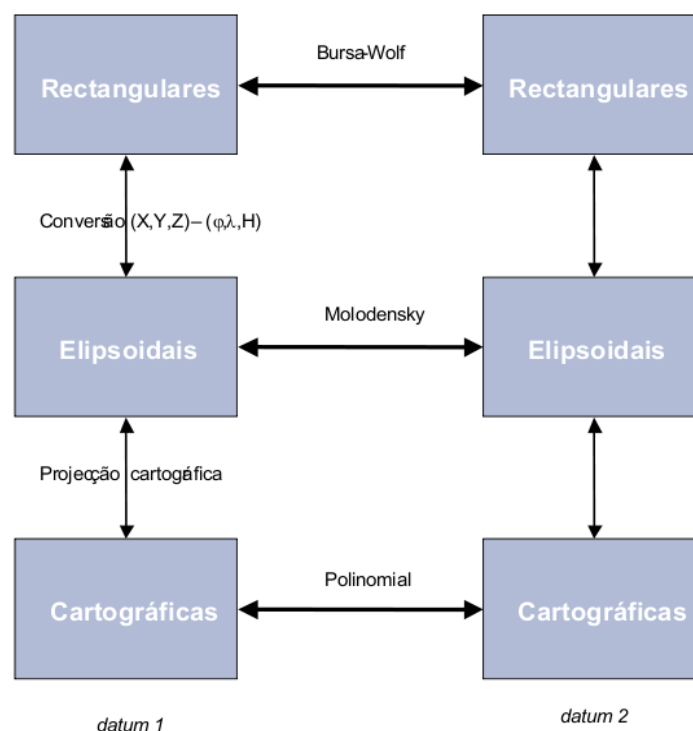


Figura 2: Transformações entre sistemas de coordenadas [Mat05]

Uma alternativa aos métodos apresentados na Figura 2 e adoptado no presente projecto é o método das grelhas. Este método é utilizado em vários países e é promovido em Portugal por Gonçalves [Gon09] e também pelo Instituto Geográfico Português (IGP)³. Consiste num processo de interpolação com grelhas de diferenças de coordenadas (latitude e longitude) baseado numa rede geodésica densa, com coordenadas conhecidas nos dois sistemas entre os quais se pretende a transformação.

O método das grelhas encontra-se implementado em diversas aplicações SIG através da biblioteca de programa de código aberto PROJ.4⁴. Esta biblioteca disponibiliza funcionalidades que permitem efectuar qualquer conversão de coordenadas que envolva projecção cartográfica ou conversão entre *data*. Recorre aos códigos EPSG (*European Petroleum Survey Group*)⁵, para identificar sistemas de coordenadas definidos na sua base de dados, de uma forma normalizada e compatível com o que é utilizado noutras aplicações [Gon08].

2.3. Bases de dados

Uma base de dados é uma colecção de dados estruturados, organizados e armazenados de forma persistente⁶ num ambiente computacional. A constituição, o acesso e a gestão de dados existentes numa base de dados é estabelecida através do Sistema Gestor de Bases de Dados (SGBD). Um SGBD é uma aplicação informática que fornece o interface entre os dados armazenados fisicamente na base de dados e os utilizadores desses dados.

Existem vários modelos de dados, associados a diferentes SGBD's, entre os quais, o modelo relacional, o modelo orientado por objectos e o modelo objecto-relacional. No modelo relacional, os dados são representados como uma colecção de tabelas. Cada tabela terá um nome, que será único, e um conjunto de atributos e respectivos domínios. A cada

3 http://www.igeo.pt/produtos/geodesia/Grelhas_NTv2.htm.

4 <http://proj.osgeo.org>.

5 <http://www.epsg.org>.

6 O termo persistente significa que os dados continuam a existir depois de terminar a aplicação que os gere, terminar a sessão do utilizador ou mesmo desligar o computador. Os dados são armazenados em memória permanente (por exemplo, num disco rígido) e não em memória volátil (memória RAM).

domínio está associado um tipo de dados simples, como por exemplo, o tipo inteiro, real, alfanumérico, data, lógico, entre outros.

A interacção entre um utilizador e uma base de dados relacional é efectuada através da linguagem SQL (*Structured Query Language*). Esta linguagem é utilizada para criação, consulta e actualização de bases de dados relacionais.

O modelo orientado por objectos permitiu associar o conceito de programação orientada por objectos aos sistemas de armazenamento de dados. As bases de dados orientadas por objectos permitem armazenar tipos complexos de dados ou mesmo objectos. Este modelo, ao contrário do modelo relacional, não possui uma linguagem de manipulação de bases de dados como o SQL.

O modelo objecto-relacional resulta da fusão de dois modelos distintos, o modelo relacional e o modelo orientado por objectos. As bases de dados objecto-relacionais são híbridas. Trata-se, normalmente, de sistemas gestores de bases de dados relacionais cujas funcionalidades foram estendidas de forma a suportar o armazenamento e processamento de objectos, que passam a ser tratados como se fossem um tipo de dados da própria base de dados [Dam05].

2.3.1. Bases de dados geográficos

As bases de dados que suportam dados geográficos são denominadas de bases de dados geográficos. São geralmente utilizadas com o objectivo de facilitar o armazenamento, a integridade e a gestão de dados geográficos e suas características. As principais vantagens da utilização de bases de dados geográficos é o facto de permitirem um ambiente multi-utilizador e garantirem uma maior segurança dos dados, através da definição de permissões de acesso (leitura e/ou escrita) a determinados utilizadores [SC03].

O *PostgreSQL*⁷ é um sistema gestor de bases de dados objecto-relacional (SGBDOR) de código aberto. Este software possui uma extensão para gestão de objectos geográficos

⁷ <http://www.postgresql.org>.

denominada *PostGIS*⁸, que permite a implementação de bases de dados geográficos em *PostgreSQL*.

O *PostGIS* fornece ao *PostgreSQL* a capacidade de armazenar e recuperar dados geográficos de acordo com a especificação *Simple Features Access for SQL* do *Open Geospatial Consortium* (OGC). Esta extensão implementa uma diversidade de funcionalidades no que respeita a tipos de dados geográficos e funções de geoprocessamento. Oferece ferramentas de análise espacial e transformação de coordenadas, entre outras. De acordo com a *Simple Features Access for SQL*, o *PostGIS* adiciona duas tabelas de metadados com informação relativa aos tipos de geometria e sistemas de referência suportados, *Geometry_Columns* e *Spatial_Ref_Sys*, respectivamente [Pos11].

O *PostGIS* suporta dados geográficos de diferentes geometrias (Figura 3), entre as quais: ponto, multi-ponto, linha, multi-linha, polígono e multi-polígono [OGC10].

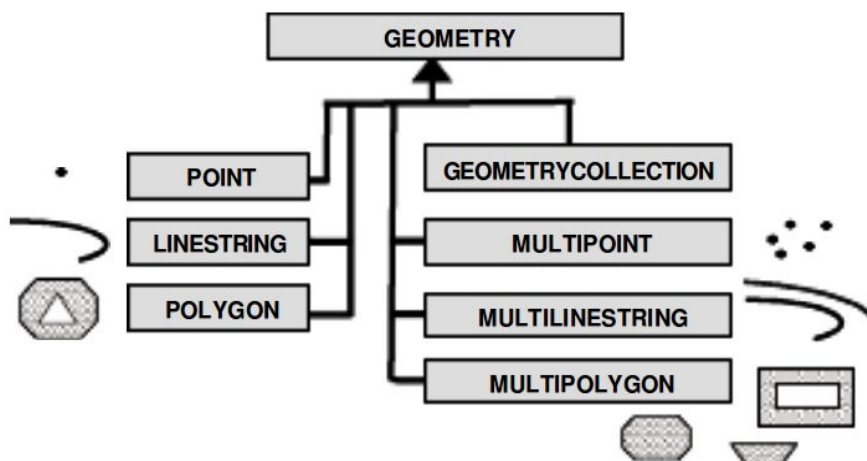


Figura 3: Tipos de geometrias suportados pelo *PostGIS* [CCD05].

8 <http://postgis.refrations.net>.

2.4. Interoperabilidade e o Open Geospatial Consortium

Interoperabilidade é a capacidade de sistemas informáticos heterogêneos partilharem com significado semântico mensagens e dados através da web. A questão da interoperabilidade é importante devido à necessidade de partilha de dados e ao vasto e diversificado número de sistemas informáticos envolvidos [Kem08]. Segundo o *GINIE Book*, o termo interoperabilidade é normalmente associado às tecnologias de informação e refere-se à capacidade de entidades digitais (sistemas, aplicações, procedimentos, serviços, conjuntos de dados, entre outras) autónomas, heterogêneas e distribuídas comunicarem e interagirem entre si independentemente das suas diferenças [Gin03].

No contexto geográfico, interoperabilidade é a possibilidade de conjuntos de dados geográficos serem combinados e de os serviços interagirem, sem intervenção manual repetitiva, de tal forma que o resultado seja coerente e o valor acrescentado dos conjuntos e serviços de dados seja reforçado [Dec09]. A interoperabilidade entre conjuntos de dados geográficos é estabelecida através de serviços de dados geográficos. Os serviços de dados geográficos são equiparados aos serviços web [WSQ07].

Um serviço web é um conjunto de tecnologias, protocolos e linguagens que possibilitam a comunicação entre aplicações informáticas através da web. Os serviços web têm vindo a emergir de um modo viável para aplicações baseadas na Internet e a criar excelentes condições para o desenvolvimento de novos ambientes para publicação, acesso, exploração e distribuição de dados geográficos. A web é uma excelente plataforma para disponibilização de dados geográficos devido a vários factores, entre os quais, a independência de plataforma e a facilidade de acesso e utilização [OGC01].

À semelhança dos serviços web, os serviços de dados geográficos utilizam padrões de comunicação como a linguagem XML (*eXtensible Markup Language*) e o protocolo HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*). A linguagem XML fornece um conjunto de regras para descrição, armazenamento, intercâmbio e manipulação de dados estruturados. O HTTP é um protocolo de comunicação na Internet que define o modo como as mensagens são formatadas e transmitidas. O protocolo HTTP suporta dois métodos de requisição: GET e POST. O

método GET é utilizado como método padrão para pedidos HTTP. Um pedido efectuado através do método GET é definido por um URL⁹ que contém o endereço HTTP do servidor. O pedido é formatado através de um conjunto de parâmetros organizados por pares nome/valor, na forma “nome=valor”, separados pelo símbolo “&”. O método POST é utilizado para enviar dados para o servidor de forma a criar conteúdos dinâmicos, em função dos dados enviados pelo cliente [Ara04]. O método POST é normalmente utilizado quando a sintaxe do pedido é demasiado extensa e não pode ser definida em URL. O método HTTP POST permite enviar pedidos codificados em XML para o servidor.

Tanto nos serviços web como nos serviços de dados geográficos a interacção entre cliente e servidor é essencial. Nestes serviços o processamento de informação é dividido em dois processos distintos. Um processo é responsável pela manutenção dos dados (servidor), enquanto o outro é responsável pela obtenção dos dados (cliente). A obtenção dos dados por parte do cliente é estabelecida através de pedidos realizados ao servidor, que por sua vez devolve os dados solicitados (vd. Figura 5) [ST07].

O OGC apresenta um conjunto de normas com o objectivo de promover a interoperabilidade através da utilização de serviços [Per03]. O seu trabalho é orientado prioritariamente para a interoperabilidade no que respeita a dados geográficos, sistemas de referência, metainformação e serviços de dados [Mat05]. Este consórcio internacional criado em 1994 lidera o consenso de standards para dados geográficos e serviços baseados em localização. Conta actualmente com mais de 400 empresas, agências governamentais e universidades [OGC01]. No âmbito da sua actividade, o OGC produziu várias especificações de implementação, entre elas, especificações para o serviço WMS (*Web Map Service*), para o serviço WFS (*Web Feature Service*) e para a linguagem GML (*Geography Markup Language*) [Gwe10].

Os serviços propostos pelo OGC, em particular o WMS e o WFS, fornecem os mecanismos para a distribuição de dados geográficos na web. Enquanto o WMS define um serviço para publicação de mapas em formato imagem, o WFS define um serviço para publicação de dados geográficos em formato vectorial, mais concretamente, descritos na linguagem GML.

⁹ O URL (*Uniform Resource Locator*) define um endereço utilizado para localizar um recurso numa rede (Internet ou Intranet).

Cada um dos serviços mencionados fornece várias operações que podem ser invocadas pelo cliente (vd. Secção 2.4.1 e Secção 2.4.2). Estas operações podem ser executadas recorrendo a um navegador web (também designado por *browser*), submetendo um pedido através do método HTTP GET ou HTTP POST ao servidor. Um pedido é composto por um conjunto de parâmetros necessários para a comunicação entre um cliente e o servidor (vd. Figura 4), entre os quais, os parâmetros *Request*, *Service*, *Version*. Estes três parâmetros são comuns e obrigatórios em ambos os serviços WMS e WFS.

(a) Pedido:

```
http://demo.deegree.org/deegree-wms/services?
REQUEST=GetCapabilities&VERSION=1.1.1&SERVICE=WMS
```

(b) Resposta:

```
01 <WMT_MS_Capabilities updateSequence="1.1.0" version="1.1.1">
02   <Service>
03     <Name>OGC:WMS</Name>
04     <Title>deegree wms</Title>
05     <Abstract>WMS reference implementation</Abstract>
06     <KeywordList>
07       <Keyword>deegree</Keyword>
08       <Keyword>wms</Keyword>
09     </KeywordList>
10     <OnlineResource xlink:href="http://demo.deegree.org/deegree-wms/services?" xlink:type="simple"/>
11     <ContactInformation>(…)</ContactInformation>
14     <Fees>none</Fees>
15     <AccessConstraints>none</AccessConstraints>
16   </Service>
17   <Capability>
18     <Request>
19       <GetCapabilities>(…)</GetCapabilities>
22       <GetMap>(…)</GetMap>
25       <GetFeatureInfo>(…)</GetFeatureInfo>
28     </Request>
29     <Exception>(…)</Exception>
32     <UserDefinedSymbolization RemoteWFS="0" SupportSLD="1" UserLayer="1" UserStyle="1"/>
33     <Layer cascaded="0" noSubsets="0" opaque="0" queryable="0">(…)</Layer>
36   </Capability>
37 </WMT_MS_Capabilities>
```

Figura 4: Sintaxe de um pedido *GetCapabilities* (a); excerto da resposta ao pedido *GetCapabilities* (b).

O parâmetro *Request* indica qual o tipo de operação a invocar pelo cliente, como por exemplo, a operação *GetCapabilities* (Figura 4). Esta operação devolve uma descrição em

XML (Figura 4) sobre as características do serviço WMS incluindo as operações possíveis de executar. O parâmetro *Service* especifica qual o serviço a invocar no pedido (por exemplo o serviço WMS ou WFS) e o parâmetro *Version* especifica qual a versão do protocolo que o cliente pretende que seja suportada pelo servidor.

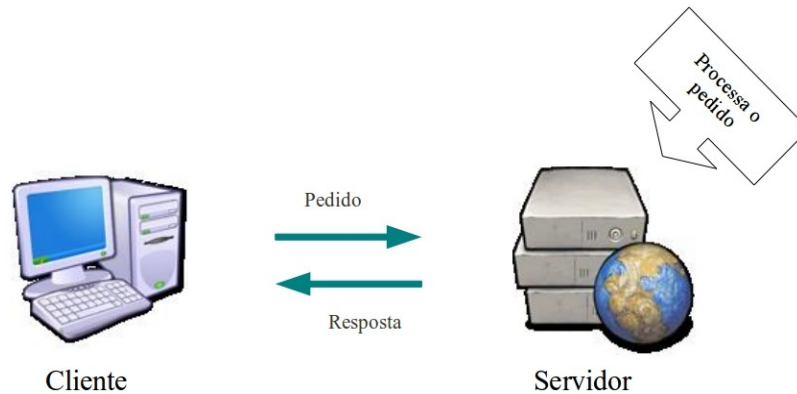


Figura 5: Arquitectura cliente-servidor.

2.4.1. Web Map Service

A especificação WMS (*Web Map Service*) normaliza a forma como os clientes podem requisitar mapas a servidores de mapas e também o modo como estes servidores devem descrever e devolver mapas [Fur06].

Cada um destes mapas é uma representação visual de dados geográficos num formato matricial. Para disponibilização destes mapas são utilizados formatos como TIFF, JPG, PNG, GIF, entre outros. Os mapas podem ser visualizados recorrendo a um simples navegador web submetendo um pedido sob a forma URL, normalmente através do método HTTP GET [OGC06]. Os mapas são solicitados ao serviço por parte do cliente, identificando um conjunto parâmetros necessários para a sua visualização, como por exemplo, o tipo de pedido, a dimensão do mapa, o sistema de referência, a simbologia, entre outros [Ara04].

A especificação do serviço WMS [OGC06] define três operações, a saber:

- *GetCapabilities* – permite obter os metadados do serviço, ou seja, uma descrição da informação contida no servidor e dos parâmetros dos pedidos;
- *GetMap* – operação responsável pela produção do mapa, de acordo com os parâmetros especificados no pedido. A Figura 6 e 7 apresentam um exemplo de uma operação *GetMap*¹⁰;
- *GetFeatureInfo* – esta operação permite obter informação acerca de elementos geográficos particulares apresentados no mapa.

A Figura 6 apresenta um exemplo de um pedido *GetMap*. Para além dos parâmetros essenciais do pedido (*Request*, *Service* e *Version*), este pedido apresenta um conjunto adicional de parâmetros obrigatórios, entre eles, o nome das camadas a visualizar (*Layers*), a dimensão e o formato da imagem de saída (*Width*, *Height* e *Format*), a especificação de uma área envolvente de pesquisa (*Bbox*), a definição do sistema de referência (*Srs*) e a forma de representação do mapa (*Styles*) [OGC06].

```
http://demo.deegree.org/deegree-wms/services?  
REQUEST=GetMap&SERVICE=WMS&VERSION=1.1.1&WIDTH=500&HEIGHT=500&LAYERS=Stat  
eOverview&TRANSPARENT=TRUE&FORMAT=image/gif&BBOX=210625.44883700498,4175983.99  
39139457,697811.8183418702,4663170.363418811&SRS=EPSG:26912&STYLES=
```

Figura 6: Exemplo de um pedido *GetMap*.

A Figura 7 apresenta o resultado do pedido *GetMap* indicado na Figura 6, efectuado através de um navegador web.

¹⁰ <http://demo.deegree.org>.

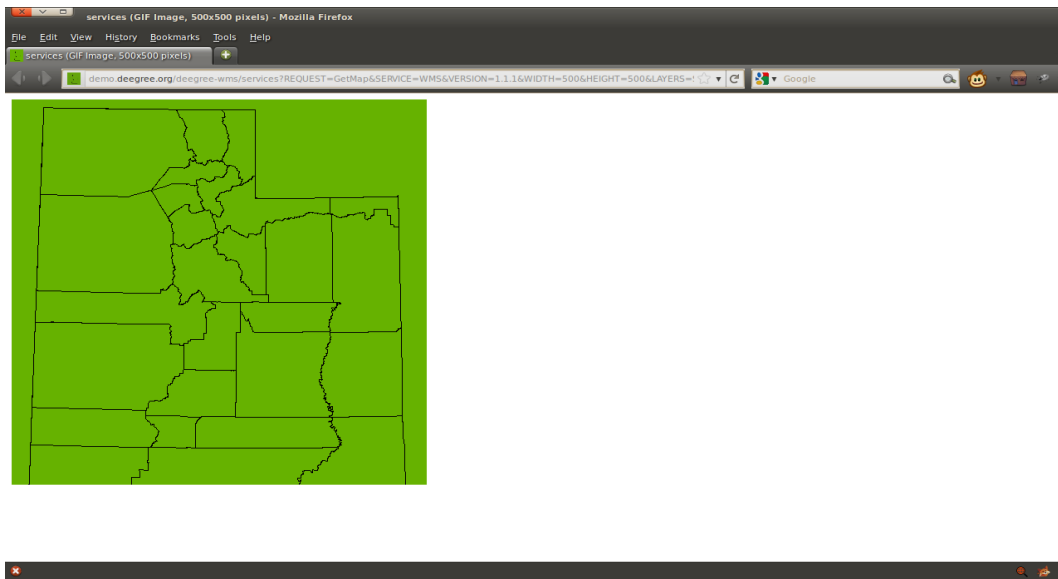


Figura 7: Resultado do pedido *GetMap* visualizado num navegador web (*Firefox*).

2.4.2. Web Feature Service

À semelhança do serviço WMS, o WFS (*Web Feature Service*) permite aceder a dados geográficos na Internet em formato vectorial, mais especificamente, descritos na linguagem GML. O acesso aos dados é estabelecido através de pedidos e respostas entre cliente e servidor, difundidos através do protocolo HTTP. A principal diferença do WFS em relação ao WMS é o facto do primeiro permitir o acesso e manipulação de dados geográficos e atributos que lhes possam estar associados.

A um nível básico, o serviço WFS suporta operações de consulta de dados geográficos. A um nível mais avançado, o serviço WFS permite operações de inserção, actualização e remoção de dados geográficos. Este conjunto de operações refere-se ao serviço WFS-T (*Transactional Web Feature Service*). As operações, quer ao nível básico, quer ao nível avançado, estão especificadas no documento *Web Feature Service Implementation Specification* (Figura 8) [OGC05].

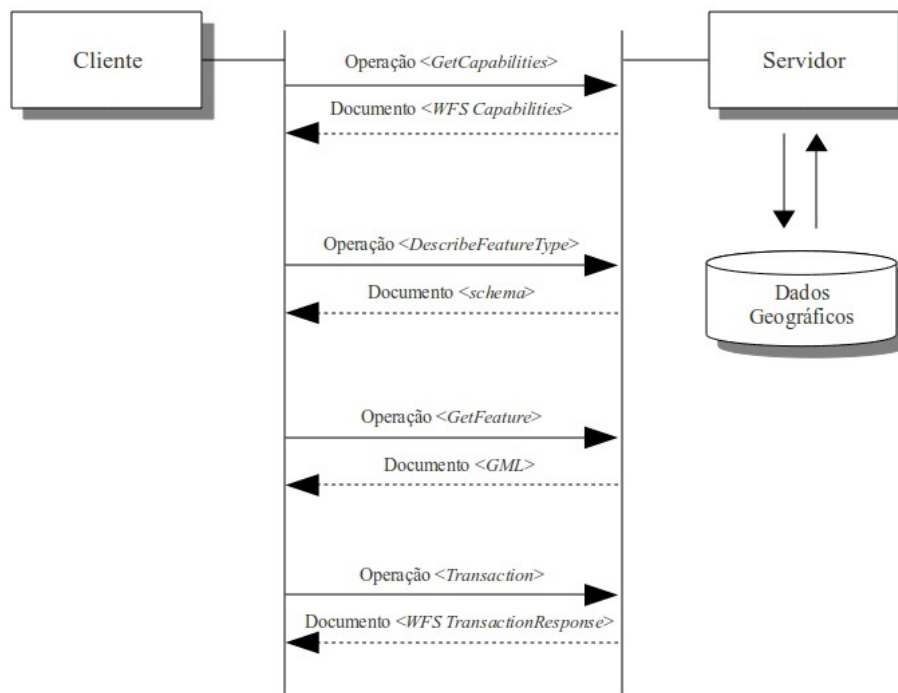


Figura 8: Operações do serviço WFS [OGC05].

As operações de consulta disponíveis no serviço WFS básico são as seguintes:

- *GetCapabilities* – para obter a descrição das capacidades do serviço, especificamente, indica que tipo de dados podem ser servidos e quais as operações disponíveis para cada um deles;
- *DescribeFeatureType* – para a descrição da estrutura de um objecto geográfico;
- *GetFeature* – para aceder aos dados de um objecto geográfico, nomeadamente, à geometria e aos respectivos atributos não espaciais.

Para além das operações de consulta, o serviço WFS suporta também operações que permitem modificar dados geográficos, nomeadamente, operações de inserção, actualização e remoção. Estas operações possibilitam que um cliente, através de uma aplicação web ou cliente SIG, possa editar dados geográficos armazenados numa base de dados sem que lhe seja dado o acesso directo a essa base de dados. Por exemplo, quando é realizada uma operação de inserção de dados, a base de dados associada ao servidor regista automaticamente os novos registos numa tabela dessa base de dados.

Os pedidos no serviço WFS são geralmente difundidos através do método HTTP POST, ou seja, são estruturados em XML. O método HTTP POST permite entre outras vantagens, ultrapassar o limite de caracteres no URL (método HTTP GET).

Numa operação WFS *GetFeature* é possível restringir o acesso a dados recorrendo a uma condição de selecção denominada *XML filter encoding* [OGC05a]. A Figura 9 apresenta um exemplo de um pedido *GetFeature* estruturado em XML.

Como se pode verificar, o pedido utiliza o elemento “<ogc:Filter>” para aplicar uma restrição na pesquisa. O exemplo apresentado permite seleccionar apenas os dados cujo nome de cidade corresponde a “Albufeira” (linha 13 da Figura 9) com o objectivo de restringir o resultado do pedido. Uma selecção de dados deste tipo pode ser transformada numa cláusula “WHERE” de uma instrução SQL “SELECT” para particularizar dados numa base de dados. Da mesma forma, esta selecção pode ser transformada numa cláusula *XPath* ou *XPointer* para particularizar dados num documento GML.

As especificações relacionadas com este processo de selecção de dados encontram-se descritas no documento *OpenGIS Filter Encoding Implementation Specification* [OGC05a].

```
01 <?xml version="1.0" ?>
02 <wfs:GetFeature
03   service="WFS"
04   version="1.0.0"
05   xmlns:wfs="http://www.opengis.net/wfs"
06   xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc"
07   xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
08   xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wfs ../wfs/1.0.0/WFS-basic.xsd">
09   <wfs:Query typeName="cidades">
10     <ogc:Filter>
11       <ogc:PropertyIsEqualTo>
12         <ogc:PropertyName>Nome</ogc:PropertyName>
13         <ogc:Literal>Albufeira</ogc:Literal>
14       </ogc:PropertyIsEqualTo>
15     </ogc:Filter>
16   </wfs:Query>
17 </wfs:GetFeature>
```

Figura 9: Exemplo de um pedido *GetFeature*.

2.4.3. Geography Markup Language

A *Geography Markup Language* (GML) é uma linguagem codificada em XML com um importante papel na interoperabilidade de dados geográficos através da web. Um documento GML apresenta duas componentes, uma de definição de estrutura do documento de dados (*GML Schema*) e outra de dados. Um documento deste tipo permite estruturar e guardar dados geográficos espaciais e não espaciais (alfanuméricos). Pela sua estrutura, esta linguagem é utilizada para transferir dados geográficos entre clientes e servidores em serviços WFS. As especificações para a linguagem GML são estabelecidas pelo OGC [OGC07].

Para uma aplicação particular, a estrutura do documento de dados poderá ser modificada, acrescentando novos tipos de dados ou particularizando tipos existentes (definidos) na estrutura GML. Estas especificações são conhecidas por *GML application schemas*.

O exemplo da Figura 10 apresenta um excerto de um *GML application schema*. Como se verifica, é criado o tipo toponímia e subtipo *gml:AbstractFeatureType*. Com base neste tipo é criado o elemento *rua* do tipo *toponímia*, que pode ser utilizado para descrever uma determinada rua no documento GML (vd. Figura 11).

Os tipos de elementos (*element*) e atributos (*attribute*) são definidos utilizando a cláusula *type*. Um elemento pode ser especificado a partir da declaração de um tipo, que pode ser simples (*simpleType*) ou complexo (*complexType*) Figura 11.

As primeiras linhas do documento GML (linhas 1 e 2 da Figura 10) correspondem ao cabeçalho. Nesta secção do documento é declarada a versão do XML (versão 1.0), a codificação de caracteres (neste caso, UTF-8) e é definido o *namespace*¹¹. O *namespace* é uma colecção de nomes, identificados por uma referência URI (*Uniform Resource Identifier*), utilizados para definir elementos e atributos num documento XML. O seu principal objectivo é evitar conflitos quando se utilizam elementos e atributos com o mesmo nome mas que são de domínios diferentes (por exemplo, quando provêm de ficheiros XML de diversas fontes). Como se pode verificar, o prefixo “*ex*” na sintaxe “*ex:toponímia*” (linha 25 da Figura 10) indica que o nome toponímia é do domínio “*ex*”, declarado no *namespace* (*xmlns:ex="http://www.opengis.net/examples"*).

¹¹ http://www.w3schools.com/xml/xml_namespaces.asp.

```

01 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
02 <schema targetNamespace="http://www.opengis.net/examples"
    xmlns:ex="http://www.opengis.net/examples"
    xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
    xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"
    xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
    elementFormDefault="qualified" version="3.1.0">
    (...)
07 <complexType name="toponimia">
08 <complexContent>
09 <extension base="gml:AbstractFeatureType">
10 <sequence>
11 <element ref="gml:centerLineOf"/>
12 </sequence>
13 </extension>
14 </complexContent>
15 </complexType>
    (...)
25 <element name="rua" type="ex:toponimia" substitutionGroup="gml:_Feature"/>
    (...)

```

Figura 10: Extracto de um *GML application schema* do documento GML apresentado na Figura 11.

Um documento GML permite descrever conjuntos de dados geográficos. Apresenta uma estrutura de dados em árvore, composta por conjuntos de *tags* agrupadas hierarquicamente. Cada *tag* é composta por elementos que incluem o nome da *feature*, o tipo de geometria, coordenadas, sistemas de referências, entre outros (Figura 11).

```

    (...)
01 <rua>
02 <gml:description>Uma rua de Albufeira</gml:description>
03 <gml:name>Rua Nova</gml:name>
04 <gml:centerLineOf>
05 <gml:LineString srsName="http://www.opengis.net/gml/srs/epsg.xml#4326">
06 <gml:coord>
07 <gml:X>0</gml:X><gml:Y>0</gml:Y></gml:coord>
08 <gml:coord><gml:X>1</gml:X><gml:Y>2</gml:Y></gml:coord>
09 </gml:LineString>
10 </gml:centerLineOf>
11 </rua>
    (...)

```

Figura 11: Extracto de um documento GML

3. Endereço

O endereço é um objecto geográfico que identifica uma localização, composto por um conjunto de dados alfanuméricos organizados de forma hierárquica, por exemplo, localidade, nome de via, número de polícia. Um endereço poderá também incluir um código ou descrição postal [INS10]. Como objecto geográfico, o endereço desempenha a função de instrumento de georreferenciação e geocodificação, possibilitando o mapeamento, o cálculo de rotas entre localizações ou a análise de dados geográficos relacionados com o endereço.

No contexto nacional existem várias entidades com competências no âmbito da atribuição e manutenção do endereço. Entre estas entidades com competências distribuídas por componentes do endereço, encontram-se a Associação Nacional dos Municípios Portugueses, incluindo as Câmaras Municipais e as Juntas de Freguesia, os CTT (Correios de Portugal) e o INE (Instituto Nacional de Estatística). As Câmaras Municipais têm a competência na denominação de arruamentos e na atribuição da numeração de polícia [Dre99]. Os CTT são a entidade responsável pela atribuição dos códigos postais. O INE, através dos Censos, oferece um contributo para o registo nacional, georreferenciado, dos eixos de via e edifícios.

O endereço assume um papel essencial na eficiência de serviços como a distribuição postal, a resposta a emergências e a gestão de transportes, entre outros. De uma forma mais geral, o endereço pode também ser utilizado como instrumento de georreferenciação indirecta. Um exemplo de aplicação da georreferenciação indirecta na área da saúde é apresentado no trabalho “*Georeferenciação de Dados em Micro-Áreas. Desafio à utilização dos SIG na área da Saúde*” [PO05]. O objectivo do trabalho foi estudar correlações da prevalência e incidência de doenças com as condições sócio-económicas e ambientais de um determinado grupo de indivíduos. No âmbito deste trabalho foram criadas duas bases de dados. Uma com dados georeferenciados relativos às moradas do grupo de indivíduos e outra

com dados sobre a situação clínica e sócio-económica do mesmo grupo de indivíduos. A relação entre as duas bases de dados permitiu identificar incidências de doenças e obter uma distribuição geográfica dessas doenças.

Outro exemplo interessante de georreferenciação indirecta está presente num trabalho sobre marketing geográfico (também conhecido por *Geomarketing*), intitulado de “*Geomarketing eleitoral: Aplicação de metodologias e ferramentas de Geomarketing em campanha eleitoral municipal*”. O *Geomarketing* é uma forma de “espacializar” conceitos e análises relacionados com técnicas estratégicas comerciais. Este trabalho apresenta ferramentas e metodologias de *Geomarketing* aplicadas a uma campanha eleitoral realizada no concelho de Lisboa, nomeadamente, organização de publicidade, optimização de rotas, análises de tendências políticas e sócio-demográficas, entre outras [LS03].

A utilização efectiva e eficiente do endereço levou ao desenvolvimento de aplicações que permitam pesquisar endereços, como por exemplo, o *Google Maps*. Esta aplicação gratuita para a Internet foi desenvolvida e disponibilizada pela empresa *Google*¹² e permite a pesquisa e visualização de mapas. Fornece também um conjunto de funcionalidades para pesquisa e localização de sítios, endereços, pontos de interesse ou empresas e permite estabelecer rotas entre duas localizações geográficas. A Figura 12 apresenta um exemplo de pesquisa de endereço no *Google Maps*.

O *Google Maps* proporciona uma ferramenta de pesquisa de endereços bastante rápida (no contexto computacional) e intuitiva, no entanto, esta aplicação é susceptível de conter erros de denominação do endereço e também associados à sua localização geográfica. Estes erros ocorrem porque a informação contida no *Google Maps* é obtida de forma corporativa e não através dos produtores e/ou responsáveis pela informação.

12 <http://www.google.com>.

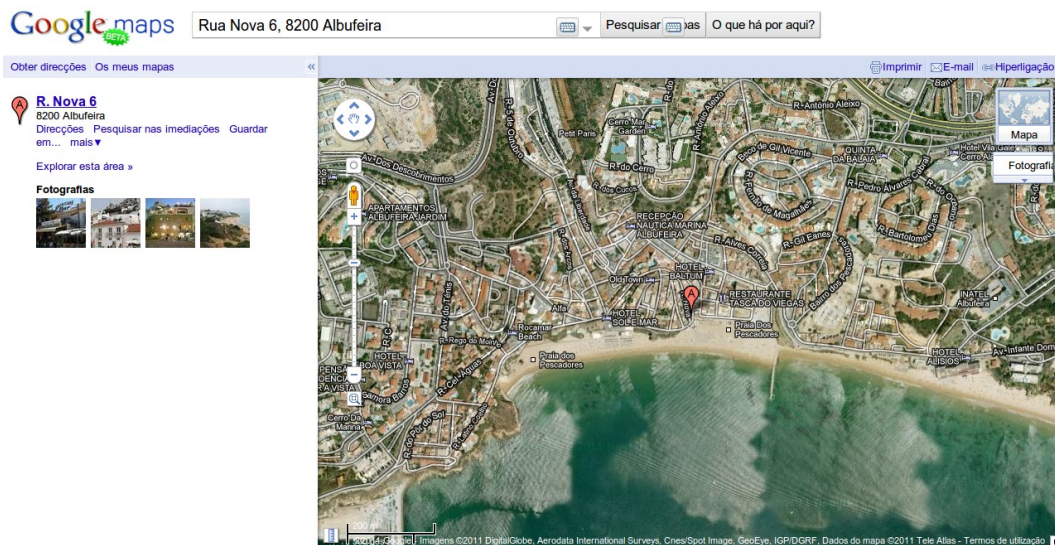


Figura 12: Pesquisa de endereços no *Google Maps* (Google, 2011).

3.1. Directiva INSPIRE

Conhecida por Directiva INSPIRE (*Infrastructure for SPatial InfoRmation in Europe*), a Directiva nº. 2007/2/EC do Parlamento Europeu e do Conselho de 14 de Março de 2007, foi publicada no Jornal Oficial das Comunidades a 25 de Abril de 2007. O seu objectivo foi a definição de um enquadramento legal para a criação gradual e harmonizada de uma Infra-estrutura de Dados Espaciais (IDE) Europeia, descentralizada, baseada nas IDE's de cada Estado-Membro, tornando os dados geográficos mais acessíveis e eliminando obstáculos de utilização que possam existir.

A Directiva INSPIRE define que os Estados-Membros sejam responsáveis pela gestão e disponibilização de dados e serviços de dados geográficos de acordo com princípios e regras comuns numa série de domínios específicos. Entre estes domínios salientam-se os dados, em particular os referentes aos temas descritos nos Anexos I, II e III (da Directiva), os serviços de dados geográficos e os metadados [INS07].

Esta Directiva visa promover a disponibilização de informação de natureza geográfica a todos aqueles que participam na elaboração, aplicação, acompanhamento e avaliação das

políticas comunitárias nos Estados-Membros a todos os níveis, europeu, nacional e local. Incide sobre dados geográficos de natureza trans-sectorial e dados geográficos específicos do sector ambiental, concretizados nos três Anexos (da Directiva). Os Anexos I, II e III desta Directiva apresentam um conjunto de temas de dados geográficos prioritários referentes a 34 temas distintos, que satisfazem os seguintes requisitos gerais: *i*) proporcionar uma localização inequívoca, *ii*) permitir o cruzamento de informação entre diferentes fontes de dados e *iii*) fornecer uma descrição detalhada e perceptível dos dados [Coe08].

Para uma implementação faseada, esta mesma Directiva destaca 9 daqueles temas para implementação prioritária. Este conjunto de temas integra o tema dos endereços que constitui o objectivo do presente trabalho. A Tabela 2 apresenta os 9 temas inseridos no Anexo I da Directiva.

O serviços mencionados na Directiva INSPIRE referem-se aos serviços de dados geográficos. Como referido na Secção 2.4 os serviços dados geográficos visam a interoperabilidade de dados geográficos.

Os metadados são dados que descrevem conjuntos e serviços de dados geográficos e que permitem pesquisá-los, inventariá-los e utilizá-los [Dec09]. A Directiva INSPIRE refere um conjunto mínimo de especificações para definição de metadados para que sejam compatíveis e utilizáveis num contexto comunitário e transfronteiriço. Estas especificações referem-se à classificação, localização geográfica, referência temporal, qualidade, validade e condicionalismos relacionados com o acesso e utilização do recurso ao qual os metadados estão associados. São também necessários elementos relativos ao próprio registo de metadados, a fim de verificar se os metadados criados são mantidos actualizados e identificar a organização responsável pela criação e manutenção dos metadados [INS10a].

Uma IDE é um sistema informático composto por um conjunto de recursos, nomeadamente catálogos, servidores, dados e aplicações informáticas para a gestão de dados geográficos disponível na Internet. Estes recursos cumprem uma série de condições de interoperabilidade e permitem que um utilizador através de um navegador web, possa utilizá-los e combiná-los de acordo com as suas necessidades [Afo08].

A criação da IDE Europeia permitirá a disponibilização, junto dos utilizadores, de serviços integrados de dados geográficos baseados na existência de uma rede distribuída de

bases de dados, ligadas com base em normas e protocolos comuns assegurando a sua compatibilidade. Estes serviços deverão permitir a qualquer utilizador identificar e aceder a dados geográficos proveniente de diversas fontes, desde o nível local até ao nível global, de um modo interoperável e para uma grande variedade de utilizações.

Tabela 1: Categorias temáticas de dados geográficos do Anexo I da Directiva INSPIRE.

Tema	Descrição
1) Sistemas de referência	Sistemas para referenciar de forma única dados geográficos no espaço sob a forma de um conjunto de coordenadas (x, y, z) e/ou latitude e longitude e altitude, com base num datum geodésico horizontal e vertical.
2) Sistemas de quadrículas geográficas	Quadrícula harmonizada multi-resolução com um ponto de origem comum e localização e dimensão normalizadas das células.
3) Toponímia	Denominações das zonas, regiões, localidades, cidades, subúrbios, pequenas cidades ou povoações, ou de qualquer entidade geográfica ou topográfica de interesse público ou histórico.
4) Unidades administrativas	Unidades administrativas, zonas de divisão sobre as quais os Estados Membros possuam e/ou exerçam direitos jurisdicionais, para efeitos de governação local, regional e nacional, separadas por fronteiras administrativas.
5) Endereços	Localização de propriedades com base em identificadores de endereço, em regra, o nome da rua, o número da porta e o código postal.
6) Parcelas cadastrais	Áreas definidas por registos cadastrais ou equivalentes.
7) Redes de transporte	Redes de transporte rodoviário, ferroviário, aéreo e por via navegável, e respectivas infra-estruturas. Inclui as ligações entre as diferentes redes. Inclui também a rede transeuropeia de transportes definida na Decisão n.º 1692/96/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Julho de 1996, sobre as orientações comunitárias para o desenvolvimento da rede transeuropeia de transportes, e as futuras revisões dessa decisão.
8) Hidrografia	Elementos hidrográficos, incluindo zonas marinhas e todas as outras massas de água e elementos com eles relacionados, incluindo bacias e sub-bacias hidrográficas. Quando adequado, de acordo com as definições da Directiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro de 2000, que estabelece um quadro de acção comunitária no domínio da política da água, e sob a forma de redes.
9) Sítios protegidos	Zonas designadas ou geridas no âmbito de legislação internacional, comunitária ou dos Estados Membros para a prossecução de objectivos específicos de conservação.

À semelhança de todos os Estados-Membros, Portugal tem a obrigação de produzir e disponibilizar dados e serviços de dados geográficos. O Decreto-Lei n.º 180/2009 transpõe a Directiva INSPIRE para a legislação nacional, fixando as normas gerais para a constituição da IDE Nacional, o Sistema Nacional de Informação Geográfica (SNIG)¹³. Este Decreto-Lei

¹³ <http://snig.igeo.pt/portal/index.php>.

aplica-se a todas as entidades com responsabilidade de produção e disponibilização de dados geográficos [Dec09].

Os projectos EURADIN e *Kadaster*, apresentados na Secção 3.1.1 e na Secção 3.3.1, respectivamente, deram um importante contributo para a implementação das especificações da Directiva INSPIRE.

3.1.1. Projecto EURADIN

O projecto EURADIN (*EUROpean ADdress Infrastructure*) integrou um conjunto de 30 parceiros de 16 países Europeus com o objectivo de promover a harmonização do endereço Europeu no que respeita à sua definição, registo e acesso [Eur10]. O EURADIN foi um projecto promovido pelo programa *eContentplus*¹⁴, foi coordenado pelo Governo de Navarra (Espanha) e decorreu de Junho de 2008 a Maio de 2010. Propôs uma solução para garantir a interoperabilidade do endereço e facilitar o respectivo acesso efectivo, reutilização e exploração. O principal objectivo do EURADIN foi contribuir para a harmonização do endereço Europeu, propondo uma solução para a sua interoperabilidade e assim:

- Estabelecer um conjunto de procedimentos relacionados com a definição, registo e manutenção de endereços;
- Desenvolver uma proposta para a harmonização de dados de endereços baseada nas especificações e regras de implementação da Directiva INSPIRE;
- Efectuar a validação do modelo de harmonização proposto através do desenvolvimento de um serviço de dados de endereços europeu;
- Avaliar os resultados obtidos neste projecto.

No âmbito da participação portuguesa no projecto EURADIN foi desenvolvido um projecto-piloto no Município de Tavira. Os objectivos deste projecto foram a avaliação da

¹⁴ Programa comunitário de apoio à investigação com o objectivo de tornar os conteúdos digitais mais acessíveis, utilizáveis e exploráveis na Europa. Para mais informação acerca do programa *eContentplus*, consultar o seguinte endereço: http://ec.europa.eu/information_society/activities/econtentplus/index_en.htm.

qualidade de diversas fontes de dados, o teste de mecanismos de harmonização e identificação de fluxos de dados que permitam procedimentos de actualização, desde o Município (enquanto produtor) até à integração nacional e europeia (*Gazetteer* Europeu). Este projecto contou com a participação do IGP e do INE [ASJ10].

Relativamente ao tema dos endereços, Portugal apresenta vários problemas entre os quais a inexistência de um sistema centralizado para gestão do endereço, bem como o facto da responsabilidade das entidades públicas na implementação e coordenação deste sistema ser difusa. As bases de dados existentes carecem de harmonização. Os temas directamente relacionados com o endereço, como a toponímia e a rede viária, são mantidos de forma independente por várias entidades.

3.2. Estrutura de dados de endereços de acordo com a Directiva INSPIRE

Para implementação da Directiva INSPIRE relativamente ao tema do endereço, a União Europeia propôs um grupo de trabalho temático¹⁵ para o desenvolvimento de regras e especificações de dados de endereços. O resultado foi um documento orientador com especificações técnicas para dados de endereços, denominado *INSPIRE Data Specification on Addresses* (especificações INSPIRE para dados de endereços)¹⁶. Este documento define as bases orientadoras para a normalização do endereço a nível Europeu e para o desenvolvimento de um modelo de dados comum para todos os Estados-Membros.

As especificação INSPIRE para dados de endereço têm o objectivo de facilitar a interoperabilidade de dados de endereços entre os Estados-Membros. O desenvolvimento deste documento derivou de diversas fontes de informação, entre as quais, normas internacionais referentes aos endereços, normas ISO (*International Organization for Standardization*) da série 19100 para dados geográficos (ISO/TC 211)¹⁷ e materiais de

15 Tradução de *Thematic Working Group*. Equipa multinacional composta por especialistas na área dos endereços proveniente de diferentes países da União Europeia.

16 http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/INSPIRE_DataSpecification_AD_v3.0.1.pdf.

17 <http://www.iso211.org>.

referência fornecidos por associações e consórcios internacionais. Houve também um grande contributo por parte do projecto EURADIN (vd. Secção 3.1.1) [INS10].

A actual versão das especificações INSPIRE para dados de endereços (versão 3.0.1 de 26 de Abril de 2010) integra um diagrama de classes, uma descrição detalhada de todos os elementos envolvidos, listas de tipos de dados, exemplos, notas e outras particularidades para implementação e disseminação de dados de endereços através da Internet.

3.2.1. Propriedades e características da representação de endereços

Como referido anteriormente, o endereço é um objecto geográfico que identifica uma localização. Esta localização integra um conjunto de componentes organizadas de forma hierárquica por crescente nível de detalhe. Por exemplo, nome de via, número de polícia, código postal, localidade.

Consideremos a título de exemplo o seguinte endereço (vd. Figura 13):

Rua Nova, 6, 1º Esq.

Albufeira

8200-162 Albufeira

Além das componentes atrás referidas, localidade: *Albufeira*; nome de via: *Rua Nova*; número de polícia: *6*, bem como o código postal: *8200-162 Albufeira*, o exemplo inclui dois elementos identificadores, piso: *1º* e fracção: *Esq.*, denominados por localizantes [INS10].

As especificações INSPIRE para dados de endereço [INS10] apresentam uma estrutura de dados generalista de modo a englobar a grande heterogeneidade de endereços existente em toda a Europa. A concepção do esquema do endereço apresenta os seguintes elementos:

- *Administrative Unit Name* – nome da unidade administrativa (o nome do município);
- *Address Area Name*: nome da cidade, localidade ou sítio;

- *Postal Descriptor*: representa o código postal e a designação postal;
- *Thoroughfare Name*: nome da rua ou via de comunicação;
- *Address Locator*: nome ou designação que permite a um utilizador ou aplicação referenciar e distinguir um endereço de endereços vizinhos, dentro de uma unidade administrativa, localidade, via ou código postal. Refere-se ao número de polícia e a outros elementos identificadores associados, tais como, piso e fracção.

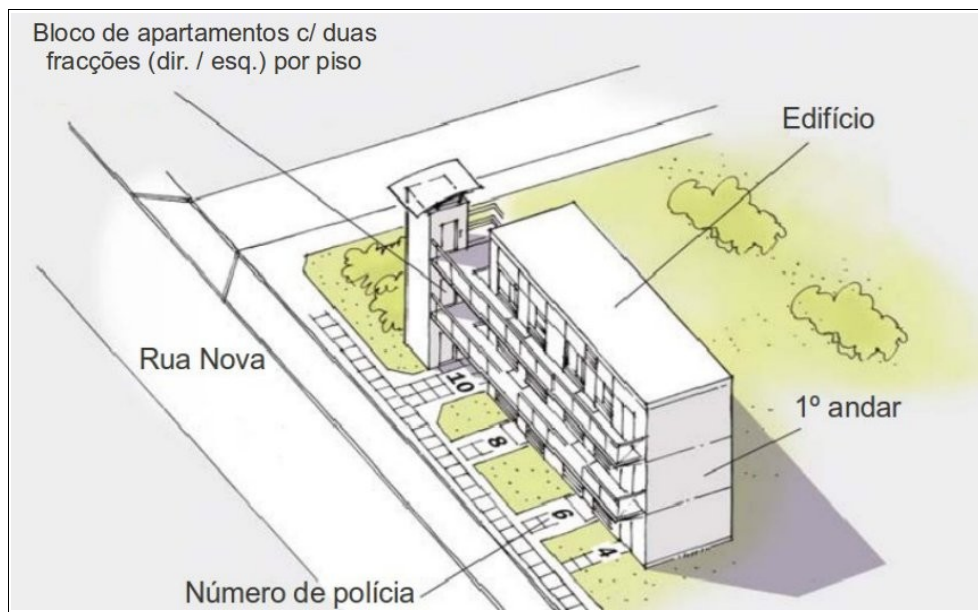


Figura 13: Exemplo de endereço (Adaptado de [INS10]).

De acordo com as especificações, num endereço é obrigatória a presença de pelo menos um localizante, que poderá ser do tipo *LocatorDesignator* ou *LocatorName* [INS10]. O *LocatorDesignator* permite diferenciar fogos¹⁸ dentro de um determinado edifício, proporcionando o aumento do nível de detalhe da informação do endereço. Este elemento é tipificado da seguinte forma:

- *addressNumber*: Identificador de endereço apenas composto por números;
- *addressNumberExtension*: Extensão associada ao número do endereço;
- *buildingIdentifierPrefix*: Prefixo ao número do edifício;

18 Fogo consiste numa parte ou totalidade de um edifício dotada de acesso independente e constituída por um ou mais compartimentos destinados à habitação e por espaços privativos complementares. (Fonte: http://metaweb.ine.pt/sim/conceitos/Detalhe.aspx?cnc_cod=1525&cnc_ini=28-04-2009).

- *floorIdentifier*: Identificador de andar ou piso dentro dos edifícios;
- *unitIdentifier*: Identificador de porta, habitação, sala, suite, divisão dentro de um edifício;
- *postalDeliveryIdentifier*: Identificador de (ponto de) caixa postal;
- *kilometerPoint*: Marcação na estrada que indica a distância existente entre o ponto de origem da estrada e a marcação. Distância medida ao longo da estrada.

O *LocatorName* assume um dos seguintes tipos:

- *siteName*: Nome de uma propriedade imobiliária, complexo imobiliário ou terreno/área;
- *buildingName*: Nome de um edifício ou parte do edifício;
- *roomName*: Identificador de uma habitação, suite ou sala dentro de um edifício.

O endereço tem ainda associada uma posição geográfica referente a um ponto, expresso em coordenadas geográficas. A posição geográfica é obrigatória e está geralmente associada ao número de polícia, no entanto este ponto pode ser derivado de outras entidades, nomeadamente, prédios cadastrais, edifícios ou eixos de via [INS10].

3.2.2. Modelo de dados INSPIRE para o endereço

As especificações INSPIRE para dados de endereços definem um modelo de dados¹⁹ flexível de forma a englobar a grande heterogeneidade de endereços europeus. O modelo é definido por um diagrama de classes que descreve o tipo de dados envolvidos e as relações estabelecidas entre eles. Um diagrama de classes permite materializar um esquema de uma base de dados ou de um documento XML [GBB05].

O diagrama de classes apresentado na Figura 14 descreve o modelo de dados de endereços adoptado. Este diagrama é composto por classes que correspondem a componentes do endereço. Oferece uma forma organizada de estruturação de dados de endereços que

¹⁹ http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/INSPIRE_DataSpecification_AD_v3.0.1.pdf.

deverá ser adoptada pelos intervenientes / responsáveis na produção e divulgação de dados de endereços.

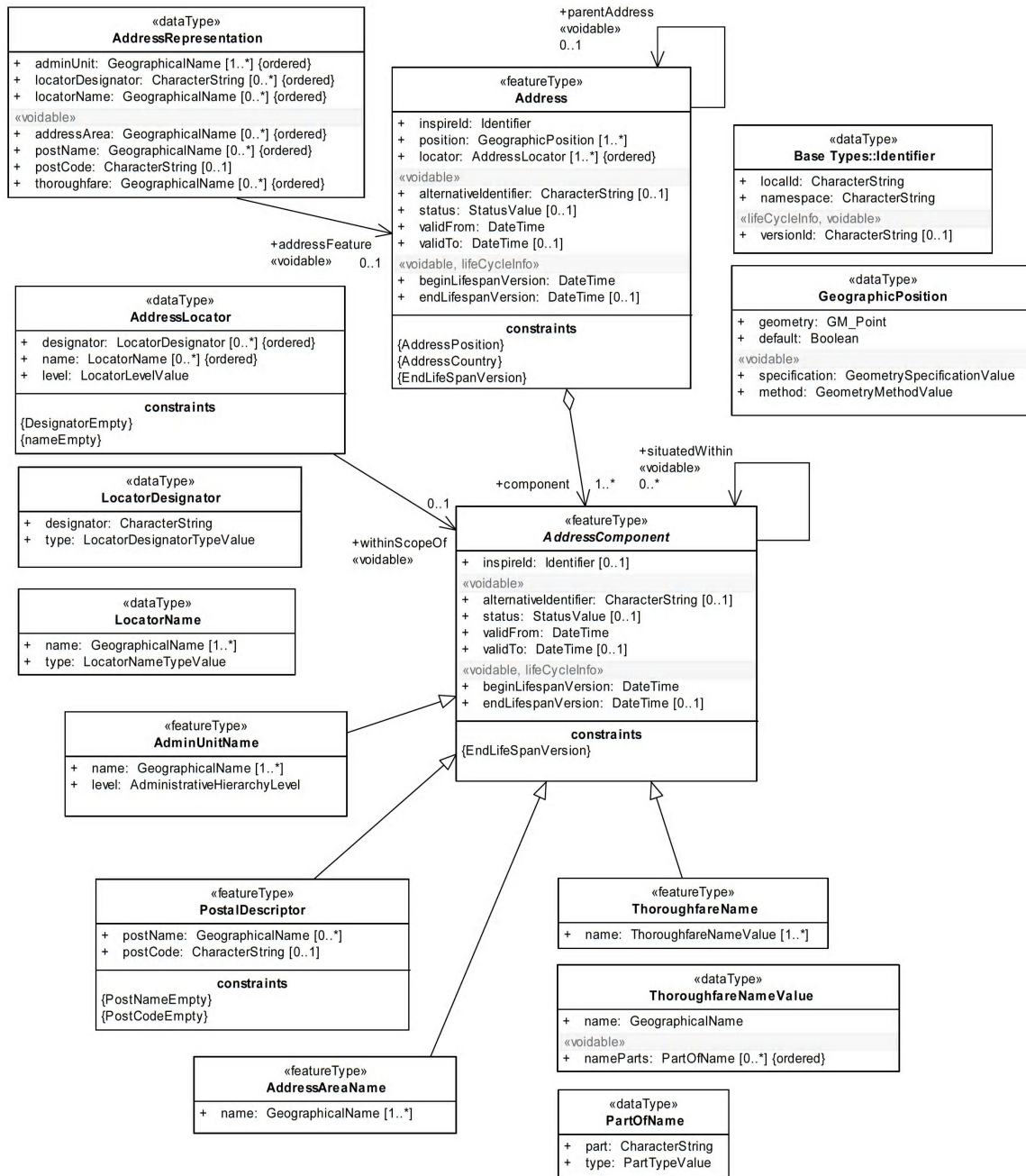


Figura 14: Diagrama de classes UML para o endereço [INS10].

No diagrama de classes da Figura 14 pode-se constatar as relações existentes entre as várias componentes do endereço. O diagrama reflecte a generalização das classes

AdminUnitName, *AddressAreaName*, *PostalDescriptor*, *ThoroughfareName* e *AddressLocator* na classe *AddressComponent*, que por sua vez, mantém uma relação de associação / agregação com a classe *Address*.

A classe *Address* contém informação acerca da localização do endereço. As restantes classes contêm informação genérica acerca das respectivas componentes. A classe *Address* mantém uma relação de 1:N (um para muitos) com as restantes classes, ou seja, cada posição geográfica está relacionada com um número de polícia, uma rua, um código postal, uma localidade e uma unidade administrativa.

As especificações INSPIRE para dados de endereço propõem a decomposição do nome de rua em várias partes, de modo a facilitar a interpretação de nomes abreviados ou mal escritos e a ordenação alfabética das ruas. A Tabela 2 apresenta um exemplo da estruturação do endereço em componentes, utilizando o exemplo de endereço mencionado na Secção 3.2.1. Como se observa, o nome de rua e o identificador apresentam a informação desagregada.

A Figura 15 apresenta outro exemplo de desagregação do endereço. Esta particularidade permite aumentar o desempenho da base de dados diminuindo o tempo de pesquisa de endereços.

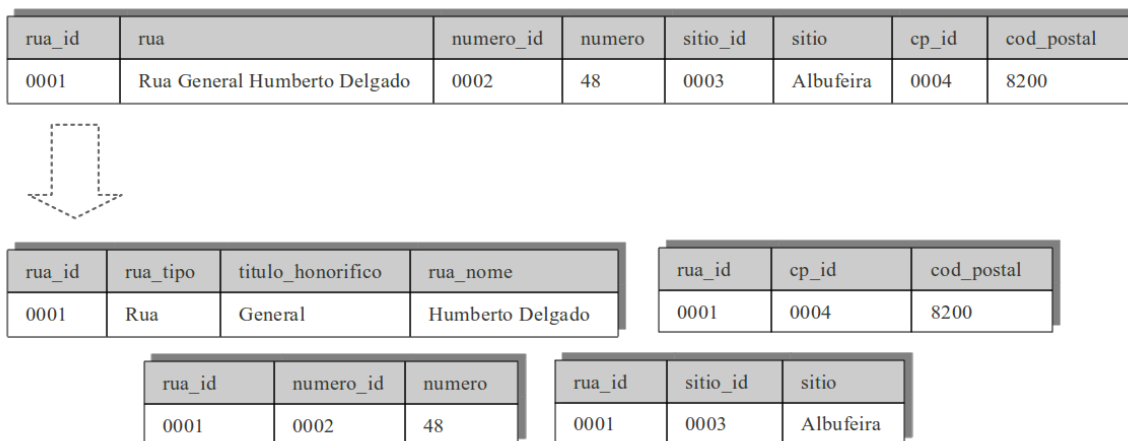


Figura 15: Exemplo de desagregação de um endereço.

Tabela 2: Estruturação de endereço segundo o modelo INSPIRE.

AdminUnitName	Unidade Administrativa
name	Portugal
level	Country
name	Albufeira
level	Municipality
AddressAreaName	Lugar, Local ou Localidade
Name	Albufeira
ThoroughfareName	Artéria
name	Rua Nova
nameParts	
part	Rua
type	type
part	Nova
type	name
Locator	Identificador
designatorValue	6
type	addressNumber
designatorValue	1º
type	floorIdentifier
designatorValue	Esquerdo
type	unitIdentifier
level	roomName
PostalDescriptor	Código Postal
postName	ALBUFEIRA
postCode	8200162

3.3. Partilha de dados de endereços via web

A Directiva INSPIRE apresenta um conjunto de regras com o objectivo de tornar os dados de endereços interoperáveis e acessíveis em toda a Europa, sugerindo que Estados-Membros disponibilizem conjuntos e serviços de dados geográficos. A partilha, o acesso e a utilização de dados geográficos em ambientes interoperáveis são estabelecidos através dos serviços de dados geográficos. Estes serviços deverão cumprir com critérios de qualidade, respeitantes ao

desempenho, capacidade e disponibilidade e fornecer serviços de consulta, acesso e transferência de dados de endereços na web. A web constitui um meio privilegiado para a publicação e disseminação de dados geográficos devido a vários factores, entre os quais, independência de plataforma e facilidade na sua utilização e acesso.

A Figura 16 apresenta um esquema generalista da distribuição de dados de endereços na web. Como se pode verificar, os serviços de dados geográficos estabelecem o acesso aos dados de endereços e garantem a disseminação de dados na web. O cliente é a aplicação ou utilizador que usufrui dos serviços, através de pesquisa e requisição de dados de endereços.

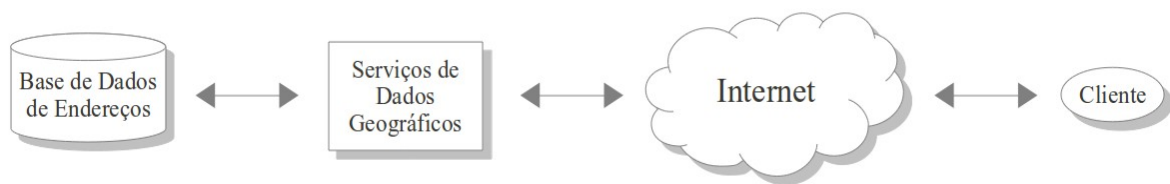


Figura 16: Distribuição de dados de endereços na web.

3.3.1. Serviços de dados geográficos INSPIRE com software de código aberto

O *Dutch Kadaster*²⁰ é uma entidade administrativa, independente do governo, responsável pelo registo predial na Holanda. É uma das entidades legalmente responsáveis pelo desenvolvimento de questões técnicas relacionadas com a implementação da Directiva INSPIRE²¹. Concretamente, é responsável pelo desenvolvimento de serviços de dados geográficos para os conjuntos de dados indicados nos Anexos I, II e III da directiva.

Dada a necessidade de partilhar ideias e linhas orientadoras entre as diversas entidades responsáveis, o *Dutch Kadaster* trabalhou em parceria com os grupos de trabalho do consórcio EURADIN (*EUROpean ADdress Infrastructure*)²² e ESDIN (*EUROpean Spatial Data Infrastructure with a Best Practice Network*)²³.

20 <http://www.kadaster.nl>.

21 <http://inspire.jrc.ec.europa.eu/index.cfm/pageid/181>.

22 <https://www.euradin.eu>.

23 <http://www.esdin.eu>.

Assim, em Março de 2010, surgiu o projecto *INSPIRE Data Services with Open Source* (Serviços de dados geográficos INSPIRE com software de código aberto)²⁴. A versão 1.0 do projecto teve como objectivo a disponibilização de um serviço de transferência de dados (WFS), em conformidade com a Directiva INSPIRE, para os conjuntos de dados do Anexo I da directiva, nomeadamente, o tema endereços (AD) e parcelas cadastrais (CP). Actualmente, a versão 2 aumenta o número de temas disponibilizados, entre os quais, unidades administrativas (AU), toponímia (GN), hidrografia (HY) e redes de transporte (TN).

Todas as tarefas do projecto do *Dutch Kadaster* foram desenvolvidas com recurso a software de código aberto, mais concretamente, o *PostgreSQL/PostGIS* como gestor de base de dados e o *deegree* como aplicação responsável pela disseminação dos dados na web. Este projecto foi uma importante referência para o desenvolvimento do nosso trabalho.

24 <http://inspire.kademo.nl>.

4. Plataforma deegree

O *deegree* é uma plataforma de código aberto, desenvolvida em linguagem *Java*, que fornece um ambiente de desenvolvimento para construção de aplicações espaciais na web, inclusive para o desenvolvimento de IDE's. Foi inicialmente desenvolvido através da cooperação entre a empresa *lat/lon* e o Departamento de Geografia da Universidade de Bonn, na Alemanha. Actualmente é um projecto da OSGeo (*Open Source Geospatial Foundation*)²⁵ e apresenta uma ampla implementação de *standards* OGC e ISO/TC 211 no contexto do software de código aberto para SIG [Dee11].

O facto do *deegree* ser desenvolvido em *Java* garante a independência de sistema operativo, podendo ser executado tanto em ambiente *Windows* como em *Linux*. Os serviços de dados geográficos configurados no *deegree* são componentes *Java* controladas pelo servidor de aplicações [SX08]. Ao contrário de um servidor HTTP vocacionado para ficheiros com conteúdos estáticos (páginas HTML), um servidor de aplicações, ou *Servlet Container*²⁶, suporta conteúdos dinâmicos (*Java Servlets*, páginas JSP, código *Javascript*). Por ser desenvolvido em *Java*, o servidor de aplicações aconselhado para o *deegree* é o *Apache Tomcat*. Este servidor de aplicações tem a capacidade de actuar como servidor web HTTP ou integrado num servidor web dedicado como o *Apache* [Che09]. A Figura 17 apresenta a arquitectura genérica do funcionamento do *deegree*.

25 A OSGeo é uma organização cuja missão é o suporte e a promoção no desenvolvimento colaborativo de tecnologias e dados geográficos. Fornece o apoio financeiro, organizacional e legal à comunidade de utilizadores de software de código aberto para SIGs. Para mais informações sobre a OSGeo consultar o seguinte endereço: <http://www.osgeo.org>.

26 Um *Servlet Container* fornece uma ambiente de gestão de *servlets*, isto é, de tecnologias baseadas na linguagem *Java* que possibilitam a criação de páginas web dinâmicas e o desenvolvimento de aplicações do lado do servidor.

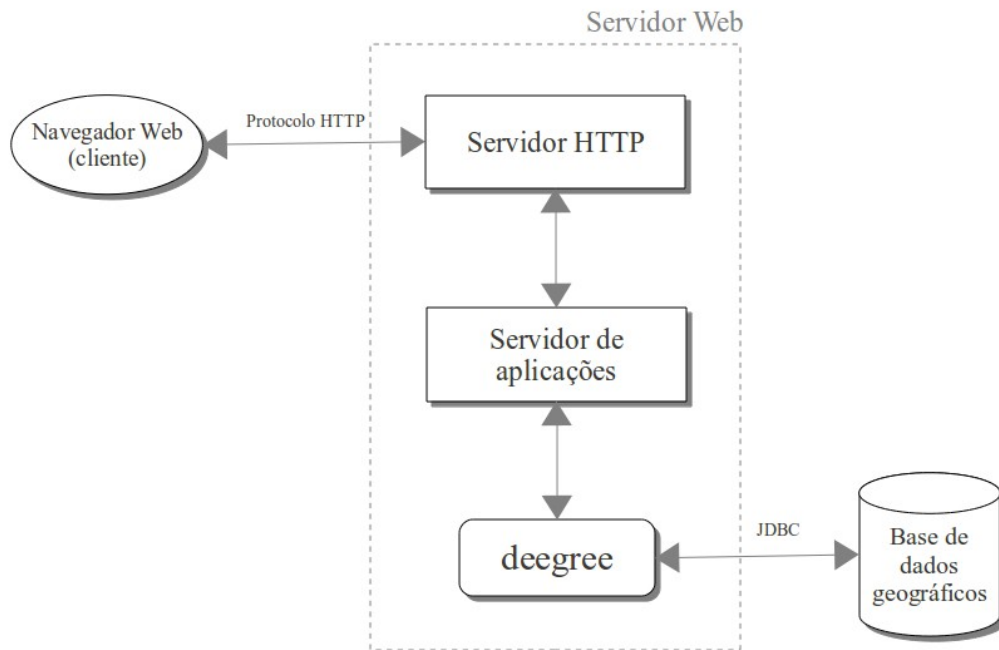


Figura 17: Arquitectura genérica do funcionamento do *deegree*.

O *deegree* permite servir conjuntos de dados geográficos e respectivos atributos provenientes de diferentes repositórios de dados, entre os quais bases de dados geográficos *PostgreSQL/PostGIS*. A conexão entre o *deegree* e o *PostgreSQL* é estabelecida através de *JDBC (Java Database Connectivity)*. Este tipo de conexão garante o acesso à base de dados e permite o envio de instruções SQL ao servidor.

As configurações do tipo de dados, do repositório de dados, da conexão *JDBC* e dos serviços geralmente são realizadas através de ficheiros XML. No entanto, a actual versão do *deegree* (versão 3) fornece um interface gráfico de administração que permite a edição dos ficheiros de configuração no *workspace* do *deegree* (vd. Figura 18).

O *workspace* ou ambiente de trabalho do *deegree* está fisicamente organizado numa directoria que contém várias sub-directorias e ficheiros de configuração, nomeadamente:

- *datasources*: directoria com ficheiros de configuração sobre o tipo de fontes de dados utilizado;
- *jdbc*: directoria com ficheiros de configuração relativos à conexão *JDBC*;

- *manager*: directoria com ficheiros XML demo de pedidos WFS;
- *schemas*: directoria de ficheiros com estruturas dos vários temas do Anexo I da Directiva INSPIRE (*GML application schemas*);
- *services*: directoria com ficheiros de configuração dos serviços WMS e WFS;
- *styles*: directoria com ficheiros de estilo de conjuntos de dados (simbologia, cores);
- *proxy.xml*: ficheiro com configurações de *proxy* (opcional).

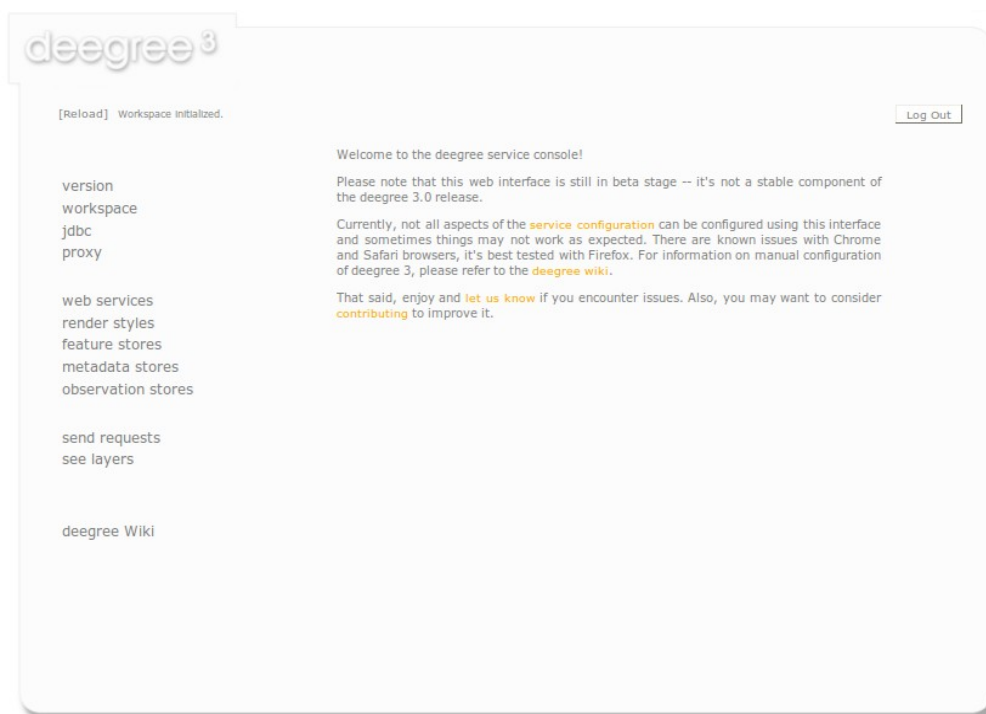


Figura 18: Consola de administração do *deegree*.

A consola de administração do *deegree* fornece ainda um útil cliente para a realização de testes. Este cliente permite o envio de pedidos ao servidor e fornece uma página web para visualização de dados geográficos através do serviço WMS.

A versão 3 do *deegree* integra módulos pré-configurados, como por exemplo o *deegree inspireNode*. Este módulo integra um conjunto de serviços pré-configurados, nomeadamente, um serviço WMS e um serviço WFS para os conjuntos de dados relativos a todos os temas do Anexo I da Directiva INSPIRE, inclusive o tema de endereços. Apresenta um conjunto de

GML application schemas referentes à estrutura de dados para cada um dos temas da directiva. Permite também a gestão de grandes quantidades de informação e garante a compatibilidade com a versão 3.2.1 da linguagem GML, exigida pela Directiva INSPIRE para efeitos de interoperabilidade de dados geográficos [HPS10].

O *deegree* possui outros módulos disponíveis, tais como:

- *deegree utahDemo*: que apresenta uma pré-configuração dos serviços WMS e WFS;
- *deegree cswDemo*: este módulo implementa um serviço CSW (*Catalog Service for the Web*), ou seja, um serviço de catálogos ou metadados;
- *deegree wpsDemo*: que permite a implementação de um serviço WPS (*Web Processing Service*). Este serviço define mecanismos para que o cliente possa submeter uma tarefa que envolva geoprocessamento (operações de intersecção, *buffers*, entre outras) a um servidor.

5. Implementação de um serviço de dados de endereços no Município de Albufeira

O presente projecto teve como objectivo a implementação de um serviço de dados de endereços baseado em serviços de dados geográficos (WMS e WFS). Este serviço segue as regras da Directiva INSPIRE e garante a interoperabilidade de dados de endereços. Proporciona uma estrutura com informação devidamente desagregada de modo a otimizar a pesquisa de endereços (vd. Figura 14) e fornece mecanismos de gestão, consulta e localização de endereços.

Os dados utilizados no presente trabalho representam dados de endereços do Município de Albufeira e estão armazenados numa base de dados cuja estrutura difere da estrutura definida no diagrama da Figura 14. Neste contexto houve a necessidade de criar um ficheiro GML de dados de endereços estruturado de acordo com o diagrama de classes UML da Figura 14 e em conformidade com as especificações INSPIRE para dados de endereços (vd. Secção 5.3).

Ao respeitar as normas INSPIRE, este trabalho poderá integrar o serviço de dados de endereços do Município de Albufeira na IDE Nacional. O serviço WFS assegura o acesso e a gestão dos dados de endereços através de pedidos realizados ao servidor. O serviço WMS oferece uma representação gráfica dos endereços, podendo sobrepô-los com cartografia de base (como por exemplo ortofotomapas, cartas militares ou outros serviços de mapas). A grande vantagem da disponibilização de informação geográfica através do serviço WFS, face ao WMS, é a capacidade aceder aos dados como se fossem dados locais.

Neste capítulo é apresentada a solução, baseada exclusivamente em software de código aberto, para o armazenamento, disseminação, localização e visualização de dados de

endereços normalizados na web. O *deegree* é a plataforma com maior destaque neste trabalho. Apresenta um sistema pré-configurado de serviços WMS e WFS em conformidade com a Directiva INSPIRE (o *deegree inspireNode*) e permite estabelecer ligação com bases de dados geográficos, nomeadamente, bases de dados em *PostgreSQL/PostGIS*.

5.1. Arquitectura da solução

A estrutura geral da solução adoptada no presente trabalho está apresentada no esquema da Figura 19 e, basicamente, consiste num conjunto de procedimentos inter-relacionados que garantem o fluxo dos dados de endereços.

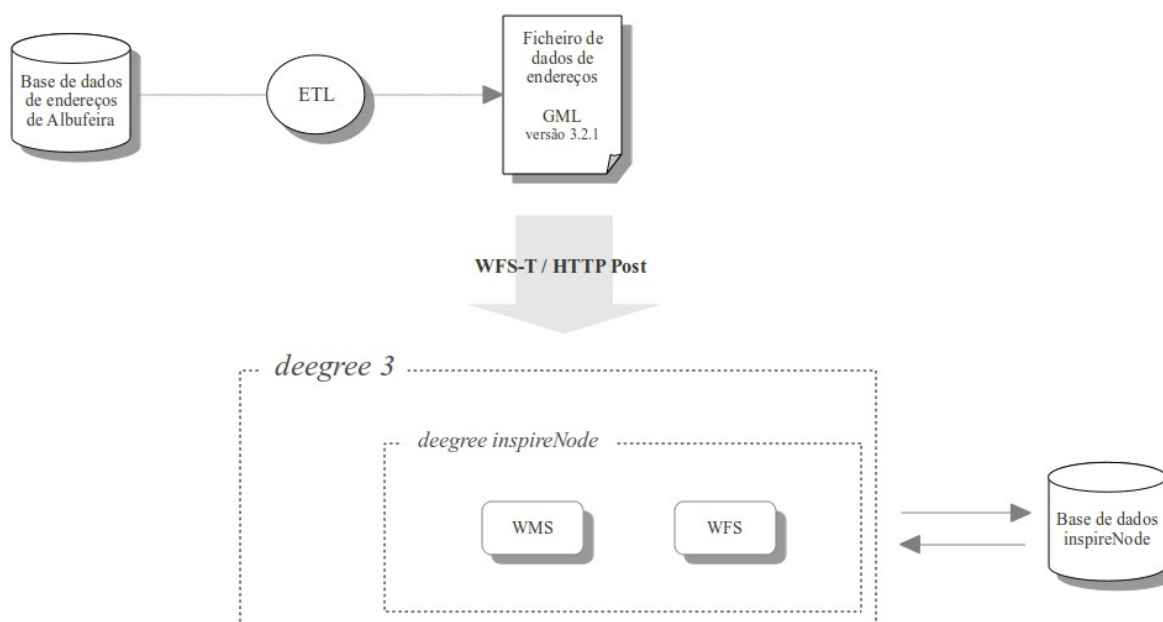


Figura 19: Fluxo de dados de endereços.

O *deegree* permite aos utilizadores partilhar e editar dados geográficos. Foi desenvolvido para a interoperabilidade e permite publicar dados a partir de várias fontes de dados geográficos, utilizando normas abertas (OGC e ISO/TC 211). Esta aplicação assume um papel central neste projecto, principalmente devido à solução modular *deegree inspireNode*. Este módulo inclui um sistema pré-configurado de serviços de dados geográficos WMS e WFS e apresenta um conjunto de *GML application schemas* que definem a estrutura dos

dados para cada tema do Anexo I da Directiva INSPIRE, inclusive, para o tema dos endereços. Esta solução pré-configurada permitiu a implementação do serviço de dados de endereços de acordo com a Directiva INSPIRE.

Para além dos procedimentos habituais de instalação da aplicação e das várias componentes (vd. Anexo 2) salienta-se a criação da base de dados *inspireNode*. A criação desta base de dados é efectuada através de um conjunto de instruções em linguagem SQL apresentadas na Figura 20. Na presente solução adoptou-se o gestor de bases de dados *PostgreSQL/PostGIS* em articulação com o software *deegree*.

```

01 CREATE TABLE feature_types (id smallint PRIMARY KEY, qname text NOT NULL);
02 COMMENT ON TABLE feature_types IS 'Ids and bboxes of concrete feature types';
03 SELECT ADDGEOMETRYCOLUMN('public', 'feature_types', 'bbox', '-1', 'GEOMETRY', 2);
04 INSERT INTO feature_types (id, qname) VALUES
    (0, '{urn:x-inspire:specification:gmlas:Addresses:3.0}Address');
05 INSERT INTO feature_types (id, qname) VALUES
    (1, '{urn:x-inspire:specification:gmlas:Addresses:3.0}AddressAreaName');
06 INSERT INTO feature_types (id, qname) VALUES
    (2, '{urn:x-inspire:specification:gmlas:Addresses:3.0}AdminUnitName');
07 INSERT INTO feature_types (id, qname) VALUES
    (3, '{urn:x-inspire:specification:gmlas:Addresses:3.0}PostalDescriptor');
08 INSERT INTO feature_types (id, qname) VALUES
    (4, '{urn:x-inspire:specification:gmlas:Addresses:3.0}ThoroughfareName');
    (...)

01a CREATE TABLE gml_objects (id serial PRIMARY KEY, gml_id text UNIQUE NOT NULL, ft_type smallint
02a REFERENCES feature_types, binary_object bytea);
03a COMMENT ON TABLE gml_objects IS 'All objects (features and geometries)';
04a SELECT ADDGEOMETRYCOLUMN('public', 'gml_objects', 'gml_bounded_by', '-
    1', 'GEOMETRY', 2);
05a ALTER TABLE gml_objects ADD CONSTRAINT gml_objects_geochk CHECK (isvalid(gml_bounded_by));
06a CREATE INDEX gml_objects_sidx ON gml_objects USING GIST (gml_bounded_by
    GIST_GEOMETRY_OPS);

```

Figura 20: Script em linguagem SQL para criação da base de dados *inspireNode*.

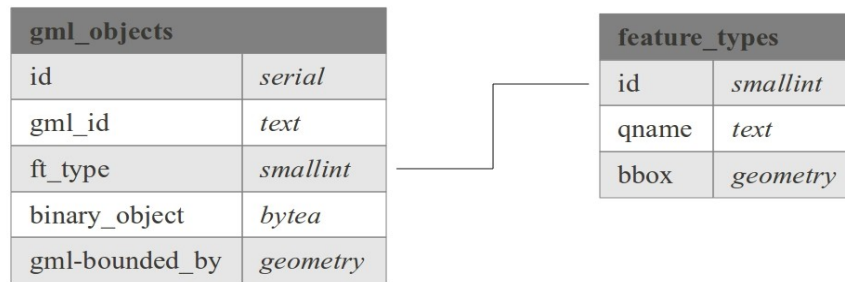
Esta base de dados (*inspireNode*) é constituída por duas tabelas: i) “*feature_types*” e ii) “*gml_objects*”, cuja estrutura se apresenta na Figura 21. Cada registo da tabela “*feature_types*” refere-se a uma das classes (*feature types*) indicadas no diagrama UML (vd. Figura 14), como por exemplo, a classe “*Address*”, “*ThoroughfareName*”, entre outras. O atributo “*id*” é um número sequencial único, “*qname*” (*qualified name*) refere-se ao nome e domínio da classe (e.g. {*urn:x-inspire:specification:gmlas:Addresses:3.0*}*Address*) e “*bbox*” (*bounding box*) é um atributo do tipo geometria que representa um rectângulo envolvente de um conjunto de *features*.

Por seu lado, a outra tabela desta base de dados, “*gml_objects*”, é utilizada para armazenar dados de endereços (*features*). Estes dados descritos na linguagem GML estão inseridos no campo “*binary_object*” do tipo BLOB²⁷. Cada registo desta tabela refere-se a uma única componente do endereço (*feature*), e.g. um número de polícia, uma rua, um sítio ou um código postal. Cada registo possui um identificador “*ft_type*” relacionado com o atributo “*id*” na tabela “*feature_types*” (vd. Figura 21).

Sempre que a componente corresponda a um “*Address*”, o atributo “*gml_bounded_by*” do tipo geometria, incluirá um ponto que representa a localização do número de polícia correspondente. Deste modo cada endereço inclui valores das respectivas componentes em vários registos. A relação entre um número de polícia e as restantes componentes do endereço é realizada através de *Xlink* com auxílio de um identificador comum, o atributo “*gml_id*”. Cada *feature* número de polícia descrita em GML inclui um *Xlink* que permite associar o número de polícia à rua, sítio e código postal correspondente.

Para o carregamento na base de dados *inspireNode* houve a necessidade de organizar todos os dados de endereços de Albufeira num ficheiro de dados GML (vd. Secção 5.3) com estrutura definida no diagrama de classes UML apresentado na Figura 14. Os dados deste ficheiro serão posteriormente transferidos para a base de dados *inspireNode* num processo que será apresentado mais adiante na Secção 5.4, onde se descreve o processo *Extract-Transform-Load* (ETL). Para a criação deste ficheiro desenvolveu-se um script em linguagem *Python* que assegura a leitura dos dados da actual base de dados de Albufeira de forma automática, que se apresenta na Secção 5.3.

²⁷ BLOB (*Binary Large Object*) é um tipo de dados utilizado para o armazenamento de dados binários em bases de dados.

Figura 21: Base de dados *inspireNode*.

5.2. Dados disponíveis

Os dados de endereços do Município de Albufeira estão armazenados numa base de dados geográficos *PostgreSQL/PostGIS*. Esta base de dados apresenta um vasto conjunto de dados que inclui, entre outros, a localização pontual do número de polícia, localização dos eixos das vias de comunicação (artérias) e descritores alfanuméricos com informação diversa relativamente a estes temas. Deste conjunto de dados foi extraída a informação pretendida para a base de dados *inspireNode*.

De acordo com as orientações da Directiva INSPIRE, os dados a disponibilizar deverão estar referenciados no sistema ETRS89. Dado que os dados de endereços do Município de Albufeira se encontram referenciados no sistema HG *datum 73*, foi necessário efectuar a conversão de coordenadas entre sistemas de referência.

A transformação entre os referidos sistemas de referência foi realizada recorrendo a funcionalidades do *PostGIS*, utilizando o método das grelhas. Neste tipo de transformações, o *PostGIS* utiliza a biblioteca PROJ.4. Esta biblioteca inclui informação das características dos vários sistemas de referência e dos parâmetros de transformação entre eles.

Os métodos de transformação mais comuns são *Bursa-Wolf*, *Molodensky* e das grelhas. O método das grelhas apresenta melhores resultados [Gon09] e é o método utilizado pelo Município de Albufeira, razão pela qual se optou por este método.

O carregamento na base de dados *inspireNode* foi efectuado a partir de uma tabela de dados com estrutura descrita na classe espacial apresentada na Figura 22 (b). A geometria dos dados de endereços é do tipo ponto e os atributos incluem informação relativa ao tipo e nome de via, número de polícia, localidade, código e designação postal.

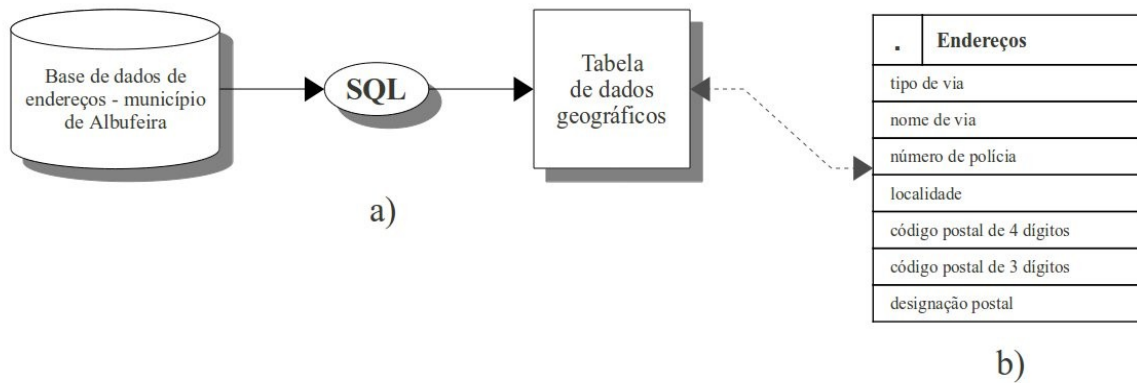


Figura 22: Representação dos dados disponíveis.

A tabela de dados com a estrutura de atributos definida pela classe espacial atrás referida, foi obtida através de uma interrogação em SQL à base de dados de endereços do Município de Albufeira (Figura 22 (a) e Figura 23).

```

01 CREATE TABLE projecto.t_numpol AS (
02 SELECT gid, number_id, numero, street_id, st_type, st_name, cp4 || cp3 AS cp, cp_alf, codlugar, lugar,
    ST_Transform(the_geom, 4258), ST_X(ST_Transform(the_geom, 4258)) AS x, ST_Y(ST_Transform(the_geom,
    4258)) AS y
03 FROM projecto.t_street
    );

```

Figura 23: Instrução SQL para criação e carregamento da tabela de dados para posterior transferência para a base de dados *inspireNode*.

5.3. Ficheiro de dados de endereços

Como referido anteriormente, para o carregamento da base de dados *inspireNode* foi necessária a criação do ficheiro de dados de endereços em formato GML. Este ficheiro, descrito na linguagem GML (versão 3.2.1), foi estruturado de acordo com o diagrama de classes UML da Figura 14.

O ficheiro de dados de endereços foi resultado de um script desenvolvido na linguagem de programação *Python*²⁸ (vd. Apêndices) e proporcionou uma forma “automática” para o preenchimento da base de dados *inspireNode* a partir dos dados de endereços provenientes da base de dados de Albufeira (vd. Secção 5.4). Os dados de endereços de Albufeira são os valores de *input* do script. O resultado do script, ou o valor de *output*, corresponde ao ficheiro de dados GML.

Os valores de *input* foram acedidos utilizando a biblioteca *Psycopg2*²⁹. Este *driver* para a linguagem *Python* permite interagir com bases de dados *PostgreSQL*. Permite estabelecer uma conexão à base de dados e executar instruções SQL, nomeadamente, operações de consulta, actualização, inserção ou remoção de dados. O *output* corresponde ao ficheiro de dados de endereços que foi desenvolvido com auxílio da biblioteca *xml.dom.minidom*³⁰. Esta biblioteca disponível para *Python* fornece funcionalidades para carregar uma estrutura XML em memória e um conjunto de métodos para percorrer e pesquisar o conteúdo do XML.

O ficheiro de dados de endereços é descrito na linguagem GML e utiliza como base o elemento “*FeatureCollection*” (vd. Figura 24). Este elemento representa uma colecção de elementos geográficos (*featureMember*), incluindo as suas propriedades, geometrias, sistemas de referência, entre outros. Cada elemento “*featureMember*” corresponde a uma classe no diagrama UML da Figura 14, ou seja, corresponde também a uma componente de endereço, como por exemplo, rua, número de polícia, sítio ou código postal. A Figura 24 representa um “*featureMember*” do tipo “*Address*” referente ao número de polícia “16” (vd. linha 26 da Figura 24).

28 <http://www.python.org>.

29 <http://initd.org/psycopg>.

30 <http://docs.python.org/library/xml.dom.minidom.html>.

```

01 <wfs:FeatureCollection xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
    xmlns:gsm1="urn:cgi:xmls:CGI:GeoSciML:2.0"
    xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"
    xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
    xmlns:wfs="http://www.opengis.net/wfs" numberOfFeatures="2"
    xsi:schemaLocation="urn:cgi:xmls:CGI:GeoSciML:2.0 http://www.geosciml.org/geosciml/2.0/xsd/geosciml.xsd
    http://www.opengis.net/wfs http://schemas.opengis.net/wfs/1.1.0/wfs.xsd">
02 <gml:featureMember>
03 <AD:Address gml:id="PT.ALBF.1">
04 <AD:inspireId>
05 <base:Identifier>
06 <base:localId>1</base:localId>
07 <base:namespace>PT.ALBF</base:namespace>
08 </base:Identifier>
09 </AD:inspireId>
10 <AD:position>
11 <AD:GeographicPosition>
12 <AD:geometry>
13 <gml:Point srsName="EPSG:4258" gml:id="PT.ALBF.1_P">
14 <gml:pos>-8.2514637902034 37.0876881119333</gml:pos>
15 </gml:Point>
16 </AD:geometry>
17 <AD:specification>entrance</AD:specification>
18 <AD:method>byOtherParty</AD:method>
19 <AD:default>>true</AD:default>
20 </AD:GeographicPosition>
21 </AD:position>
22 <AD:locator>
23 <AD:AddressLocator>
24 <AD:designator xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml">
25 <AD:LocatorDesignator>
26 <AD:designator>16</AD:designator>
27 <AD:type>2</AD:type>
28 </AD:LocatorDesignator>
29 </AD:designator>
30 <AD:level>unitLevel</AD:level>
31 </AD:AddressLocator>
32 </AD:locator>
33 <AD:validFrom xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml">2010-01-01T00:00:00.000</AD:validFrom>
34 <AD:validTo xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml">2299-12-31T00:00:00.000</AD:validTo>
35 <AD:beginLifespanVersion xsi:nil="true" nilReason="UNKNOWN" />
36 <AD:endLifespanVersion xsi:nil="true" nilReason="UNKNOWN" />
37 <AD:component xlink:href="#PT.ALBF.AA.1" />
38 <AD:component xlink:href="#PT.ALBF.PD.1" />
39 <AD:component xlink:href="#PT.ALBF.TN.1" />
40 </AD:Address>
41 </gml:featureMember>
    (...)
99 </wfs:FeatureCollection>

```

Figura 24: Ficheiro de dados de endereços (*FeatureMember Address*).

Tal como em qualquer ficheiro descrito em XML, o ficheiro de dados de endereços permite relacionar elementos geográficos dentro do mesmo documento ou noutro qualquer documento acessível na web. A relação é estabelecida pela utilização do *Xlink* através da seguinte sintaxe: `<gml:featureMember xlink:href="#id"/>`. No exemplo da Figura 24, o “*featureMember*” “*Address*” relaciona-se com outras componentes do endereço, nomeadamente, o “*featureMember*” “*AddressAreaName*“, “*PostalDescriptor*“ e “*ThoroughfareName*“.

5.4. Processo ETL

A migração dos dados da base de dados de endereços de Albufeira para a base de dados *inspireNode* foi estabelecida através do processo ETL (*Extract-Transform-Load*). Este processo fornece um método de conversão, transformação e integração de dados entre bases de dados. Permite a extracção de dados, a sua transformação de acordo com necessidades pretendidas e o carregamento desses mesmos dados num repositório de dados, como por exemplo, uma directoria ou base de dados. No presente projecto, o ETL consistiu nas seguintes fases:

- i. Extracção (*Extract*): que consiste em extrair os dados de endereços armazenados na base de dados de Albufeira;
- ii. Transformação (*Transform*): para gerar o ficheiro de dados de endereços a partir dos dados disponíveis;
- iii. Carregamento (*Load*): que permite carregar o ficheiro de dados na base de dados *inspireNode*, mais concretamente na tabela “*gml_objects*”.

As fases de extracção e transformação de dados reportam à produção do ficheiro de dados de endereços apresentado na secção anterior (vd Secção 5.3).

O ficheiro de dados GML foi definido como um pedido WFS de inserção “*wfs:Transaction*” (vd. Figura 25). Desta forma o ficheiro de dados GML é interpretado como um ficheiro de pedido de inserção WFS-T. A fase de carregamento dos dados de endereços na base de dados *inspireNode* foi realizada “fora” do script e consistiu no envio de um pedido

HTTP POST ao servidor.

```

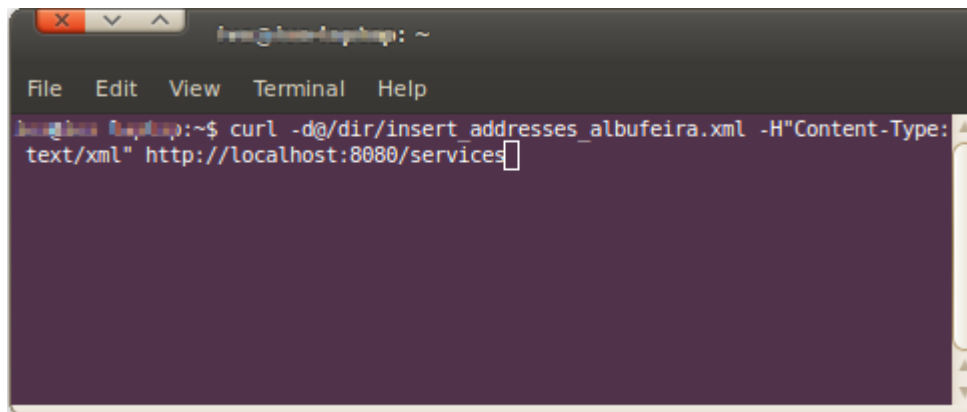
01 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
02 <wfs:Transaction xmlns:wfs="http://www.opengis.net/wfs" xmlns:app="http://www.deegree.org/app"
  xmlns:AD="urn:x-inspire:specification:gmlas:Addresses:3.0" xmlns:GN="urn:x-
  inspire:specification:gmlas:GeographicalNames:3.0" xmlns:base="urn:x-
  inspire:specification:gmlas:BaseTypes:3.2" xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
  xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml" xmlns:CP="urn:x-
  inspire:specification:gmlas:CadastralParcels:3.0" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-
  instance" version="1.1.0" service="WFS" gml:id="NL.KAD.BAG" xsi:schemaLocation="urn:x-
  inspire:specification:gmlas:Addresses:3.0 http://schemas.kademo.nl/inspire/v3.0/Addresses.xsd urn:x-
  inspire:specification:gmlas:CadastralParcels:3.0
  http://schemas.kademo.nl/inspire/v3.0/CadastralParcels.xsd http://www.opengis.net/wfs
  http://schemas.kademo.nl/ogc/wfs/1.1.0-gml3.2.1/wfs.xsd">
03   <wfs:Insert handle="insert" idgen="UseExisting">
04     <wfs:FeatureCollection xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
  xmlns:gml="urn:cgi:xmlns:CGI:GeoSciML:2.0"
  xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xmlns:wfs="http://www.opengis.net/wfs" numberOfFeatures="2"
  xsi:schemaLocation="urn:cgi:xmlns:CGI:GeoSciML:2.0
  http://www.geosciml.org/geosciml/2.0/xsd/geosciml.xsd http://www.opengis.net/wfs
  http://schemas.opengis.net/wfs/1.1.0/wfs.xsd">
05       <gml:featureMember>
06         (...)
07       </gml:featureMember>
08     </wfs:FeatureCollection>
09   </wfs:Insert>
10 </wfs:Transaction>

```

Figura 25: Extracto do ficheiro de dados GML.

O ficheiro de dados de endereços apresenta uma dimensão significativa dado o grande volume de dados disponíveis. Desta forma não foi possível executar o pedido de inserção via WFS-T através da consola de administração do *deegree inspireNode*. O pedido foi realizado com recurso à aplicação *cURL*³¹. Esta aplicação oferece uma ferramenta para transferência de dados na web através do protocolo HTTP, permitindo o envio de pedidos HTTP POST ao servidor. A inserção dos dados via HTTP POST foi realizada através da linha de comando apresentada na Figura 26.

31 <http://curl.haxx.se>.

A terminal window with a dark background and light text. The window title is "Terminal". The menu bar includes "File", "Edit", "View", "Terminal", and "Help". The prompt is "img@img: ~\$". The command entered is "curl -d@dir/insert_addresses_albufeira.xml -H'Content-Type: text/xml' http://localhost:8080/services". The cursor is at the end of the command.

```
img@img: ~$ curl -d@dir/insert_addresses_albufeira.xml -H'Content-Type: text/xml' http://localhost:8080/services
```

Figura 26: Linha de comando *cURL* utilizada no envio de pedido HTTP POST ao servidor.

5.5. Serviço de dados de endereços

O serviço de dados de endereços garante a interoperabilidade de dados e serviços de dados geográficos relativamente ao tema INSPIRE para o endereço. Fornece ainda as ferramentas necessárias para consulta, localização, visualização e gestão de dados de endereços.

Nesta secção é apresentada a forma de acesso aos dados de endereços e aplicações práticas do serviço de dados de endereços relacionadas com a consulta e localização de endereços. Também é apresentada uma solução para a actualização de dados de endereços, visto que estes dados são submetidos a actualizações constantes por parte da Câmara Municipal de Albufeira.

5.5.1. Acesso aos dados de endereços

Os dados de endereços estão disponíveis através dos serviços de dados geográficos, mais concretamente através do serviço WFS. O acesso aos dados de endereços é estabelecido mediante o envio de pedidos ao servidor, que por sua vez podem ser submetidos através de um cliente SIG desktop (*QuantumGIS*, o *gvSIG*, o *uDig*, o *Kosmo*, o *ArcGIS*, entre outros) ou

através de uma interface web, como por exemplo o *deegree inspireNode*. Os pedidos também poderão ser requisitados por outra aplicação desde que suporte a versão 3.2.1 da linguagem GML e que forneça um método de pesquisa de endereços.

Grande parte dos clientes SIG até ao momento não suportam a última versão do GML. Estes clientes permitem a visualização dos dados de endereços apenas por intermédio do serviço WMS. Apesar de não ser possível acederem aos dados de endereços, os clientes SIG conseguem aceder a uma imagem representativa dos dados de endereços. A Figura 27 apresenta uma representação dos dados de endereços num cliente SIG desktop.

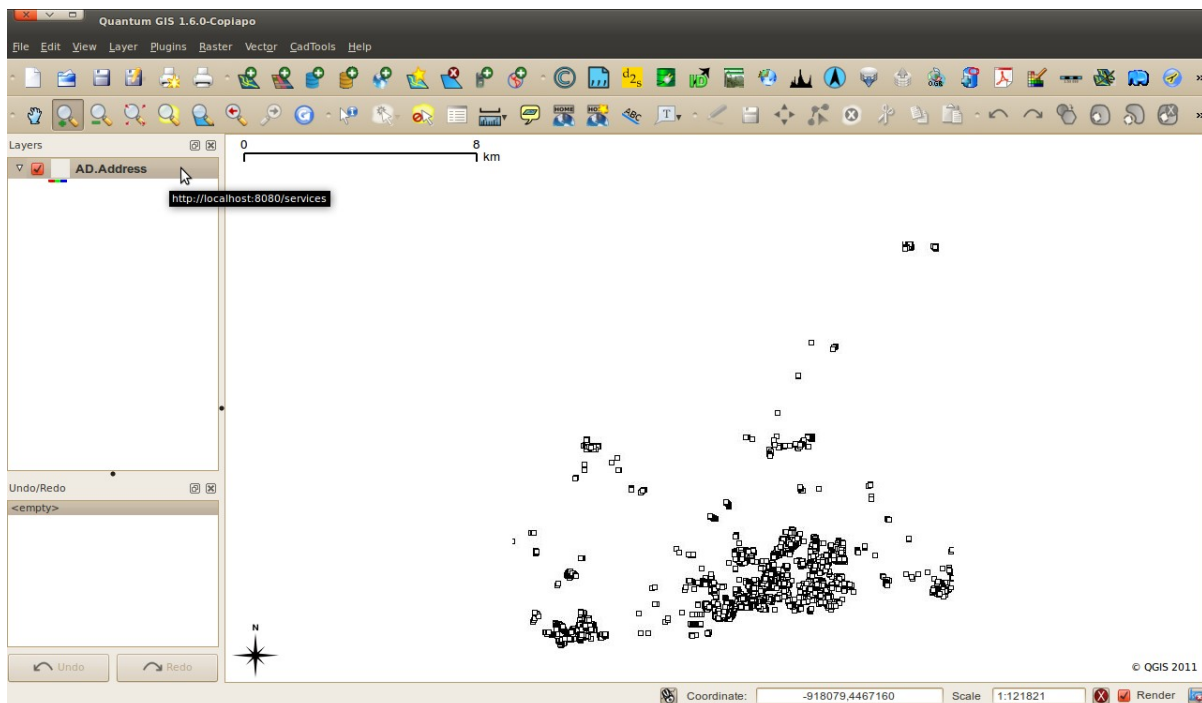


Figura 27: Serviço WMS no *QuantumGIS*.

O acesso aos dados de endereços é realizado com recurso a um cliente que suporte a versão 3.2.1 da GML. A aplicação *deegree inspireNode* satisfaz esse requisito e permite aceder aos dados de endereços mediante pedidos ao serviço WFS. Desta forma é possível aceder aos dados de endereços e respectivos atributos.

As operações de consulta de endereços são requisitadas ao servidor através de pedidos WFS codificados na linguagem XML (método HTTP POST). A sintaxe e outras propriedades dos pedidos, em particular dos pedidos WFS, estão documentadas nas especificações OGC

para codificação de pedidos [OGC05a]. A Tabela 3 apresenta alguns dos parâmetros utilizados num pedido *GetFeature*.

Tabela 3: Parâmetros WFS para pedido *GetFeature* [OGC05].

Componentes do pedido	Descrição
<i>Request</i> (o)	Definição do tipo de pedido WFS (por exemplo <i>GetFeature</i>).
<i>Service</i> (o)	Definição do tipo de serviço (por exemplo WFS).
<i>TypeName</i> (o)	Definição do(s) <i>featureType</i> (s) devolvidos no pedido.
<i>Version</i> (f)	Versão WFS do pedido (por exemplo 1.1.0).
<i>OutputFormat</i> (f)	Especificação do formato de saída dos dados (por exemplo GML 3.2.1).
<i>BBox</i> (o)	Definição de uma <i>bounding box</i> .
<i>Filter</i> (o)	Definição de uma condição. Caso este parâmetro seja utilizado, deve ser especificada um condição para cada <i>featureType</i> listado na componente <i>TypeName</i> .

(o) – Obrigatório; (f) – Facultativo

Um pedido WFS pode apresentar parâmetros opcionais, tais como, a limitação de *features* devolvidas no pedido, o sistema de referência, a definição de uma *bounding box* (a definição de um rectângulo envolvente aos dados), ou a definição de uma condição / restrição, entre outros.

A operação que permite aceder aos dados de endereços é a operação *GetFeature*. O exemplo da Figura 28 apresenta um pedido *GetFeature* para consultar um endereço através da componente rua (e.g. “Rua Nova”).

Como se verifica na Figura 28, além das componentes obrigatórias (*request*, *service* e *typeName*), o pedido WFS inclui componentes facultativas, tais como, a versão do serviço, o formato do ficheiro de saída (GML 3.2.1), a definição do *propertyName*, entre outras. A componente *propertyName* é utilizada para codificar o nome de qualquer propriedade de um objecto e permite especificar quais os objectos a filtrar numa determinada consulta. O *propertyName* pode representar um campo de uma determinada tabela de uma base de dados ou um elemento XML.

```

01 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
02 <wfs:GetFeature version="1.1.0" xmlns:ad="urn:x-inspire:specification:gmlas:Addresses:3.0" xmlns:gn="urn:x-
inspire:specification:gmlas:GeographicalNames:3.0" xmlns:wfs="http://www.opengis.net/wfs"
  xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml" xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wfs
  http://schemas.opengis.net/wfs/1.1.0/wfs.xsd" outputFormat="text/xml; subtype=gml/3.2.1">
03   <wfs:Query typeName="ad:Address">
04     <ogc:Filter>
05       <ogc:PropertyIsEqualTo>
06         <ogc:PropertyName>ad:component/ad:ThoroughfareName/ad:name/gn:GeographicalName/gn:spelling/
gn:SpellingOfName/gn:text</ogc:PropertyName>
07         <ogc:Literal>Rua Nova</ogc:Literal>
08       </ogc:PropertyIsEqualTo>
09     </ogc:Filter>
10   </wfs:Query>
11 </wfs:GetFeature>

```

Figura 28: Pedido *GetFeature* com condição de selecção por nome de rua.

O exemplo da Figura 28 apresenta uma condição de selecção por *propertyName* para que a pesquisa seja apenas realizada nas classes de objectos mencionadas. Estas classes referem-se a classes do diagrama da Figura 14. O resultado do pedido, apresentado na Figura 29, refere um excerto do documento GML devolvido. Este ficheiro contém propriedades, incluindo a posição geográfica, de todos os endereços cujo nome de rua (*ThoroughfareName*) corresponde ao nome “Rua Nova”.

Um pedido *GetFeature* possibilita a definição de uma condição de selecção composta através das operações lógicas “*And*” ou “*Or*”. Um exemplo de uma condição de selecção composta é a possibilidade de pesquisar, simultaneamente, um número de polícia e um nome de rua. Como se verifica na Figura 30, a condição contém uma operação lógica “*And*” e uma comparação “*PropertyIsEqualTo*”. Desta forma é possível restringir um pedido pelo nome de rua “Rua Nova” e em simultâneo pelo número de polícia “30”.

Num pedido *GetFeature* também pode ser especificada uma selecção por *bounding box*. Esta condição permite definir as coordenadas dos vértices de um rectângulo envolvente com o objectivo de restringir a área pesquisável. O exemplo da Figura 31 apresenta uma operação *GetFeature* com uma selecção por *bounding box*.

```

01 <gml:FeatureCollection xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/gml/3.2
http://schemas.opengis.net/gml/3.2.1/deprecatedTypes.xsd urn:x-inspire:specification:gmlas:Addresses:3.0
http://localhost:8080/services?
SERVICE=WFS&VERSION=1.1.0&REQUEST=DescribeFeatureType&OUTPUTFORMAT=text
%2Fxml%3B+subtype%3Dgml%2F3.2.1&TYPENAME=ad:Address&NAMESPACE=xmlns(ad=urn
%3Ax-inspire%3Aspecification%3Agmlas%3AAddresses%3A3.0)" gml:id="WFS_RESPONSE"
xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2" xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc"
xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" xmlns:ad="urn:x-inspire:specification:gmlas:Addresses:3.0"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">
02   <gml:featureMember>
03     <ad:Address gml:id="PT.ALBF.2475">
04       <ad:inspireId xmlns:base="urn:x-inspire:specification:gmlas:BaseTypes:3.2">
05         <base:Identifier>
06           <base:localId>2475</base:localId>
07           <base:namespace>PT.ALBF</base:namespace>
08         </base:Identifier>
09       </ad:inspireId>
10       <ad:position>
11         <ad:GeographicPosition>
12           <ad:geometry>
13             <gml:Point gml:id="PT.ALBF.2475_P" srsName="EPSG:4258">
14               <gml:pos>-8.25071944 37.08717427</gml:pos>
15             </gml:Point>
16           </ad:geometry>
17           <ad:specification>entrance</ad:specification>
18           <ad:method>byOtherParty</ad:method>
19           <ad:default>true</ad:default>
20         </ad:GeographicPosition>
21       </ad:position>
22       <ad:locator>
23         <ad:AddressLocator>
24           <ad:designator>
25             <ad:LocatorDesignator>
26               <ad:designator>10</ad:designator>
27               <ad:type>2</ad:type>
28             </ad:LocatorDesignator>
29           </ad:designator>
30           <ad:level>unitLevel</ad:level>
31         </ad:AddressLocator>
32       </ad:locator>
33       <ad:validFrom>2010-01-01T00:00:00.000</ad:validFrom>
34       <ad:validTo>2299-12-31T00:00:00.000</ad:validTo>
35       <ad:beginLifespanVersion xsi:nil="true" nilReason="UNKNOWN"></ad:beginLifespanVersion>
36       <ad:endLifespanVersion xsi:nil="true" nilReason="UNKNOWN"></ad:endLifespanVersion>
37       <ad:component xlink:href="http://localhost:8080/services?
SERVICE=WFS&VERSION=1.1.0&REQUEST=GetGmlObject&OUTPUTFORMAT=text%2Fxml
%3B+subtype%3Dgml
%2F3.2.1&TRAVERSELINKDEPTH=0&GMLOBJECTID=PT.ALBF.AA.85704#PT.ALBF.AA.85704"></ad:
component>
38       <ad:component xlink:href="http://localhost:8080/services?
SERVICE=WFS&VERSION=1.1.0&REQUEST=GetGmlObject&OUTPUTFORMAT=text%2Fxml
%3B+subtype%3Dgml
%2F3.2.1&TRAVERSELINKDEPTH=0&GMLOBJECTID=PT.ALBF.PD.8200162#PT.ALBF.PD.8200162"></ad:component>
39       <ad:component xlink:href="http://localhost:8080/services?
SERVICE=WFS&VERSION=1.1.0&REQUEST=GetGmlObject&OUTPUTFORMAT=text%2Fxml
%3B+subtype%3Dgml
%2F3.2.1&TRAVERSELINKDEPTH=0&GMLOBJECTID=PT.ALBF.TN.375#PT.ALBF.TN.375"></ad:comp
onent>
40     (...)
```

Figura 29: Excerto do GML de resposta gerado pelo pedido *GetFeature* (selecção por nome de rua).

```

01 <wfs:GetFeature xmlns:wfs="http://www.opengis.net/wfs"
    xmlns:gn="urn:x-inspire:specification:gmlas:GeographicalNames:3.0"
    xmlns:ad="urn:x-inspire:specification:gmlas:Addresses:3.0" xmlns:gml="
    http://www.opengis.net/gml" xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc"
    xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" version="1.1.0"
    xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wfs
    http://schemas.opengis.net/wfs/1.1.0/wfs.xsd" outputFormat="text/xml;
    subtype=gml/3.2.1">
02   <wfs:Query typeName="ad:Address">
03     <ogc:Filter>
04       <ogc:And>
05         <ogc:PropertyIsEqualTo>
06 <ogc:PropertyName>ad:component/ad:ThoroughfareName/ad:name/gn:GeographicalName/gn:spelling/
gn:SpellingOfName/gn:text</ogc:PropertyName>
07         <ogc:Literal>Rua Nova</ogc:Literal>
08         </ogc:PropertyIsEqualTo>
09         <ogc:PropertyIsEqualTo>
10 <ogc:PropertyName>ad:locator/ad:AddressLocator/ad:designator/ad:LocatorDesignator/ad:designator</o
gc:PropertyName>
11         <ogc:Literal>30</ogc:Literal>
12         </ogc:PropertyIsEqualTo>
13       </ogc:And>
14     </ogc:Filter>
15   </wfs:Query>
16 </wfs:GetFeature>

```

Figura 30: Pedido *GetFeature* com selecção por nome de rua e número de polícia.

```

01 <wfs:GetFeature xmlns:wfs="http://www.opengis.net/wfs" xmlns:ad="urn:x-
inspire:specification:gmlas:Addresses:3.0" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"
xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
version="1.1.0" xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wfs http://schemas.opengis.net/wfs/1.1.0/wfs.xsd"
outputFormat="text/xml; subtype=gml/3.2.1">
02   <wfs:Query typeName="ad:Address">
03     <ogc:Filter>
04       <ogc:BBOX>
05         <ogc:PropertyName>ad:position/ad:GeographicPosition/ad:geometry/*</ogc:PropertyName>
06         <gml:Envelope srsName="EPSG:4258">
07           <gml:lowerCorner>-8.318401 37.083266</gml:lowerCorner>
08           <gml:upperCorner>-8.316977 37.094477</gml:upperCorner>
09         </gml:Envelope>
10       </ogc:BBOX>
11     </ogc:Filter>
12   </wfs:Query>
13 </wfs:GetFeature>

```

Figura 31: Pedido *GetFeature* com selecção por *bounding box*.

O acesso aos dados de endereços pode ser requisitado através da plataforma *deegree inspireNode*. Esta plataforma oferece um cliente para o envio de pedidos ao serviço de dados de endereços. A Figura 32 apresenta um pedido e a respectiva resposta na consola de administração do *deegree inspireNode*.

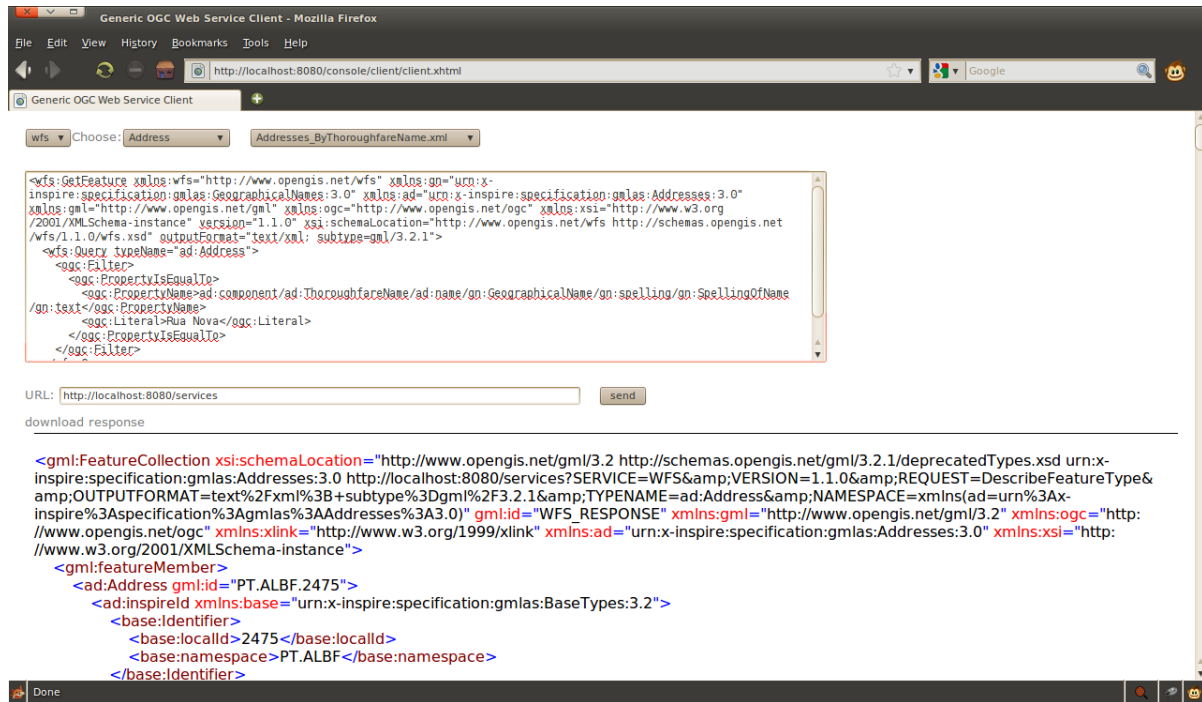


Figura 32: Operação *GetFeature* no *deegree*.

A plataforma *deegree inspireNode* fornece também uma ferramenta para visualização de dados de endereços configurada em *OpenLayers*³². Desta forma é possível sobrepor os dados de endereços requisitados ao serviço WFS com dados de outros servidores. A Figura 33 apresenta uma camada referente ao *OpenStreetMap*³³. Esta camada permite enquadrar os dados do serviço de dados de endereços com uma base cartográfica do Município de Albufeira.

32 <http://www.openlayers.org>.

33 <http://www.openstreetmap.org>.

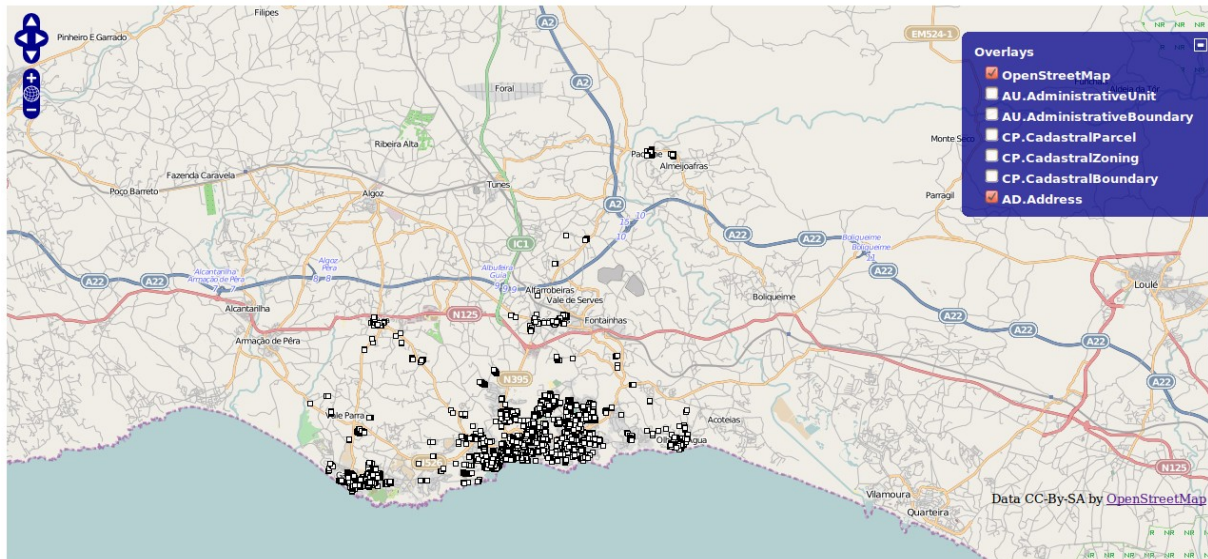


Figura 33: Página web para visualização de endereços baseada em *OpenLayers*.

5.5.2. Aplicações do serviço de dados de endereços

O principal objectivo do serviço de dados de endereços consiste essencialmente na interoperabilidade de dados de endereços. Apresenta uma estrutura normalizada para a representação das diversas componentes do endereço. Esta particularidade e o facto de definir a GML como formato de transferência de dados geográficos na web garante a interoperabilidade de dados de endereços.

Este serviço permite também a consulta e localização de endereços. O endereço é utilizado como instrumento de georreferenciação indirecta. Assume um papel essencial na eficiência de serviços como a distribuição postal, a resposta a emergências, entre outros. Desta forma é importante e necessário a existência de um serviço que permita a consulta e localização geográfica de endereços.

Os serviços de dados geográficos, mais concretamente o serviço WFS, garante o acesso remoto aos dados de endereços e permitem o desenvolvimento de aplicações web baseadas na pesquisa, localização e visualização de dados de endereços, como por exemplo, geoportais.

Este serviço deverá estabelecer relação com outros temas da Directiva INSPIRE. Segundo as especificações INSPIRE para dados de endereços, o tema dos endereços relaciona-se com quatro temas definidos no Anexo I da directiva, nomeadamente, “toponímia”, “redes de transportes”, “unidades administrativas”, “prédios cadastrais”, destacando-se a relação muito estreita com o tema “toponímia” cujo lugar é central na implementação da IDE Europeia. Este documento propõe também a relação com o tema “edifícios” do Anexo III, cujas especificações de dados se encontram em fase de elaboração [INS10].

Outra aplicação fundamental deste serviço de dados de endereços é facto de permitir a actualização da base de dados de endereços com novas alterações de endereços e também a validação, não permitindo a inserção de endereços já existentes na base de dados.

5.5.3. Actualização de dados de endereços

O Município de Albufeira estima que a numeração de polícia atribuída corresponde a cerca de 25% da totalidade. Tendo em conta este número é evidente a futura atribuição de novos endereços. O serviço de dados de endereços deverá estar preparado para uma eventual actualização de endereços, pois sempre que a base de dados de endereços de Albufeira é alterada é necessário actualizar a base de dados *inspireNode*, de modo que os novos endereços estejam acessíveis no serviço de dados de endereços.

Após a configuração do serviço de dados de endereços e a migração dos dados através do processo ETL foi necessário definir uma metodologia para manutenção da base de dados de endereços de Albufeira. O serviço de dados de endereços permite realizar operações de inserção, actualização e eliminação de dados (através de WFS-T ou pedidos via HTTP POST). Estas operações permitem efectuar a manutenção da base de dados de forma remota.

```

01 <wfs:Transaction xmlns:wfs="http://www.opengis.net/wfs" xmlns:AD="urn:x-
inspire:specification:gmlas:Addresses:3.0" xmlns:gml="urn:cgml:xmlns:CGI:GeoSciML:2.0"
xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
version="1.1.0" service="WFS">
02   <wfs:Delete handle="delete1" typeName="AD:Address">
03     <ogc:Filter>
04       <ogc:Or>
05         <ogc:PropertyIsLike wildCard="*" singleChar="#" escapeChar="!">
06           <ogc:PropertyName>gml:name</ogc:PropertyName>
07           <ogc:Literal>*</ogc:Literal>
08         </ogc:PropertyIsLike>
09         <ogc:PropertyIsNull>
10           <ogc:PropertyName>gml:name</ogc:PropertyName>
11         </ogc:PropertyIsNull>
12       </ogc:Or>
13     </ogc:Filter>
14   </wfs:Delete>
15   <wfs:Delete handle="delete2" typeName="AD:AddressAreaName">
16     <ogc:Filter>
17       <ogc:Or>
18         <ogc:PropertyIsLike wildCard="*" singleChar="#" escapeChar="!">
19           <ogc:PropertyName>gml:name</ogc:PropertyName>
20           <ogc:Literal>*</ogc:Literal>
21         </ogc:PropertyIsLike>
22         <ogc:PropertyIsNull>
23           <ogc:PropertyName>gml:name</ogc:PropertyName>
24         </ogc:PropertyIsNull>
25       </ogc:Or>
26     </ogc:Filter>
27   </wfs:Delete>
28   <wfs:Delete handle="delete3" typeName="AD:PostalDescriptor">
29     <ogc:Filter>
30       <ogc:Or>
31         <ogc:PropertyIsLike wildCard="*" singleChar="#" escapeChar="!">
32           <ogc:PropertyName>gml:name</ogc:PropertyName>
33           <ogc:Literal>*</ogc:Literal>
34         </ogc:PropertyIsLike>
35         <ogc:PropertyIsNull>
36           <ogc:PropertyName>gml:name</ogc:PropertyName>
37         </ogc:PropertyIsNull>
38       </ogc:Or>
39     </ogc:Filter>
40   </wfs:Delete>
41   <wfs:Delete handle="delete3" typeName="AD:ThoroughfareName">
42     <ogc:Filter>
43       <ogc:Or>
44         <ogc:PropertyIsLike wildCard="*" singleChar="#" escapeChar="!">
45           <ogc:PropertyName>gml:name</ogc:PropertyName>
46           <ogc:Literal>*</ogc:Literal>
47         </ogc:PropertyIsLike>
48         <ogc:PropertyIsNull>
49           <ogc:PropertyName>gml:name</ogc:PropertyName>
50         </ogc:PropertyIsNull>
51       </ogc:Or>
52     </ogc:Filter>
53   </wfs:Delete>
54 </wfs:Transaction>

```

Figura 34: Pedido WFS-T de eliminação para a totalidade dos dados de endereços.

O serviço de dados de endereços não permite a inserção de endereços repetidos. Como é possível verificar no ficheiro de dados GML (vd. Figura 24), o elemento *Address* estabelece, obrigatoriamente, a relação com os restantes elementos do endereço. Desta forma, sempre que se pretende inserir um novo endereço, um dos elementos já poderá estar registado na base de dados e assim o serviço não permite a sua inserção. Para evitar esta situação é proposto o seguinte procedimento, no caso de se pretender alterar a base de dados de endereços de Albufeira:

- i. Eliminar todos os registos da base de dados *inspireNode*. O pedido de eliminação está representado na Figura 34;
- ii. Executar o script para criação do novo ficheiro GML de dados de endereços que contempla as alterações realizadas à base de dados de endereços de Albufeira;
- iii. Preenchimento da base de dados através de um pedido HTTP POST ao servidor.

Os procedimentos adoptados deverão ser realizados de forma programada e periódica a definir pelo Município de Albufeira de modo que os dados de endereços se encontrem constantemente actualizados.

6. Conclusões e trabalhos futuros

O presente trabalho teve como objectivo a implementação de um serviço de dados endereços no Município de Albufeira. A fim de garantir a interoperabilidade de dados e serviços de dados geográficos foi desenvolvido de acordo com normas europeias e legislação nacional, respectivamente, Directiva INSPIRE e D.L. 180/2009. Este serviço satisfaz requisitos para integração na Infra-estrutura de Dados Espaciais nacional e europeia.

Este trabalho propõe uma estrutura de dados de endereços normalizada e adequada ao contexto nacional e europeu. Esta estrutura pode apresentar benefícios significativos para a economia e também para organizações governamentais. Por exemplo, a normalização do endereço pode melhorar a gestão e qualidade do endereço e tornar a distribuição postal e de mercadorias mais eficiente. A normalização do endereço permite também aceder mais facilmente a dados de endereço a nível local ou regional, característica vital para situações de emergência [Coe08].

O serviço consiste numa solução tecnológica baseada exclusivamente em software de código aberto para armazenamento, gestão e disponibilização de dados de endereços, mais concretamente, o *PostgreSQL/PostGIS* e o *deegree*. O *PostgreSQL/PostGIS* permite o armazenamento e a gestão dos dados de endereços. O *deegree* permite a disponibilização dos dados de endereços na Internet através de serviços OGC de dados geográficos, mais concretamente, através do serviço *Web Map Service (WMS)* e *Web Feature Service (WFS)*. O software *deegree* apresenta um solução modular, o *deegree inspireNode*. Este módulo segue as especificações da Directiva INSPIRE no que refere à estrutura de dados para cada um dos temas do Anexo I (desta directiva). Permite a implementação da estrutura de dados (*GML application schema*) de endereços de acordo com o modelo de dados preconizado pela Directiva INSPIRE.

A utilização do *deegree inspireNode* permitiu ultrapassar o processo de interpretação do diagrama de classes UML e definição de uma estrutura de dados para o endereço. No entanto foi necessário interpretar a estrutura existente e entender o modo de funcionamento do software *deegree*. Este processo foi moroso dada a escassez da documentação relativa à plataforma *deegree*. A disponibilidade de informação dispersa por fóruns de discussão, blogues e listas de correio electrónico atenuou esta limitação.

Os dados de endereços encontram-se armazenados numa base de dados em *PostgreSQL/PostGIS* com estrutura de acordo com as especificações da Directiva INSPIRE. Esta base de dados foi preenchida com recurso a um ficheiro GML de dados de endereços, enviado ao servidor através de um pedido HTTP POST. O processo de criação do ficheiro GML de dados de endereços e o preenchimento da base de dados é designado por processo ETL (Extract-Transform-Load).

No que se refere a trabalhos futuros, seria interessante o desenvolvimento de um interface gráfico, como por exemplo um geoportal. O objectivo desse interface seria permitir a consulta e visualização dos dados de endereços na Internet e também a sua gestão, possibilitando a inserção, actualização e/ou eliminação de dados de uma forma amigável e intuitiva.

Segundo a Directiva INSPIRE, o tema dos endereços relaciona-se com quatro temas de dados geográficos definidos no Anexo I, nomeadamente, “toponímia”, “redes de transportes”, “unidades administrativas”, “prédios cadastrais”, destacando-se a relação muito estreita com o tema “toponímia” cujo lugar é central na implementação da IDE Europeia. A Directiva INSPIRE também propõe um relação com o tema “edifícios” do Anexo III, cuja especificação de dados se encontra em fase de elaboração [INS10]. Desta forma seria positiva uma futura integração destes temas no presente serviço e dados.

Os dados de endereços do Município de Albufeira integram a informação necessária para o desenvolvimento deste projecto, no entanto seria interessante enriquecer o seu conteúdo com informação relativa à fracção e ao andar do edifício.

Outra particularidade a ter em conta é a actualização e validação dos dados de endereços. Frequentemente são atribuídos, pelo Município, topónimos e números de polícia e são criados novos códigos postais por parte dos CTT. Quando o conteúdo da base de dados de endereços

de Albufeira é alterado é necessário proceder à actualização da base de dados *inspireNode*, para que as alterações estejam automaticamente disponíveis na Internet. Seria interessante definir um método para actualização do serviço de dados de endereços, evitando remoção e posterior inserção integral dos dados sempre que se pretendem registar alterações. Uma proposta seria a verificação prévia do conteúdo da base de dados e posterior inserção dos dados por componentes de endereço e não por endereço completo. Desta forma seria possível validar o conteúdo da base de dados, não permitindo a inserção de componentes de endereço já existentes.

Para o caso de existir uma plataforma que utilize o presente serviço de dados de endereços para pesquisa de endereços seria essencial a decomposição do nome de rua em várias partes para efeitos de eficiência em consultas. A estruturação por partes também facilita a interpretação de nomes abreviados ou mal escritos e a ordenação alfabética dos arruamentos. Para tal seria necessário alterar a estrutura de dados de endereços existente.

Bibliografia

- [Afo08] Afonso, C. V. (2008) - *Infra-Estrutura de Dados Espaciais nos Municípios. Contributo para a definição de um modelo de implementação*. Dissertação de mestrado em Ciências e Sistemas de Informação Geográfica, Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação da Universidade Nova de Lisboa, 125 p.
- [Ara04] Araújo, M. A. (2004) - *Web Services na Informação Geográfica*. Dissertação de mestrado em Informática, Departamento de Informática, Escola de Engenharia, Universidade do Minho, 123 p.
- [ASJ10] Arnaud, A. M.; Silva, H.; Geirinhas, J.; Julião, R. P. (2010) - *O Projecto EURADIN como suporte à constituição da Infra-Estrutura Nacional de Geo-referenciação Indirecta, em conformidade com a Directiva INSPIRE*. I Jornadas Ibéricas de Infra-estruturas de Dados Espaciais, Lisboa, 27-29 de Outubro de 2010, 10 p.
- [Car03] Carneiro, C. M. (2003) - *Projecto de desenvolvimento do SIG do CERN : exemplo de aplicação na gestão da rede de fibras ópticas*. Dissertação de mestrado em Ciências e Sistemas de Informação Geográfica, UTL, Instituto Superior Técnico, 178 p.
- [CCD05] Casanova, M. A.; Câmara, G.; et al. (2005) - *Bancos de Dados Geográficos*. Curitiba, Editora MundoGEO, 2005.
- [Che09] Chetty, D. (2009) - *Tomcat 6, Developer's Guide*. Packt Publishing, Birmingham, UK, 416 p.
- [CMB05] Casaca, J.; Matos, J.; Baio, M. (2005) - *Topografia Geral*. 4ª Edição, Actualizada e Aumentada. Lidel, Lisboa, 388 p.
- [Coe08] Coetzee, S.; Cooper, A. K.; et al. (2008) - *Towards an international address standard*. ISO Workshop on address standards. Considering the issues related to an international address standard, Sunday, 25 May 2008, National Survey and Cadastre, Rentemestervej 8, 2400 Copenhagen NV, Denmark, 30 p.
- [Coe08a] Coetzee, S. M. (2008) - *An analysis of a data grid approach for spatial data infrastructures*. A dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Philosophiae Doctor (Computer Science), Faculty of Engineering, Built Environment and Information Technology, University of Pretoria, Pretoria, 203 p.
- [Dam05] Damas, L. D. (2005) - *SQL - Structured Query Language*. 6ª Edição Actualizada e

- Aumentada. FCA - Editora Informática, Lisboa, 448 p.
- [Dec09] Decreto-lei n.º 180/2009. D.R. n.º 152, Série I-N de 7 de Agosto [procede à revisão do Sistema Nacional de Informação Geográfica, transpondo para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 2007/2/CE, (...), e fixando as normas gerais para a constituição de infra-estruturas de informação geográfica em Portugal], pp. 5132-5139.
- [Dee11] OSGeo (2011) - Página web oficial do software deegree (<http://www.deegree.org>).
- [Dre99] Lei n.º 169/99 de 18 de Setembro que estabelece o quadro de competências, assim como o regime jurídico de funcionamento, dos órgãos dos municípios e das freguesias, pp. 6449-6449.
- [Eur10] EURADIN WP7 leader (NorMCA), with input from WP7 partners (2010) - *D7.2: Final WP7 Report*, 191 p.
- [Fur06] Furtado, D. N. (2006) - *Serviço de Visualização de Informação Geográfica na Web. A publicação do Atlas de Portugal utilizando a especificação Web Map Service*. Dissertação de mestrado em Ciências e Sistemas de Informação Geográfica, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 171 p.
- [GBB05] Grässle, P.; Baumann, H.; Baumann, Philippe. (2005) - *UML 2.0 in Action. A Project-Based Tutorial*. Packt Publishing, 247 p.
- [Gin03] Craglia, M.; et al. (2003) - *GI in the Wider Europe*. n.d., 300 p.
- [Gon08] Gonçalves, J. A. (2008) - *Conversões de coordenadas com o programa PROJ – Método de conversão com grelhas*. I Jornadas de Software Aberto para Sistemas de Informação Geográfica, Águeda, 20 a 22 de Outubro de 2008, 9 p.
- [Gon09] Gonçalves, J. A. (2009) - *Conversões de Sistemas de Coordenadas Nacionais para ETRS89 utilizando Grelhas*. VI Conferência Nacional de Cartografia e Geodesia, Caldas da Rainha, 7 a 8 de Maio de 2009, 9 p.
- [Gwe10] Gwenz, J. (2010) - *Enhancing Spatial web search with Semantic Web Technology and Metadata Visualisation*. Thesis in partial fulfilment of the requirements for the degree in Master of Science in Geoinformatics, International Institute for Geo-information Science and Earth Observation, Enschede, Netherlands, 103 p.
- [HPS10] Howard, M.; Payne, S.; Sunderland, R. (2010) - *Technical Guidance for the INSPIRE Schema Transformation Network Service*, 92 p.
- [Ili00] Iliffe, J. (2000) - *Datums and Map Projections for Remote Sensing, GIS, and*

- Surveying*, 159 p.
- [INS07] Directiva 2007/2/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 14 de Março. Jornal Oficial da União Europeia, L 108 de 25.4.2007 [estabelece uma infra-estrutura de informação geográfica na Comunidade Europeia (INSPIRE)], 14 p.
- [INS10] INSPIRE Thematic Working Group Addresses (2010) - *D2.8.1.5 INSPIRE Data Specification on Addresses – Guidelines*, 177 p.
- [INS10a] European Commission Joint Research Centre (2010) - *INSPIRE Metadata Implementing Rules: Changes from v. 1.1 to v. 1.2 of Technical Guidelines based on EN ISO 19115 and EN ISO 19119*, 10 p.
- [JSW02] Jacoby, J.; Smith, J.; Ting, L.; Williamson, I. P. (2002) - *Developing a common spatial data infrastructure between State and Local Government-an Australian case study*. International Journal of Geographical Information Science, Volume 16, Issue 4, Taylor & Francis, pp. 305-322.
- [Kem08] Kemp, K. K. (2008) - *Encyclopedia of Geographic Information Science*. 582 p.
- [LS03] Lopes, R.; Silva, R. (2003) - *Geomarketing eleitoral: Aplicação de Metodologias e Ferramentas de Geomarketing em Campanha Eleitoral Municipal*. IX CONFIBSIG – España 2003, Universidad de Extremadura, Cáceres – España, 24-26 de setiembre, 9 p.
- [Mat05] Matos, J. L. (2005) - *Fundamentos de Informação Geográfica*. 4ª Edição. Lidel, Lisboa, 328 p.
- [OGC01] Doyle, A.; Reed, C. (2001) - *Introduction to OGC Web Services*. An OGC White Paper, 11 p.
- [OGC05] Open Geospatial Consortium Inc. (2005) - *Web Feature Service Implementation Specification Version 1.1.0*, 131 p.
- [OGC05a] Open Geospatial Consortium Inc. (2005) - *OpenGIS Filter Encoding Implementation Specification*, 40 p.
- [OGC06] Open Geospatial Consortium Inc. (2006) - *OpenGIS Web Map Server Implementation Specification Version 1.3.0*, 85 p.
- [OGC07] Open Geospatial Consortium Inc. (2005) - *OpenGIS Geography Markup Language (GML) Encoding Standard, Version 3.2.1*, 437 p.
- [OGC10] Open Geospatial Consortium Inc. (2010) - *OpenGIS Implementation Standard for*

Geographic information - Simple feature access - Part 2: SQL option, Version 1.2.1,
111 p.

- [Per03] Percivall, G. (2003) - *OGC Reference Model*, 108 p.
- [PO05] Pina, M. F.; Olhero, A. (2004) - *Georeferenciação de dados em micro-áreas. Desafio à utilização dos SIG na área da Saúde*. V Congresso da Geografia Portuguesa, Guimarães, Universidade do Minho, 14-16 de Outubro de 2004, 6 p.
- [Pos11] Obe, R. O.; Hsu, L. S. (2011) - *PostGIS in Action*. Manning Publications, 520 p.
- [SC03] Shekhar, S.; Chawla, S. (2003) - *Spatial Databases: A Tour*. Prentice Hall, 262 p.
- [ST07] Scharl, A.; Tochtermann, K. (Eds.) (2007) - *The Geospatial Web. How Geobrowsers, Social Software and the Web 2.0 are Shaping the Network Society*. Springer, 293 p.
- [SX08] Shekhar, S.; Xiong, H. (Eds.) (2008) - *Encyclopedia of GIS*. Springer, New York, USA, pp. 235-239.
- [Tor91] Torge, W. (1991) - *Geodesy* (2nd Edition), W. de Gruyter, 245 p.
- [VK86] Vanicek, P.; Krakiwsky, E. (1986) - *Geodesy: The Concepts*. 2nd edition, 697 p.
- [WSQ07] Wang, F.; Shi, Y.; Qin, X.; Zhang, H. (2007) - *Spatial Data Sharing and Interoperability based on Web Spatial Data Service and GML*. ISPRS Workshop on Updating Geo-spatial Databases with Imagery & The 5th ISPRS Workshop on Dynamic and Multi-dimensional GIS, Urumchi, China, 28-29 August 2007, 5 p.

Apêndices

No presente apêndice é apresentado o script, desenvolvido em linguagem de programação *Python*, para a criação do ficheiro de dados de endereços. Neste script foram utilizadas as seguintes bibliotecas *Python*: i) *Psycopg2* para o acesso à base de dados *PostgreSQL* e; ii) *xml.dom.minidom* utilizado para leitura e escrita de documentos em linguagem XML.

```
from xml.dom import minidom
import psycopg2

try:
    conn = psycopg2.connect("dbname='cm_albufeira' user='postgres' host='localhost'
password='postgres'");
except:
    print "Unable to connect to the database"
cur = conn.cursor()
cur.execute("SELECT * FROM projecto.t_numpol")
rows = cur.fetchall()

doc = minidom.Document()

transaction = doc.createElement("wfs:Transaction")
transaction.setAttribute("xmlns:wfs", "http://www.opengis.net/wfs")
transaction.setAttribute("xmlns:app", "http://www.deegree.org/app")
transaction.setAttribute("xmlns:AD", "urn:x-
inspire:specification:gmlas:Addresses:3.0")
transaction.setAttribute("xmlns:GN", "urn:x-
inspire:specification:gmlas:GeographicalNames:3.0")
transaction.setAttribute("xmlns:base", "urn:x-
inspire:specification:gmlas:BaseTypes:3.2")
transaction.setAttribute("xmlns:xlink", "http://www.w3.org/1999/xlink")
```

```
transaction.setAttribute("xmlns:gml", "http://www.opengis.net/gml")
#transaction.setAttribute("xmlns:CP", "urn:x-
inspire:specification:gmlas:CadastralParcels:3.0")
transaction.setAttribute("xmlns:xsi", "http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance")
transaction.setAttribute("version", "1.1.0")
transaction.setAttribute("service", "WFS")
transaction.setAttribute("gml:id", "PT.ALBF")
transaction.setAttribute("xsi:schemaLocation", "urn:x-
inspire:specification:gmlas:Addresses:3.0
http://schemas.kademo.nl/inspire/v3.0/Addresses.xsd urn:x-
inspire:specification:gmlas:CadastralParcels:3.0
http://schemas.kademo.nl/inspire/v3.0/CadastralParcels.xsd
http://www.opengis.net/wfs http://schemas.kademo.nl/ogc/wfs/1.1.0-
gml3.2.1/wfs.xsd")
```

```
insert = doc.createElement("wfs:Insert")
insert.setAttribute("handle", "insert")
insert.setAttribute("idgen", "UseExisting")
```

```
feature_collection=doc.createElement("wfs:FeatureCollection")
feature_collection.setAttribute("xmlns:xs", "http://www.w3.org/2001/XMLSchema")
feature_collection.setAttribute("xmlns:gsm", "urn:cgi:xmlns:CGI:GeoSciML:2.0")
feature_collection.setAttribute("numberOfFeatures", "2")
feature_collection.setAttribute("xsi:schemaLocation", "urn:cgi:xmlns:CGI:GeoSciML:2.0
http://www.geosciml.org/geosciml/2.0/xsd/geosciml.xsd
http://www.opengis.net/wfs http://schemas.opengis.net/wfs/1.1.0/wfs.xsd")
```

```
aa_list = list()
cp_list = list()
tn_list = list()
```

```
for row in rows:
```

```
    number_id = str(row[1])
    numero = str(row[2])
    street_id = str(row[3])
    st_name = str(row[5])
    cp = str(row[6])
```



```
cp_alf = str(row[7])
codlugar = str(row[8])
lugar = str(row[9])
x = float(row[11])
y = float(row[12])
```

#feature member address

```
feature_member = doc.createElement("gml:featureMember")
address = doc.createElement("AD:Address")
address.setAttribute("gml:id", "PT.ALBF.%s" % number_id)
inspire_id = doc.createElement("AD:inspireId")
identifier = doc.createElement("base:Identifier")
local_id = doc.createElement("base:localId")
local_id_text = doc.createTextNode(number_id)
local_id.appendChild(local_id_text)
identifier.appendChild(local_id)
namespace = doc.createElement("base:namespace")
namespace_text = doc.createTextNode("PT.ALBF")
namespace.appendChild(namespace_text)
identifier.appendChild(namespace)
inspire_id.appendChild(identifier)
address.appendChild(inspire_id)
position = doc.createElement("AD:position")
geographic_position = doc.createElement("AD:GeographicPosition")
geometry = doc.createElement("AD:geometry")
point = doc.createElement("gml:Point")
point.setAttribute("srsName", "EPSG:4258")
point.setAttribute("gml:id", "PT.ALBF.%s_P" % number_id)
pos = doc.createElement("gml:pos")
pos_text = doc.createTextNode("%s %s" % (x, y))
pos.appendChild(pos_text)
point.appendChild(pos)
geometry.appendChild(point)
geographic_position.appendChild(geometry)
position.appendChild(geographic_position)
address.appendChild(position)
specification = doc.createElement("AD:specification")
```

```
specification_text = doc.createTextNode("entrance")
specification.appendChild(specification_text)
geographic_position.appendChild(specification)
method = doc.createElement("AD:method")
method_text = doc.createTextNode("byOtherParty")
method.appendChild(method_text)
geographic_position.appendChild(method)
default = doc.createElement("AD:default")
default_text = doc.createTextNode("true")
default.appendChild(default_text)
geographic_position.appendChild(default)
locator = doc.createElement("AD:locator")
address_locator = doc.createElement("AD:AddressLocator")
designator = doc.createElement("AD:designator")
designator.setAttribute("xmlns:gml", "http://www.opengis.net/gml")
locator_designator = doc.createElement("AD:LocatorDesignator")
designator_1 = doc.createElement("AD:designator")
designator_1_text = doc.createTextNode(numero)
designator_1.appendChild(designator_1_text)
locator_designator.appendChild(designator_1)
type = doc.createElement("AD:type")
type_text = doc.createTextNode("2")
type.appendChild(type_text)
locator_designator.appendChild(type)
designator.appendChild(locator_designator)
address_locator.appendChild(designator)
level = doc.createElement("AD:level")
level_text = doc.createTextNode("unitLevel")
level.appendChild(level_text)
address_locator.appendChild(level)
locator.appendChild(address_locator)
address.appendChild(locator)
valid_from = doc.createElement("AD:validFrom")
valid_from.setAttribute("xmlns:gml", "http://www.opengis.net/gml")
valid_from_text = doc.createTextNode("2010-01-01T00:00:00.000")
valid_from.appendChild(valid_from_text)
address.appendChild(valid_from)
```

```
valid_to = doc.createElement("AD:validTo")
valid_to.setAttribute("xmlns:gml", "http://www.opengis.net/gml")
valid_to_text = doc.createTextNode("2299-12-31T00:00:00.000")
valid_to.appendChild(valid_to_text)
address.appendChild(valid_to)
begin_lifespan_version = doc.createElement("AD:beginLifespanVersion")
begin_lifespan_version.setAttribute("xsi:nil", "true")
begin_lifespan_version.setAttribute("nilReason", "UNKNOWN")
address.appendChild(begin_lifespan_version)
end_lifespan_version = doc.createElement("AD:endLifespanVersion")
end_lifespan_version.setAttribute("xsi:nil", "true")
end_lifespan_version.setAttribute("nilReason", "UNKNOWN")
address.appendChild(end_lifespan_version)
component_aa = doc.createElement("AD:component")
component_aa.setAttribute("xlink:href", "#PT.ALBF.AA.%s" % codlugar)
address.appendChild(component_aa)
component_pd = doc.createElement("AD:component")
component_pd.setAttribute("xlink:href", "#PT.ALBF.PD.%s" % cp)
address.appendChild(component_pd)
component_tn = doc.createElement("AD:component")
component_tn.setAttribute("xlink:href", "#PT.ALBF.TN.%s" % street_id)
address.appendChild(component_tn)
feature_member.appendChild(address)
feature_collection.appendChild(feature_member)
```

```
if not (codlugar, lugar) in aa_list:
```

```
    aa_list.append((codlugar, lugar))
```

```
if not cp in cp_list:
```

```
    cp_list.append(cp)
```

```
if not (street_id, lugar, st_name) in tn_list:
```

```
    tn_list.append((street_id, lugar, st_name))
```

```
for i in cp_list:
```

```
    #feature member postal descriptor
```

```
    feature_member_pd = doc.createElement("gml:featureMember")
```

```
    postal_descriptor = doc.createElement("AD:PostalDescriptor")
```

```
    postal_descriptor.setAttribute("gml:id", "PT.ALBF.PD.%s" % i)
```

```
feature_member_pd.appendChild(postal_descriptor)
begin_lifespan_version_pd = doc.createElement("AD:beginLifespanVersion")
begin_lifespan_version_pd.setAttribute("xsi:nil", "true")
begin_lifespan_version_pd.setAttribute("nilReason", "UNKNOWN")
postal_descriptor.appendChild(begin_lifespan_version_pd)
end_lifespan_version_pd = doc.createElement("AD:endLifespanVersion")
end_lifespan_version_pd.setAttribute("xsi:nil", "true")
end_lifespan_version_pd.setAttribute("nilReason", "UNKNOWN")
postal_descriptor.appendChild(end_lifespan_version_pd)
status = doc.createElement("AD:status")
postal_descriptor.appendChild(status)
valid_from_pd = doc.createElement("AD:validFrom")
valid_from_pd.setAttribute("xsi:nil", "true")
valid_from_pd.setAttribute("nilReason", "UNKNOWN")
postal_descriptor.appendChild(valid_from_pd)
valid_to_pd = doc.createElement("AD:validTo")
valid_to_pd.setAttribute("xsi:nil", "true")
valid_to_pd.setAttribute("nilReason", "UNKNOWN")
postal_descriptor.appendChild(valid_to_pd)
post_code = doc.createElement("AD:postCode")
post_code_text = doc.createTextNode(i)
post_code.appendChild(post_code_text)
postal_descriptor.appendChild(post_code)
feature_collection.appendChild(feature_member_pd)
```

for i in tn_list:

#feature member thoroughfare

```
feature_member_tn = doc.createElement("gml:featureMember")
thoroughfare_name = doc.createElement("AD:ThoroughfareName")
thoroughfare_name.setAttribute("gml:id", "PT.ALBF.TN.%s" % i[0])
begin_lifespan_version_tn = doc.createElement("AD:beginLifespanVersion")
begin_lifespan_version_tn.setAttribute("xsi:nil", "true")
begin_lifespan_version_tn.setAttribute("nilReason", "UNKNOWN")
thoroughfare_name.appendChild(begin_lifespan_version_tn)
end_lifespan_version_tn = doc.createElement("AD:endLifespanVersion")
end_lifespan_version_tn.setAttribute("xsi:nil", "true")
end_lifespan_version_tn.setAttribute("nilReason", "UNKNOWN")
```

```
thoroughfare_name.appendChild(end_lifespan_version_tn)
valid_from_tn = doc.createElement("AD:validFrom")
valid_from_tn.setAttribute("xsi:nil", "true")
valid_from_tn.setAttribute("nilReason", "UNKNOWN")
thoroughfare_name.appendChild(valid_from_tn)
valid_to_tn = doc.createElement("AD:validTo")
valid_to_tn.setAttribute("xsi:nil", "true")
valid_to_tn.setAttribute("nilReason", "UNKNOWN")
thoroughfare_name.appendChild(valid_to_tn)
name = doc.createElement("AD:name")
geographical_name = doc.createElement("GN:GeographicalName")
language = doc.createElement("GN:language")
language_text = doc.createTextNode("por")
language.appendChild(language_text)
geographical_name.appendChild(language)
nativeness = doc.createElement("GN:nativeness")
nativeness_text = doc.createTextNode("Endonym")
nativeness.appendChild(nativeness_text)
geographical_name.appendChild(nativeness)
name_status = doc.createElement("GN:nameStatus")
name_status_text = doc.createTextNode("Official")
name_status.appendChild(name_status_text)
geographical_name.appendChild(name_status)
source_of_name = doc.createElement("GN:sourceOfName")
source_of_name_text = doc.createTextNode("%s, Portugal" % i[1])
source_of_name.appendChild(source_of_name_text)
geographical_name.appendChild(source_of_name)
pronunciation = doc.createElement("GN:pronunciation")
pronunciation_of_name = doc.createElement("GN:PronunciationOfName")
pronunciation.appendChild(pronunciation_of_name)
geographical_name.appendChild(pronunciation)
spelling = doc.createElement("GN:spelling")
spelling_of_name = doc.createElement("GN:SpellingOfName")
text = doc.createElement("GN:text")
text_text = doc.createTextNode(i[2])
text.appendChild(text_text)
spelling_of_name.appendChild(text)
```

```
script = doc.createElement("GN:script")
script_text = doc.createTextNode("Latn")
script.appendChild(script_text)
spelling_of_name.appendChild(script)
spelling.appendChild(spelling_of_name)
geographical_name.appendChild(spelling)
name.appendChild(geographical_name)
thoroughfare_name.appendChild(name)
feature_member_tn.appendChild(thoroughfare_name)
feature_collection.appendChild(feature_member_tn)
```

for i in aa_list:

#feature member address area name

```
feature_member_aa = doc.createElement("gml:featureMember")
address_area_name = doc.createElement("AD:AddressAreaName")
address_area_name.setAttribute("gml:id", "PT.ALBF.AA.%s" % i[0])
begin_lifespan_version_aa = doc.createElement("AD:beginLifespanVersion")
begin_lifespan_version_aa.setAttribute("xsi:nil", "true")
begin_lifespan_version_aa.setAttribute("nilReason", "UNKNOWN")
address_area_name.appendChild(begin_lifespan_version_aa)
end_lifespan_version_aa = doc.createElement("AD:endLifespanVersion")
end_lifespan_version_aa.setAttribute("xsi:nil", "true")
end_lifespan_version_aa.setAttribute("nilReason", "UNKNOWN")
address_area_name.appendChild(end_lifespan_version_aa)
valid_from_aa = doc.createElement("AD:validFrom")
valid_from_aa.setAttribute("xsi:nil", "true")
valid_from_aa.setAttribute("nilReason", "UNKNOWN")
address_area_name.appendChild(valid_from_aa)
valid_to_aa = doc.createElement("AD:validTo")
valid_to_aa.setAttribute("xsi:nil", "true")
valid_to_aa.setAttribute("nilReason", "UNKNOWN")
address_area_name.appendChild(valid_to_aa)
name_aa = doc.createElement("AD:name")
geographical_name_aa = doc.createElement("GN:GeographicalName")
language_aa = doc.createElement("GN:language")
language_aa_text = doc.createTextNode("por")
language_aa.appendChild(language_aa_text)
```

```
geographical_name_aa.appendChild(language_aa)
nativeness_aa = doc.createElement("GN:nativeness")
nativeness_aa_text = doc.createTextNode("Endonym")
nativeness_aa.appendChild(nativeness_aa_text)
geographical_name_aa.appendChild(nativeness_aa)
name_status_aa = doc.createElement("GN:nameStatus")
name_status_aa_text = doc.createTextNode("Official")
name_status_aa.appendChild(name_status_aa_text)
geographical_name_aa.appendChild(name_status_aa)
source_of_name_aa = doc.createElement("GN:sourceOfName")
source_of_name_aa_text = doc.createTextNode("%s, Portugal" % i[1])
source_of_name_aa.appendChild(source_of_name_aa_text)
geographical_name_aa.appendChild(source_of_name_aa)
pronunciation_aa = doc.createElement("GN:pronunciation")
pronunciation_of_name_aa = doc.createElement("GN:PronunciationOfName")
pronunciation_aa.appendChild(pronunciation_of_name_aa)
geographical_name_aa.appendChild(pronunciation_aa)
spelling_aa = doc.createElement("GN:spelling")
spelling_of_name_aa = doc.createElement("GN:SpellingOfName")
text_aa = doc.createElement("GN:text")
text_aa_text = doc.createTextNode(i[1])
text_aa.appendChild(text_aa_text)
spelling_of_name_aa.appendChild(text_aa)
script_aa = doc.createElement("GN:script")
script_aa_text = doc.createTextNode("Latn")
script_aa.appendChild(script_aa_text)
spelling_of_name_aa.appendChild(script_aa)
spelling_aa.appendChild(spelling_of_name_aa)
geographical_name_aa.appendChild(spelling_aa)
name_aa.appendChild(geographical_name_aa)
address_area_name.appendChild(name_aa)
named_place = doc.createElement("AD:namedPlace")
named_place.setAttribute("xsi:nil", "true")
named_place.setAttribute("nilReason", "UNKNOWN")
address_area_name.appendChild(named_place)
feature_member_aa.appendChild(address_area_name)
feature_collection.appendChild(feature_member_aa)
```

```
insert.appendChild(feature_collection)
transaction.appendChild(insert)
doc.appendChild(transaction)

doc.toxml(encoding="UTF-8")

conn.close()

f = open("insert_addresses_albufeira.xml", "w")
doc.writexml(f)
f.close()
```


Anexos

1. Plataforma adoptada

O presente trabalho foi desenvolvido com recurso exclusivo a software de código aberto. O estado de desenvolvimento actual das ferramentas de *software* aberto para SIG possibilita a implementação de bases de dados geográficos e serviços de dados geográficos com graus de fiabilidade e funcionalidade equivalentes aos estabelecidos por software proprietário. O caso particular do *deegree* motivou a adopção deste tipo de software, dado que o *deegree* fornece as configurações necessárias para a implementação de um serviço de dados de endereços em conformidade com a Directiva INSPIRE.

As aplicações informáticas utilizadas no desenvolvimento do serviço de dados de endereços foram as seguintes:

- Sistema operativo: *Ubuntu 10.04 LTS GNU/Linux*;
- Linguagem de programação: *Python 2.6*;
- Ferramenta para transferência de dados na web através do protocolo HTTP: *cURL 7.19*. Este software permite o envio de pedidos HTTP POST ao servidor;
- Cliente *desktop* SIG para acesso aos serviços de dados geográficos: *Quantum GIS 1.6*, *gvSIG 1.10* e *Kosmo 2.0*;
- Base de dados geográficos: *PostgreSQL 8.4* com a extensão espacial *PostGIS 1.5*;
- Servidor de aplicações: *Apache Tomcat 6.0*;
- Aplicação para configuração de serviços WMS e WFS: *deegree 3* (módulo *deegree inspireNode*);
- Navegador web para acesso à consola administrativo do *deegree*: *Mozilla Firefox*.

2. Síntese de procedimentos para configuração do *deegree inspireNode*

Os procedimentos citados em seguida referem-se à configuração do *deegree inspireNode* em ambiente *Linux*³⁴.

Para aceder ao interface gráfico foi necessária a instalação do *deegree inspireNode*. Como o *deegree* é escrito em *Java*, também foi necessária a instalação do pacote de desenvolvimento *Java* (JDK). De seguida foi necessário colocar o *deegree inspireNode* numa directoria e executar o programa através do ficheiro “*start-deegree.sh*”. Esta operação inicia o servidor *Apache Tomcat* e permite o acesso à página do *deegree inspireNode* através do seguinte endereço: <http://localhost:8080>. A Figura 1 apresenta a página inicial do *deegree inspireNode*.

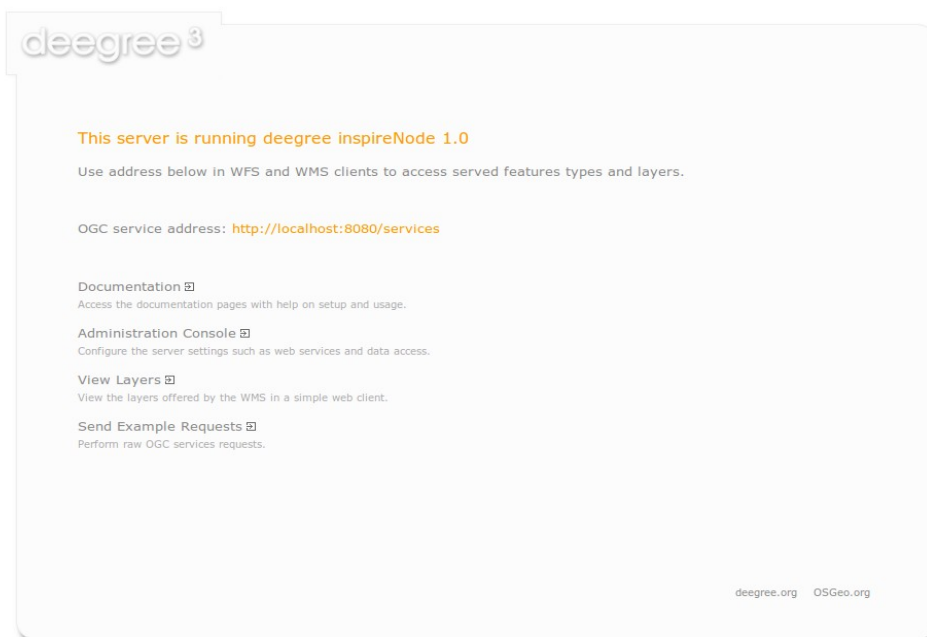


Figura 1: Página inicial do *deegree inspireNode*.

³⁴ Para informações acerca da instalação noutros sistemas operativos consultar o seguinte endereço: <http://wiki.deegree.org/deegreeWiki/InspireNode>.

Através da página apresentada na Figura 1 é possível aceder à documentação auxiliar de configuração e utilização, à consola administrativa, ao cliente de visualização de dados e enviar pedidos WFS ao servidor. A consola administrativa permite a configuração do serviço de dados de endereços foi realizada através da consola administrativa permite configurar a conexão JDBC e o repositório de dados associado. A Figura 2 apresenta os parâmetros de configuração da conexão JDBC para uma base de dados *PostgreSQL*. Estes parâmetros referem-se ao endereço do servidor *PostgreSQL*, ao nome da base de dados, nome de utilizador e palavra-chave. Também apresenta a possibilidade de restrição de escrita, ou seja, para que a conexão permita apenas a leitura dos dados a tag XML “*ReadOnly*” (vd. linha 05 da Figura 2) deverá assumir o valor “*true*”, para permitir leitura e escrita, deverá assumir o valor “*false*”.

```

01 <JDBCConnection
    configVersion="3.0.0"
    xmlns="http://www.deegree.org/jdbc"
    xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
    xsi:schemaLocation="http://www.deegree.org/jdbc http://schemas.deegree.org/jdbc/3.0.0/jdbc.xsd">
02   <Url>jdbc:postgresql://localhost:5432/my_database_name</Url>
03   <User>my_db_username</User>
04   <Password>my_db_password</Password>
05   <ReadOnly>>false</ReadOnly>
06 </JDBCConnection>

```

Figura 2: Parâmetros de configuração da conexão JDBC.

A configuração do “*PostGISFeatureStore*”, ou seja, a configuração do SGBD *PostgreSQL/PostGIS* associado ao *deegree* passa pela definição de um conjunto de parâmetros descritos na linguagem XML (vd. Figura 3). O elemento “*PostGISFeatureStore*” assume os elementos “*JDBCConnId*” e “*BLOBMapping*”³⁵, com indicação da conexão JDBC e do tipo de dados, respectivamente.

O elemento “*BLOBMapping*” assume os seguintes elementos obrigatórios:

³⁵ Para mais informações acerca do elemento *BLOBMapping* consultar o seguinte endereço: http://download.oracle.com/docs/cd/E13189_01/kodo/docs303/ref_guide_mapping_fieldmapping.html#blob.

- “StorageCRS” - refere-se ao sistema de referência. O valor “900913” refere-se ao sistema de referência global *Google Mercator*;
- “GMLSchema” - indica a directoria onde se encontram os esquemas XML referentes aos diversos temas do Anexo I da Directiva INSPIRE.

```
01 <PostGISFeatureStore
    xmlns="http://www.deegree.org/datasource/feature/postgis"
    xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
    configVersion="3.0.0"
    xsi:schemaLocation="http://www.deegree.org/datasource/feature/postgis
http://schemas.deegree.org/datasource/feature/postgis/3.0.0/postgis.xsd">
02   <JDBConnId>inspire</JDBConnId>
03   <BLOBMapping>
04     <StorageCRS>EPSG:900913</StorageCRS>
05     <GMLSchema version="GML_32">../../schemas/inspire/annex1</GMLSchema>
06   </BLOBMapping>
07 </PostGISFeatureStore>
```

Figura 3: Parâmetros de configuração do *PostGISFeatureStore*.

Depois de estabelecida a conexão à base de dados e definido o *PostgreSQL/PostGIS* como tipo de armazenamento de dados, segue-se a configuração da base de dados *inspireNode*. A configuração da base de dados é realizada através de ferramenta “*Feature stores*”, indicada na Figura 4.

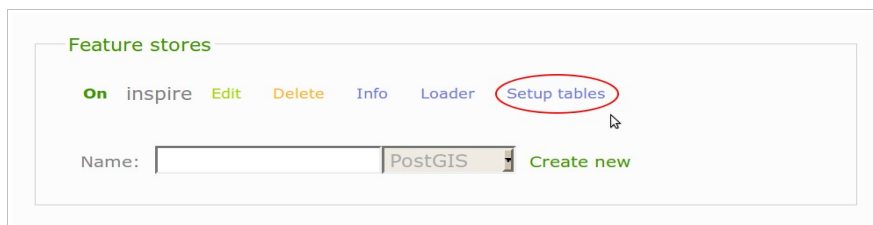


Figura 4: Ferramenta para criação da base de dados *inspireNode*.

