

Aplicação da Diretiva INSPIRE à Cartografia geológica: Entendimento entre Portugal e Espanha

Harmonização de dados geológicos à escala 1:1M de dois países vizinhos

PEREIRA, Aurete 1; MANCEBO, María 2; PATINHA, Pedro 3; MINK, Sandra 4; LUÍS, Gabriel 5; SANABRIA, Margarita 6; ROBADOR, Alejandro 7; OLIVEIRA, José Tomás 8; HERNANDEZ, Román 9

Este trabalho pretende divulgar as ações desenvolvidas no âmbito da harmonização de dados geológicos pelos Serviços Geológicos de Espanha e Portugal, respetivamente, IGME (Instituto Geológico y Mineiro de España) e LNEG (Laboratório Nacional de Energia e Geologia, I.P.). Nesta fase do projeto, que teve início em Abril de 2017, dá-se especial atenção à forma como as duas instituições se organizaram com vista a atingir o objetivo final: A disponibilização de serviços de mapas OGC INSPIRE *compliant*.

O ponto de partida foi a publicação do novo Mapa Geológico de Espanha e Portugal à escala 1:1M, em 2015. As duas instituições têm implementado num SIG, em *software* ArcGIS, a informação de referência deste mapa: os mapas geológicos de cada país, à escala 1:1 000 000. A partir deles o trabalho de harmonização INSPIRE dos dados foi efetuado em paralelo com abordagens e tecnologias distintas. Por um lado o LNEG adotou a *Geodatabase template* INSPIRE incluída no *ArcGIS for INSPIRE*, como modelo de dados, não tendo utilizado nenhuma ferramenta *Extract Transform Load* (ETL) no processo de harmonização de dados. Esta base de dados foi implementada em *SQL Server* e os serviços de dados criados com o *ArcGIS Server* e *ArcGIS for INSPIRE*. O IGME optou pela implementação do esquema UML INSPIRE numa base de dados espacial em *SQL Server* e publicou os serviços WMS e WFS com recurso ao *Tomcat Apache server* e *Geoserver*. Para realizar a transformação dos dados foram utilizadas principalmente duas ferramentas em função da complexidade das transformações em causa: o *FME* e o *HALE*.

O principal desafio deste projeto foi o de estabelecer uma metodologia de trabalho que permitisse a integração e harmonização, numa única Base de Dados, de toda a informação de Espanha e de Portugal e a posterior criação e validação dos serviços WMS e WFS, para disponibilização nos GeoPortais institucionais e para reportar à INSPIRE. Adicionalmente foi interessante avaliar os resultados obtidos a partir das diferentes abordagens tecnológicas utilizadas.

Outras questões abordadas neste projeto são: a definição da área de trabalho (Continente e Ilhas mais o *Offshore*); os idiomas (Espanhol, Português e Inglês); e o sistema de referência de coordenadas adotado (EPSG 4258) devido à inclusão das ilhas portuguesas (Açores e Madeira).

PALAVRAS-CHAVE

Mapa geológico, Inspire, Harmonização de dados, Portugal, Espanha.

1. INTRODUÇÃO

O Mapa Geológico de Espanha e Portugal à escala 1:1 000 000 [1], recentemente publicado, constitui a versão atualizada da geologia da Península Ibérica e de todo o território insular de Espanha e Portugal: Ilhas Baleares, Canárias, Açores e Madeira. Este mapa inclui pela primeira vez a vasta área imersa da plataforma continental de ambos os países, que reúne a informação gerada em mais de 30 anos de investigação em geologia marinha. Trata-se de um mapa de síntese, de pequena

escala, produzido pelos Serviços Geológicos de Espanha e Portugal, Instituto Geológico y Mineiro de España (IGME) e Laboratório Nacional de Energia e Geologia, I.P. (LNEG), que possuem longa tradição na execução deste tipo de mapas. O primeiro mapa geológico da Península Ibérica, nesta escala, foi publicado em 1864.

Este trabalho tem por base o acima referido Mapa Geológico de Espanha e Portugal, e pretende divulgar as ações desenvolvidas pelo IGME e pelo LNEG para criar e disponibilizar esta informação de acordo com a Diretiva INSPIRE [2]. Para esse efeito foi necessário carregar toda a informação no respetivo modelo de dados INSPIRE *compliant*, harmonizar os dados segundo os dicionários e regras INSPIRE e posteriormente criar os serviços WMS e WFS e os respetivos metadados.

A vantagem da utilização deste mapa como ponto de partida para a concretização deste projeto, foi a de permitir compatibilizar a cartografia geológica ao longo da fronteira entre os dois países e representá-la de forma contínua, adaptada a uma base topográfica comum, no mesmo formato, com sistema de referência de coordenadas e identificadores únicos, que permitirão a leitura da informação do mapa por qualquer cidadão europeu.

No fim deste projeto pretende-se obter dois produtos diferentes: (1) o mapa geológico conjunto de Espanha e Portugal na escala 1: 1000 000. Este produto é o culminar do projeto “Harmonização do Mapa Geológico de Espanha e Portugal, conforme a Diretiva INSPIRE”, necessário para a obtenção do segundo produto; (2) os mapas geológicos de cada país, divididos pela fronteira oficial, harmonizados em conformidade com a Diretiva INSPIRE.

Neste trabalho a metodologia seguida descreve os passos dados para a obtenção do primeiro produto. A obtenção do segundo produto está em preparação.

2. METODOLOGIA

As duas instituições têm implementado em SIG, em *software* ArcGIS, a informação de referência deste mapa: os mapas geológicos de cada país, à escala 1:1 000 000. A partir deles foi realizada a harmonização dos dados de acordo com as regras da INSPIRE [3], tendo-se adotado abordagens e tecnologias distintas. O LNEG adotou a *Geodatabase template* INSPIRE, incluída no *ArcGis for INSPIRE*, como modelo de dados, não tendo utilizado nenhuma ferramenta ETL no processo de harmonização. Esta Base de Dados (BD) foi implementada em *SQL Server* e os serviços de dados criados com o *ArcGIS Server* e *ArcGIS for INSPIRE*. O IGME optou pela implementação do esquema UML INSPIRE numa BD espacial em *SQL Server* e publicou os respetivos serviços com recurso ao *Tomcat Apache server* e *Geoserver*. Para realizar a transformação dos dados foram utilizadas principalmente duas ferramentas em função da complexidade das transformações em causa: o *FME* e o *HALE*.

Apesar do enorme esforço realizado pelas duas instituições na harmonização dos mapas geológicos que deram origem ao novo mapa de conjunto, a integração/harmonização dos dados de Espanha e Portugal numa BD única constituiu um enorme desafio, uma vez que o novo mapa não corresponde ao somatório dos mapas que estiveram na sua origem. Trata-se, na verdade, de um novo produto, com nova legenda elaborada com critérios de conceção diferentes dos mapas de origem, resultado quer da enorme extensão geográfica ocupada pela Península Ibérica quer da disponibilidade de novo conhecimento geológico incorporado neste novo mapa.

No âmbito deste trabalho as duas instituições acordaram na utilização da *Geodatabase template* INSPIRE, disponibilizada pela ESRI, como modelo de dados comum. A vantagem deste modelo de dados é a de ser INSPIRE *compliant*, o que à partida irá garantir a conformidade da estrutura da BD aquando da realização dos testes de validação.

2.1. ÁREA DE ESTUDO

A área de trabalho corresponde à área emersa de Portugal e Espanha incluindo Continente e Ilhas, não tendo ainda sido possível tratar o *offshore* (Figura 1).

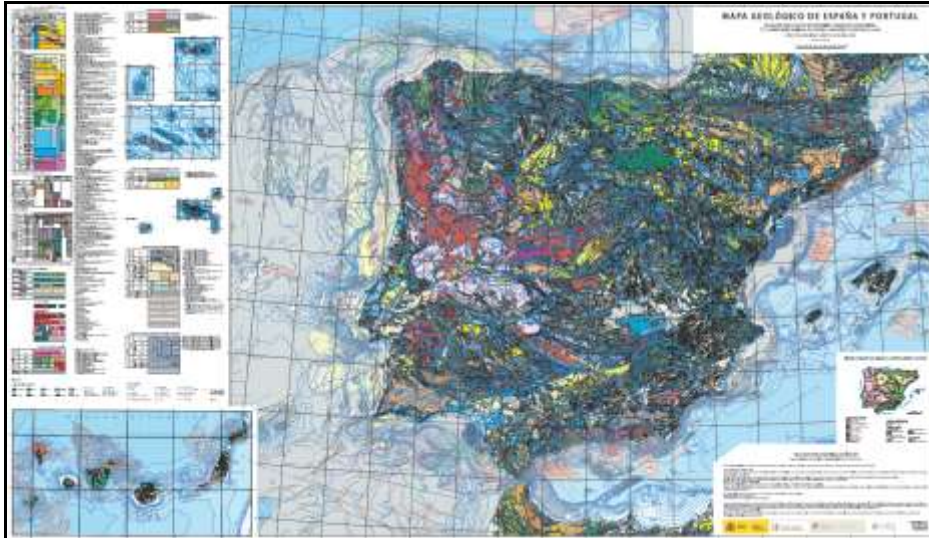


Figura 1: Mapa Geológico de Espanha e Portugal à escala 1: 1000 000, edição 2015. Fonte: IGME-LNEG.

Os sistemas de referência de coordenadas utilizados, nos dados de origem, têm por base o *datum* do Sistema Europeu de Referência Terrestre de 1989 (ETRS89) e a projeção UTM fuso 30 para a Península Ibérica e o *datum* do Sistema de Referência Terrestre Internacional (ITRS) em áreas fora do âmbito geográfico do ETRS89, como por exemplo as Ilhas dos Arquipélagos dos Açores, Madeira e Canárias.

No entanto, para integrar toda a informação deste mapa na *Geodatabase* INSPIRE foi necessário eleger um único Sistema de referência de coordenadas, o ETRS89-GRS80, o que está de acordo com a disposição de execução INSPIRE relativa à interoperabilidade dos conjuntos e serviços de dados geográficos [4].

2.2. MODELO DE DADOS COMUM

O SIG que suporta a produção de cartografia geológica, tanto no IGME como no LNEG tem por base *software ArcGis Desktop*, o que motivou a utilização do formato *Geodatabase* para a BD comum. Para o tema Geologia a ESRI disponibiliza o *template* de *Geodatabase*, representado na figura 2, através da ferramenta *ArcGis for INSPIRE*. Como já referido, este foi o modelo de dados utilizado neste projeto, ao qual foram adicionados campos próprios para responder às especificidades da Geologia e requisitos de cada instituição.

Esta BD é constituída por uma *Feature Dataset* que contém as principais *features* geológicas espaciais representadas no mapa geológico: Unidades Geológicas (*geUnitS*) e Estruturas Geológicas (*geFaultL*). Para armazenar toda a restante informação, não gráfica, associada a estas duas *features* o modelo disponibiliza as tabelas *geUnit* e *geFault*, que complementam a informação geológica associada a cada linha ou polígono. Os principais atributos destas tabelas são o *InspireID*, o nome e o tipo da *feature*. Entre as unidades geológicas e as unidades cartografadas existe uma associação de 1 para muitos, definida pelo identificador da unidade geológica (*featureID*). A informação relacionada com os constituintes litológicos associados a cada unidade geológica está armazenada na tabela *geCompositionPart*. Esta classe contém ainda o papel (*role*) das litologias na

unidade (e.g. componente único, parcial) e a sua proporção (*proportion*) em relação ao conjunto da unidade (em percentagem). A informação relacionada com os eventos geológicos associados a cada unidade geológica está armazenada na tabela *geGeologicEvent*, onde cada evento é caracterizado por um nome (se conhecido), pelo processo ou processos que estiveram na sua origem, idade e ambiente geológico.

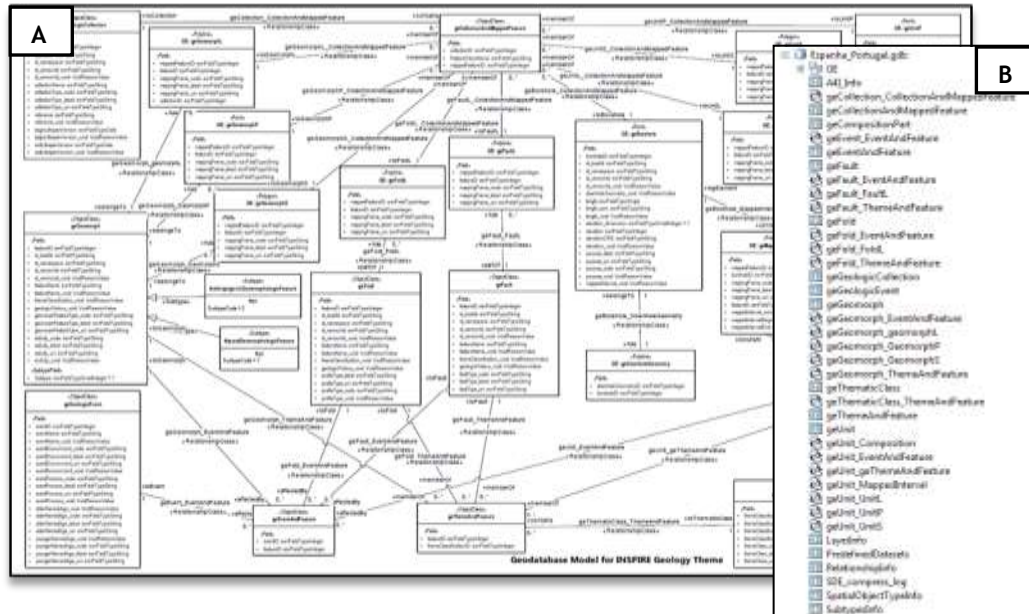


Figura 2: *Template* de Geodatabase INSPIRE para o tema Geologia (A). Fonte: ESRI. Visualização da Base de dados em ArcCatalog (B)

O preenchimento da maior parte destes atributos é feito com recurso a listas de códigos/dicionários cujos valores são geridos através do serviço de registos INSPIRE [5]. Cada valor nestas listas de códigos tem um identificador único, sob a forma de um *http URI*, que permite estabelecer a ligação a um vocabulário na Internet, que contém mais informação sobre o termo geológico, nomeadamente a sua definição e referência bibliográfica.

O dicionário INSPIRE das Litologias é constituído por 276 termos que se relacionam de forma hierárquica. A sua visualização interativa, que está representada na figura 3, sob a forma de árvore, foi de grande utilidade na fase da escolha do(s) termo(s) mais adequado(s) para classificar os constituintes rochosos de cada unidade geológica (ver ponto 2.4 mais à frente).

Os valores permitidos para registar a idade de um evento geológico compreendem os termos especificados na Tabela Estratigráfica Internacional [6], mais os que foram adicionados no âmbito do projeto *OneGeology-Europe* [7]. O dicionário das idades também está disponível no serviço de registos INSPIRE, apresenta 5 níveis hierárquicos e 204 termos.

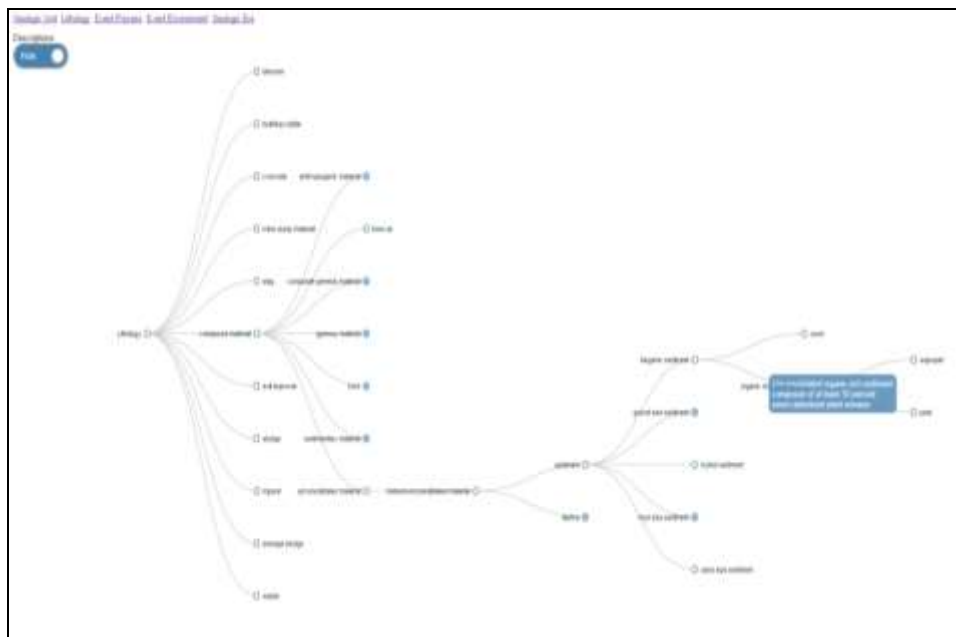


Figura 3: Dendrograma do dicionário INSPIRE das Litologias. Fonte: Serviço Geológico da Dinamarca (GEUS) através do *cluster* temático INSPIRE da Geologia.

2.3. EXTENSÃO DO MODELO DE DADOS

A análise do modelo de dados da figura 2 (que corresponde à transposição do modelo INSPIRE UML para *Geodatabase* efetuada pela ESRI) e das respetivas especificações de dados permite identificar detalhadamente a informação a disponibilizar. Por exemplo, para caracterizar as unidades geológicas é essencial conhecer os seus constituintes litológicos e respetivos eventos geológicos associados. Uma vez que um evento geológico deve ser associado à respetiva unidade geológica para assinalar a sua formação, o modelo permite desta forma descrever a idade da base e de topo de cada unidade geológica. A obtenção dos mapas de litologias e idades, requeridos pelos serviços de mapas INSPIRE (página 106 do capítulo 11 das especificações de dados), depende de dados distribuídos por várias tabelas, o que impõe a necessidade de adicionar à tabela *geUnit* os campos *representativeLithology_uri* e *representativeAge_uri*, definidos na norma *GeoSciML* [8]. Estes campos servem para armazenar a litologia e a idade representativas da unidade geológica. À litologia representativa deve corresponder uma percentagem superior a 75% da unidade geológica, definição disponível no vocabulário controlado <http://vocabs.ga.gov.au/cgi/sissvoc/proportionterm/resource?uri=http://resource.geosciml.org/classifier/cgi/proportionterm/dominant> da *Comission for the Managment and Application of Geoscience Information (CGI)* da *International Union of Geological Sciences (IUGS)*. A idade representativa corresponde ao intervalo de idade mais representativo para uma determinada unidade geológica. Segundo as especificações de dados INSPIRE, esta idade corresponde à idade da base.

Foi também adicionado o campo *description*, também previsto na norma *GeoSciML*, em Espanhol, Português e Inglês, para descrever as unidades geológicas presentes na legenda e a sua tradução para as restantes línguas.

Devido a necessidades institucionais específicas, tais como a disponibilização deste mapa nos GeoPortais das duas instituições, foram também adicionados os campos: *code*, *eonthem*, *erathem*, *system*, *series* e *stage*. O primeiro destes campos para armazenar o número de identificação de uma determinada unidade geológica inscrito na legenda do mapa e os restantes para armazenar as unidades cronostratigráficas correspondentes.

Após definição e implementação da BD a utilizar neste projeto, utilizou-se a ferramenta *Load Data* para carregar os dados harmonizados pelos dois países. Foram ainda efetuadas as seguintes operações no *ArcGIS*:

- Transformação de coordenadas dos sistemas de referência de coordenadas de origem para ETRS89-GRS80 com a ferramenta *Project* e o método de transformação NTV2;
- Preenchimento das chaves estrangeiras, com as ferramentas *Join* e *Calculate Field*;
- Preenchimento das tabelas de relação com a ferramenta *Table To Relationship Class*.

2.4. HARMONIZAÇÃO DE DADOS

Na BD de origem do mapa geológico, a informação das litologias e das idades é descrita apenas numa tabela que está associada a cada uma das unidades cartografadas através de uma operação de *Join*. Como já referido, na *Geodatabase* INSPIRE adotada neste projeto, esta informação é descrita em duas tabelas distintas, uma para as idades e a outra para as litologias. Por exemplo, a unidade geológica identificada com o código 44, na legenda do mapa original (Figura 4) está descrita como “Esquistos, grauvacas, cuarcitas y conglomerados”, passando a estar descrita na *Geodatabase*, na tabela das litologias, por quatro constituintes litológicas, cada um deles possuindo um identificador único: *schist*, *wacke*, *quartzite* e *conglomerate*.

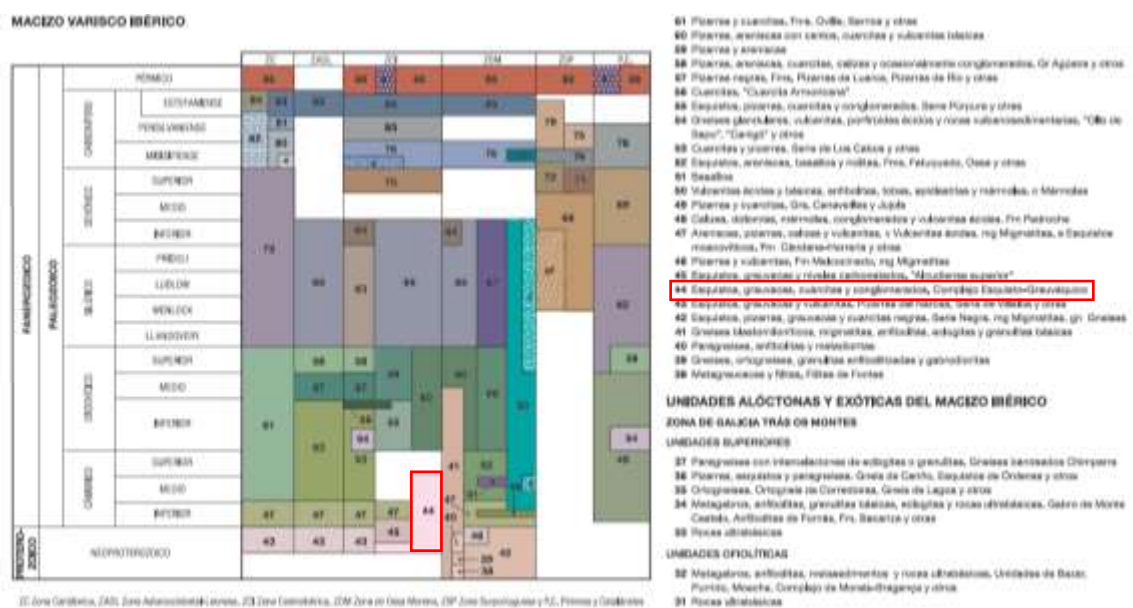


Figura 4: Extrato da legenda do Mapa Geológico de Espanha e Portugal à escala 1:1 000 000. A vermelho está assinalado o código 44 e respetiva descrição.

Neste processo a principal dificuldade encontrada consistiu no estabelecimento das correspondências entre os termos usados no mapa e os seus equivalentes ingleses, para o que foi essencial a participação e contribuição dos geólogos especialistas nesta área do conhecimento.

De seguida descreve-se um exemplo que pretende ilustrar as dificuldades sentidas, como é o uso diferente de termos litológicos similares. Partindo da unidade geológica com o código 44, acima descrita, surgem duas classificações distintas para o termo Xisto: em Portugal ao termo Xisto corresponde o termo em inglês *Slate*, enquanto em Espanha o termo *Esquisto* corresponde ao termo *Schist* em inglês. Para efeitos de harmonização do mapa conjunto, os dois países concordaram em classificar os Esquistos/Xistos como *Schist*. Em termos da litologia representativa também existem

diferenças nas classificações usadas nos dois países. Em alguns casos foi necessário estabelecer acordos entre os dois países por forma a eleger a litologia representativa.

Outro problema deriva da falta de termos adequados no dicionário INSPIRE das litologias. Por exemplo, a unidade geológica com o código 67 inclui os seguintes termos litológicos: “Cuarcitas, esquistos negros, liditas, grauvacas, vulcanitas e intercalaciones de eclogitas”. O termo *Lidito* não tem correspondência na lista controlada de litologias INSPIRE, portanto, um termo litológico de ordem superior deve ser encontrado para poder incluí-lo. No entanto, neste caso optou-se pelo termo *chert* que também não existe neste dicionário. Com o propósito de completar o dicionário INSPIRE das litologias propõe-se a inclusão destes dois termos: *Chert* e *Lydite*.

3. PARTILHA DE DADOS

O objetivo final deste trabalho consiste na disponibilização na Internet dos serviços de visualização (WMS) e descarregamento (WFS) do Mapa Geológico de Espanha e Portugal harmonizado pelas duas instituições envolvidas. Para que essa disponibilização obedeça a regras claras, está em preparação um documento de entendimento entre o IGME e o LNEG, que define as características e as condições da disponibilização do mapa e partilha dos dados. Neste documento irão constar as restrições de acesso e limitações de uso da informação, tendo em consideração as obrigações e princípios da Diretiva INSPIRE e a responsabilidade partilhada sobre a disponibilização deste mapa.

4. SERVIÇOS DE MAPAS

No LNEG os serviços de dados WMS e WFS do Mapa Geológico de Espanha e Portugal foram criados com base na respetiva informação vetorial de base harmonizada, de acordo com as normas OGC e Diretiva INSPIRE [9]. A *Geodatabase* obtida foi implementada na Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) do LNEG que se baseia em tecnologia ESRI e *SQL Server*. O mapa com os *layers* necessários, representado na figura 6, foi obtido com o *ArcGIS for INSPIRE Desktop*, e posteriormente simbolizado com os ficheiros *style* obtidos a partir das especificações de dados INSPIRE.

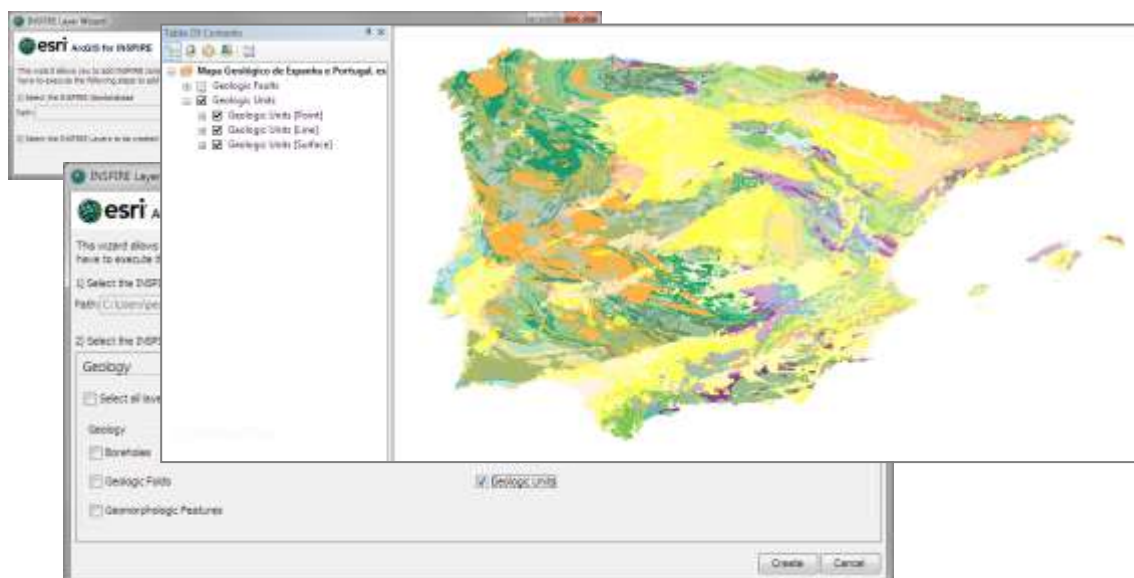


Figura 6: Ilustração da ferramenta ArcGis for INSPIRE Desktop e do mapa obtido com as *layers* necessárias à criação dos serviços de mapas INSPIRE.

O IGME implementou a *Geodatabase* obtida na sua IDE que se baseia em tecnologia *open source*.

Com os dados desta BD foram criadas cinco vistas e para cada uma delas foram obtidos os ficheiros *Geographic Markup Language* (GML) através do HALE. Para publicar esta informação optou-se pelo *GeoServer*, ferramenta de código aberto, que permite de maneira simples e flexível criar os serviços WMS e WFS em conformidade com os requisitos INSPIRE.

5. CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

O principal resultado deste trabalho consistiu na obtenção de uma BD única, harmonizada e consistente para armazenar os dados do Mapa Geológico de Espanha e Portugal à escala 1:1 000 000. O LNEG adotou esta BD como a BD do Mapa Geológico de Espanha e Portugal harmonizado de acordo com as especificações INSPIRE. Esta BD é muito diferente do modelo de dados original e apresenta as seguintes vantagens: 1- apresenta-se melhorada na medida em que com este trabalho foi possível corrigir erros de classificação; 2- contribui para a estruturação dos dados da cartografia geológica de acordo com os requisitos INSPIRE, garantindo em simultaneidade a coerência dos dados ao longo da fronteira (uma das recomendações da INSPIRE); 3- facilita a implementação de operações de geoprocessamento para a obtenção de mapas geológicos temáticos; 4- contribui para a interoperabilidade e reutilização dos dados da cartografia geológica; 5- permite responder adequadamente a projetos europeus tais como a *European Geological Data Infrastructure* (EGDI). A extensão da BD com os novos campos não contemplados nas especificações INSPIRE também irá permitir disponibilizar o serviço WFS para o portal ONEGEOLOGY, de acordo com a norma GeoSciML.

Os resultados obtidos pelas duas instituições permitem concluir que ambas as abordagens tecnológicas são viáveis. A solução explorada pelo IGME exige mais esforço em tempo mas no final revela-se mais vantajosa na medida em que preserva a estrutura original dos dados (objetivo pretendido pelo IGME). A *Geodatabase* obtida neste trabalho serviu dois propósitos: 1- facilitar a harmonização dos dados através do HALE; 2- passo intermédio para a obtenção do mapa geológico de Espanha, harmonizado em conformidade com a Diretiva INSPIRE (em preparação).

A abordagem do IGME tem outra vantagem já que com o HALE é possível efetuar de forma rápida as iterações necessárias de modo a incorporar possíveis extensões ao modelo de dados INSPIRE e/ou alterações nas listas de códigos. A principal desvantagem é ter de esperar pela implementação do ficheiro xsd com essas extensões e estar dependente da adição de novos termos aos dicionários INSPIRE que pode nem vir a acontecer.

Como desenvolvimentos futuros pretende-se no final deste trabalho criar os metadados e proceder à validação dos dados obtidos e respetivos serviços de mapas.

REFERÊNCIAS

- [1] FERNANDEZ, R. R. & OLIVEIRA, J. T. editores, 2015. Mapa Geológico de Espanha e Portugal à escala 1: 1 000 000, versão analógica. IGME-LNEG.
- [2] União Europeia, 2007. Diretiva 2007/2/EC do Parlamento Europeu e do Conselho, de 14 de Março. Jornal Oficial da União Europeia. L 108 de 25.04.2007. [estabelece uma infraestrutura de informação geográfica na Comunidade Europeia (INSPIRE)], p. 1-14. Disponível em <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX%3A32007L0002>. Acedido em outubro de 2017
- [3] INSPIRE, 2013. D2.8.II.4 Data Specification on Geology - Technical Guidelines.D2.8.II.4_v3.0. European Commission, Thematic Working Group Geology. Disponível em http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/INSPIRE_DataSpecification_GE_v3.0.pdf. Acedido em outubro de 2017.
- [4] União Europeia, 2010. Regulamento (UE) nº 1089/2010 da Comissão, de 23 de novembro de

2010, que estabelece as disposições de execução da Diretiva 2007/2/CE do Parlamento Europeu e do Conselho relativamente à interoperabilidade dos conjuntos e serviços de dados geográficos. Disponível em http://publications.europa.eu/resource/ellar/6c9b0d4b-831f-47fe-b551-ac13604d9797.0003.02/DOC_1. Acedido em outubro de 2017

- [5] INSPIRE registry v6.4. Disponível em <http://inspire.ec.europa.eu/registry/>. Acedido em outubro de 2017
- [6] International Commission for Stratigraphy, 2012 - International Chronostratigraphic Chart. Disponível em <http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2013-01.pdf>. Acedido em outubro 2017.
- [7] Asch, K., Bavec, M., Bergman, S., Perez Cerdan, F., Declercq, P.Y., Janjou, D., Kacer, S., Klicker, M., Nironen, M., Pantaloni, M. & Schubert, C., 2010. OneGeology-Europe Scientific/Semantic Data Specification and - Generic Specification for Spatial Geological Data in Europe. ECP-2007-GEO-317001.
- [8] Open GIS Consortium, 2017. OGC Geoscience Markup Language 4.1 (GeoSciML). Disponível em <http://docs.opengeospatial.org/is/16-008/16-008.html>. Acedido em outubro de 2017.
- [9] União Europeia, 2009. Regulamento (CE) nº 976/2009 da Comissão, de 19 de outubro de 2009, que estabelece as disposições de execução da Diretiva 2007/2/CE do Parlamento Europeu e do Conselho no que respeita aos serviços de rede. Disponível em <http://publications.europa.eu/resource/celex/32009R0976>. Acedido em outubro de 2017. Acedido em outubro de 2017.

AUTORES

Aurete PEREIRA 1

aurete.pereira@lneg.pt
Laboratório Nacional de
Energia e Geologia, I.P.
Unidade de Informação
Geocientífica

Sandra MINK 4

s.mink@igme.es
Instituto Geológico y Minero de
Espanña
Área de Sistemas de
Información Geocientífica y
Bases de Datos Institucionales

Alejandro ROBADOR 7

a.robador@igme.es
Instituto Geológico y Minero de
Espanña
Área de Geología,
Geomorfología y Cartografía
Geológica

María MANCEBO 2

mj.mancebo@igme.es
Instituto Geológico y Minero de
Espanña
Unidad de Coordinación,
Información e Infraestructuras

Gabriel LUÍS 5

gabriel.luis@lneg.pt
Laboratório Nacional de
Energia e Geologia, I.P.
Unidade de Informação
Geocientífica

José Tomás OLIVEIRA 8

tomas.oliveira@lneg.pt
Laboratório Nacional de
Energia e Geologia, I.P.

Pedro PATINHA 3

pedro.patinha@lneg.pt
Laboratório Nacional de
Energia e Geologia, I.P.
Unidade de Informação
Geocientífica

Margarita SANABRIA 6

m.sanabria@igme.es
Instituto Geológico y Minero de
Espanña
Área de Sistemas de
Información Geocientífica y
Bases de Datos Institucionales

Román HERNANDEZ 9

r.hernandez@igme.es
Instituto Geológico y Minero de
Espanña
Área de Sistemas de
Información Geocientífica y
Bases de Datos Institucionales