C&SIG

DISPONIBILIZAÇÃO DE INFORMAÇÃO GEOCIENTÍFICA DO LNEG NO ÂMBITO DE PROJETOS INTERNACIONAIS: A EXPERIÊNCIA DO ONEGEOLOGY-EUROPE

Ana Cristina Mourão Antunes Gomes da Costa

Trabalho de Projeto apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência e Sistemas de Informação Geográfica

Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação
da Universidade Nova de Lisboa

Disponibilização de informação geocientífica do LNEG no âmbito de projetos internacionais: a experiência do *OneGeology-Europe*

Trabalho de Projeto orientado por

Professor Doutor Rui Pedro Julião

Novembro de 2012

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho só foi possível graças ao contributo, direto e indireto, de várias pessoas e instituições, às quais gostaria de exprimir algumas palavras de agradecimento e reconhecimento.

Ao LNEG, mais concretamente ao Doutor Gabriel Luis, por me ter desafiado a fazer o Mestrado em C&SIG e pelas excelentes condições de trabalho que possibilitaram a realização do presente trabalho.

Ao Professor Doutor Rui Pedro Julião, meu orientador, pela disponibilidade manifestada para orientar este trabalho e pelas críticas, comentários, sugestões, opiniões e correções feitas durante a orientação.

À equipa internacional de especialistas e investigadores que integraram o Projeto *OneGeology-Europe* pelo muito que aprendi. Sem eles o *OneGeology* continuaria a ser apenas uma ideia.

À equipa de trabalho do LNEG que comigo colaborou no Projeto *OneGeology-Europe*.

A todos os meus colegas, amigos e familiares que me apoiaram ao longo de todo este processo, em especial ao colega Luís Almeida pelas suas constantes contribuições.

A todos, o meu muito obrigada!

Disponibilização de informação geocientífica do LNEG no âmbito de projetos internacionais: a experiência do *OneGeology-Europe*

RESUMO

O presente trabalho aborda a importância dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para a disponibilização de informação geocientífica na *web* no contexto da Diretiva INSPIRE e com suporte nas especificações do *Open Geospatial Consortium* (OGC).

Após um breve enquadramento dos SIG no domínio das geociências e da sua utilização no Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG), são dados a conhecer alguns dos projetos internacionais mais relevantes em que o LNEG tem vindo a participar, no domínio da disponibilização de informação geocientífica na *web*, sendo dado um especial destaque ao Projeto *OneGeology-Europe*, cujos trabalhos de implementação no LNEG são descritos em pormenor.

O principal objetivo do *OneGeology-Europe* é disponibilizar, via *Internet*, os dados geológicos existentes na Europa, de forma gratuita e sem qualquer tipo de restrições. Este projeto fomenta a harmonização da informação geocientífica e a aplicação de normas e especificações do consórcio OGC para a partilha de dados espaciais, em conformidade com a Diretiva INSPIRE.

Geoscientific Information provided by LNEG in the scope of international projects: the experience of *OneGeology-Europe*

ABSTRACT

This work addresses the importance of Geographic Information Systems (GIS) to provide geoscientific information on the web, based on the specifications from the Open Geospatial Consortium (OGC), in the context of the INSPIRE Directive.

After a brief background of GIS in the field of geosciences and its use in Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG), this paper addresses the most significant international projects in which LNEG has been involved, in the field of delivery of geoscientific information through the web. A special emphasis is given to OneGeology-Europe Project and the details of its implementation in LNEG are presented.

The main aim of OneGeology-Europe project is to provide, throught the Internet, the existing geological data in Europe, free of charge and without any type of restrictions. This project promotes the harmonisation of geoscientific information and the application of OGC Consortium standards and specifications to share spatial data, in accordance with the INSPIRE directive.

PALAVRAS-CHAVE

LNEG

OneGeology

Sistemas de Informação Geográfica

Disponibilização de informação geocientífica

Diretiva INSPIRE

Interoperabilidade

Especificações OGC

Normas ISO

KEYWORDS

LNEG

OneGeology

Geographic Information Systems

Providing geoscientific information

INSPIRE Directive

Interoperability

OGC specifications

ISO standards

ACRÓNIMOS

2D – 2 Dimensional

3D – 3 Dimensional

AEGOS – African-European Georesources Observation System

AIPT – Ano Internacional do Planeta Terra

AWI – Alfred-Wegener-Institute for Polar and Marine Research

BGS – British Geological Survey

BRGM – Bureau de Recherches Géologiques et Minières

CE – Comissão Europeia

CEN – European Committee for Standardization

CGGC – Australian/New Zealand Chief Government Geologists Committee

CGI – Commission for the Management and Application of Geoscience Information

CGM – Computer Graphics Metafile

CGMW – Commission of the Geological Map of the World

CGS – Council for Geoscience (South Africa)

CGS – Ceska Geologicka Sluzba (Czech Republic)

CIFEG – Centre International pour la Formation et les Echanges en Géosciences (France)

CIP – Competitiveness and Innovation framework Programme

CNIG – Centro Nacional de Informação Geográfica

CSW – Catalog Service for the Web

DGEG – Direção-Geral de Energia e Geologia

DGOTDU – Direcção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano

DGT – Direção-Geral do Território

DNG – Direction Nationale de la Geologie (Guinea)

EarthResourceML – Earth Resource Markup Language

EEA – European Environment Agency

EGK – Eesti Geoloogiakeskus OÜ (Serviços Geológicos da Estónia)

EPSG – European Petroleum Survey Group

ESDI – European Spatial Data Infrastructure

ESRI – Environmental Systems Research Institute

ETL – Extract Transform Load

ETRS89 – European Terrestrial Reference System 1989

EUMETSAT – European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites

EuroGeoSource – EU Information and Policy Support System for Sustainable Supply of Europe with Energy and Mineral Resources

EuroGeoSurveys – European Union of Geological Surveys

EUROMINES – European Association of Mining Industries, Metal Ores & Industrial Minerals

GD-SOM-UNZA – Geology Department, School of Mines, University of Zambia

GeoJSON – JSON Geometry and Feature Description

GEONETCast – Global network of satellite based environmental data dissemination system

GeoSciML – GeoScience Markup Language

GEOSS – Global Earth Observing System of Systems

GeoZS – Geoloski Zavod Slovenije (Serviços Geológicos da Eslovénia)

GEUS – De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (Serviços Geológicos da Dinamarca e da Gronelândia)

GIF – Graphics Interchange Format

GMES – Global Monitoring for Environment and Security

GML – Geography Markup Language

GRS80 – Geodetic Reference System 1980

GSAf – Geological Society of Africa

GSB – Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique

GSE – Geological Survey of Ethiopia

GSD – Geological Survey Department (Ghana)

GSI – Department of Communications, Energy and Natural Resources (Irland)

GSM – Geological Survey and Mines (Uganda)

GTK – Geologian Tutkimuskeskus (Serviços Geológicos da Finlândia)

HTML – Hypertext Markup Language

HTTP – Hypertext Transfer Protocol

ICS – International Commission on Stratigraphy

ICT – Information and Communication Technologies

ID – Identification number

IDE – Infraestrutura de Dados Espaciais

IET – Institute for Energy and Transport

IGP – Instituto Geográfico Português

INSPIRE – INfrastruture for SPatial Information in Europe

IRA – Institute for Resource Assessment (Tanzania)

IRD – Institut de Recherche pour le Développement (France)

ISCGM – International Steering Committee for Global Mapping

ISO – International Organization for Standardization

ICSU – International Council for Science

IGME – Instituto Geologico y Minero de España

IGR – Institutul Geologic al României (Instituto Geológico da Roménia)

ITRF93 – International Terrestrial Reference Frame 1993

IUGS – International Union of Geological Sciences

IWG – Interoperability Working Group

JPEG – Joint Photographic Experts Group

JRC – Joint Research Centre

JSON – JavaScript Object Notation

KML – Keyhole Markup Language

LGM – Laboratório de Geologia e Minas

LNE – Laboratório de Energia

LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia

MAFI – Magyar Allami Foldtani Intezet (Serviços Geológicos da Hungria)

MARC – MAchine Readable Cataloguing

MEET – Министерство на икономиката и енергетиката (Ministério da Economia, Energia e Turismo da Bulgária)

MIcKA – MetaInformační Katalog (MetaInformation Catalogue)

MIG – Metadados de Informação Geográfica

MMI – Ministère des Mines et de l'Industrie (Sénégal)

NASA – National Aeronautics and Space Administration

NetCDF – Network Common Data Form

NGU – Norges Geologiske Undersokelse (Serviços Geológicos da Noruega)

NSF – National Science Foundation

ODV – Ocean Data View

OGC – Open Geospatial Consortium

ONU – Organização das Nações Unidas

PALOP – Países Africanos de Língua Oficial Portuguesa

PGI – Panstwowy Instytut Geologiczny (Instituto Geológico da Polónia)

PMG – Perfil de Metadados Geológicos

PNG – Portable Network Graphics

PRODML – Production Markup Language

PSP – Policy Support Programme

RBINS – Royal Belgian Institute of Natural Sciences

RESQML – Reservoir Characterization Markup Language

REST – REpresentational State Transfer

RMCA – Royal Museum for Central Africa (Belgium)

SE – Symbology Encoding

SEAMIC – Southern and Eastern African Mineral Centre

SEG-Y – Society of Exploration Geophysicists format for geophysical data

SEIS – Shared Environmental Information System

SGL – Administration des Ponts et Chaussees (Luxembourg)

SGSS – Servizio Geologico Sismico e dei Suoli (Serviço Geológico, Sísmico e do Solo da Itália)

SGU – Sveriges Geologiska Undersokning (Serviços Geológicos da Suécia)

SGUDS – Štatny Geologický Ustav Dionýza Štúra (Instituto Geológico da Eslováquia)

SIG – Sistema de Informação Geográfica

SLD – Styled Layer Descriptor

SNIG – Sistema Nacional de Informação Geográfica

SRS – Spatial Reference System

SVG – Scalable Vector Graphics

TIC – Tecnologias da Informação e Comunicação

TMS – Tile Map Service

TNO – Nederlandse Organisatie Voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (Organização para a Investigação Científica Aplicada da Holanda)

UEMOA – Union Economique et Monétaire Ouest Africaine

UIG – Unidade de Informação Geocientífica

UKOOA – United Kingdom Offshore Operations Association

UN – United Nations

UNECA – United Nations Economic Commission for Africa

UNECE – United Nations Economic Commission for Europe

UNESCO – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

UNFC – United Nations Framework Classification

URL – Uniform Resource Locator

URN – Unified resource Name

USGIN – United States Geoscience Information Network

XTF – eXtended Triton Format

W3C – World Wide Web Consortium

WEB – World Wide Web

WFS – Web Feature Service

WFS-T – Transactional WFS

WITSML – Wellsite information transfer standard markup language

WMC – Web Map Context

WMS – Web Map Service

WMTS – Web Map Tiled Service

WP – Work Package

WPS – Web Processing Service

XML – eXtensible Markup Language

YES Network – Young Earth Scientists Network

ÍNDICE DO TEXTO

AGRADECIMENTOS iii

RESUMO iv

ABSTRACT v

PALAVRAS-CHAVE vi

KEYWORDS vi

ACRÓNIMOS vii

ÍNDICE DE TABELAS xv

ÍNDICE DE FIGURAS xvi

1 Introdução 1

1.1 Enquadramento 1

1.2 Objetivos 2

1.3 Metodologia 3

1.4 Organização do Trabalho de Projeto 4

2 Disponibilização de informação geocientífica 5

2.1 Conceito SIG 5

2.2 Os SIG e as Geociências 6

2.3 A Diretiva INSPIRE 7

2.4 Normalização e interoperabilidade da informação geográfica 10

2.4.1 *Geographic Markup Language* 11

2.4.2 *Web Map Service* 12

2.4.3 *Web Map Tile Service* 13

2.4.4 *Web Map Context* 14

2.4.5 *Web Feature Service* 14

2.4.6 *Web Coverage Service* 15

2.4.7 *Styled Layer Descriptor* 16

2.4.8 *Catalog Service for the Web* 16

3 Disponibilização de informação geocientífica no LNEG 18

3.1 O LNEG e a sua missão 18

3.2 O LNEG e os SIG 19

3.3 O *geoPortal* do LNEG: uma ferramenta de disponibilização de informação 21

3.4 Disponibilização de informação do LNEG no âmbito de projetos internacionais . 25

3.4.1 Tabela síntese de projetos internacionais 25

3.4.2 Projeto *EU Information and Policy Support System for Sustainable Supply of Europe with Energy and Mineral Resources (EuroGeoSource)* 27

3.4.2.1 Descrição sumária 27

3.4.2.2 Consórcio 29

3.4.2.3 Dados 31

3.4.2.4 Infraestrutura 32

3.4.2.5 Harmonização 37

3.4.2.6 Relação com outros projetos e iniciativas 39

3.4.3 Projeto *African-European Georesources Observation System (AEGOS)* . 40

3.4.3.1 Descrição sumária 40

3.4.3.2 Consórcio 42

3.4.3.3 Dados 44

3.4.3.4 Infraestrutura 45

3.4.3.5 Relação com outros projetos e iniciativas 47

4 Iniciativas e projetos no âmbito da disponibilização de dados: a experiência do *OneGeology* 49

4.1 A Iniciativa *OneGeology* 49

4.1.1 Enquadramento 49

4.1.2 Objetivos 49

4.1.3 Origem da iniciativa 50

4.1.4 Infraestrutura 51

4.1.5 Estado atual 54

4.1.6 Ameaças e oportunidades 55

4.1.7 Desafios para o futuro 56

4.2 O Projeto *OneGeology-Europe* 57
4.2.1 Enquadramento 57
4.2.2 Ligação à Iniciativa *OneGeology* 59
4.2.3 Objetivos 59
4.2.4 Consórcio 60
4.2.5 Dados 62
4.2.6 Infraestrutura 63
4.2.6.1 Arquitetura da infraestrutura 63
4.2.6.2 O Portal *OneGeology-Europe* 65
4.2.6.3 Metadados e serviço de catálogo 67
4.2.6.4 Interoperabilidade 69
4.2.6.5 Harmonização semântica 74
4.2.7 Política de acesso aos dados 77
4.2.8 Relação com a Diretiva INSPIRE e outras iniciativas 78
4.2.9 Resultados 79
4.2.10 Desenvolvimentos posteriores 80
4.2.11 Objetivos futuros 81

5 Conclusões 83

5.1 Consequências e implicações 83
5.2 Dificuldades e limitações 84
5.3 Novas perspetivas 86

Referências bibliográficas 87

ANEXOS 92

ANEXO 1. Categorias temáticas da Diretiva INSPIRE..... 93
ANEXO 2. Dicionário de dados referentes à Litologia 94
ANEXO 3. Dicionário de dados referentes à Idade 115
ANEXO 4. Dicionário de dados referentes à Génese 120
ANEXO 5. Dicionário de dados referentes às Estruturas 122
ANEXO 6. Legenda adotada para a Litologia 126
ANEXO 7. Legenda adotada para a Idade..... 127
ANEXO 8. Legenda adotada para as Estruturas 128

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Projetos internacionais em que o LNEG participa, no âmbito da disponibilização de informação geocientífica. 26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Ilustração de um mapa e respetivos *tiles* (adaptado de Masó, 2010) 13

Figura 2 – Matriz para cada escala de visualização (Masó, 2010) 14

Figura 3 – Interface do *geoportal* do LNEG (http://geoportal.lneg.pt/)..... 22

Figura 4 – Interface da componente de Pesquisa de Metadados do *geoPortal* do LNEG (http://geoportal.lneg.pt/)..... 23

Figura 5 – Componente de Base de Dados *Online* do *geoPortal* do LNEG (http://geoportal.lneg.pt/)..... 24

Figura 6 – Visualizador de Mapas do *geoPortal* do LNEG (http://geoportal.lneg.pt/) 24

Figura 7 – Estrutura organizacional do Projeto *EuroGeoSource* (Gruijters, 2011)..... 28

Figura 8 – Protótipo do portal do *EuroGeoSource*, evidenciando ocorrências de lítio sobre um mapa do *OneGeology-Europe* (Fruijtier, 2012)..... 29

Figura 9 – Distribuição geográfica dos parceiros do Projeto *EuroGeoSource* (http://www.eurogeosource.eu/)..... 30

Figura 10 – Arquitetura em três camadas (adaptado de Elmasri & Navathe, 2003) 34

Figura 11 – Transformação para o formato *EuroGeoSource* e migração para o sistema central (Šinigoj, Waardenburg, Tulstrup, Remmelts, Pen & Kerkenaar, 2012) 35

Figura 12 – Arquitetura do *EuroGeoSource* em 3 camadas com as entidades que disponibilizam os dados e serviços (1), o servidor central (2) e os utilizadores de dados e serviços (3) (Gruijters, 2012) 36

Figura 13 – Estrutura organizacional do Projeto *AEGOS* (www.aegos-project.org/). 41

Figura 14 – Distribuição geográfica dos parceiros do Projeto *AEGOS* (www.aegos-project.org/)..... 43

Figura 15 – Arquitetura proposta para a infraestrutura *AEGOS* (adaptado de Serrano, 2010). 46

Figura 16 – Mapa de idades para Portugal e Espanha (http://portal.onegeology.org/)..... 52

Figura 17 – Resultado de uma pesquisa através do *Metadata Catalogue* tendo por base a palavra "Portugal" (http://onegeology-catalog.brgm.fr/geonetwork/srv/en/main.home)..... 53

Figura 18 – Países que participam e/ou disponibilizam dados no *OneGeology* e formatos de disponibilização utilizados (obtido a partir do *Google Earth*) 55

Figura 19 – Estrutura organizacional do projeto internacional *OneGeology-Europe*..... 58

Figura 20 – Os países europeus e a disponibilização de dados no âmbito da iniciativa *OneGeology* e do Projeto *OneGeology-Europe* (*OneGeology,* 2009) 62

Figura 21 – Carta Geológica de Portugal à escala 1:1 000 000 (LNEG/LGM, 2010) 63

Figura 22 – Arquitetura da infraestrutura implementada no âmbito do Projeto *OneGeology-Europe* (adaptado de Serrano, Tellez-Arenas, & Thomas, 2009)..... 64

Figura 23 – Interface do portal do *OneGeology-Europe* (http://onegeology-europe.brgm.fr/geoportal/viewer.jsp). 65

Figura 24 – Janela de definição dos critérios de análise temática (Idade e/ou Litologia), (http://onegeology-europe.brgm.fr/geoportal/viewer.jsp)..... 66

Figura 25 – Resultado de uma análise temática: unidades geológicas do Precâmbrico (simbolizado a encarnado), (http://onegeology-europe.brgm.fr/geoportal/viewer.jsp)..... 66

Figura 26 – Interface do catálogo de metadados do *OneGeology-Europe* (http://onegeology-europe.brgm.fr/geoportal/viewer.jsp)..... 67

Figura 27 – Interface de edição de metadados do *OneGeology-Europe* (http://one.geology.cz/metadata/)..... 68

Figura 28 – Esquema representativo da articulação entre o portal do *OneGeology-Europe* e as interfaces de pesquisa e edição de metadados (adaptado de Serrano, Tellez-Arenas, & Thomas, 2009). 69

Figura 29 – Níveis de interoperabilidade (Brodaric, 2007) 70

Figura 30 – Ilustração do processo de transformação dos dados do LNEG para o modelo GeoSciML..... 71

Figura 31 – Ilustração com as tabelas *ArcGIS* que caraterizam a Litologia e a Idade no modelo de dados do LNEG 72

Figura 32 – Ilustração com as tabelas *ArcGIS* que caraterizam a Litologia e a Idade no modelo de dados do *OneGeology-Europe*..... 73

Figura 33 – O 1GEconnector que transforma o GML no GeoSciML para implementar o modelo do *OneGeology-Europe* (http://onegeology-europe.brgm.fr/ how_to201002/201001 _1GEconnector.pdf)..... 74

Figura 34 – A harmonização semântica e os URN (Pereira, Costa, & Almeida, 2011)..... 75

Figura 35 – Processo de desenvolvimento da nomenclatura adotada no âmbito do *OneGeology-Europe* (adaptado de Asch, Bavec *et al*, 2010) 76

Figura 36 – Condições de disponibilização dos dados/mapas geológicos harmonizados, à escala 1:1 000 000, no âmbito do Projeto *OneGeology-Europe* (http://onegeology-europe.brgm.fr/geoportal/viewer.jsp). 78

Figura 37 – Disponibilização da informação geológica de todo o território português, através do portal do Projeto *OneGeology-Europe* (http://onegeology-europe.brgm.fr/ geoportal/viewer.jsp)..... 81

1 Introdução

1.1 Enquadramento

"O LNEG, I. P., é o laboratório do Estado que tem por missão impulsionar e realizar ações de investigação, de demonstração e transferência de conhecimento, de assistência técnica e tecnológica e de apoio laboratorial dirigidas às empresas, nos domínios da energia e geologia." (Decreto-Lei nº 145/2012, de 11 de Julho de 2012).

O Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG) integra dois laboratórios cientificamente autónomos, o Laboratório de Energia (LNE) e o Laboratório de Geologia e Minas (LGM). Ao LGM compete desenvolver as atribuições do LNEG na área dos recursos geológicos, assumindo as funções permanentes do Estado relativas ao conhecimento geocientífico sistemático do território nacional. O LGM é responsável pela elaboração e gestão de toda a cartografia sistemática no âmbito dos domínios da geologia, hidrogeologia e geologia marinha costeira e pela promoção e realização de estudos de inventariação, revelação, aproveitamento, valorização, monitorização e conservação dos recursos minerais, rochas ornamentais e águas naturais, desempenhando ainda um papel relevante na gestão sustentável dos recursos naturais.

Ao LGM compete ainda colaborar e prestar consultadoria para o governo, órgãos autónomos, autoridades locais e outros organismos públicos, para a definição e implementação de políticas na área das Geociências, e a representação nacional nos *fora* que congreguem representantes dos Serviços Geológicos nacionais. Outra atribuição relevante é a cooperação com instituições científicas e tecnológicas afins e a participação em atividades de ciência e tecnologia, nacionais e estrangeiras, designadamente participação em projetos internacionais, consórcios, redes e outras formas de trabalho conjunto.

O LGM possui uma vasta experiência em termos de participação em projetos internacionais, em particular de nível europeu, mas também nos PALOP. É neste quadro que o LGM tem vindo a assegurar a participação em diversos projetos e a integrar parcerias internacionais, que promovem a partilha de informação técnico-científica, demonstrando uma intervenção externa pró-ativa no domínio da disponibilização de informação. Neste contexto assumem especial relevância a iniciativa *OneGeology* e os projetos *OneGeology-Europe*, *EuroGeoSource* e *AEGOS*.

Num mundo cada vez mais marcado pela globalização, o posicionamento do LGM face a este tipo de projetos (no âmbito da partilha de informação), assume uma relevância estratégica. A participação nestes projetos, para além dos benefícios inerentes ao alcance dos objetivos que lhes são próprios, afigura-se essencial para garantir a manutenção do LNEG na vanguarda, em termos da utilização das melhores práticas na disponibilização da sua informação, e para reforçar e afirmar a sua imagem externa.

1.2 Objetivos

O principal objetivo do presente Trabalho de Projeto é a compreensão e implementação, no LNEG, de novos processos e mecanismos de disponibilização de informação geocientífica na *web*, no âmbito do Projeto *OneGeology-Europe.*

O trabalho aborda os Sistemas de Informação Geográfica, ferramenta essencial para a aquisição, produção e disponibilização de informação espacial. Neste contexto, são focados alguns aspetos fundamentais, tais como a Diretiva INSPIRE (*INfrastructure for SPatial InfoRmation in Europe*), modelos de dados espaciais e especificações desenvolvidas pelo consórcio *Open GeoSpatial* (OGC) para disponibilização de Informação Geográfica na *web*, nomeadamente as especificações *Web Map Service* (WMS) e *Web Feature Service* (WFS), que permitem a integração de dados provenientes de diversas fontes e formatos.

No presente trabalho também é feita uma breve referência à missão do LNEG e à sua principal ferramenta de disponibilização de informação georreferenciada - o *geoPortal*, sendo apresentada uma breve descrição desta plataforma, nomeadamente a sua arquitetura e as tecnologias utilizadas. No entanto, o trabalho foca-se essencialmente na disponibilização de informação geocientífica no âmbito dos projetos internacionais em que o LNEG tem vindo a participar, nomeadamente os projetos *OneGeology-Europe*, *EuroGeoSource* e *AEGOS*. Neste contexto, são descritos os motivos pelos quais estes projetos foram desenvolvidos, os seus intervenientes, principais atividades desenvolvidas, abordagens utilizadas, aspetos técnicos mais relevantes, principais dificuldades sentidas, soluções encontradas e as mais-valias ou benefícios resultantes a nível institucional, nacional e internacional. É dado um especial destaque ao Projeto *OneGeology-Europe*, que é descrito mais pormenorizadamente, dada a sua elevada especificidade e grau de

complexidade e ainda devido ao impacto muito significativo que este teve no LNEG, nos outros membros do consórcio e na comunidade geocientífica.

1.3 Metodologia

A metodologia adotada no âmbito do presente Trabalho de Projeto envolveu uma componente teórica e uma componente prática.

A componente teórica implicou uma criteriosa e exaustiva pesquisa bibliográfica acerca dos aspetos e conceitos mais relevantes para a concretização do objetivo principal deste trabalho: a compreensão e implementação, no LNEG, de novos processos e mecanismos de disponibilização de informação geocientífica na *web*, integrados no Projeto *OneGeology-Europe.*

Neste contexto, foi dado um maior destaque à Diretiva INSPIRE e às normas OGC, fundamentais para a compreensão e implementação das técnicas e procedimentos adotados no projeto em análise. Os trabalhos de pesquisa bibliográfica envolveram igualmente a recolha de informação relevante relacionada com os projetos internacionais no âmbito da disponibilização de informação em que o LNEG participou, ou tem vindo a participar.

A componente prática deste trabalho envolveu o desenvolvimento e implementação dos processos e mecanismos que asseguraram a disponibilização de informação geocientífica do LNEG, através do portal do *OneGeology-Europe*.

A metodologia que orientou esta prática fundamentou-se essencialmente na metodologia adotada no projeto internacional *OneGeology-Europe*, de acordo com as orientações estipuladas pelos grupos de trabalho constituídos no âmbito do mesmo.

A participação da autora do presente trabalho, como representante do LNEG, nos inúmeros *workshops* e reuniões organizados no âmbito dos grupos de trabalho do Projeto *OneGeology-Europe,* foi importante para a componente teórica do presente trabalho e determinante para a concretização da sua componente prática. Foi igualmente relevante a participação no processo de implementação da Diretiva INSPIRE no LNEG, em articulação com o então Instituto Geográfico Português (atual Direção-Geral do Território).

1.4 Organização do Trabalho de Projeto

O presente Trabalho de Projeto está estruturado em cinco capítulos.

O primeiro capítulo, meramente introdutório, descreve e enquadra a temática proposta. Este capítulo inclui ainda os objetivos gerais e específicos que regem o desenvolvimento do trabalho.

O segundo capítulo é relativo à temática da disponibilização de informação geocientífica, sendo feita uma breve apresentação dos diferentes conceitos relacionados com os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e a sua estreita relação com as geociências. Este capítulo aborda ainda questões relacionadas com a Diretiva INSPIRE, as especificações OGC e os *GeoWebServices*, que são aspetos relevantes no âmbito da disponibilização de informação espacial.

O terceiro capítulo é dedicado ao LNEG e à sua missão, principalmente em termos da disponibilização da informação geocientífica que produz ou detém. É feita igualmente referência à forma como os SIG têm influenciado o modo de atuar na aquisição, produção e disponibilização da informação no LNEG. Neste capítulo são ainda apresentadas e descritas as atividades do LNEG mais relevantes no âmbito da disponibilização de informação, tanto a nível nacional, através do seu *geoPortal*, como a nível internacional, através de projetos como o *OneGeology-Europe*, o *EuroGeoSource* e o *AEGOS*.

O quarto capítulo refere-se essencialmente à experiência da disponibilização de informação geocientífica no âmbito de um projeto internacional concreto, designadamente o Projeto *OneGeology-Europe*. Este capítulo é assim dedicado à compreensão e descrição do desenvolvimento e implementação de todos os aspetos relevantes, relacionados com a disponibilização da informação geocientífica do LNEG, no contexto do referido projeto. São igualmente apresentados os principais resultados alcançados pelo projeto e os novos desenvolvimentos que daí poderão surgir.

O quinto e último capítulo inclui algumas considerações acerca das principais consequências e implicações da participação do LNEG no projeto internacional *OneGeology-Europe*, e das dificuldades e limitações sentidas. Este capítulo termina com algumas considerações acerca das novas perspetivas neste domínio, no contexto institucional, nomeadamente em termos de política de disponibilização de informação.

2 Disponibilização de informação geocientífica

2.1 Conceito SIG

A definição de SIG tem sido alvo de grandes discussões. Não existe uma definição única, generalizada e consensual, para os SIG, existindo uma infinidade de definições que dão ênfase a diferentes aspetos dos SIG.

Esta multiplicidade de definições advém da imensa diversidade de áreas ou domínios de aplicação dos SIG, e do ajustamento deste conceito ao contexto de utilização e realidade dos problemas que ajudam a resolver. No entanto, a grande maioria das definições não consegue abarcar todas as suas potencialidades.

A definição de SIG proposta pelo *United States Geological Survey* (USGS) é bastante adequada ao contexto do presente Trabalho de Projeto. De acordo com esta entidade "*a GIS is a computer system capable of capturing, storing, analyzing, and displaying geographically referenced information; that is, data identified according to location. Practitioners also define a GIS as including the procedures, operating personnel, and spatial data that go into the system*."

Um SIG pode ser definido, de forma genérica, como um conjunto organizado de *hardware*, *software*, dados geográficos, procedimentos e recursos humanos, que permite a aquisição, armazenamento, manipulação, análise, visualização e disponibilização de qualquer informação geograficamente referenciada.

Os SIG têm vindo a assumir uma importância cada vez mais expressiva em diversas áreas. Atualmente são utilizados na grande maioria das atividades que estão relacionadas com a componente espacial, nomeadamente a cartografia, prospeção de recursos minerais, gestão de recursos naturais, estudos de impacto ambiental e gestão e ordenamento do território.

Os SIG disponibilizam ferramentas poderosas que proporcionam os mais diversos benefícios e proveitos nos mais variados domínios. A sua utilização nestas diferentes áreas provocou uma profunda revolução que influenciou decisivamente a evolução das geociências e da análise espacial.

2.2 Os SIG e as Geociências

A utilização dos SIG tem tido um papel cada vez mais importante nas mais diversas áreas de especialidade das geociências, nomeadamente nas que se enquadram nas atividades geocientíficas desenvolvidas pelo LNEG. Atualmente, as diversas áreas ligadas às geociências recorrem aos SIG numa base diária, e a sua aplicabilidade tem vindo a aumentar, de uma forma muito significativa.

Os SIG são uma forma prolífera e extraordinariamente eficaz de produzir mapas. No entanto, também podem ser utilizados para produzir imagens, animações e outros produtos cartográficos, que permitem a visualização e a perceção dos objetos de estudo, de formas que eram impossíveis de obter há alguns anos atrás. Os modelos tridimensionais são o melhor exemplo deste tipo de produtos.

A entrada de dados geocientíficos nos SIG é um processo relativamente simples, que pode ser realizado a partir de mapas que são digitalizados e georreferenciados, ou a partir de fotografias aéreas, imagens de satélite e outras fontes. Os SIG permitem igualmente o armazenamento e a estruturação dos dados, que possibilitam a criação de uma base de conhecimentos sólida, essencial para atos de gestão, planeamento e tomadas de decisão bem fundamentados.

Os SIG constituem uma ferramenta poderosa que permite a manipulação, integração e análise de dados, que facilitam a investigação dos mais variados problemas de âmbito geocientífico. Além disso, integram ferramentas estatísticas que permitem manipular grandes volumes de dados, e que são fundamentais para descobrir padrões, anomalias, tendências e correlações. Permitem ainda a representação de situações reais, através da modelação matemática dos dados, e a simulação de diferentes cenários, em função da variação ou interação de *n* variáveis, cuja utilidade é indiscutível na deteção, resolução ou minimização dos mais diversos problemas de âmbito geocientífico.

Atualmente os SIG assumem ainda um papel fundamental na disponibilização do conhecimento geocientífico através da *Internet*, sob a forma de mapas ou através de outros formatos e abordagens, de uma forma eficaz e percetível, para um universo de utilizadores muito mais alargado.

Os SIG transformaram a forma como os geocientistas investigam, tiram conclusões, divulgam resultados obtidos e contribuem para a sociedade. As recentes inovações

tecnológicas proporcionam ainda uma redução substancial nos custos de produção, publicação e disseminação dos dados e conhecimento geocientíficos, e uma redução substancial no tempo necessário para veicular os últimos resultados de investigação obtidos. No futuro, novas inovações tecnológicas irão certamente implicar outros efeitos benéficos, contribuindo para uma melhor compreensão dos fenómenos geocientíficos e para uma aplicação mais alargada desse conhecimento.

2.3 A Diretiva INSPIRE

A Diretiva INSPIRE (Diretiva nº 2007/2/EC do Parlamento Europeu e do Conselho da União Europeia de 14 de março de 2007), que entrou em vigor no dia 15 de Maio de 2007, estabelece a criação de uma infraestrutura de informação espacial na Europa. Esta diretiva foi transposta para a legislação nacional em 2009, através do Decreto-Lei nº180/200 de 7 de Agosto.

A iniciativa INSPIRE foi iniciada por um grupo de especialistas, na altura denominado *E-ESDI Expert Group*, composto por representantes da Comissão Europeia (CE), *European Environment Agency* (EEA) e representantes de comunidades ambientais e de informação geográfica dos vários Estados-Membros, com o intuito de facilitar a elaboração, aplicação, acompanhamento e avaliação de políticas comunitárias relacionadas com o ambiente.

Para um melhor entendimento dos objetivos e implicações desta diretiva é importante fazer referência aos seguintes conceitos-chave: dados espaciais; metadados; serviços de dados espaciais (serviços em rede); infraestruturas de dados espaciais; e interoperabilidade.

Dados espaciais são dados aos quais está associada uma referência a uma localização geográfica. Metadados são descrições textuais que caracterizam os conjuntos e serviços de dados espaciais, mas que normalmente não estão incluídas nos dados propriamente ditos. Os metadados são essenciais para que se possa fazer uso dos dados, facilitando a sua pesquisa e a sua utilização. Os serviços de dados espaciais correspondem a componentes de *software* que proporcionam o acesso aos metadados e aos conjuntos de dados espaciais, através da *Internet*. As infraestruturas de dados espaciais envolvem políticas, competências técnicas, normas, mecanismos de disponibilização e recursos

financeiros e humanos, que garantem o acesso e a disponibilização de dados espaciais. A interoperabilidade corresponde à capacidade de os conjuntos de dados geográficos serem combinados, e de os serviços interagiram, sem qualquer intervenção manual, de tal forma que o resultado seja coerente (Parlamento Europeu e Conselho, 2007).

A Diretiva INSPIRE inclui 26 artigos que definem o enquadramento geral da *European Spatial Data Infrastructure* (ESDI). O objetivo desta infraestrutura é facilitar a pesquisa e a partilha dos conjuntos de dados relevantes de todos os níveis da administração pública, e permitir a sobreposição consistente destes conjuntos de dados, como se não existissem fronteiras. Os detalhes técnicos para a implementação desta infraestrutura são fornecidos sob a forma de regras de implementação (*Implementing Rules*) para os metadados, serviços de rede e partilha de dados. As regras de implementação baseiam-se, tanto quanto possível, nas normas internacionais da *International Organization for Standardization* (ISO) e do *Open Geospatial Consortium* (OGC).

A ISO é uma organização internacional fundada em 1947, que tem como objetivo estruturar e estabelecer padrões internacionais em diversos domínios. A Comissão Técnica ISO/TC211 é responsável pela criação das normas no domínio da informação geográfica digital.

O OGC é um consórcio internacional, sem fins lucrativos, criado em 1994, que define as especificações ou padrões para sistemas que trabalhem com informação e localização espacial. O OGC tem uma relação próxima com a ISO/TC211.

A Diretiva INSPIRE envolve um total de 34 temas de dados espaciais, em formato digital, que são mantidos ou produzidos por entidades públicas e que se enquadrem nas suas respetivas competências. Estes 34 temas de dados espaciais (ver anexo 1 deste trabalho) estão divididos em três grupos:

- Anexo 1 (9 temas, incluindo topónimos, sistemas de referência, quadrículas geográficas, hidrografia, etc.);
- Anexo 2 (4 temas, incluindo a altitude, a ocupação do solo e a geologia, que é um tema chave neste Trabalho de Projeto);
- Anexo 3 (21 temas, incluindo recursos energéticos, recursos minerais, zonas de risco natural, etc.).

No âmbito desta diretiva ficam excluídos os dados que não podem ser tornados públicos devido a questões de privacidade ou de direitos de autor.

Sublinha-se que esta diretiva não requere a produção de novos dados espaciais, cingindo-se apenas a dados existentes. De acordo com esta diretiva, os dados devem ser disponibilizados em conformidade com regras de implementação específicas, dentro dos prazos estipulados, e os conjuntos de dados e serviços têm obrigatoriamente de ser descritos através de metadados.

O acesso aos dados que se enquadram no âmbito desta diretiva deve ser assegurado através de serviços de pesquisa, visualização, descarregamento, transformação e invocação.

Os serviços de pesquisa envolvem a pesquisa de conjuntos e serviços de dados, através dos respetivos metadados. Os serviços de visualização asseguram a visualização, navegação, aumento ou redução de escala de visualização e sobreposição dos conjuntos de dados. Os serviços de descarregamento permitem descarregar a informação e o acesso direto aos dados. Os serviços de transformação permitem transformar ou cruzar dados semelhantes, provenientes de diferentes fontes. Os serviços de invocação permitem chamar e interligar serviços de dados geográficos.

De acordo com a Diretiva INSPIRE, os Estados-Membros devem facultar o acesso aos seus conjuntos e serviços de dados através do geoportal INSPIRE da CE, que pode ser acedido através do endereço http://inspire-geoportal.ec.europa.eu/.

Os serviços de pesquisa têm de ser disponibilizados gratuitamente, mas os de visualização e descarregamento podem ser sujeitos à cobrança de taxas, caso estas taxas sejam necessárias para assegurar a manutenção dos conjuntos de dados e serviços geográficos. Para as situações em que são cobradas taxas é necessário criar serviços de comércio eletrónico, de forma a assegurar uma melhor acessibilidade aos dados. Estes serviços devem fazer referência aos termos de uso ou licenciamento.

A partilha de conjuntos e serviços de dados geográficos entre autoridades públicas pode implicar a cobrança de taxas nos casos em que as entidades têm de assegurar a recuperação, total ou parcial, dos custos associados à obtenção, manutenção e disponibilização dos seus dados e serviços. Estas taxas devem corresponder a um montante mínimo necessário para assegurar a qualidade e o fornecimento de conjuntos e

serviços de dados geográficos com uma rendibilidade razoável, mas a diretiva não especifica valores para estas taxas.

Em Portugal, os trabalhos de implementação da Diretiva INSPIRE, desenvolvidos pelas diversas entidades que se enquadram no âmbito desta diretiva, são coordenados e acompanhados pela Direção-Geral do Território (DGT) que resulta da recente fusão do Instituto Geográfico Português (IGP) com a Direcção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano (DGOTDU), integrada no Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território. A DGT é igualmente responsável pelo Sistema Nacional de Informação Geográfica (SNIG), que é a infraestrutura nacional de dados espaciais, e que tem por objetivo proporcionar o acesso aos metadados e aos conjuntos e serviços de dados geográficos produzidos ou mantidos pelas autoridades públicas nacionais.

2.4 Normalização e interoperabilidade da informação geográfica

Os principais organismos que desenvolvem normas no âmbito da informação geográfica, são a ISO, nomeadamente a Comissão Técnica ISO-TC211, e o OGC. O principal objetivo das normas desenvolvidas tanto pela ISO como pelo OGC é fomentar a interoperabilidade entre dados e serviços geográficos.

Existe uma preocupação de compatibilização e concertação entre o OGC e a ISO/TC211, que tendencialmente resultará na produção de normas OGC adotadas pela ISO ou em conformidade com a ISO.

Estas normas especificam modelos, métodos, ferramentas e serviços para a gestão, aquisição, processamento, análise, apresentação e partilha de dados geográficos entre diferentes utilizadores, sistemas e localizações.

Existem diversas normas desenvolvidas pelo OGC que são utilizadas mundialmente, e que estão atualmente implementadas em diversos *softwares*, permitindo a interoperabilidade entre os mesmos. Entre as diversas normas produzidas pelo OGC existe um conjunto específico que é relevante no contexto do presente trabalho, nomeadamente as normas *Geography Markup Language*, *Web Map Service*, *Web Map*

Tile Service, *Web Map Context*, *Web Feature Service*, *Web Coverage Service*, *Styled Layer Descriptor*, *Catalog Service for the Web* e *Symbology Encoding*.

A maioria das normas OGC baseia-se na linguagem *eXtensible Markup Language* (XML), que é uma linguagem que permite a descrição de dados e facilita a sua partilha através da *Internet*. Esta linguagem foi desenvolvida pelo consórcio *World Wide Web Consortium* (W3C), cujo objetivo é o desenvolvimento de tecnologias interoperáveis para a *Internet*.

2.4.1 *Geographic Markup Language*

A *Geographic Markup Language* (GML) é uma codificação XML que se aplica ao armazenamento e distribuição de dados geográficos na *Internet*, e que inclui tanto parâmetros geométricos como características geográficas.

É importante mencionar que a norma GeoSciML (*GeoScience Markup Language*) é baseada no GML. O GeoSciML corresponde a uma linguagem de marcação específica para a partilha de dados geocientíficos, criada pela *Commission for the Management and Application of Geoscience Information* (CGI), que é uma comissão da *International Union of Geological Sciences* (IUGS), com o intuito de assegurar a interoperabilidade da informação disponibilizada pelos Serviços Geológicos, ou outras entidades congéneres.

2.4.2 *Web Map Service*

Um WMS é uma especificação para a visualização de mapas na *Internet*. Esta especificação define uma interface *web* para um serviço baseado em pedidos *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP), que produz dinamicamente mapas a partir de informação geográfica contida num servidor.

Esta especificação permite a visualização de imagens de mapas (e não dos dados em si), que podem estar em formatos tais como o *Portable Network Graphics* (PNG), o *Graphics Interchange Format* (GIF) ou o *Joint Photographic Experts Group* (JPEG). A utilização de formatos que suportam a transparência, como é o caso do formato PNG, permite a sobreposição de mapas, que podem ser obtidos a partir de diferentes servidores WMS.

A norma WMS também possibilita a visualização de mapas em formatos vetoriais, tais como o *Scalable Vector Graphics* (SVG) ou o *Computer Graphics Metafile* (CGM). (Rita, 2010).

O WMS tem duas versões, uma versão básica e uma versão '*queryable'*. A versão básica só suporta as operações *GetCapabilities* e *GetMap*, a versão '*queryable'* suporta as operações da versão básica e a operação *GetFeatureInfo*. Existem outras operações opcionais, nomeadamente as operações *DescribeLayer* e *GetLegendGraphic*.

A operação *GetCapabilities* tem como objetivo a obtenção de informação acerca do serviço que é disponibilizado. Num WMS, a resposta a um pedido *GetCapabilities* é um documento formatado de acordo com o esquema XML, que contém os metadados do serviço solicitado.

A operação *GetMap* é responsável por produzir um mapa, de acordo com o formato e os parâmetros especificados pelo utilizador. Esta operação suporta os parâmetros '*LAYERS'* (para indicar os *layers* que deverão ser representados no mapa que é solicitado), '*STYLES'* (para indicar os estilos que devem ser aplicados a cada um dos *layers* solicitados), '*SRS*' (para indicar o sistema de referência pretendido, usando os códigos do *European Petroleum Survey Group*: EPSG), '*BBOX'* (parâmetro que delimita o mapa solicitado), '*FORMAT'* (para indicar o formato pretendido) '*WIDTH, HEIGHT'* (indicar a altura e largura do mapa pretendido), '*TRANSPARENT'* (para indicar se o fundo da imagem é transparente) e '*BGCOLOR'* (parâmetro opcional que indica que cor deve ser aplicada fundo do mapa). (Furtado, 2006).

Ao receber um pedido *GetMap*, o servidor WMS satisfaz o pedido ou emite uma exceção de serviço. A resposta a um pedido válido corresponde a um mapa com os *layers* solicitados, espacialmente referenciados, com o estilo, sistema de referência, caixa delimitadora, tamanho, formato e transparência especificados. Este mapa não é manipulável na aplicação do utilizador, o que significa que não é possível alterar nenhuma das propriedades dos dados disponibilizados através de um WMS, incluindo a simbologia. Caso se pretenda alterar algum parâmetro, por exemplo a extensão geográfica, terá de ser efetuado um novo pedido de dados ao servidor, especificando os novos parâmetros pretendidos. Os mapas disponibilizados através de WMS também não suportam operações de análise ou geoprocessamento.

A operação *GetFeatureInfo* devolve informação sobre as entidades geográficas apresentadas pelo mapa. Esta operação é opcional, e só é suportada em *layers* cujo atributo '*queryable'* seja "1" (*true*).

Quando o WMS é gerado a partir de dados em formato vetorial, com atributos associados, o WMS permite a visualização destes atributos (o *layer* é '*queryable'*). Quando o WMS é gerado a partir de dados em formato *raster* os atributos não estão disponíveis (não existem) e o atributo '*queryable'* é "0" (*false*), pelo que a operação *GetFeatureInfo* não é suportada.

O WMS é o serviço que melhor protege os direitos de autor, relativamente à informação de base, que reside no lado do servidor.

2.4.3 *Web Map Tile Service*

Web Map Tile Service (WMTS) é uma especificação semelhante à especificação WMS, mas que permite um melhor desempenho do servidor, em situações que envolvam solicitações em simultâneo. Ao contrário do WMS, o WMTS não cria uma nova imagem para cada solicitação. Esta especificação limita os pedidos a pequenas secções que fazem parte de um mapa, com um conteúdo, extensão e resolução predefinidos. Estas pequenas imagens, ou *tiles*, que estão ilustradas na figura 1, podem ser geradas previamente ou resultar da reutilização de imagens geradas em solicitações anteriores equivalentes (*cache*).

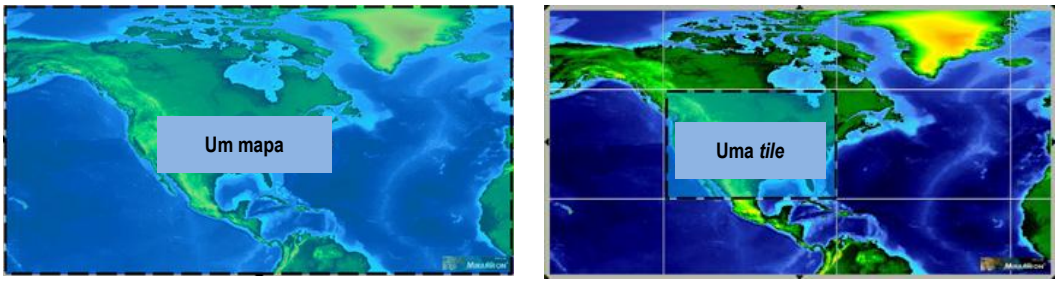


Figura 1 – Ilustração de um mapa e respetivos *tiles* (adaptado de Masó, 2010).

A especificação WMTS define as escalas disponíveis e a matriz definida para cada escala. Esse processo está ilustrado na figura 2.

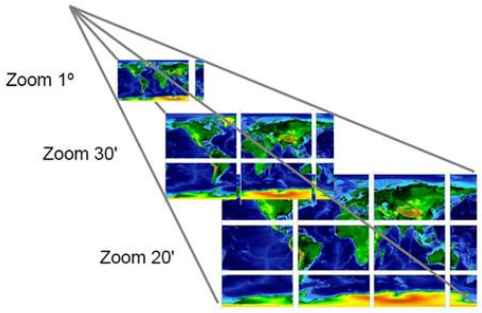


Figura 2 – Matriz para cada escala de visualização (Masó, 2010).

O WMTS suporta as operações *GetCapabilities*, *GetTile* e *GetFeatureInfo* (que é opcional). A operação *GetCapabilities* permite aceder aos metadados do serviço requisitado, a operação *GetTile* funciona como o *GetMap* e permite a obtenção do *tile*, e a operação *GetFeatureInfo* permite obter informação acerca de um determinado *pixel* do *tile* que é disponibilizado. (OGC, 2010).

2.4.4 *Web Map Context*

A especificação *Web Map Context* (WMC) define a visualização de um ou mais mapas, provenientes de um ou mais servidores WMS, que pode ser muito útil para o armazenamento e reutilização de mapas predefinidos e para a partilha de contextos de interesse comum. Esta especificação, em formato XML, inclui uma lista dos mapas que compõem o WMC, informação relativa aos servidores que disponibilizam os WMS (*Uniform Resource Locator*: URL), extensão geográfica, sistema de referência e tamanho dos mapas a visualizar.

2.4.5 *Web Feature Service*

Um *Web Feature Service* (WFS) é uma especificação que foi concebida para permitir o acesso e manipulação de dados geográficos. O formato de disponibilização é geralmente o GML.

No caso da especificação WFS, os dados são disponibilizados sob a forma vetorial, e podem ter atributos alfanuméricos associados. Esta especificação permite a manipulação

dos dados disponibilizados, nomeadamente a definição da sua simbologia, a realização de operações de geoprocessamento e a exportação para outros formatos.

O WFS pode ser implementado na versão básica ou transacional. A versão básica envolve as operações *GetCapabilities, GetFeature e DescribeFeatureType*. A operação *GetCapabilities* descreve as entidades disponíveis e os parâmetros e operações suportados. *O GetFeature* permite a obtenção da informação geográfica pretendida, no formato GML. Esta operação permite que o utilizador especifique o tipo de informação e a zona geográfica pretendidos. O pedido é codificado em XML e possui um elemento '*QUERY'* que especifica a interrogação ao serviço. Este elemento pode conter um ou mais elementos '*FILTER'* que descriminam as entidades que se pretende aceder. A linguagem usada nestas interrogações é o *Filter Encoding*, que também é uma especificação do OGC. A operação *DescribeFeatureType* permite descrever a estrutura das entidades disponibilizadas (que indicam os atributos que descrevem ou caracterizam as entidades disponíveis).

Para além destas operações, que definem um WFS básico (WFS de leitura), existem outras operações, que definem um WFS transacional (WFS-T), usadas para manipular os dados remotamente. Estas operações são a *Transation*, que permite modificar (inserir, eliminar ou atualizar) a informação, e a operação *LockFeature*, que permite bloquear a edição de uma ou mais entidades durante a utilização de um WFS-T.

Este serviço não protege ou privilegia a propriedade dos dados, mas possibilita a reutilização dos dados disponibilizados.

2.4.6 *Web Coverage Service*

Um *Web Coverage Service* (WCS) é um serviço semelhante ao WFS, que permite a visualização de dados relacionados com uma determinada realidade geográfica, mas que representam fenómenos com variação contínua no espaço, ou seja, dados matriciais em formato *raster*, tais como imagens de satélite ou de radar. Estes dados são disponibilizados de forma manipulável, quer em termos de simbologia quer em termos de operações de geoprocessamento. Os formatos disponibilizados podem ser GeoTIFF, NITF, HDF-GEOS, JPEG, JPEG2000 ou PNG. O WCS envolve as operações *GetCapabilities, DescribeCoverage* e *GetCoverage*. A operação *GetCapabilities* permite a

obtenção dos metadados do serviço e a lista das *coverages* disponíveis. A operação *DescribeCoverage* permite a obtenção de uma descrição detalhada das *coverages* e a operação *GetCoverage* permite aceder aos dados disponibilizados no formato especificado.

2.4.7 *Styled Layer Descriptor*

O *Styled Layer Descriptor* (SLD) é uma extensão à norma WMS que permite a associação de estilos, definidos pelo utilizador, aos mapas que disponibilizados via WMS. Esta especificação permite igualmente aceder às simbologias das legendas utilizadas nos mapas. A norma WMS básica apenas permite a utilização de estilos simples. A associação de estilos um pouco mais sofisticados requere a utilização da especificação *Symbology Encoding* (SE), que também é uma norma OGC. A SE é uma linguagem baseada em XML que permite especificar regras para simbolizar os mapas disponibilizados através de serviços de rede. A utilização de um WMS, em conjunto com um SLD e um SE, permite a atribuição de estilos diferentes aos vários elementos existentes num mapa. Os estilos suportados pelo SLD ainda são um pouco limitados, não possibilitando a criação de mapas temáticos complexos. Para ultrapassar esta questão estão atualmente a ser desenvolvidas extensões às normas SLD e SE.

2.4.8. *Catalog Service for the Web*

O *Catalog Service for the Web* (CSW) especifica uma interface para a comunicação entre utilizadores e serviços de catálogo, ou seja, uma interface que suporta a capacidade de publicar e pesquisar metadados numa determinada Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE).

As principais operações suportadas por um CSW são a *GetCapabilities*, *DescribeRecord*, *GetRecords*, *GetRecordById* e *Transaction*. A operação *GetCapabilities* permite a obtenção dos metadados e das operações e filtros que podem ser utilizados. A operação *DescribeRecord* permite que um utilizador aceda ao esquema de armazenamento dos metadados. A operação *GetRecords* permite a obtenção de um ou mais metadados através da consulta ao catálogo, de acordo com determinados requisitos (*queries*). A

operação *GetRecordById* permite a obtenção de registos do catálogo através do respetivo identificador. A operação *Transaction* enquadra-se numa interface transacional, que permite a modificação dos conteúdos do catálogo, ou seja, adicionar, alterar e apagar registros do catálogo.

3 A disponibilização de informação geocientífica no LNEG

3.1 O LNEG e a sua missão

O Laboratório Nacional de Energia e Geologia, I. P., abreviadamente designado por LNEG, I. P., é um instituto público que integra dois laboratórios dotados de autonomia científica e técnica, o Laboratório de Energia (LEN) e o Laboratório de Geologia e Minas (LGM).

"O LNEG, I. P., é o laboratório do Estado que tem por missão impulsionar e realizar ações de investigação, de demonstração e transferência de conhecimento, de assistência técnica e tecnológica e de apoio laboratorial dirigidas às empresas, nos domínios da energia e geologia." (Decreto-Lei nº 145/2012 de 11 de Julho de 2012).

Entre as atribuições do LNEG, referenciadas no referido Decreto-Lei, destacam-se as seguintes:

- Assistir o Governo na conceção e implementação da política energética e da política geológica;
- Realizar estudos e projetos de investigação de geologia e de inventariação, revelação e caracterização mineralógica e tecnológica dos recursos minerais, rochas ornamentais e águas naturais que ocorrem na parte emersa do território, promovendo a valorização industrial, monitorização e preservação que viabilizem o seu aproveitamento económico, bem como realizar a cartografia geológica e hidrogeológica sistemática do território emerso, faixas costeiras, margens e fundo oceânico;
- Assegurar as funções do Estado relativamente ao aprofundamento contínuo do conhecimento da infraestrutura geológica do território emerso, com vista à respetiva preservação e valorização económica, aportando contributos relevantes em matéria de recursos endógenos, riscos geológicos, ordenamento do território, gestão ambiental e património geocultural;
- Promover a realização de investigação e de desenvolvimento tecnológico orientados para a atividade económica e as exigências do mercado, no domínio da energia e da geologia, promovendo sinergias entre as duas áreas;

- Cooperar com instituições científicas e tecnológicas afins e participar em atividades de ciência e tecnologia, nacionais e estrangeiras, designadamente participando em consórcios, redes e outras formas de trabalho conjunto.

3.2 O LNEG e os SIG

"A produção oficial de Cartografia Geológica em Portugal está atribuída ao LNEG - Laboratório Nacional de Energia e Geologia, que produz cartas em escalas compreendidas entre 1:50 000 e 1:1 000 000." (Costa, 2010).

Os primeiros trabalhos de Cartografia Geológica em Portugal remontam ao ano de 1848, altura em que foi criada a Comissão Geológica e Mineralógica, chefiada pelo Engenheiro francês Charles Bonnet, no âmbito da Academia Real das Ciências de Lisboa. Neste contexto é igualmente digna de referência a criação da Comissão Geológica do Reino, no ano de 1857, como secção dos Serviços Geodésicos, Corográficos, Hidrográficos e Geológicos do Reino, no quadro do Ministério das Obras Públicas Comércio e Indústria, que foi liderada por Carlos Ribeiro e Pereira da Costa. (Carneiro, 2006; Leitão, 2005).

A estas comissões, "foram-se sucedendo, ao longo do tempo, outras instituições com outras designações, às quais competia igualmente a missão de sistematizar, divulgar e tornar útil para a sociedade o conhecimento geológico do território nacional." (Pereira, Costa, & Almeida, 2010). O percurso percorrido até ao atual LNEG passou sucessivamente pelos seguintes organismos: Comissão Geológica de Portugal, Comissão dos Trabalhos Geológicos, Direção dos Trabalhos Geológicos, Direção dos Serviços Geológicos, Serviços Geológicos de Portugal, Instituto Geológico e Mineiro e Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial.

O processo de produção e publicação das cartas geológicas evoluiu consideravelmente ao longo dos anos, e de forma muito significativa com o aparecimento e adoção das novas tecnologias de informação e comunicação, mais concretamente dos SIG.

"A introdução dos SIG no LNEG ocorreu em 1995, com a criação de um projeto designado 'Tratamento Automático de Cartografia Geológica', que teve como objetivo introduzir as tecnologias digitais no tratamento dos levantamentos geológicos de campo, para auxiliar a produção da cartografia geológica em papel." (Pereira, Costa, & Almeida, 2010). No

seguimento deste projeto iniciou-se a reconversão da metodologia tradicional de desenho e preparação para impressão das cartas geológicas para processos informáticos, graças a um projeto financiado pelo então Centro Nacional de Informação Geográfica (CNIG). (Ramalho, 2006).

A introdução dos SIG nos trabalhos de produção e publicação da cartografia geológica institucional teve impactos muito vantajosos em termos de celeridade, rigor e facilidade na manipulação e processamento dos dados, pelo que a sua utilização foi progressivamente ganhando expressão.

A crescente importância conferida aos SIG na produção da cartografia oficial esteve na origem da criação do Núcleo de Cartografia Geológica Digital, na altura integrado no Departamento de Geologia do Instituto Geológico e Mineiro, cuja missão era a produção de cartografia geológica digital para publicação em papel. A produção de cartografia geológica digital está atualmente atribuída à Unidade de Geologia e Cartografia Digital do LNEG. Na mesma altura foi igualmente constituído o Centro de Informação Científica e Técnica (CICT), hoje designado por Unidade de Informação Geocientífica (UIG), cuja missão foi, e continua a ser, assegurar a gestão, divulgação e disponibilização integrada de conteúdos geocientíficos do território nacional, em formato digital.

"O CICT foi responsável pelo primeiro projeto de disponibilização de dados geocientíficos através da *web*: o *e-Geo* - Sistema Nacional de Informação Geocientífica, cujo SIG estava desenvolvido em *Geomedia WebMap*." (Pereira, Costa, & Almeida, 2011).

Inicialmente a utilização dos SIG visava unicamente a publicação da cartografia geológica oficial em papel. Contudo, a sua utilização foi-se generalizando, e atualmente constitui uma ferramenta fundamental em inúmeros projetos realizados no contexto das diversas áreas científicas do LNEG. Os SIG desempenham ainda um papel essencial na disponibilização de dados e mapas institucionais na *Internet*, que atualmente é realizada através do *geoPortal* do LNEG. Neste contexto, é importante destacar a disponibilização de informação realizada através de outros portais, implementados no âmbito de projetos internacionais, como é o caso do *OneGeology-Europe*.

Os *softwares* SIG utilizados na instituição também mudaram ao longo dos tempos. Inicialmente utilizava-se *software* proprietário da *INTERGRAPH* mas atualmente, a grande maioria dos utilizadores do LNEG usa *software* do *Environmental Systems Research*

Institute (ESRI). O *ArcGIS Desktop* é atualmente a ferramenta utilizada para a produção de cartografia oficial, sendo igualmente utilizada no âmbito de outros trabalhos científicos. No entanto, continuam a existir algumas licenças de *Geomedia*, para dar resposta a solicitações que exijam a utilização deste formato.

Mais recentemente, os SIG assumiram um papel primordial na gestão dos dados e informação geocientífica, no âmbito e enquadramento da Diretiva INSPIRE, que estabelece a criação da Infraestrutura Europeia de Informação Geográfica e que obriga os Estados-Membros a gerirem e a disponibilizarem os seus dados e os serviços de informação geográfica, de acordo com princípios e regras comuns, em formatos normalizados e interoperáveis.

3.3 O *geoPortal* do LNEG: uma ferramenta de disponibilização de informação

O *geoPortal* do LNEG é uma infraestrutura de suporte à gestão e visualização de dados espaciais, que disponibiliza em ambiente *web*, informação georreferenciada relacionada com as atividades desenvolvidas no LNEG, nomeadamente informação relacionada com a Energia, Geologia, Águas Subterrâneas e Recursos Minerais.

Esta interface foi desenvolvida com o intuito de facilitar a partilha, pesquisa e disponibilização dos dados espaciais do LNEG, de acordo com as obrigações legais resultantes da Diretiva INSPIRE, e em conformidade com os seus princípios e normativos.

A figura 3 apresenta a interface do *geoPortal* do LNEG, que pode ser acedido através do endereço http://geoportal.lneg.pt/.

Figura 3 – Interface do *geoPortal* do LNEG (http://geoportal.lneg.pt/).

As 3 componentes principais desta infraestrutura são a Pesquisa de Metadados, as Bases de Dados *Online* e o Visualizador de Mapas.

A componente de Pesquisa de Metadados corresponde a um serviço de pesquisa e consulta ao catálogo de metadados do LNEG, que integra a informação geográfica existente. Os metadados integrados neste catálogo estão descritos de acordo com o Perfil Nacional de Metadados de Informação Geográfica, ou Perfil MIG, que assegura a implementação das normas ISO e os requisitos da Diretiva INSPIRE. O Perfil MIG delimita e refina a aplicação destas normas, de forma a assegurar a correta caracterização dos recursos geográficos e a interoperabilidade entre infraestruturas e aplicações, nomeadamente entre o SNIG e o INSPIRE. (Silva *et al*, 2010).

Os metadados disponibilizados através do *geoPortal* do LNEG também podem ser acedidos através do catálogo do SNIG, dando cumprimento à obrigatoriedade do LNEG disponibilizar a sua informação na IDE nacional. A publicação dos metadados do LNEG no SNIG é assegurada através do *upload* manual dos ficheiros dos metadados na interface do SNIG, ou através de um sistema de *harvesting*.

A figura 4 apresenta a Componente de Pesquisa de Metadados do *geoPortal* do LNEG. Quando os resultados obtidos são serviços de visualização (WMS), está disponível a opção de 'Adicionar ao Mapa', que permite a visualização através do Visualizador de Mapas.

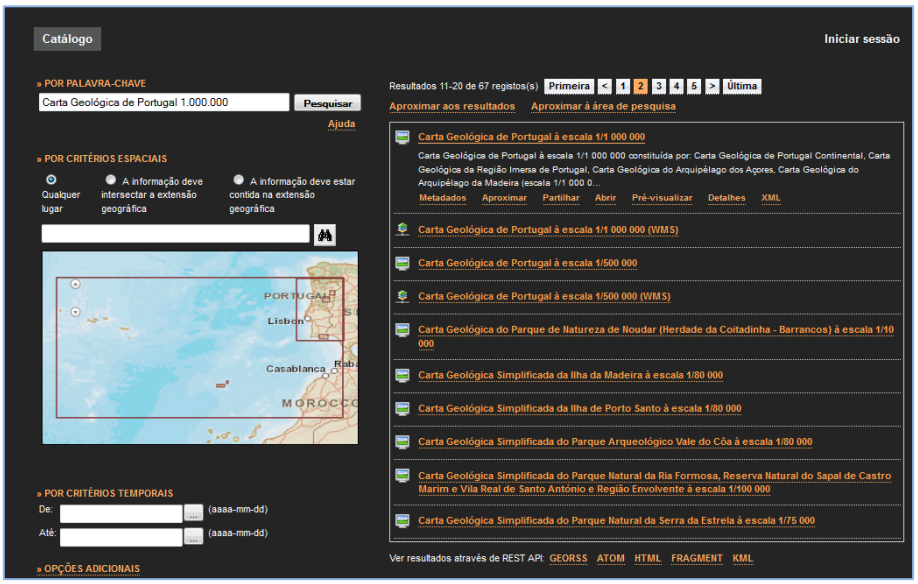


Figura 4 – Interface da componente de Pesquisa de Metadados do *geoPortal* do LNEG (http://geoportal.lneg.pt/).

A componente de Bases de Dados *Online* inclui um conjunto de aplicações que permitem consultar dados institucionais, de acordo com vários critérios. A figura 5 apresenta o resultado de uma consulta relacionada com dados de corrosão atmosférica, realizada através da referida componente do *geoPortal*.

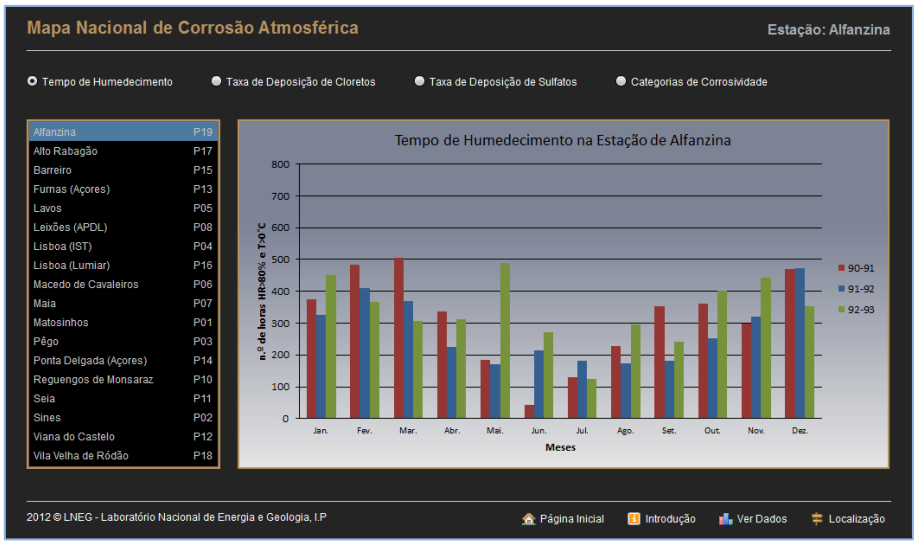


Figura 5 – Componente de Base de Dados *Online* do *geoPortal* do LNEG (http://geoportal.lneg.pt/).

A terceira componente é o Visualizador de Mapas, que constitui uma ferramenta de visualização de mapas e de informação espacial do LNEG, e que inclui diversas funcionalidades de navegação e análise, tais como 'aproximar', 'afastar', 'deslocar', 'identificar', e ainda a possibilidade de definir a transparência e a ordem de sobreposição dos *layers* visíveis. Este visualizador permite ainda a integração de serviços de visualização (WMS) externos. A figura 6 apresenta o Visualizador de Mapas do *geoPortal* do LNEG.

Figura 6 – Visualizador de Mapas do *geoPortal* do LNEG (http://geoportal.lneg.pt/).

O *geoPortal* do LNEG corresponde assim a uma ferramenta de disponibilização de informação que integra, numa interface simples e normalizada, os dados resultantes da atividade institucional, relevantes no contexto das geociências, e que fornecem uma base sólida para o desenvolvimento de outros trabalhos de natureza geocientífica.

3.4 Disponibilização de informação do LNEG no âmbito de projetos internacionais

O LNEG tem mantido, ao longo dos tempos, ligações internacionais de cooperação com outros centros de investigação científica de todo o mundo, enquadradas nos seus domínios de investigação científica. Mais recentemente, o LNEG tem vindo a integrar diversos projetos e iniciativas internacionais que envolvem a *Internet* e as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e que promovem a partilha de informação geocientífica, de acordo com normas de interoperabilidade e especificações ligadas ao universo geoespacial.

Este tipo de projetos e iniciativas começaram a surgir por toda a Europa, na sequência da aprovação da Diretiva INSPIRE, com o intuito de compatibilizar e harmonizar os dados provenientes dos diferentes Serviços Geológicos europeus e assegurar a disponibilização multilingue dos mesmos.

Estes projetos têm sido fundamentais para o LNEG adotar serviços de rede e normalizar dados e procedimentos (OGC, ISO/CEN e W3C) na disponibilização dos seus conjuntos e serviços de dados espaciais.

3.4.1 Tabela síntese de projetos internacionais

De seguida, apresenta-se uma tabela síntese, tabela 1, que caracteriza os projetos internacionais que o LNEG integra ou integrou, relacionados com a disponibilização de informação geocientífica:

Acrónimo	Titulo	Objetivo	Domínio	Infra-estrutura	Normas e modelos de dados
OneGeology	OneGeology	Disponibilizar um mapa geológico digital do mundo, à escala1:1M	Geologia	Distribuída	ISO, OGC (WMS, WFS), IUGS/CGI (GeoSciML)
OneGeology-Europe	OneGeology-Europe	Disponibilizar dados geológicos existentes na Europa, principalmente à escala 1:1M	Geologia	Distribuída	ISO, OGC (WMS,WFS, CSW), IUGS/CGI (GeoSciML)
EuroGeoSource	EU Information and Policy Support System for Sustainable Supply of Europe with Energy and Mineral Resources	Desenvolvimento de uma infraestrutura que assegura o acesso a dados sobre recursos minerais europeus	Energia e Recursos Minerais	Distribuída	ISO, OGC (WMS, WMTS, WCS, WFS, CSW), INSPIRE (Geologia, Recursos Minerais, Recursos Energé-ticos e Áreas de Gestão/Restrição/ Regulamentação
AEGOS	African-European Georesources Observation System	Desenvolver uma Infraestrutura de dados e serviços para reforçar o uso sustentável dos georrecursos em África	Geologia e Recursos Minerais	Distribuída	ISO, OGC (WMS, WFS), IUGS/CGI (GeoSciML), CGGC (EarthResourseML), …
Geo-Seas	Pan-European infrastructure for management of marine and ocean geological and geophysical data	Desenvolver uma infraestrutura de dados e serviços geocientíficos marinhos	Geologia Marinha	Distribuída	ISO, OGC (WMS, WFS, NetCDF), IUGS/CGI (GeoSciML), AWI (ODV), Triton (XTF), SEG-Y e UKOOA P1/90
PANGEO	Enabling access to geological information in support of GMES	Assegurar o acesso livre a dados de riscos geológicos de 52 grandes cidades europeias	Riscos geológicos	Distribuída	ISO, OGC (WMS, WFS, WMC)
PROMINE	Nano-particle products from new mineral resources in Europe	Desenvolver um sistema de gestão e visualização de dados de recursos metálicos e não-metálicos	Recursos Minerais	Não distribuída	ISO, OGC (WMS, WCS, WFS, CSW), IUGS/CGI (GeoSciML), CGGC (EarthResourseML), INSPIRE (Geologia e Recursos Minerais)

Tabela 1 – Projetos internacionais em que o LNEG participa, no âmbito da disponibilização de informação geocientífica.

Os projetos e iniciativas *OneGeology, OneGeology-Europe*, *EuroGeoSource*, *Geo-Seas, AEGOS, PANGEO e PROMINE* são alguns exemplos de projetos neste domínio que o LNEG integrou ou integra atualmente. O Projeto *OneGeology-Europe,* que é alvo de uma abordagem mais detalhada no presente Trabalho de Projeto, foi o primeiro que o LNEG integrou no âmbito desta temática. Relativamente aos restantes projetos referenciados na tabela 1, apenas serão descritos, de uma forma um pouco mais resumida, os projetos *EuroGeoSource e AEGOS*, já que proporcionaram à autora do presente trabalho um maior acompanhamento e envolvimento com os trabalhos desenvolvidos.

3.4.2 Projeto *EuroGeoSource - EU Information and Policy Support System for Sustainable Supply of Europe with Energy and Mineral Resources*

3.4.2.1 Descrição Sumária

O *EuroGeoSource* é um projeto cofinanciado pelo Programa Comunitário de Apoio à Política de Tecnologias de Informação e Comunicação, integrado no tema 6 - Informação do Sector Público, do Programa-Quadro para a Competitividade e Inovação (CIP-ICT PSP).

O projeto tem a duração de 3 anos, teve início em abril de 2010 e prevê-se que esteja finalizado em abril de 2013. Este projeto tem um orçamento de 2,6 milhões de euros.

O principal objetivo do *EuroGeoSource* consiste no desenvolvimento de um Sistema de Informação multilingue que permita a disponibilização, via *Internet*, de dados sobre recursos minerais europeus (energéticos e não energéticos), de acordo com as regras de interoperabilidade definidas pelo consórcio OGC e as recomendações da diretiva INSPIRE. A intenção é que estes dados assegurem o fornecimento sustentável e seguro dos recursos minerais e energéticos em toda a Europa e sirvam de suporte à definição de políticas a nível europeu. Pretende-se igualmente contribuir para a implementação da Diretiva INSPIRE, mais concretamente para os temas 20 e 21 do Anexo III (ver anexo 1).

O projeto está estruturado em onze grupos de trabalho (*Work Packages-WP*) que podem ser agrupados em quatro tarefas principais. A primeira tarefa está relacionada com o 'ambiente' do portal, o que implica a definição dos requisitos dos potenciais utilizadores

(WP2) e a identificação dos aspetos políticos e organizacionais mais relevantes na gestão dos recursos energéticos e minerais, nos diversos organismos participantes (WP3).

A segunda tarefa está relacionada com os conteúdos do portal, ou mais concretamente com a interoperabilidade e os formatos de disponibilização dos dados (WP4 e WP5) e o desenvolvimento de uma interface multilingue (WP7).

A terceira tarefa está relacionada com a componente TIC do projeto e inclui a conceção da infraestrutura de dados e a implementação de um protótipo (WP6), a implementação da versão final da infraestrutura (WP8) e uma fase de testes e de documentação (WP9).

A última tarefa refere-se à questão da comunicação, que envolve a identificação de pessoas envolvidas em projetos semelhantes e o desenvolvimento de plataformas de colaboração (WP10), assim como a disseminação dos resultados do projeto (WP11). A estrutura organizacional deste projeto está ilustrada na figura 7.

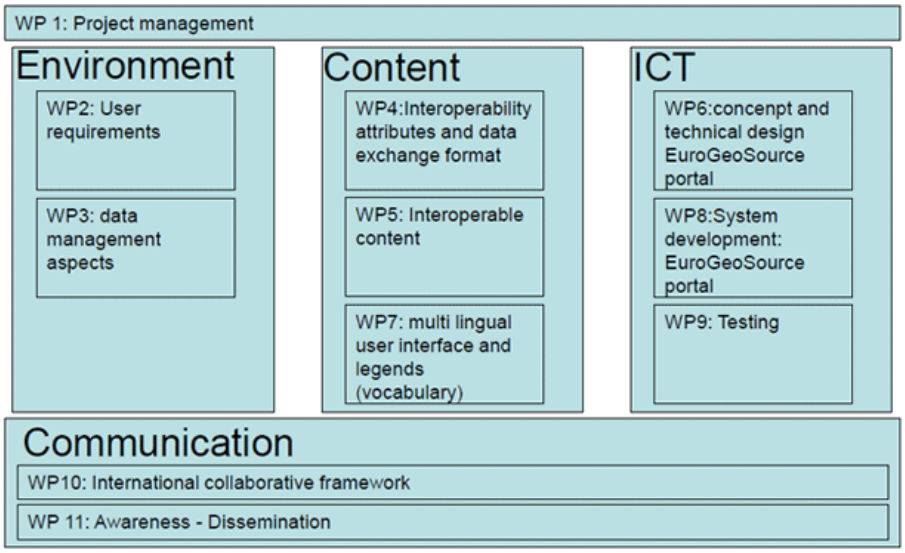


Figura 7 – Estrutura organizacional do Projeto *EuroGeoSource* (Gruijters, 2011).

A identificação das necessidades dos utilizadores e dos aspetos políticos e organizacionais dos organismos participantes, já foi concluída. A definição dos atributos geológicos e económicos mais relevantes, que serão disponibilizados através do portal do *EuroGeoSource*, e a identificação dos principais requisitos da infraestrutura também já terminaram. Atualmente estão a ser finalizados os modelos comuns para os dados de energia e recursos minerais, com o contributo de todos os membros do consórcio, que serão compatíveis com os modelos de dados INSPIRE para esses temas. Os serviços

web, serviços de tradução e formatos de partilha dos dados, também estão praticamente concluídos. O protótipo que servirá para aperfeiçoar e otimizar a versão final da infraestrutura de dados do Projeto *EuroGeoSource* já está implementado, mas apenas está disponível para os membros do consórcio. A interface deste protótipo está apresentada na figura 8.

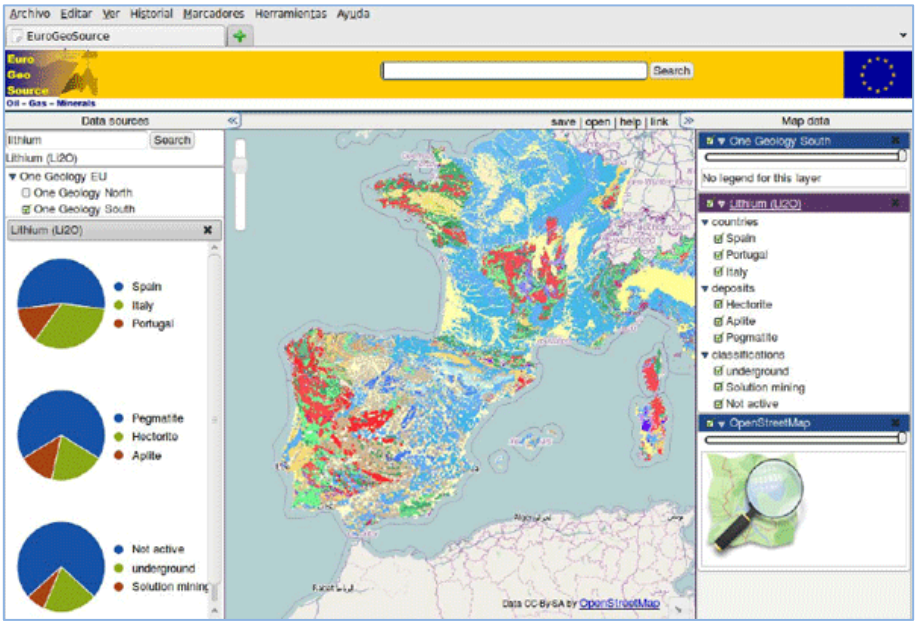


Figura 8 – Protótipo do portal do *EuroGeoSource*, evidenciando ocorrências de Lítio sobre um mapa do *OneGeology-Europe* (Fruijtier, 2012).

3.4.2.2 Consórcio

O projeto está a ser desenvolvido por um consórcio coordenado pelo Nederlandse Organisatie Voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (TNO)[1]. Para além do LNEG, este consórcio integra as seguintes organizações:

- Geoloski Zavod Slovenije (GeoZS)[2]
- Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS)[3]
- Panstwowy Instytut Geologiczny, Panstwowy Instytut Badawczy (PGI)[4]
- Министерство на икономиката и енергетиката (MEET)[5]

[1] Organização para a Investigação Científica Aplicada da Holanda
[2] Serviços Geológicos da Eslovénia
[3] Serviços Geológicos da Dinamarca e da Gronelândia
[4] Instituto Geológico da Polónia
[5] Ministério da Economia, Energia e Turismo da Bulgária

- Institutul Geologic al României (IGR)[6]
- Eesti Geoloogiakeskus OÜ (EGK)[7]
- Magyar Allami Foldtani Intezet (MAFI)[8]
- Institut Royal Des Sciences Naturelles de Belgique (RBINS)[9]
- Servizio Geologico Sismico e dei Suoli (SGSS)[10]
- Universidad de Zaragoza (UNIZAR)[11]
- Geodan Software Development &Technology (Geodan)
- GeoSpatiumLab S.L. (GSL)

Onze membros deste consórcio são Serviços Geológicos, que irão assegurar a disponibilização dos dados relacionados com a energia e os recursos minerais. Os restantes parceiros são responsáveis pelo desenvolvimento e implementação da infraestrutura do projeto. A figura 9 ilustra a distribuição geográfica dos membros que integram este projeto.

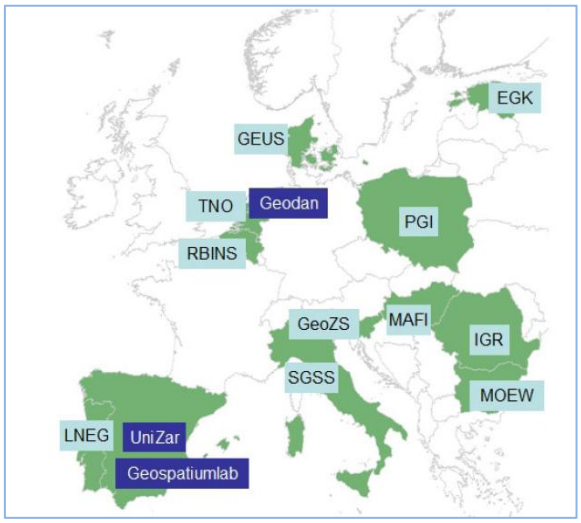


Figura 9 - Distribuição geográfica dos parceiros do Projeto *EuroGeoSource* (http://www.eurogeosource.eu/).

O Conselho Consultivo do projeto inclui diversas organizações internacionais, nomeadamente o *United Nations Economic Commission for Europe* (UNECE), o *European Association of Mining Industries* (EUROMINES) e o *Institute for Energy and Transport*

[6] Instituto Geológico da Roménia
[7] Serviços Geológicos da Estónia
[8] Serviços Geológicos da Hungria
[9] Real Instituto das Ciências Naturais da Bélgica
[10] Serviço Geológico, Sísmico e do Solo da Itália
[11] Universidade de Saragoça (Espanha)

(IET) do *Joint Research Center* (JRC) da CE. Entre as organizações de âmbito nacional destaca-se a participação da Direcção-Geral de Energia e Geologia (DGEG).

3.4.2.3 Dados

Pretende-se que a infraestrutura deste projeto incorpore um número significativo de conjuntos e serviços de dados geográficos, relacionados com os recursos energéticos e minerais existentes na Europa. Estes conjuntos e serviços de dados serão essencialmente sobre energia (petróleo, gás, carvão, etc.) e recuros minerais (metálicos e não metálicos, minerais industriais e materiais de construção: areias, cascalho, pedras ornamentais, etc.), mas também está prevista a integração de dados relacionados com áreas de prospeção e de exploração mineral e industrial e ainda dados relacionados com potenciais reservas geológicas.

O conjunto de dados a disponibilizar deverá cobrir uma parte significativa da Europa (pelo menos 10 países europeus) e fornecer uma cobertura espacial e temática suficiente para demonstrar o valor acrescentado do projeto no apoio em atos de gestão e decisão ao nível empresarial, nacional e comunitário.

Os dados disponibilizados corresponderão, na sua grande maioria, a dados produzidos, recolhidos e mantidos pelos Serviços Geológicos que participam no projeto. No entanto, existem situações em que os dados são tutelados pelos ministérios públicos ligados ao sector económico. Nestes casos, estão formalizados acordos entre estes ministérios e os respetivos Serviços Geológicos, que permitem a utilização dos dados no âmbito deste projeto.

Os dados que serão disponibilizados no âmbito deste projeto podem ser agrupados da seguinte forma:

- Dados harmonizados, que serão disponibilizados pelos parceiros do *EuroGeoSource* através de serviços WFS;
- Dados não harmonizados, que serão disponibilizados pelos parceiros do *EuroGeoSource* através de serviços WMS;
- Dados não harmonizados (relevantes para o *EuroGeoSource*) que são disponibilizados no âmbito de outros projetos, através de serviços WMS.

3.4.2.4 Infraestrutura

O objetivo do *EuroGeoSource* é desenvolver uma arquitetura baseada em serviços de rede distribuídos, de acordo com as orientações do OGC, que assegurem a disponibilização de dados provenientes de diferentes fontes. Um aspeto relevante que condiciona a conceção da infraestrutura *EuroGeoSource* é a intenção de proporcionar um acesso rápido e facilitado a dados relacionados com os recursos energéticos e minerais, através da disponibilização de um conjunto de funcionalidades ajustadas ao perfil dos seus potenciais utilizadores.

A arquitetura conceptual que foi proposta para a infraestrutura de dados *EuroGeoSouce* baseia-se nas recomendações da Diretiva INSPIRE, na arquitetura de outras infraestruturas implementadas no âmbito de projetos análogos, e nos requisitos funcionais específicos do *EuroGeoSource*.

Esta arquitetura integra diferentes serviços de rede, nomeadamente serviços de descarregamento (WFS), serviços de visualização que poderão ser pré-processados (WMTS) e serviços de visualização processados *on-the-fly* (WMS). Estes serviços serão compatíveis com a Diretiva INSPIRE e poderão ser utilizados por qualquer utilizador OGC.

De acordo com a arquitetura proposta, os dados não harmonizados serão disponibilizados pelos parceiros através de serviços de visualização, de acordo com o protocolo WMS, e poderão ser acedidos diretamente pelos utilizadores. Para melhorar o desempenho da infraestrutura, estes serviços serão usados por uma camada central para gerar *tile caches,* que serão disponibilizadas através de serviços WMTS e/ou protocolo *Tile Mapa Service* (TMS).

No caso dos dados harmonizados, os parceiros deverão disponibilizar serviços de descarregamento (WFS), que poderão ser acedidos diretamente pelos utilizadores. No entanto, a camada central assegurará o armazenamento destes dados em *cache* e assegurará a sua disponibilizará aos utilizadores, através de um novo serviço WFS.

Para além destes serviços, também está prevista a implementação de serviços de tradução, de forma a assegurar a tradução dos dados disponibilizados pelos diferentes parceiros para diferentes idiomas.

A infraestrutura proposta para o Projeto *EuroGeoSource* inclui um catálogo de metadados que estará de acordo com a norma CSW. Esta funcionalidade permitirá não só a pesquisa dos dados e serviços disponibilizados mas também o registo dos mesmos, pelos respetivos Serviços Geológicos.

A infraestrutura *EuroGeoSource* deverá ainda proporcionar o acesso a dados disponibilizados no âmbito de outros projetos, desde que estes se enquadram nos objetivos do *EuroGeoSource* e estejam de acordo com a norma WMS. Estes dados também terão de estar registados no catálogo de metadados desta infraestrutura.

Todos os serviços disponibilizados deverão basear-se em normas abertas, desenvolvidas pelo OGC, nas especificações da Diretiva INSPIRE e em normas tais como o *REpresentational State Transfer* (REST) e *Geometry and Feature Description* (GeoJSON).

O REST é uma interface *web* simples, que se aplica a sistemas distribuídos, e que define como é que as normas *web* devem ser usadas. O GeoJSON é uma extensão ao formato *JavaScript Object Notation* (JSON), que é um formato de partilha de dados na *web*. O GeoJSON permite a partilha de dados georreferenciados, de forma padronizada.

A arquitetura conceptual proposta para o *EuroGeoSource* foi concebida com o objetivo de atender aos requisitos do portal em termos de desempenho e facilidade na pesquisa e acessibilidade aos dados, e de forma a simplificar o processo de implementação dos serviços *web*. Esta arquitetura está de acordo com uma arquitetura em três camadas, muito comum em sistemas de informação baseados na *web*, e que está ilustrada na figura 10.

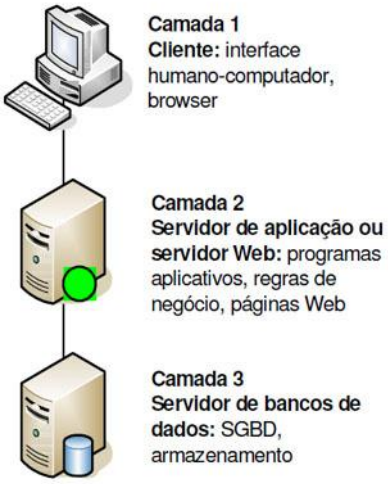


Figura 10 - Arquitetura em três camadas. (Adaptado de Elmasri & Navathe, 2003).

Este tipo de arquitetura inclui uma camada central (camada 2 da figura 10), onde a informação é armazenada em *cache* e otimizada. A função principal desta camada é o fornecimento de serviços à camada 1. Na camada 3 incluem-se os servidores dos Serviços Geológicos que integram o projeto, que asseguram a disponibilização dos dados à camada central, através de serviços *web*. Nesta camada incluem-se também servidores implementados no âmbito de outros projetos, e que disponibilizam dados relevantes para o *EuroGeoSource*. As solicitações dos utilizadores ao portal deste projeto serão construídas em cima da camada central, ao nível da camada 1.

De acordo com a arquitetura proposta, os dados disponibilizados pelos parceiros terão de ser primeiramente transformados para um formato de base de dados comum (*EuroGeoSource Data Model*), e migrarão posteriormente para o sistema central da infraestrutura através de operações de *harvesting*. Este processo está ilustrado na figura 11.

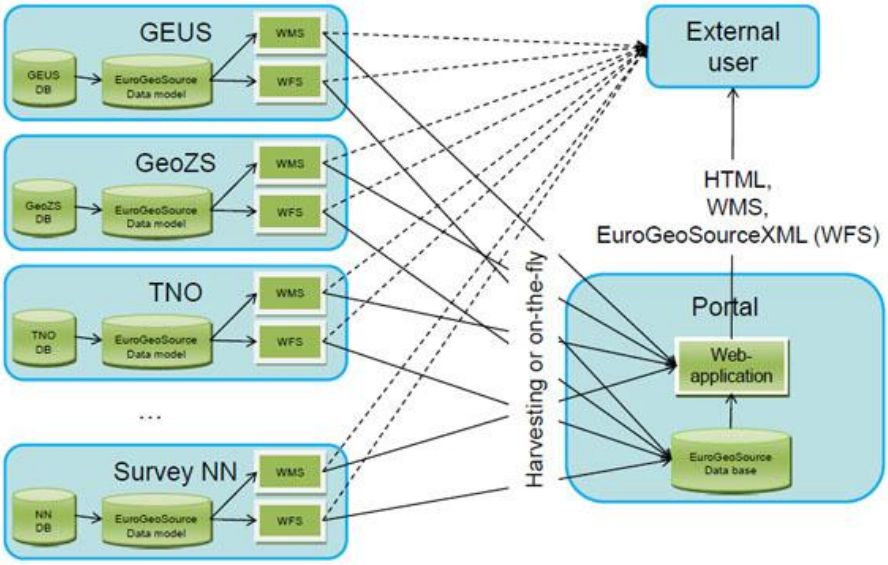


Figura 11 – Transformação para o formato *EuroGeoSource* e migração para o sistema central (Šinigoj, Waardenburg, Tulstrup, Remmelts, Pen & Kerkenaar, 2012).

No sistema central desta infraestrutura há três aspetos a ter em conta:

- Serviços de *harvesting*;
- Servidor;
- Serviços de disponibilização.

Os serviços de *harvesting* deverão assegurar a recolha dos dados (harmonizados e não harmonizados) e dos metadados disponibilizados pelos membros do consórcio e outras fontes. A frequência das operações de *harvesting* será definida pelos parceiros do projeto posteriormente, e poderá ser diferente para cada um deles. Os dados harmonizados, recolhidos pelas operações de *harvesting*, serão armazenados num servidor do projeto, numa base de dados comum. Este servidor assegurará igualmente o armazenamento dos metadados e das *tiles* que serão geradas a partir dos WMS, disponibilizados pelos parceiros, e outros WMS criados no âmbito de outros projetos.

A figura 12 ilustra a arquitetura do *EuroGeoSource* em 3 camadas e as componentes que cada uma destas camadas integra.

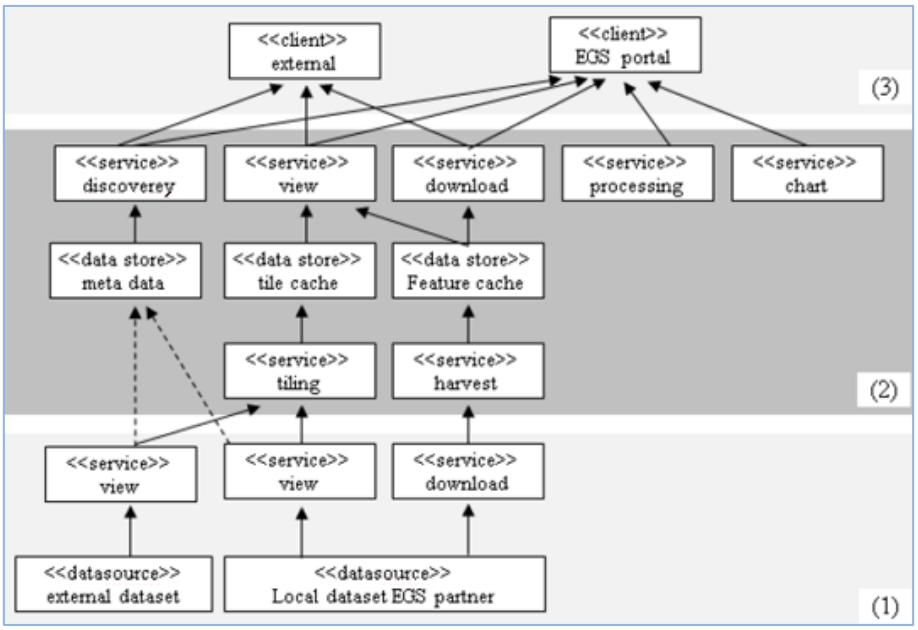


Figura 12 – Arquitetura do *EuroGeoSource* em 3 camadas com as entidades que disponibilizam os dados e serviços (1), o servidor central (2) e os utilizadores de dados e serviços (3) (Gruijters, 2012).

Uma questão importante nesta infraestrutura é a transformação dos dados locais para o modelo relacional. De acordo com a arquitetura proposta, esta transformação será assegurada por um processo de *Extract, Transform and Load* (ETL), que incluirá a extração dos dados a partir dos conjuntos de dados locais, a transformação destes dados e o seu carregamento na base de dados relacional do *EuroGeoSource*.

A arquitetura proposta para este projeto é extremamente sofisticada e ambiciosa, pelo que a sua implementação não será simples.

Este tipo de arquitetura apresenta diversas vantagens. Uma delas é que os serviços disponibilizados pelos parceiros do *EuroGeoSource* serão mais fáceis de implementar e não terão de estar totalmente conformes com a Diretiva INSPIRE. Apenas o serviço disponibilizado pela camada central terá de estar de acordo com esta diretiva. Outra vantagem é que os parceiros não terão a obrigação de implementar um serviço de catálogo de metadados, uma vez que os metadados serão armazenados no servidor central. Além disso, os serviços dos parceiros não terão de estar *online* permanentemente, mas apenas nos períodos em que decorrem as operações de *harvesting*, já que a disponibilidade dos dados será independente da disponibilidade dos mesmos pelos parceiros. Outra vantagem evidente é que as respostas às solicitações dos utilizadores

(*user-defined queries*) não serão processos muito complexos, uma vez que não implicarão a agregação de dados provenientes de diferentes fontes. Também haverá benefícios em termos de desempenho do portal, graças ao *caching* assegurado pela camada central aos serviços de visualização e de descarregamento.

No entanto, este tipo de arquitetura também tem desvantagens. A mais preocupante é sem dúvida a necessidade de assegurar a manutenção da base de dados centralizada, que corre o risco de se deteriorar no final do projeto, quando deixar de haver financiamento.

3.4.2.5 Harmonização

Tal como referido anteriormente, há um conjunto predefinido de dados geográficos sobre energia e recursos minerais, que serão disponibilizados pelos parceiros do *EuroGeoSource* de forma harmonizada.

A harmonização de dados provenientes de diferentes instituições produtoras de dados, e mais especificamente de diferentes Serviços Geológicos, é um enorme desafio dada a enorme heterogeneidade dos dados, tanto em termos de formato, como em termos de interpretação e até mesmo de significado. Neste projeto, esta questão afigura-se especialmente problemática dada a elevada complexidade e especificidade dos dados envolvidos.

Uma das grandes dificuldades a este nível resulta da enorme diversidade de modelos conceptuais dos sistemas disponíveis no mercado, que faz com que cada entidade adote regras conceptuais próprias dos sistemas que utilizam. Esta realidade origina ambientes extremamente heterogéneos, onde cada entidade organiza a sua informação espacial à sua medida e de acordo com as suas necessidades.

Neste contexto, tornou-se óbvia a necessidade de adotar um modelo de dados comum e de cada participante proceder ao mapeamento dos seus dados de acordo com esse modelo comum.

A definição do modelo de dados comum implicou a identificação de um conjunto de atributos relevantes (ou com maior valor económico para os utilizadores), a partir das diferentes classificações utilizadas pelos diferentes parceiros.

Outra questão importante neste projeto foi a definição dos formatos de partilha dos dados, e em particular o formato de partilha dos dados harmonizados. No início do projeto houve a preocupação em acordar num formato de partilha que tivesse em conta as recomendações da Diretiva INSPIRE e os formatos operacionais existentes, implementados no âmbito de outros projetos, nomeadamente o *OneGeology-Europe, eEarth, eWater* e *Geomind*. Contudo, o formato de partilha adotado baseou-se essencialmente na Diretiva INSPIRE, já que os formatos implementados no âmbito dos referidos projetos não eram diretamente aplicáveis no caso do *EuroGeoSource*.

As especificações da Diretiva INSPIRE foram adotadas sempre que possível. No entanto, foram identificadas algumas situações em que não eram abordados alguns dos requisitos específicos do *EuroGeoSource* e situações em que as especificações da diretiva eram demasiado complexas para os objetivos do projeto. Esta situação implicou a introdução de algumas extensões e simplificações.

Inicialmente estava previsto que o formato de partilha dos dados deveria levar em consideração a Diretiva INSPIRE e basear-se no GML do OGC. Contudo, tal não foi possível e o modelo de dados e os formatos de partilha tiveram de ser definidos sem as versões finais das Especificações de Dados INSPIRE.

Os formatos de partilha de dados adotados basearam-se nas seguintes Especificações de Dados INSPIRE (*Draft Guidelines*):

- D2.8.II.4 Especificação de Dados para a Geologia
- D2.8.III.21 Especificação de Dados para os Recursos Minerais (versão 2.0)
- D2.8.II/III.20 Especificação de Dados para Recursos Energéticos (versão 2.0)
- D2.8.III.11 Especificação de Dados para as Zonas de gestão/restrição/regulamentação e unidades de referência

É conveniente salientar que a especificação INSPIRE para os recursos minerais baseia-se fortemente no EarthResourceML, que em si é uma extensão do GeoSciML. Estes dois modelos são desenvolvidos pelo Grupo de Trabalho de Interoperabilidade (*Interoperability Working Group* - IWG) da CGI, que faz parte da IUGS.

Relativamente à quantificação dos recursos foi adotado o sistema *United Nations Framework Classification for Fossil Energy and Mineral Resources* (UNFC), que é um sistema de classificação universalmente utilizado na classificação e avaliação de reservas de energia e recursos minerais.

3.4.2.6 Relação com outros projetos e iniciativas

Existe uma ligação muito estreita entre o Projeto *EuroGeoSource* e a diretiva europeia INSPIRE, assim como com outros programas relevantes, à escala mundial e europeia, sendo destacar o *Global Earth Observing System of Systems* (GEOSS) e o *Global Monitoring for Envoronment and Security* (GMES).

No que diz respeito à Diretiva INSPIRE, os objetivos do *EuroGeoSource* enquadram-se nos objetivos desta diretiva, já que o projeto pretende contribuir para aumentar o uso e reutilização de conjuntos de dados harmonizados e interoperáveis relacionados com os temas 20 e 21 do Anexo III. Além disso, o *EuroGeoSource* contribui ainda de forma significativa para a implementação da Diretiva INSPIRE, adotando, testando e avaliando as suas especificações, contribuindo desta forma para o aperfeiçoamento das versões finais das mesmas.

São ainda de salientar as relações do *EuroGeoSource* com outros projetos ou iniciativas financiadas pela União Europeia, nomeadamente o *ProMine*, o *OneGeology-Europe, eEarth, eWater, eMINEnt*, e a Iniciativa para as Matérias-Primas proposta pela Comissão Europeia (EC *Raw materials initiative*).

São igualmente relevantes as ligações/colaborações com algumas organizações, nomeadamente a CGI (órgão subordinado da International Union of Geological Sciences – IUGS), na aplicação e desenvolvimento do GeoSciML, com os grupos de trabalho de recursos minerais e geoenergia do *EuroGeoSurveys*, com a *United Nations Framework Classification for Fossil Energy and Mineral Reserves and Resources* (UNFC), desenvolvido pela Comissão Económica para a Europa da Organização das Nações Unidas (UN/ECE) e ainda com a Energistics - *The Energy Standards Resource Centre*, que se dedica ao desenvolvimento de padrões e normas para a partilha de dados para a indústria do petróleo e gás natural (WITSML, PRODML, RESQML).

3.4.3 Projeto *African-European Georesources Observation System (AEGOS)*

3.4.3.1 Descrição Sumária

O Projeto *AEGOS* tem como objetivo o desenvolvimento de uma infraestrutura pan-africana de dados e serviços interoperáveis e orientados para o utilizador, para reforçar o uso sustentável dos recursos geológicos em África, e apoiar as comunidades geocientíficas, governamentais e administrativas no desenvolvimento de políticas sustentáveis.

Este projeto irá contribuir para a preservação, valorização e partilha do conhecimento e dos dados arquivados nos diversos Serviços Geológicos, africanos e europeus, e elaborar uma estratégia comum para o desenvolvimento de programas de formação e de competências necessários para assegurar a sustentabilidade da infraestrutura *AEGOS*.

A infraestrutura desenvolvida no âmbito deste projeto será um contributo geocientífico para o GEOSS, no contexto da ISO e da Diretiva INSPIRE.

O Projeto *AEGOS* compreende duas fases. A primeira fase, já terminada, começou em dezembro de 2008 e foi financiada em 1 930 996 milhões de euros pelo 7º Programa-Quadro de I&DT, no âmbito do Programa 'Cooperação', Tema 'Ambiente'.

Esta primeira fase teve a duração de 3 anos (30 meses previstos e mais 6 meses de extensão) e correspondeu a uma fase preparatória, que envolveu a conceção do sistema de informação pan-africano e a criação de uma rede de colaboradores/contribuidores. A segunda fase do projeto consistirá na implementação do sistema em si, um compromisso assumido pelos membros do *AEGOS* que integraram a Fase I. A implementação e operacionalização do futuro Sistema de Observação de Georrecursos deverá envolver a participação de mais países e organismos regionais africanos. A proposta para a fase II está atualmente em preparação.

Os recursos geológicos são um fator essencial para o desenvolvimento sustentável de África. África têm uma importante fatia das reservas globais de recursos minerais, indispensáveis para as economias nacionais e também internacionais. A utilização sustentável destes recursos é então uma questão fundamental, não só para o desenvolvimento dos países africanos, mas também para o futuro da Europa.

Tendo em conta que diversos Serviços Geológico europeus são detentores de um vasto arquivo de dados geocientíficos relacionados com África, é necessário assegurar que estes sejam partilhados através desta infraestrutura. O grande problema é que estes dados são frequentemente difíceis de identificar e aceder, e existem em diferentes formatos e idiomas, o que torna este projeto um verdadeiro desafio.

A Fase I do Projeto *AEGOS* esteve organizada em 9 grupos de trabalho (WP). A sua estrutura organizacional está ilustrada na figura 13. O LNEG integrou os grupos de trabalho WP1 (*Spatial Data Infrastructure reference model, metadata and data specifications*), WP2 (*Architecture specifications*), WP3 (*Identification of data themes, user-oriented products and services*), WP4 (*Preparation of innovative projects based on AEGOS*) e WP6 (*Preparation of innovative projects based on AEGOS*).

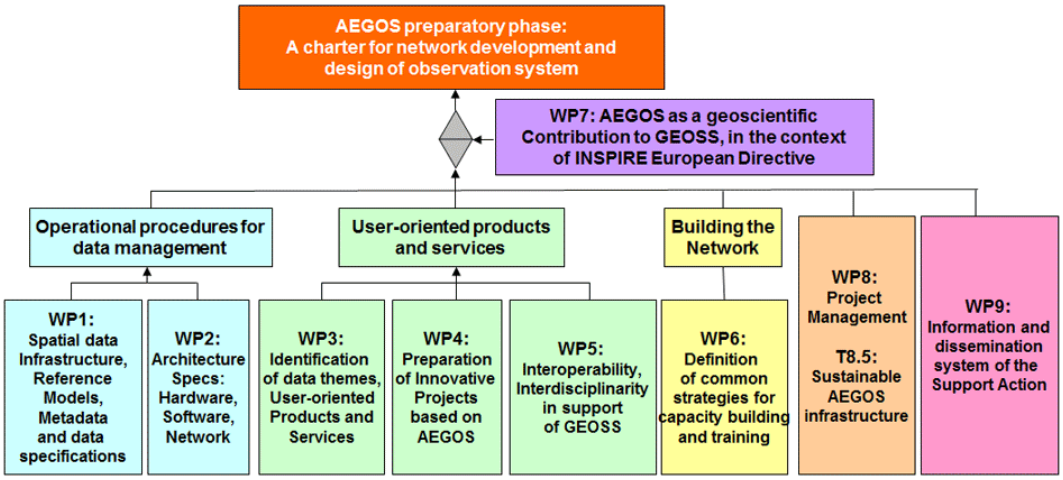


Figura 13 - Estrutura organizacional do Projeto *AEGOS* (www.aegos-project.org/).

Os principais trabalhos desenvolvidos no âmbito deste projeto envolveram o desenvolvimento de uma rede de parceria, o acordo relativamente a questões de direitos de autor e de propriedade intelectual, a identificação das necessidades dos utilizadores da infraestrutura *AEGOS*, a definição de regras de interoperabilidade, a arquitetura da infraestrutura e a identificação dos requisitos da fase II do *AEGOS* (tarefas, recursos, organização, metas e resultados).

3.4.3.2 Consórcio

O consórcio deste projeto integrou organizações e instituições de investigação africanas e europeias, que se dedicam à obtenção, gestão, processamento e divulgação de dados geocientíficos e que, em conjunto, detêm um arquivo de dados e informação relacionados com a geologia e os recursos minerais africanos verdadeiramente extraordinário.

O consócio incluiu 9 Serviços Geológicos europeus, 8 parceiros africanos (Serviços Geológicos ou ministérios ligados ao sector mineiro) e 4 organizações internacionais. Para além do LNEG, este consórcio integrou as seguintes organizações:

- *Geological Survey of Ethiopia* (GSE)[12]
- *Ghana Geological Survey Department* (GSD[13])
- *Direction Nationale de la Geologie (Ministère des Mines et de l'Energie)* (DNG)[14]
- *Southern and Eastern African Mineral Centre (SEAMIC)*[15]
- *Union Economique et Monétaire Ouest Africaine* (UEMOA)[16]
- *EU/DG JRC/Institute for Environment and Sustainability* (EU/JRC)
- *Ministère des Mines et de l'Industrie du Sénégal* (MMI) [17]
- *Council for Geoscience* (CGS)[18]
- *Institute for Resource Assessment from Tanzania* (IRA)[19]
- *Geological Survey and Mines from Uganda* (GSM)[20]
- *Geology Department, School of Mines, University da Zâmbia* (GD-SOM-UNZA)[21]
- *Royal Belgian Institute of Natural Sciences* (RBINS)
- *České Geologické Služby* (CGS)[22]
- *Geologian Tutkimuskeskus* (GTK)[23]
- *Bureau de Recherches Géologiques et Minières* (BRGM)[24]

---

[12] Serviços Geológicos da Etiópia
[13] Departamento dos Serviços Geológicos do Gana
[14] Direção Nacional de Geologia do Ministério das Minas e Energia da Guiné
[15] Centro Mineralógico do Sul e Leste Africano
[16] União Económica e Monetária do Oeste Africano
[17] Ministério de Minas e Indústria do Senegal
[18] Serviços Geológicos da África do Sul
[19] Instituto de Avaliação de Recursos da Tanzânia
[20] Serviço Geológico e Mineiro do Uganda
[21] Universidade da Zâmbia
[22] Serviços Geológicos da República Checa
[23] Serviços Geológicos da Finlândia
[24] Instituto de Investigação Geológica e Mineira da França

- *Institut de Recherche pour le Développement* (IRD)[25]
- *Centre International pour la Formation et les Echanges en Géosciences* (CIFEG)[26]
- *Bundesanstalt fur Geowissenschaften und Rohstoffe* (BGR)[27]
- *Beak Consultants*
- *Nederlandse Organisatie Voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek* (TNO)
- *Panstwowy Instytut Geologiczny* (PGI)
- *British Geological Survey* (BGS)[28]

A figura 14 apresenta a distribuição geográfica dos parceiros do Projeto *AEGOS*.

Figura 14 - Distribuição geográfica dos parceiros do Projeto *AEGOS* (**www**.aegos-project.org/).

O Conselho Consultivo do *AEGOS* incluiu diversas organizações internacionais, nomeadamente o *United Nations Economic Commission for Africa - Infrastructure and Natural Resources Development* (UNECA), o *International Council for Science* (ICSU), o *Geological Society of Africa* (GSAf), o *EuroGeoSurveys, a United Nations Educational,*

[25] Instituto de Investigação para o Desenvolvimento (França)
[26] Centro Internacional de Formação e Intercâmbio em Geociências (França)
[27] Instituto Federal para as Geociências e Recursos Naturais
[28] Serviços Geológicos Britanicos

Scientific and Cultural Organization/International Hydrological Programme (UNESCO/IHP) e o GEO.

3.4.3.3 Dados

A infraestrutura a implementar na fase II do *AEGOS* irá envolver dados multidisciplinares, disseminados e geridos pelos Serviços Geológicos africanos e europeus, ou outras instituições relacionadas com as geociências.

Inicialmente a intenção foi que a infraestrutura *AEGOS* proporcionasse o acesso a dados sobre georrecursos em África, ou mais concretamente dados relacionados com a geologia, recursos minerais, água subterrânea e energia. No entanto, a identificação das necessidades e requisitos dos potenciais utilizadores desta infraestrutura, permitiu concluir que deveriam ser incluídos outros dados, nomeadamente dados relacionados com a tectónica, geofísica, geoquímica, furos de sondagem, solos e coberto vegetal.

Concluiu-se igualmente, que deveriam ser incluídos dados de base complementares, tais como modelos de elevação, mapas topográficos e dados de deteção remota, considerados essenciais para facilitar o uso sustentável dos recursos geológicos em África e apoiar as comunidades geocientíficas, governamentais e administrativas no desenvolvimento de políticas sustentáveis.

A infraestrutura *AEGOS* irá disponibilizar os seguintes tipos de dados/produtos/serviços:

- Dados obtidos e produzidos pelos membros do consórcio;
- Dados com valor acrescentado (obtidos a partir da combinação ou análise dos dados);
- Serviços de pesquisa;
- Serviços de visualização;
- Serviços de descarregamento;
- Serviços de processamento.

Relativamente aos dados produzidos pelos membros do consórcio, estes podem incluir dados originais obtidos no campo, como por exemplo arquivos (tabelas ou texto), relatórios e mapas (formato digital ou em papel), cuja disponibilização não implicará um grande volume de trabalho em termos de processamento.

Os dados relativos aos temas principais (geologia, recursos minerais, água subterrânea e energia) serão disponibilizados, tanto quanto possível, de acordo com modelos de dados comuns já desenvolvidos (modelos de dados INSPIRE, GeoSciML, EarthResourseML e GroundWaterML), via WMS e/ou WFS.

Os dados com valor acrescentado correspondem a dados que serão obtidos a partir da combinação ou da análise de dados, o que implicará conhecimentos especializados. Estes dados serão produzidos e disponibilizados por diversos centros de investigação africanos.

Os serviços de processamento correspondem a serviços customizados e complexos, como por exemplo mapas preditivos ou mapas com a delimitação de aquíferos transfronteiriços. Estes serviços serão desenvolvidos e disponibilizados pelos centros de investigação africanos anteriormente referidos.

Todos os dados, produtos e serviços, disponibilizados através da infraestrutura *AEGOS*, estarão registados no catálogo de metadados do projeto, e poderão ser consultados através de serviços de pesquisa.

3.4.3.4 Infraestrutura

A infraestrutura de dados espaciais proposta para o *AEGOS* possui uma arquitetura distribuída de dados multidisciplinares, atualmente disseminados e mantidos pelos diversos parceiros deste projeto, ou mais concretamente pelos diversos Serviços Geológicos europeus e africanos, e outras entidades relacionadas com as geociências.

Cada uma destas entidades terá de assegurar a descrição dos dados que disponibiliza, a forma como estes poderão ser acedidos e os serviços de rede associados (caso estes existam). Estes metadados poderão ser disponibilizados através dos catálogos de metadados institucionais e/ou através de um catálogo de metadados criado especificamente para este projeto. Este catálogo poderá ser acedido via portal do *AEGOS*.

Os metadados disponibilizados através do catálogo de metadados do *AEGOS* terão de estar de acordo com as regras e perfil de metadados definidos no âmbito deste projeto. Para este efeito, a intenção é adotar as normas e especificações já existentes, por exemplo as séries ISO 19000 e especificações OGC para dados geográficos e o *MAchine Readable Cataloguing* (MARC) ou Dublin Core para os dados bibliográficos.

O acesso aos metadados através do portal do Projeto *AEGOS* será gratuito.

Também está previsto o desenvolvimento de um geoportal, cujo objetivo será assegurar a visualização, acesso ou processamento dos dados disponibilizados. Este geoportal basear-se-á em serviços de rede, que serão disponibilizados de acordo com as normas ISO, OGC e INSPIRE, de forma a assegurar a interoperabilidade. A IDE do *AEGOS* irá incluir serviços WMS, WFS e *Web Processing Service* (WPS).

Os direitos de propriedade intelectual e as condições de acesso e utilização dos dados de cada país ou entidade serão inteiramente respeitados.

A figura 15 ilustra a arquitetura proposta para a infraestrutura *AEGOS*.

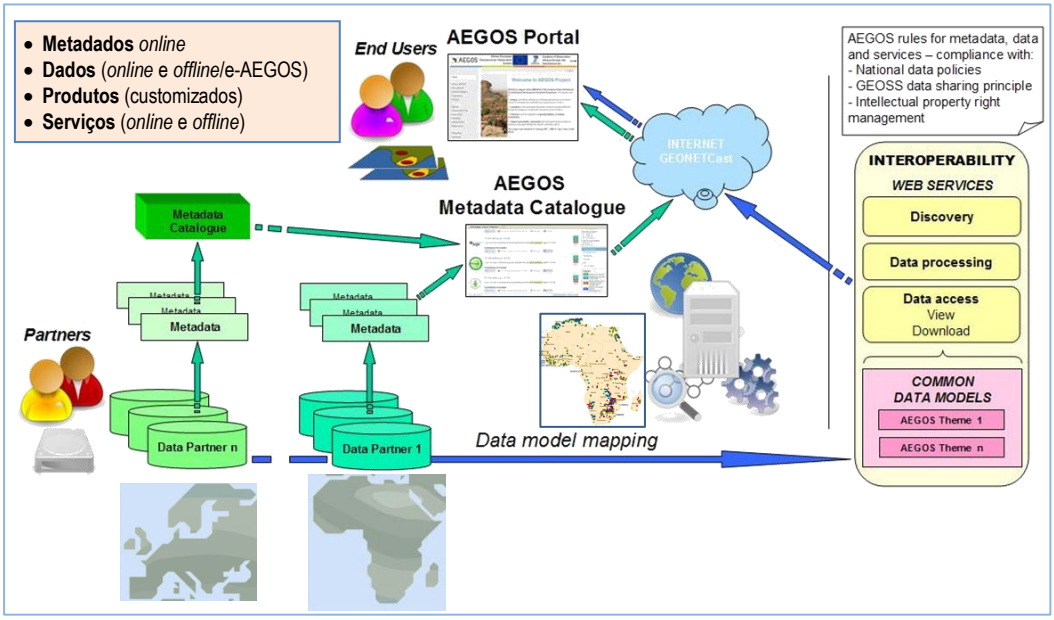


Figura 15 – Arquitetura proposta para a infraestrutura *AEGOS* (adaptado de Serrano, 2010).

Tal como referido anteriormente, os dados correspondentes aos temas principais desta IDE (geologia, recursos minerais, água subterrânea e energia) irão ser disponibilizados de acordo com modelos de dados comuns (procedimento *data model mapping* na figura 15), de forma assegurar um maior grau de interoperabilidade. Estes modelos comuns irão basear-se, tanto quanto possível, em normas e modelos de dados e já desenvolvidos pela comunidade geológica (modelos de dados INSPIRE, GeoSciML, EarthResourcesML e GroundWaterML).

3.4.3.5 Relação com outros projetos e iniciativas

O *AEGOS* é um importante contributo da comunidade geocientífica africana e europeia para diversos programas e iniciativas internacionais, nomeadamente o GEO/GEOSS, a GEONETCast *(Global network of satellite based environmental data dissemination system*), a Diretiva INSPIRE, o *Global Monitoring for Environment and Security* (GMES) e o *OneGeology Global*.

No caso do GEO/GEOSS, o *AEGOS* irá contribuir para o desenvolvimento de um sistema de observação terrestre, explorando cenários de interoperabilidade e de interdisciplinaridade com as áreas de benefícios sociais do GEOSS. O *AEGOS* integra o plano de trabalho do GEO de 2009-2011, como sub-tarefa na área de '*Capacity Building'*, mais concretamente a sub-tarefa CB-09-05d relativa aos *"Georesources services for Africa".* Os resultados da Fase I e a Fase II do *AEGOS* são igualmente mencionados no novo plano de trabalho do GEO para 2012-2015, no âmbito do tema 'Energia', mais concretamente '*EN-01 Energy and Geo-Resources Management*'.

A *GEONetCast* é uma ferramenta do GEOSS para a difusão de dados. É um sistema global de difusão de dados ambientais, que se baseia na utilização de satélites de telecomunicação. Este sistema permite a distribuição de dados de observações *in situ*, e de produtos e de serviços do programa GEOSS, para diversas comunidades. A principal tarefa do *GEONetCast* no *AEGOS* será assegurar a transmissão de dados produzidos ou utilizados no âmbito deste projeto. A primeira disseminação de produtos do *AEGOS* através deste sistema integrou-se no 9th *User Forum* da EUMETSAT (*European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites*), organizado no Burkina Faso, em setembro de 2010. Esta experiência durou cerca de seis meses e foi bem-sucedida, o que será determinante para o desenvolvimento e implementação do *AEGOS* na Fase II.

A relação com a Diretiva INSPIRE está bem patente na intenção de adotar os princípios, regras e normas desta diretiva, nomeadamente que que diz respeito ao perfil de metadados *AEGOS* e aos temas 'Geologia', 'Água Subterrânea' e 'Recursos Minerais' dos Anexos II e III da Diretiva INSPIRE (ver anexo1).

Neste contexto, salienta-se ainda a ligação a outras comunidades geocientíficas, nomeadamente o CGI, cujos modelos de dados de geologia (GeoSciML), água

subterrânea (GroundWaterML) e recursos minerais (EarthResourceML) também servirão de referência.

Relativamente ao GMES, e mais concretamente ao Plano de Ação "*GMES and Africa*", o contributo do *AEGOS* enquadra-se nas áreas temáticas "*Long-term Management of natural resources*" e "*Water resources management*".

A relação com projetos e iniciativas como o *OneGeology* e o *OneGeology-Europe* está bem patente na intenção de reutilizar tecnologias utilizadas na implementação destas IDE, muito semelhantes à infraestrutura que se pretende implementar no âmbito do *AEGOS*.

4 Iniciativas e projetos no âmbito da disponibilização de dados: a experiência do *OneGeology*

4.1 A Iniciativa *OneGeology*

4.1.1 Enquadramento

O *OneGeology* é uma iniciativa internacional promovida pelos Serviços Geológicos de um número muito significativo de países, que tem um objetivo extremamente ambicioso e sem precedentes: disponibilizar na *Internet*, de forma totalmente gratuita e sem qualquer tipo de restrições, o primeiro mapa geológico digital do mundo à escala 1:1 000 000.

O *OneGeology* foi o projeto emblemático da Organização das Nações Unidas (ONU) para o Ano Internacional do Planeta Terra (AIPT) 2008. A iniciativa é apoiada pela Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO) e seis outros organismos internacionais, entre os quais se destacam a IUGS, o *International Steering Committee for Global Mapping* (ISCGM) e o *EuroGeoSurveys* (*European Union of Geological Surveys*).

4.1.2 Objetivos

O principal objetivo desta iniciativa é a disponibilização do primeiro mapa geológico digital do mundo, à escala 1:1 000 000. Pretende-se que esta iniciativa contribua de uma forma muito significativa para melhorar o acesso a dados relacionados com os mapas geológicos, quase sempre difíceis de obter, entender ou utilizar, e que nunca são interoperáveis.

O objetivo é melhorar a eficiência e eficácia dos Serviços Geológicos na disponibilização dos seus dados e estimular a interoperabilidade nas geociências. Assegurar que a informação geocientífica é útil para a sociedade e contribua de forma significativa para dar respostas globais aos problemas ambientais que afetam o nosso mundo em desenvolvimento, tais como a necessidade de água potável, de combustíveis e de recursos minerais para usos domésticos e industriais.

Outro objetivo é o estreitamento de laços entre as entidades envolvidas nesta iniciativa. Os Serviços Geológicos são incentivados a trabalhar em conjunto no desenvolvimento e implementação das normas e especificações necessárias para tornar os seus dados

interoperáveis. Este estreitamento de laços e trabalho em conjunto é essencial para assegurar a transferência de *know-how* e de competências técnicas entre os diferentes participantes, e viabilizar a participação de todos.

4.1.3 Origem da iniciativa

O conceito *OneGeology* surgiu em fevereiro de 2006, a partir de uma perceção partilhada por um pequeno grupo de geocientistas entusiastas: a necessidade (e também oportunidade) de utilizar as tecnologias de informação emergentes na disponibilização de informação geocientífica. Utilizar *Earth browsers* tais como o *Google Earth*, o *Microsoft Virtual Earth*, o *World Wind* da NASA, o *ArcGIS Explorer* da ESRI e o *SkylineGlobe*, entre outros, para pesquisar, visualizar e até mesmo cruzar um vasto património de dados, distribuídos pelos diversos Serviços Geológicos de todo o mundo, de uma forma rápida e facilitada.

Esta ideia foi-se disseminando e as condições necessárias para dar os primeiros passos foram reunidas rapidamente. Em março de 2007, em Brighton, no Reino Unido, cerca de 80 geólogos de 43 países concordaram de forma unânime na prossecução desta iniciativa, tendo ficado definidas as principais metas para o seu desenvolvimento.

A apresentação oficial desta iniciativa, e respetivo portal, decorreu em agosto de 2008 em Oslo, durante o 33º Congresso Internacional de Geologia. Nesta altura, esta iniciativa já contava com a participação de 81 países, que representavam cerca de 70% da superfície terrestre, e 30 destes participantes já disponibilizavam os seus mapas através do portal.

O *OneGeology* é coordenado pelo *British Geological Survey* (BGS) e a coordenação do portal é assegurada pelo *Bureau de Recherches Géologiques et Minières* (BRGM). A iniciativa envolve um grupo de trabalho técnico (*Technical Working Group* - TWG) e um grupo de gestão operacional (*Operational Management Group* - OMG), que integram diversos participantes, nomeados pelos Serviços Geológicos participantes. Existe ainda um Conselho Consultivo, composto por representantes de cada uma das seis regiões globais (Europa, Ásia, África, América Latina, América do Norte e Oceânia), nomeados pelos Serviços Geológicos dessas regiões.

4.1.4 Infraestrutura

Para concretizar os objetivos desta iniciativa, foi implementado o Portal *OneGeology,* que pode ser acedido através do endereço *http://portal.onegeology.org/.* Este portal é uma infraestrutura de dados espaciais que se baseia num modelo distribuído, o que significa que cada Serviço Geológico que integra esta iniciativa assegura a disponibilização dos conjuntos de dados/mapas do seu respetivo país. Assim sendo, a disponibilização dos dados é feita de uma forma descentralizada, o que significa que para disponibilizar o mapa global, o portal do *OneGeology* depende integralmente dos Serviços Geológicos participantes.

A infraestrutura do *OneGeology* foi então concebida para fazer a integração dos inúmeros conjuntos de dados disponibilizados pelos Serviços Geológicos, que permanecem alojados nos seus respetivos servidores. Desta forma, o mapa global, disponibilizado no portal do *OneGeology,* resulta da integração de todos estes dados em tempo real, ou seja, de cada uma das solicitações efetuadas a cada um dos diferentes servidores envolvidos.

Trata-se de um modelo distribuído, dinâmico e sustentável, onde os dados permanecem sob o total controlo das instituições que os produzem, podendo dessa forma ser mais fácil e regularmente atualizados ou até mesmo removidos.

A iniciativa dá primazia à disponibilização de dados nacionais à escala 1:1 000 000. No entanto, e por uma questão pragmática, a iniciativa acolhe e aprova a disponibilização de dados em escalas compreendidas entre 1:500 000 e 1:5 000 000.

A disponibilização dos dados baseia-se num princípio de interoperabilidade, o que significa que, independentemente dos formatos de dados existentes nos países de origem, a disponibilização é feita através de serviços OGC, mais concretamente serviços WMS ou WFS. No caso dos serviços WMS, os dados disponibilizados podem ser obtidos a partir de dados vetoriais em formato GIS, como por exemplo o formato *shapefile* da ESRI, ou podem ser obtidos a partir de um mapa rasterizado e georreferenciado, no formato GeoTIFF ou JPEG. No caso dos dados em formato vetorial, com atributos associados, o serviço WMS permite aos seus utilizadores a visualização desses atributos. No caso do mapa rasterizado e georreferenciado, essa informação não está disponível.

Relativamente aos serviços WFS, estes correspondem a uma interface mais sofisticada que permite a pesquisa e a integração de unidades geológicas. Neste caso, os utilizadores

podem realizar consultas geográficas, com base num determinado atributo, e podem até mesmo descarregar os dados, no formato GeoSciML.

Embora os dados disponibilizados estejam num formato e estrutura comuns, não há harmonização dos mesmos nem em termos de conteúdo nem em termos de interpretação entre territórios. Esta abordagem evita a exigência (e tremenda dificuldade) de haver uma interpretação única, mas evidencia a existência de falhas nas zonas transfronteiriças. A figura 16 evidencia claramente a inexistência de harmonização entre os dados disponibilizados por Portugal e Espanha.

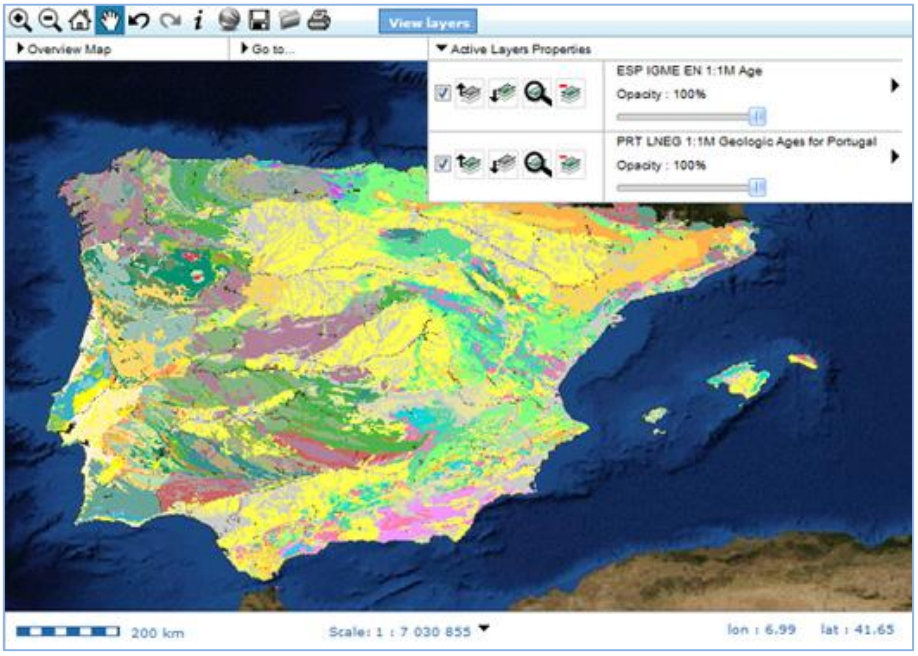


Figura 16 – Mapa de idades para Portugal e Espanha (http://portal.onegeology.org/).

Embora a integração e harmonização dos conteúdos disponibilizados pelos diferentes países/participantes não faça parte dos objetivos desta iniciativa, espera-se que sirva de contributo para dar um passo em frente nesse aspeto.

Relativamente aos sistemas de referência, a maioria das solicitações realizadas via portal do *OneGeology*, requerem dados em coordenadas geográficas, *Datum* WGS 1984 (Código EPSG: 4326). Assim sendo, os dados disponibilizados através dos serviços WMS e WFS devem estar convertidos para este sistema de referência, de modo a evitar conversões *on-the-fly* que comprometem o desempenho do portal.

Atualmente o portal está disponível nas línguas inglesa e francesa, e disponibiliza um conjunto de ferramentas básicas de visualização e de interação com os dados, tais como o *zoom*, o *pan,* a visualização de múltiplos *layers* e o controle de transparência dos mesmos. Para além destas ferramentas, esta interface disponibiliza uma funcionalidade que permite salvar uma combinação de dados no formato *Web Map Context* (WMC), uma especificação do OGC, que facilita a partilha de um ou mais mapas disponibilizados por um ou mais servidores com outros utilizadores. Estão ainda disponíveis outras funcionalidades que permitem aceder a legendas, a breves descrições dos dados e *links* para aceder às entidades que participam no projeto e às condições e restrições ao uso dos dados disponibilizados.

O portal disponibiliza ainda um serviço de catálogo de metadados que é gerido de forma centralizada, onde são registados todos os conjuntos de dados e serviços disponibilizados. Este serviço possibilita aos utilizadores a pesquisa e avaliação da informação existente. A figura 17, apresentada abaixo, apresenta o resultado de uma pesquisa de dados relativos a Portugal, realizada através do catálogo de metadados desta iniciativa.

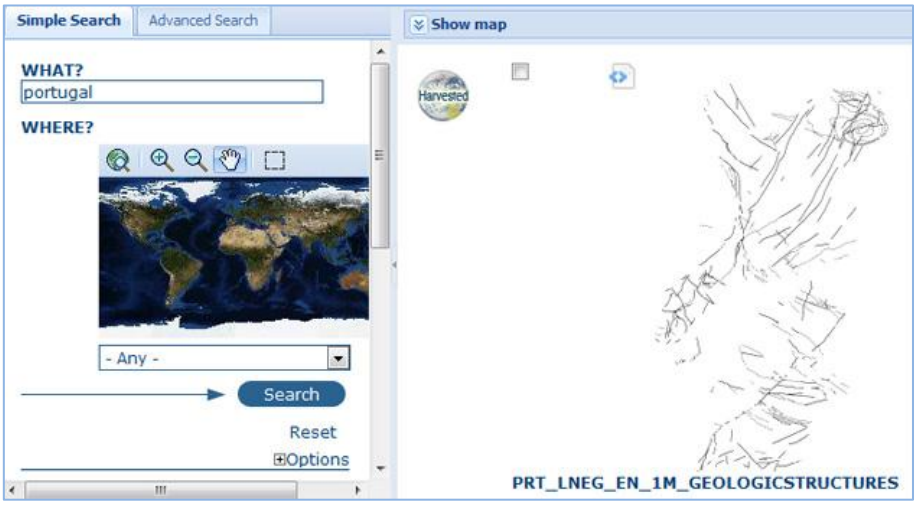


Figura 17 - Resultado de uma pesquisa através do *Metadata Catalogue* tendo por base a palavra "Portugal" (http://onegeology-catalog.brgm.fr/geonetwork/srv/en/main.home).

Um aspeto determinante no desenvolvimento desta iniciativa está relacionado com os direitos de autor e propriedade intelectual, e a política de uso dos dados que são disponibilizados através do portal do *OneGeology*. Todos os dados disponibilizados podem ser visualizados gratuitamente e há uma quantidade crescente de dados que estão

disponíveis para decarregamento gratuito. No entanto, todos os dados disponibilizados continuam a pertencer aos Serviços Geológicos que os produziram e asseguram a sua disponibilização. O portal do *OneGeology* limita-se a disponibilizar os dados e a assegurar o acesso aos direitos de propriedade intelectual e condições de uso, especificos para cada um dos conjuntos de dados disponibilizados, não existindo qualquer acordo de licenciamento entre o *OneGeology* e as entidades que disponibilizam os dados, ou entre o *OneGeology* e os utilizadores dos dados.

Para auxiliar as entidades que participam nesta iniciativa, o TWG preparou e publicou diversa documentação que inclui normas para a atribuição de nomes aos serviços (*OneGeology naming rules*) e a descrição dos procedimentos para fazer o registo destes serviços no servidor do *OneGeology*. Estão ainda publicados *cookbooks* que descrevem os processos de criação dos serviços WMS e WFS. Toda esta documentação está disponível no *website* do *OneGeology*, que pode ser acedido em *http://www.onegeology.org.*

Os participantes que pretendam disponibilizar os seus dados mas não possuam a tecnologia ou os servidores necessários para tal, poderão fazê-lo através do servidor de um Serviço Geológico associado, usando o chamado '*OneGeology Buddy System',* Nestes casos, convém sublinhar que os dados continuam a pertencer aos respetivos Serviços Geológicos de origem. Esta situação verifica-se no caso do Gana, cujos dados estão alojados no BGR, no caso do Afeganistão e da Namíbia cuja informação está alojada no BGS, e ainda no caso do Suriname no TNO, dos Camarões no BRGM e da República Federal do Congo no *Royal Museum for Central Africa* (RMCA)[29]. Contudo, pretende-se que esta situação tenha um caráter provisório, a manter apenas até que estes países tenham condições para assegurar a disponibilização dos seus próprios dados.

4.1.5 Estado atual

O *OneGeology* é o maior e mais ambicioso projeto de cartografia geológica do mundo, e seu número de participantes não deixa de aumentar. Atualmente estão envolvidas 165 organizações de 117 países, entre os quais Portugal, que é representado pelo LNEG, e 51 destes países já estão a disponibilizar os seus dados. Na Figura 18 é possível visualizar

[29] Instituição científica situada na Bélgica

os países que participam no projeto assim como os formatos adotados na disponibilização dos dados.

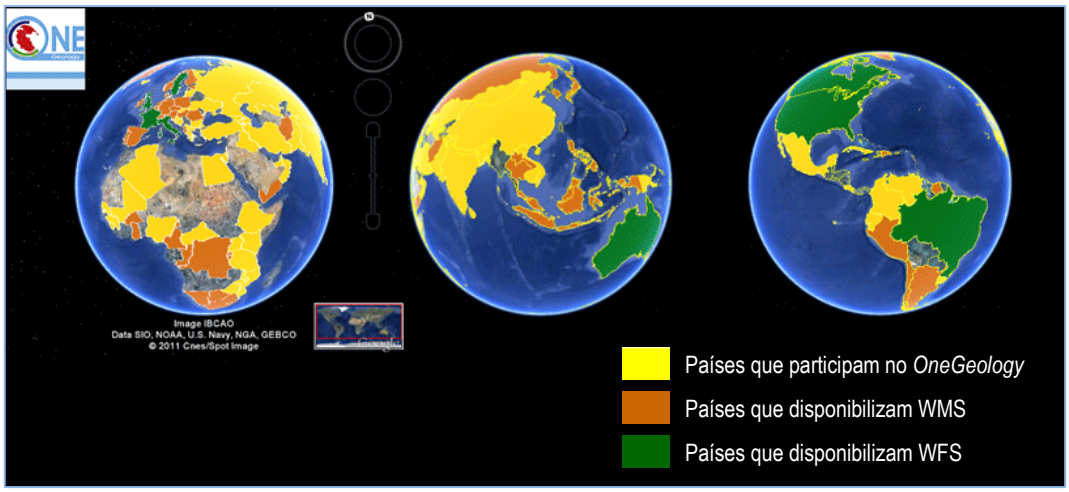


Figura 18 – Países que participam e/ou disponibilizam dados no *OneGeology* e formatos de disponibilização utilizados (obtido a partir do *Google Earth).*

Atualmente o *OneGeology* proporciona o acesso a 255 WMS e 24 WFS, que são disponibilizados por 65 organizações que integram esta iniciativa. Nesta fase estão envolvidos 46 servidores e há 15 participantes a usar o '*OneGeology Buddy System'*.

Em termos de informação disponibilizada, existe um ou mais *layers* de informação para 55 países, 20 regiões de dimensão continental (ou grande dimensão) e 11 áreas mais pequenas, de dimensão regional.

No seu primeiro dia, o portal do *OneGeology* teve cerca de 50 000 visitas, e nos seus primeiros 6 meses, cerca de 420 000. Atualmente tem uma média de 10 000 visitas por mês.

4.1.6 Ameaças e oportunidades

Uma das maiores dificuldades numa iniciativa deste tipo é estabelecer relações com os países/organizações que não participam na iniciativa *OneGeology* e contatar com as pessoas certas. Outra grande dificuldade está associada ao facto de algumas organizações estarem impossibilitadas de servir os seus dados/mapas por os seus modelos de negócio se basearem na cobrança dos mesmos. Mas a questão mais pertinente é sem dúvida a do financiamento. O *OneGeology* é financiado única e

exclusivamente pelos Serviços Geológicos que integram a iniciativa, que disponibilizam voluntariamente os seus dados e os seus recursos humanos. O BGS e o BRGM, que asseguram a gestão e coordenação técnica da iniciativa e do portal, contribuem atualmente o equivalente a 525 000 euros por ano.

Neste contexto são de salientar duas iniciativas que contribuíram de forma significativa para o progresso do *OneGeology* na concretização dos seus objetivos. A primeira foi o Projeto *OneGeology-Europe*, financiado pela CE no âmbito do Programa *eContentplus*, (€3.25 milhões) que, para além de assegurar a participação dos países europeus, permitiu que a Europa desempenhasse um papel de liderança nesta iniciativa. A segunda foi a *United States Geoscience Information Network* (USGIN), financiada pela *National Science Foundation* (NSF), que envolve 50 Serviços Geológicos americanos ($700 000).

4.1.7 Desafios para o futuro

O principal objetivo para o futuro é incentivar a participação de um maior número de países, através dos seus Serviços Geológicos, de modo a que cada um deles contribua com os seus dados na 'construção' do primeiro mapa geológico digital do mundo. Após a conclusão do mapa geológico em 2D, a intenção será incluir a cobertura do fundo oceânico e dados geocientíficos em 3D.

Pretende-se igualmente contribuir para o aumento da interoperabilidade dos dados geocientíficos em termos de estrutura, promovendo a utilização do GeoSciML e a disponibilização dos dados em formato WFS.

Outro objetivo é assegurar a disponibilização dos conteúdos em mais idiomas, de forma a alargar a visibilidade e utilização dos dados.

No âmbito desta iniciativa pretende-se manter a ligação com organismos que se dedicam à normalização de informação, nomeadamente o OGC e a CGI, de forma a garantir a consistência dos dados disponibilizados.

Para reforçar a visibilidade da comunidade geocientífica, pretende-se igualmente manter a ligação com organizações, iniciativas e redes, tais como o GEO/GEOSS e INSPIRE. Neste contexto, o *OneGeology* associou-se recentemente à *Young Earth Scientists Network* (*YES Network*), uma associação internacional que envolve jovens geocientistas

de universidades, organizações geocientíficas e empresas de todo o mundo. Esta colaboração envolve a promoção das normas *OneGeology*, nomeadamente o GeoSciML, através de ações de formação e apoio, e a colaboração em projetos de investigação que permitam estender as capacidades e aplicações do portal.

Por fim, pretende-se garantir a sustentabilidade do *OneGeology*, ou mais concretamente, os recursos financeiros necessários para assegurar a manutenção do portal a longo prazo. Para tal, já foi proposta a definição da personalidade jurídica do Projeto *OneGeology* como organização, sem fins lucrativos, e uma política em termos de patrocínio.

4.2 O Projeto *OneGeology-Europe*

4.2.1 Enquadramento

O *OneGeology-Europe* foi um projeto cofinanciado pela CE no âmbito do programa *eContentplus*, mais especificamente no âmbito das "*Best practice networks: Geographic information*". Este projeto foi apoiado pelo *EuroGeoSurveys* e envolveu Serviços Geológicos de 20 países europeus e algumas organizações representativas dentro da comunidade de utilizadores de informação geocientífica.

O *OneGeology-Europe* teve a duração de 2 anos, com início em setembro de 2008 e fim em agosto de 2010. O orçamento total do projeto foi de 3.26 milhões de euros, dos quais 2.6 milhões de euros foram financiados pela CE.

O principal objetivo do projeto foi juntar dados e mapas de toda a Europa, à escala 1:1 000 000, e disponibilizá-los na *web,* através de um portal multilingue. Para além da criação do mapa geológico digital para a Europa, à escala 1:1 000 000, o projeto pretendeu ainda contribuir para o progresso da Diretiva INSPIRE, fomentando o desenvolvimento de normas e especificações que facilitam a pesquisa, visualização, descarregamento e partilha de dados geológicos espaciais da Europa.

Este projeto foi subdividido em 10 grupos de trabalho (*WP*), que asseguraram a execução de diferentes tarefas, entre as quais se destacam as seguintes:

- Disponibilização dos dados;
- Acesso multilingue aos dados;
- Elaboração de protocolos de licenciamento e acesso aos dados;

- Disponibilização de serviços de dados transfronteiriços relevantes, de alta resolução;
- Avaliação da real necessidade dos potenciais utilizadores;
- Elaboração de estratégias de divulgação e de comunicação para garantir a sustentabilidade do projeto.

A figura 19 ilustra a estrutura organizacional adotada no âmbito do Projeto *OneGeology-Europe* que, para além dos grupos de trabalho anteriormente mencionados, incluiu ainda um nível de coordenação e um nível de gestão operacional.

No âmbito do projeto foi constituído um conselho consultivo, composto por representantes externos de diversas comissões técnicas e científicas, de forma a assegurar a sua eficiência em itens transversais. Um aspeto relevante desta estrutura, e que está refletida na figura 19, foi a criação de ligações com outros projetos ou iniciativas, com ações relevantes no âmbito do *OneGeology-Europe.*

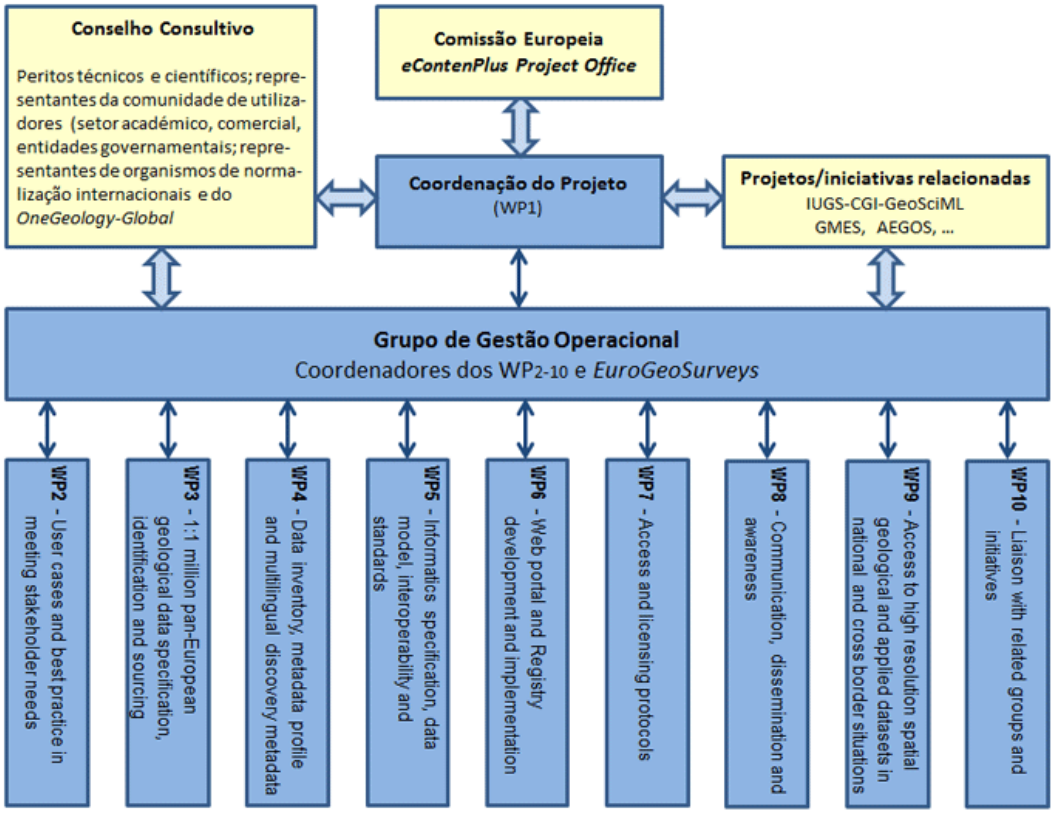


Figura 19 – Estrutura organizacional do projeto internacional *OneGeology-Europe*.

O LNEG integrou os grupos de trabalho WP3, 4, 6, 7 e 8, participando na grande maioria das discussões, tomadas de decisão e trabalhos desenvolvidos. Em todos estes grupos de trabalho, a participação do LNEG foi assegurada pela autora do presente trabalho. Todos os trabalhos relacionados com a implementação da parte portuguesa deste projeto foram coordenados pela autora do presente trabalho, que assegurou igualmente a realização de grande parte das tarefas, nomeadamente a harmonização semântica dos dados e a transformação do modelo de dados do LNEG para o modelo de dados GeoSciML, que são descritos mais à frente.

4.2.2 Ligação à iniciativa *OneGeology*

O Projeto *OneGeology-Europe* desenvolveu-se a partir da iniciativa mundial *OneGeology*, cujo objetivo é "Make web-accessible the best available geological map data worldwide at a scale of about 1: 1 million, as a geological survey contribution to the International Year of Planet Earth." (Jackson, 2008).

O Projeto *OneGeology-Europe* foi um desdobramento desta iniciativa global, mas que envolveu apenas os parceiros europeus que apoiaram esta iniciativa, e que se compromeram a contribuir para alcançar os objetivos da mesma no continente europeu.

Intrinsecamente ligado ao *OneGeology*, o *OneGeology-Europe* propôs-se a levar esta iniciativa um pouco mais longe em termos de inovação e de disseminação de informação, desenvolvendo e implementando uma especificação que permite a interoperabilidade técnica e semântica dos dados disponibilizados pelos países participantes.

4.2.3 Objetivos

O principal objetivo do Projeto *OneGeology-Europe* foi disponibilizar através da *Internet*, de forma gratuita e sem qualquer tipo de restrições, os dados geológicos existentes na Europa. Em termos mais gerais, o projeto teve o intuito de contribuir para a criação de melhores condições de pesquisa, visualização, utilização e reutilização de dados digitais, viabilizando a produção de novos produtos e serviços de valor acrescentado em toda a Europa. Pretendeu igualmente contribuir para que os produtores e utilizadores de dados se apercebessem do verdadeiro potencial da informação digital. Não só que os produtores

de dados fossem capazes de incrementar a utilização e reutilização do seu vasto património de dados mas também para que os utilizadores de dados fossem capazes de procurar, encontrar e utilizar esses conteúdos, independentemente de quem fossem, do idioma que falassem ou do local onde se encontrassem.

O projeto pretendeu ainda contribuir para o progresso da Diretiva INSPIRE, fomentando o desenvolvimento de modelos, normas e especificações que facilitam a pesquisa, a visualização, o descarregamento e a partilha de dados geológicos espaciais na Europa.

Outro objetivo importante foi abordar a questão das políticas de acesso e de licenciamento dos dados, e criar orientações, códigos de prática e modelos de licenciamento, de forma a estimular a harmonização das políticas de licenciamento e de acesso aos dados na Europa. Ainda neste contexto, pretendeu-se que o portal do *OneGeology-Europe* constituísse um exemplo de boas práticas na disponibilização e partilha de dados geológicos, tornando-se numa referência quer para o sector público quer para o setor privado.

Outro objetivo do projeto foi assegurar a partilha multilingue do conhecimento geológico, abarcando todos os idiomas dos países europeus participantes, de forma a aumentar a visibilidade e utilidade dos dados para um universo de utilizadores mais alargado.

4.2.4 O Consórcio

Neste projeto participaram 29 parceiros de 20 países europeus, que formaram um consórcio diversificado mas complementar em termos de experiências e de competências.

Destes 29 parceiros, 20 foram os seguintes Serviços Geológicos:

- *British Geological Survey* (BGS)
- *Bundesanstalt fuer Geowissenschaften und Rohstoffe* (BGR)
- *České Geologické Služby* (CGS)
- *Bureau de Recherches Géologiques et Minières* (BRGM)
- *Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek* (TNO)
- *Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale* (ISPRA)[30]

[30] Serviços Geológicos da Itália

- *Sveriges Geologiska Undersokning* (SGU)[31]
- *Geološki Zavod Slovenije* (GeoZS)
- *Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique* (GSB)[32]
- *Geologian Tutkimuskeskus* (GTK)
- *Instituto Geologico y Minero de España* (IGME)[33]
- *Norges Geologiske Undersokelse* (NGU)[34]
- *Państwowy Instytut Geologiczny* (PGI)
- *Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland* (GEUS)
- *Department of Communications, Energy and Natural Resources* (GSI)[35]
- Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG)
- *Štatny Geologický Ustav Dionýza Štúra* (SGUDS)[36]
- *Eesti Geoloogiakeskus OÜ* (EGK)
- *Magyar Allami Foldtani Intezet* (MAFI)
- *Administration des Ponts et Chaussees* (SGL)[37]

Para além dos Serviços Geológicos referidos, o consórcio envolveu uma organização especializada em aspetos jurídicos no acesso à informação digital, a *Katholieke Universiteit Leuven* (KULeuven), e 7 representantes da comunidade de utilizadores de informação geocienífica.

O projeto contou ainda com o apoio e colaboração do *EuroGeoSurveys*, uma associação europeia sem fins lucrativos, que inclui 33 Serviços Geológicos da Europa, e que tem como principal missão contribuir para a definição de políticas e leis nos domínios relacionados com as geociências, especialmente através de grupos de trabalho criados pela CE.

A percepção do potencial deste projeto levou outros organismos, públicos e privados, a oferecerem o seu apoio, mesmo sem serem diretamente membros do Consórcio, nomeadamente os Serviços Geológicos da Áustria, Lituânia e Suíça, que manifestaram interesse em disponibilizar os seus dados de acordo com os requisitos no projeto.

---

[31] Serviços Geológicos da Suécia
[32] Serviços Geológicos da Bélgica
[33] Serviços Geológicos da Espanha
[34] Serviços Geológicos da Noruega
[35] Serviços Geológicos da Irlanda
[36] Instituto Geológico da Eslováquia
[37] Serviços Geológicos do Luxemburgo

A figura 20 apresenta os países europeus que disponibilizam os seus dados no âmbito do Projeto *OneGeology-Europe*, os que disponibilizam os seus dados apenas no âmbito da iniciativa *OneGeology* e ainda aqueles que não disponibilizam dados.

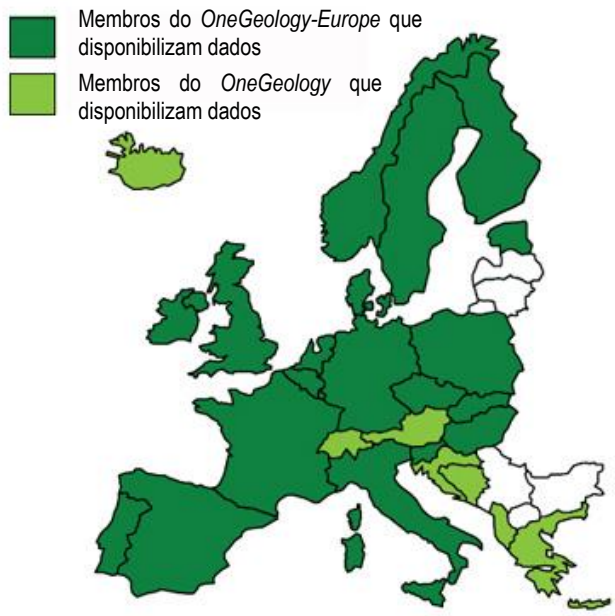


Figura 20 – Os países europeus e a disponibilização de dados no âmbito da iniciativa *OneGeology* e do Projeto *OneGeology-Europe* (*OneGeology,* 2009).

4.2.5 Dados

O *OneGeology-Europe* envolve conjuntos de dados à escala 1:1 000 000, produzidos pelos Serviços Geológicos que integraram o projeto e que diferem muito em termos de conteúdo, descrição e geometria.

A participação portuguesa neste projeto envolveu dados produzidos pelo LNEG, mais concretamente os dados que estiveram na origem da Carta Geológica de Portugal à escala 1:1 000 000, publicada em setembro de 2010, e que pode ser visualizada na figura 21. Estes dados foram produzidos no sistema de referência PT-TM06/ETRS89 que se baseia na projeção transversa de Mercator e no sistema geodésico europeu ETRS89, que utiliza o elipsoide de referência GRS80 (*Geodetic Reference System* 1980).

No entanto, no âmbito do Projeto *OneGeology-Europe,* apenas foram utilizados dados relacionados com a geologia de superfície, nomeadamente a composição litológica, idade

e estruturas geológicas (falhas), ficando de fora os dados referentes às zonas imersas e regiões autónomas.

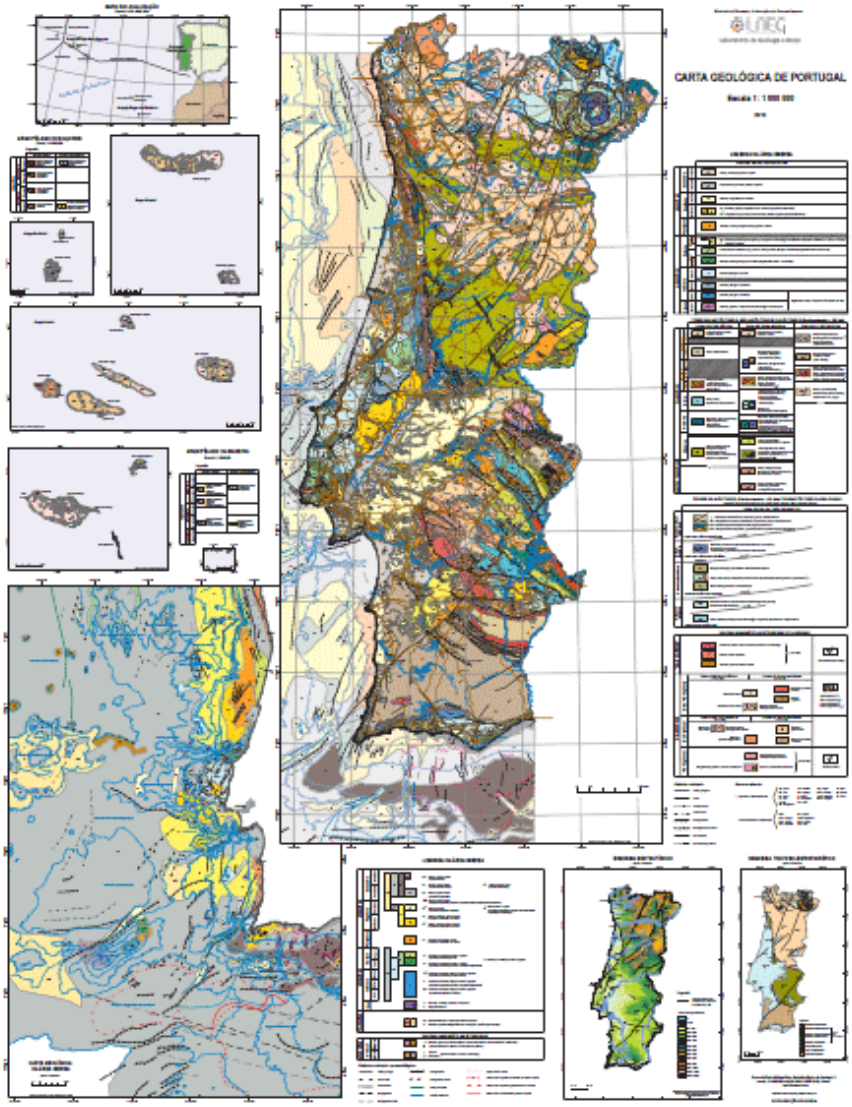


Figura 21 – Carta Geológica de Portugal à escala 1:1 000 000 (LNEG/LGM, 2010).

4.2.6 Infraestrutura

4.2.6.1 Arquitetura da Infraestrutura

Tal como no caso do *OneGeology*, a arquitetura do *OneGeology-Europe* baseia-se num modelo distribuído, o que significa que os dados não estão centralizados num servidor comum, mas sim armazenados nos servidores das instituições geológicas participantes.

A infraestrutura implementada baseia-se em serviços de rede, de acordo com as normas OGC. Para disponibilizar a imagem completa do mapa europeu, o portal do *OneGeology-Europe* faz a integração dos serviços WMS e WFS criados pelos Serviços Geológicos que integram o projeto, que estão armazenados nos seus respetivos servidores.

Este tipo de arquitetura torna a infraestrutura implementada mais dinâmica e sustentável, já que os dados permanecem sob o total controlo e responsabilidade das instituições envolvidas, o que facilita a sua gestão e atualização. Outra vantagem deste modelo descentralizado, consiste no facto de serem os participantes a assegurar a implementação e disponibilização dos seus respetivos serviços, a garantir que os dados estão harmonizados em termos semânticos e que os serviços são interoperáveis entre si e com dados provenientes de outras fontes.

Os serviços disponibilizados podem especificar sistemas de referência apropriados a cada país mas têm obrigatoriamente de especificar o EPSG:3034, o EPSG:4258 e o EPSG:4326. Para além destes sistemas de coordenadas também foi aconselhada a especificação do EPSG:3857, que assegura a compatibilidade com o *Google Maps*.

A Figura 22 ilustra a arquitetura da infraestrutura de dados implementada no âmbito deste projeto.

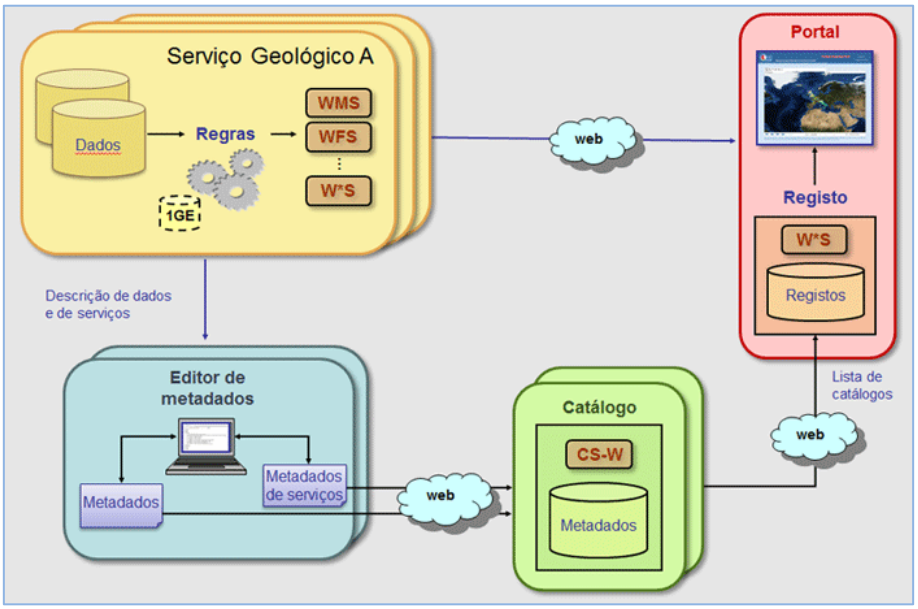


Figura 22 - Arquitetura da infraestrutura implementada no âmbito do Projeto *OneGeology-Europe* (adaptado de Serrano, Tellez-Arenas & Thomas, 2009).

4.2.6.2 O Portal *OneGeology-Europe*

O portal do *OneGeology-Europe* inclui duas componentes principais, uma para pesquisa e outra para a visualização de mapas. A componente de pesquisa disponibiliza um motor de busca multilingue que faz a consulta ao Catálogo de Metadados do projeto, através de uma interface *Catalog Service for the Web* (CSW), apresentando de seguida uma lista de resultados. Tal como referido anteriormente, o CSW é uma especificação desenvolvida pelo OGC.

A componente de visualização de mapas assegura o acesso ao mapa da Europa, numa *layer* única e virtual, que resulta da integração dos 20 serviços WMS, disponibilizados pelos 20 parceiros do projeto.

A Figura 23 ilustra a componente de visualização com o mapa da Europa resultante desta integração.

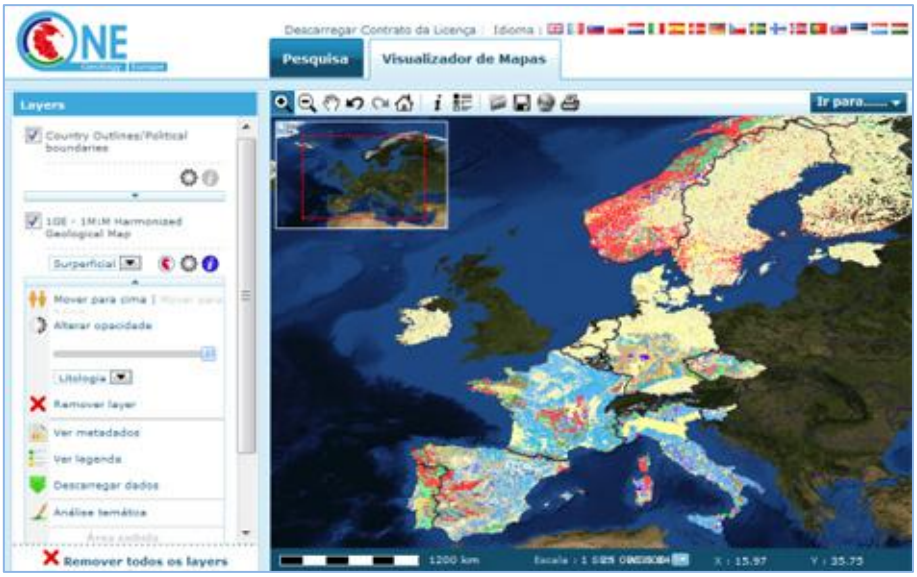


Figura 23 - Interface do portal do *OneGeology-Europe* (http://onegeology-europe.brgm.fr/geoportal/viewer.jsp).

Este mapa é disponibilizado com simbologias comuns para a 'Idade', 'Litologia' e 'Estruturas', que foram implementadas nos Serviços Geológicos participantes. Estas simbologias podem ser visualizadas nos anexos 6, 7 e 8 deste trabalho.

A característica mais importante da componente de visualização é a sua interatividade, que possibilita aos utilizadores a exploração e análise do mapa europeu, através da utilização de ferramentas de visualização tais como 'aproximar' (*zoom in*), 'afastar' (*zoom*

out), 'arrastar' (*pan*), controlo de transparência e de sobreposição de *layers*, e ainda a opção de exportar para KML, entre outras.

O KML é uma linguagem de programação baseada em XML, utilizada para modelar e armazenar características geográficas tais como pontos, linhas, imagens, polígonos e modelos, que podem ser visualizadas em *softwares* que representam o globo terrestre, tais como o *Google Earth* ou o *Google Maps*. O OGC aprovou a versão 2.2 do formato KML como padrão aberto internacional.

Para além das funcionalidades mencionadas, o portal permite a realização de análises temáticas, com base nos critérios 'Litologia' ou 'Idade', que estão normalizados. As Figuras 24 e 25 ilustram uma operação de pesquisa temática realizada através do portal do *OneGeology-Europe* e o respetivo resultado.

Figura 24 - Janela de definição dos critérios de análise temática (Idade e/ou Litologia), (http://onegeology-europe.brgm.fr/geoportal/viewer.jsp).

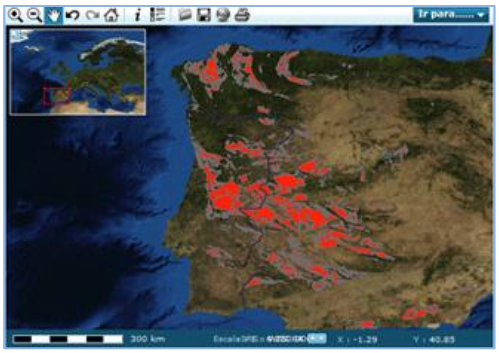


Figura 25 - Resultado de uma análise temática: unidades geológicas do Precâmbrico (simbolizado a encarnado). (http://onegeology-europe.brgm.fr/geoportal/viewer.jsp)

A apresentação dos resultados das análises temáticas requer a definição de uma cor para a representação dos resultados. Com base nessa definição, o portal constrói um *Styled Layer Descriptor* (SLD) que define as regras de simbolização. Esse SLD fica associado à análise solicitada (*GetMap request*) e os diversos WMS apresentam os resultados da análise de acordo com essas regras de simbolização.

Tal como referido anteriormente, o SLD é uma norma OGC usada para a publicação de dados/mapas, que permite a associação de estilos, definidos pelo utilizador.

O portal *do OneGeology-Europe* é multilingue. Atualmente a pesquisa, visualização e acesso aos dados geológicos podem ser feitos em 18 idiomas diferentes.

4.2.6.3 Metadados e serviço de catálogo

Os metadados e o serviço de catálogo de metadados constituem uma componente fundamental da infraestrutura *OneGeology-Europe*.

O acesso aos metadados dos conjuntos de dados e serviços disponibilizados no âmbito do *OneGeology-Europe* é feito através do *MIcKA,* que é o catálogo de metadados do projeto, que pode ser acedido através do endereço http://one.geology.cz/catalogue/.

Este catálogo constitui um ponto fundamental da infraestrutura do *OneGeology-Europe*, que permite aos seus utilizadores pesquisar, avaliar e utilizar todos os dados e serviços disponíveis. A sua interface pode ser visualizada na figura 26, abaixo.

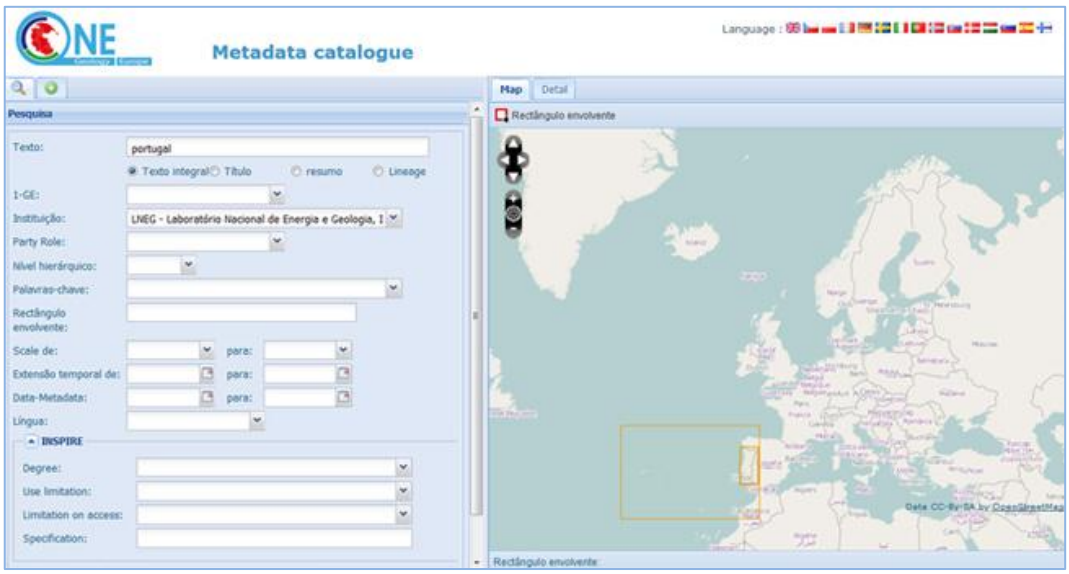


Figura 26 - Interface do catálogo de metadados do *OneGeology-Europe* (http://onegeology-europe.brgm.fr/geoportal/viewer.jsp).

O catálogo está integrado no Portal *OneGeology-Europe*, o que facilita a visualização dos registos de metadados para os quais existam serviços.

O catálogo de metadados também é multilingue. Atualmente todos os títulos, resumos e palavras-chave estão disponíveis em 15 idiomas do consórcio, sendo possível a integração de mais idiomas.

A pesquisa e a gestão dos metadados são asseguradas por um serviço de catálogo, baseado na norma CSW do OGC (Laxton, Serrano & Tellez-Arena, 2010). É através deste

serviço que os Serviços Geológicos participantes criam, editam e gerem os metadados dos seus conjuntos e serviços de dados.

Ao contrário dos dados, os metadados estão centralizados num serviço único que está alojado no Serviço Geológico da República Checa (*České Geologické Služby*). A manutenção dos metadados é assegurada pelos diversos participantes, que fazem a publicação e atualização dos seus metadados *online* e asseguram a tradução dos metadados dos outros participantes. A figura 27 apresenta a interface para a edição e atualização dos metadados, que pode ser acedida através do endereço http://one.geology.cz/metadata/.

Figura 27 - Interface de edição de metadados do *OneGeology-Europe* (http://one.geology.cz/metadata/).

O acesso a este editor é restrito e requer autenticação, através de um nome e de uma *password*.

De forma a harmonizar as descrições dos diversos conjuntos de dados e serviços foi desenvolvido um Perfil de Metadados Geológicos (PMG), que foi adotado por todos os Serviços Geológicos na criação e registo dos seus metadados. Este perfil baseia-se integralmente nas normas internacionais EN ISO 19115 (para conjuntos de dados, séries), EN ISO 19119 (para serviços) e EN ISO 19169 (codificação dos metadados).

A figura 28 representa a articulação entre o portal do *OneGeology-Europe* e as interfaces de pesquisa e edição de metadados.

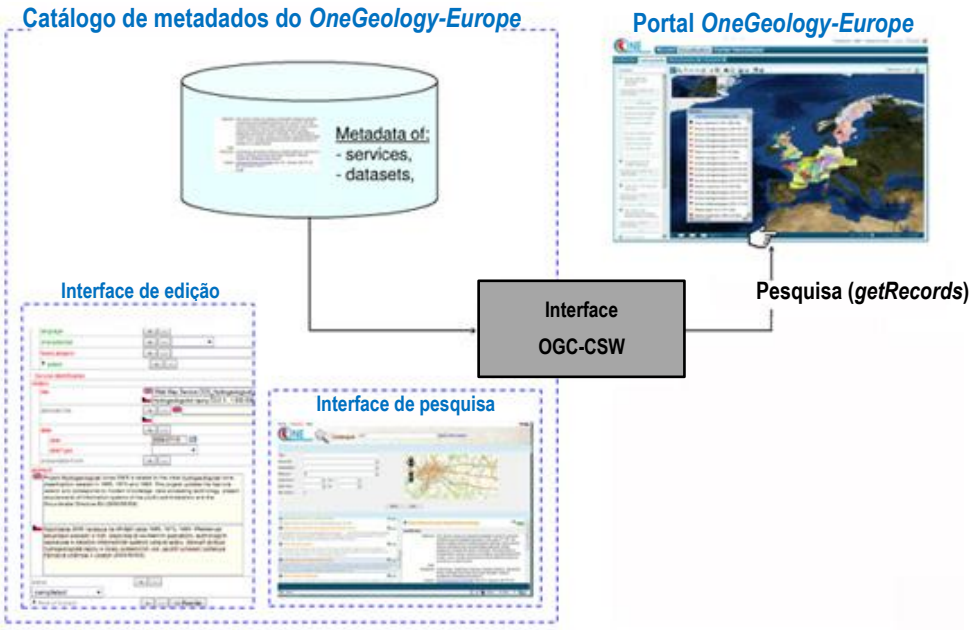


Figura 28 – Esquema representativo da articulação entre o portal do *OneGeology-Europe* e as interfaces de pesquisa e edição de metadados (adaptado de Serrano, Tellez-Arenas & Thomas, 2009).

4.2.6.4 Interoperabilidade

A interoperabilidade nas geociências é motivada pela necessidade de dar resposta à crescente necessidade da sociedade em termos de informação geocientífica e pela oportunidade para promover a utilização dos recentes progressos tecnológicos na manipulação de informação heterogénea e distribuída. (Asch, Brodaric, Laxton & Robida, 2004).

A interoperabilidade pode ser definida como a capacidade de se poder trocar e integrar a informação proveniente de diversas fontes. Segundo o relatório técnico *Information Technology Vocabulary, Fundamental Terms* da ISO/IEC 2382-01, a interoperabilidade corresponde à "capability to communicate, execute programs, or transfer data among various functional units in a manner that requires the user to have little or no knowledge of the unique characteristics of those units".

“Geralmente considera-se que a interoperabilidade envolve pelo menos 4 níveis, cada um com seu próprio conjunto de normas: o sistema; a sintaxe; a estrutura; e a semântica.” (Sheth, 1999).

A figura 29 ilustra esses níveis de interoperabilidade, sendo ainda considerado um outro nível, correspondente à interpretação científica, que não se enquadra nos objetivos do Projeto *OneGeology-Europe*.

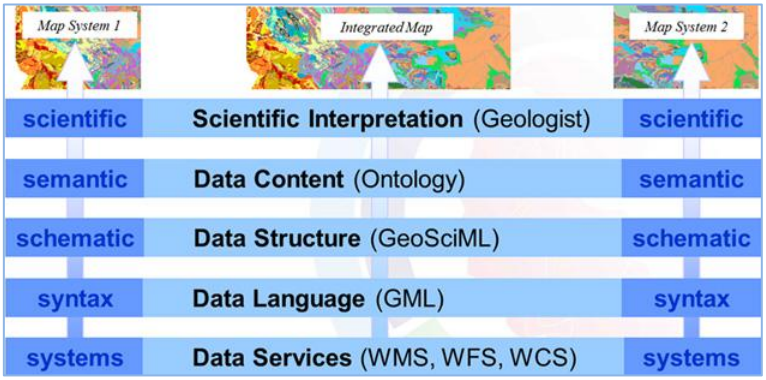


Figura 29 – Níveis de interoperabilidade (Brodaric, 2007).

Para assegurar a interoperabilidade dos dados provenientes dos diferentes Serviços Geológicos que integraram o Projeto *OneGeology-Europe*, foi necessário recorrer a diversas normas e especificações. Ao nível dos sistemas, a interoperabilidade foi assegurada pela utilização das normas WMS e WFS. Ao nível da sintaxe, usaram-se as normas GML e XML e, ao nível da estrutura, o GeoSciML.

Verificou-se que o modelo de dados GeoSciML compreendia a maioria das entidades e atributos necessários para satisfazer os requisitos dos 20 Serviços Geológicos que integraram o projeto. Contudo, foram identificadas algumas lacunas, que implicaram a introdução de diversas extensões a este modelo. A identificação destas lacunas constituiu um contributo extremamente valioso para o CGI-IWG prosseguir no desenvolvimento do GeoSciML. É importante ainda assinalar que “a atual versão do GeoSciML (versão 3.0) foi o ponto de partida para o modelo de dados INSPIRE para o tema da Geologia, tendo influenciado fortemente o seu *design*.” (tradução livre de *Data Specification on Geology – Draft Guidelines,* 2012).

A transformação das estruturas de dados nacionais para a estrutura de dados GeoSciML implicou ainda a adoção de uma nomenclatura comum.

A figura 30 ilustra o processo de transformação do modelo de dados do LNEG para o modelo de dados GeoSciML, adotado no LNEG, no âmbito do Projeto *OneGeology-Europe*.

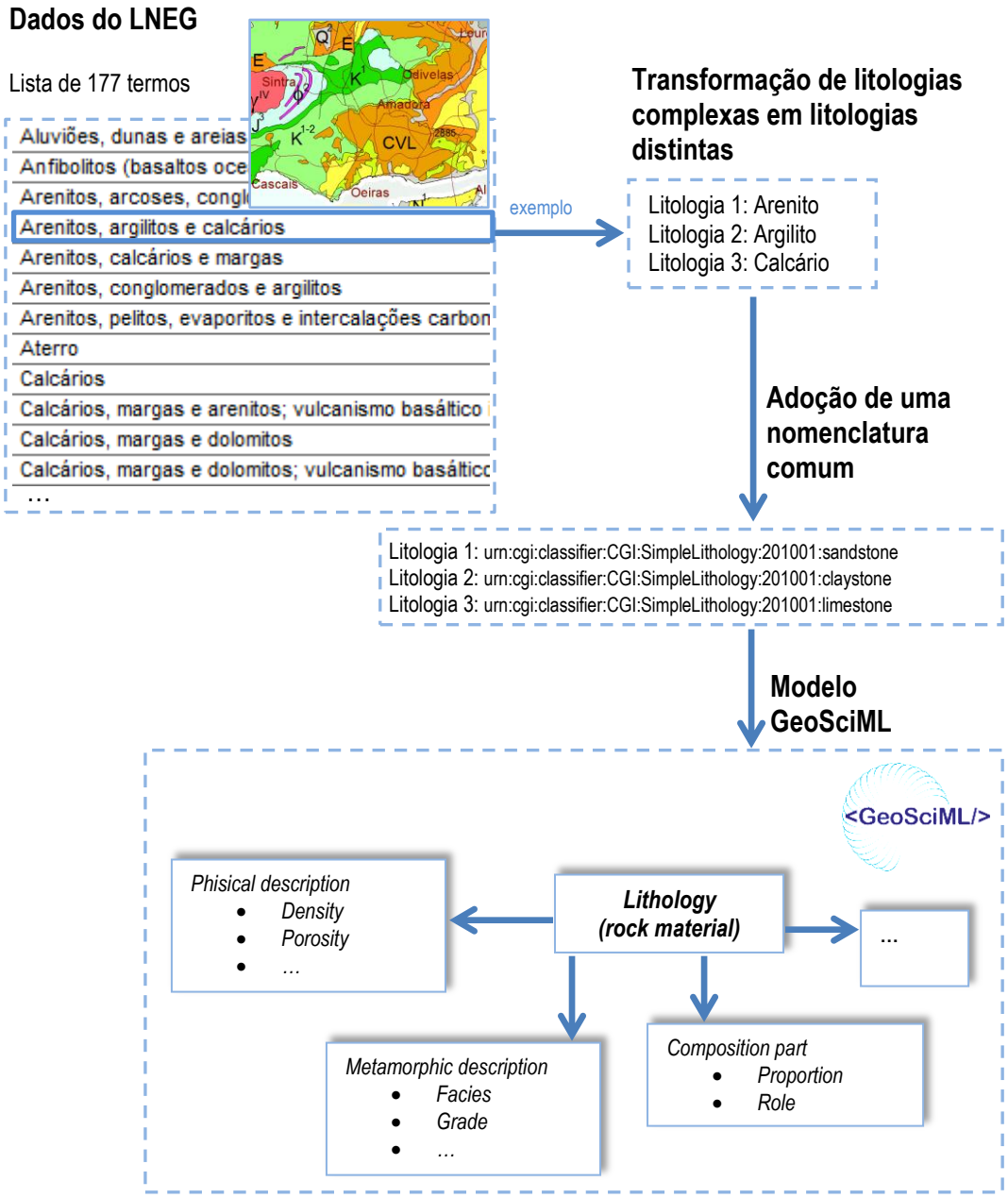


Figura 30 – Ilustração do processo de transformação dos dados do LNEG para o modelo GeoSciML.

A estrutura de dados do LNEG foi concebida unicamente e exclusivamente para cumprir o objetivo de produção e publicação das cartas geológicas em papel. Nesta estrutura, verifica-se que a informação relativa à Litologia das unidades geológicas está agrupada no mesmo campo (ver figura 31). No modelo do *OneGeology-Europe,* essa informação está individualizada (ver figura 32), existindo campos distintos para indicar as diferentes litologias que constituem essa mesma unidade. No exemplo ilustrado na figura 30, existe uma unidade geológica que é descrita como sendo constituída por 'Arenitos, argilitos e calcários' na estrutura do LNEG. No modelo do *OneGeology-Europe*, esta unidade é documentada como sendo constituída por três litologias diferentes, cada uma delas com o seu identificador único. No caso da Idade das unidades geológicas, a situação é muito semelhante. Na estrutura do LNEG existe um campo único para documentar a Idade das unidades geológicas (ver figura 31), e na estrutura do *OneGeology-Europe* existem dois campos distintos, um para identificar a Idade de base e outro para identificar a Idade de topo (ver figura 32).

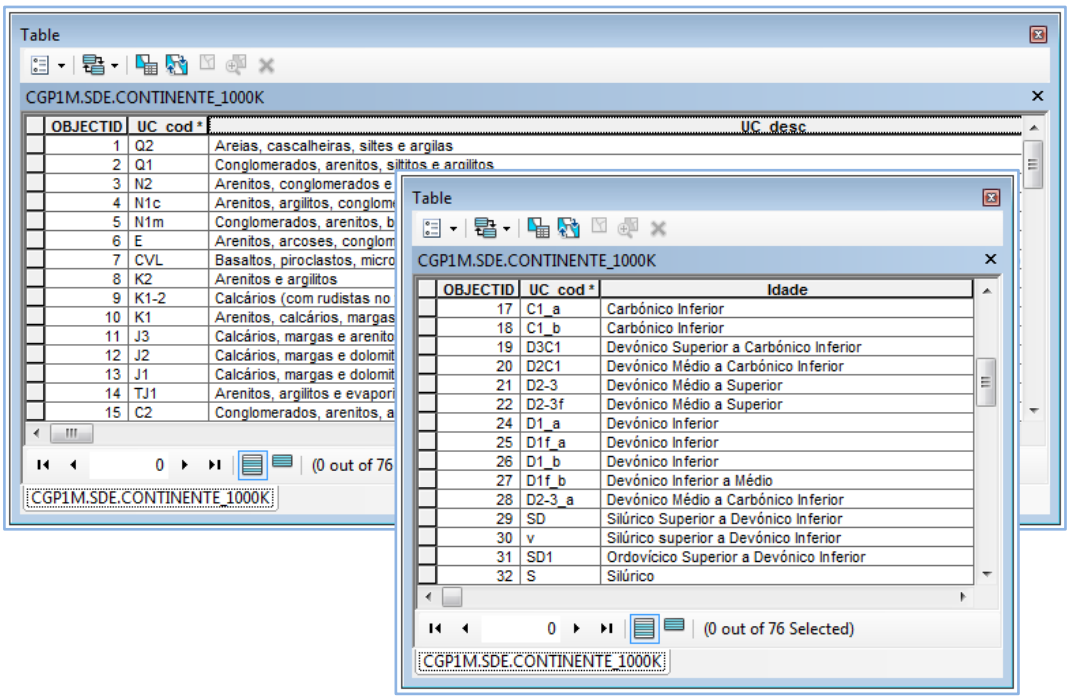


Figura 31 – Ilustração com as tabelas *ArcGIS* que caraterizam a *Litologia* e a *Idade* no modelo de dados do LNEG.

Table

onegeology.sde.OGE_Data

OBJEC	UC_cod	OGE_GU_Lithology1	OGE_GU_Lithology2
1	Q2	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:sand	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:clastic_sediment
2	Q1	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:clastic_conglomerate	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:duricrust
3	N2	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:clastic_sandstone	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:clastic_conglomerate
4	N1c	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:clastic_sandstone	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:clastic_conglomerate
5	N1m	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:clastic_conglomerate	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:clastic_sandstone
6	E	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:clastic_sandstone	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:wacke

Table

onegeology.sde.OGE_Data

OBJECT	UC_cod	OGE_GU_AgeLower	OGE_GU_AgeUpper
17	C1_a	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Mississippian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Mississippian
18	C1_b	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Mississippian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Mississippian
19	D3C1	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:UpperDevonian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Pennsylvanian
20	D2C1	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:MiddleDevonian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Mississippian
21	D2-3	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:MiddleDevonian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:UpperDevonian
22	D2-3f	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:MiddleDevonian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:UpperDevonian
23	D1_a	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:LowerDevonian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:LowerDevonian
24	D1f_a	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:LowerDevonian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:LowerDevonian
25	D1_b	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:LowerDevonian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:LowerDevonian
26	D1f_b	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:LowerDevonian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:MiddleDevonian
27	D2-3_a	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:MiddleDevonian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Mississippian
28	SD	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Silurian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:LowerDevonian
29	v	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Silurian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:LowerDevonian
30	SD1	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:UpperOrdovician	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:LowerDevonian
31	S	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Silurian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Silurian
32	OD1	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Ordovician	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:LowerDevonian

0 (0 out of 74 Selected)

onegeology.sde.OGE_Data

Figura 32 – Ilustração com as tabelas *ArcGIS* que caraterizam a *Litologia* e a *Idade* no modelo de dados do *OneGeology-Europe*.

A aplicação do modelo de dados do *OneGeology-Europe*, que se baseia no modelo GeoSciML, é essencial para assegurar a interoperabilidade entre os dados disponibilizados pelos diversos Serviços Geológicos. Isso significa que perante uma determinada solicitação, os utilizadores obtêm uma resposta única dos servidores dos diferentes serviços geológicos participantes. Ou seja, de acordo com critérios pré-definidos, o GeoSciML transforma as estruturas de dados originais numa estrutura única, que os utilizadores podem manipular e compreender mais facilmente (Antunes, 2011).

Para lidar com a questão do GeoSciML, foi necessário desenvolver uma aplicação especial, o *1GEconnector*, que está instalado nos servidores *web* dos participantes, e que funciona sobre os *standards* OGC WMS/WMS produzidos pelos mesmos. A função do *1GEconnector* é transformar os serviços WMS e WFS, compatíveis com *softwares* OGC, em serviços WMS e WFS compatíveis com o modelo do *OneGeology-Europe,* que se baseia no modelo de dados GeoSciML. Ou seja, o *1GEconnector* transforma o GML em GeoSciML. Este procedimento está ilustrado na figura 31.

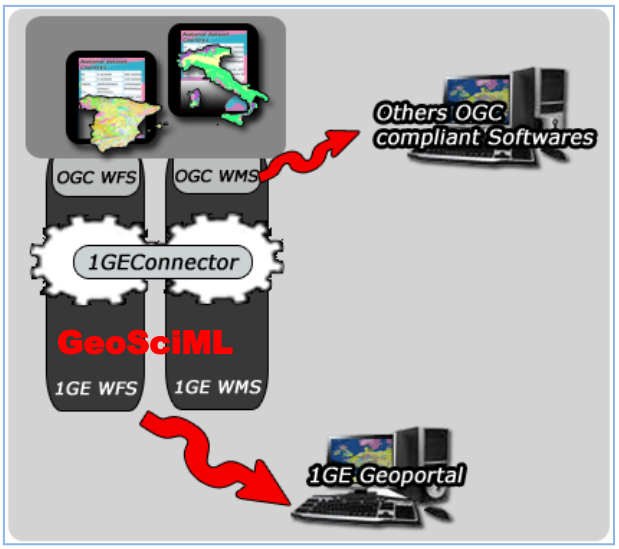


Figura 33 – O *1GEconnector* que transforma o GML no GeoSciML para implementar o modelo do *OneGeology-Europe* (http://onegeology-europe.brgm.fr/how_to201002/201001_1GEconnector.pdf).

O *1GEconnector* lida com as solicitações HTTP (solicitações WMS ou WFS) e dá uma resposta (XML, HTML ou imagem) sob a forma de um serviço WMS ou WFS. Esta aplicação também tem a função de lidar com os atributos do GeoSciML (*queries - ogc:filter*) nas solicitações *GetFeature* (WFS) e nos SLD que estão associados às solicitações *GetMap* (WMS).

Para além destas funções, o *1GEconnector* adiciona um parâmetro que lida com os diversos idiomas utilizados no projeto (18 idiomas, entre os quais o Português) que também é um requisito da diretiva INSPIRE.

4.2.6.5 Harmonização semântica

A harmonização semântica, ou harmonização dos dados em termos de conteúdo, é outro aspeto fundamental da interoperabilidade. A harmonização semântica dos dados disponibilizados pelos Serviços Geológicos implicou que todos eles adotassem uma linguagem comum na descrição dos seus dados. Esta questão não foi nada pacífica, pois todos os Serviços Geológicos têm uma longa tradição de descrever os seus dados de acordo com as respetivas convenções nacionais (Antunes, 2011).

A linguagem comum adotada no âmbito deste projeto teve em conta a sua escala (1:1 000 000) mas foi concebida de forma a poder ser alargada para escalas mais detalhadas e adaptar-se a dados geológicos de maior resolução.

A harmonização semântica abrangeu diversos itens, nomeadamente a *Litologia*, *Idade*, *Estruturas Geológicas* (falhas) e *Génese*. A descrição de cada um destes itens envolveu uma designação, definição, ordem hierárquica, referência e *Uniforme Resource Name* (URN). Os dicionários referentes a estes itens encontram-se nos anexos 2,3,4 e 5.

Um URN é uma referência que identifica de forma única e inequívoca um recurso que pode estar disponível na *Internet*, tal como ilustrado na figura 32. Por exemplo, o termo litológico 'Calcário' é definido como 'rocha sedimentar calcária pura, com uma relação entre calcite e dolomite superior a 1 para 1. Inclui o Calcário e o Calcário Dolomítico'. Em termos hierárquicos, esta rocha é identificada como 'Rocha Sedimentar Carbonatada Pura', que é uma 'Rocha Sedimentar Carbonatada', que por sua vez é uma 'Rocha Sedimentar'. A fonte utilizada para a definição deste termo é o *OneGeology-Europe*, e o URN é 'urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:limestone'.

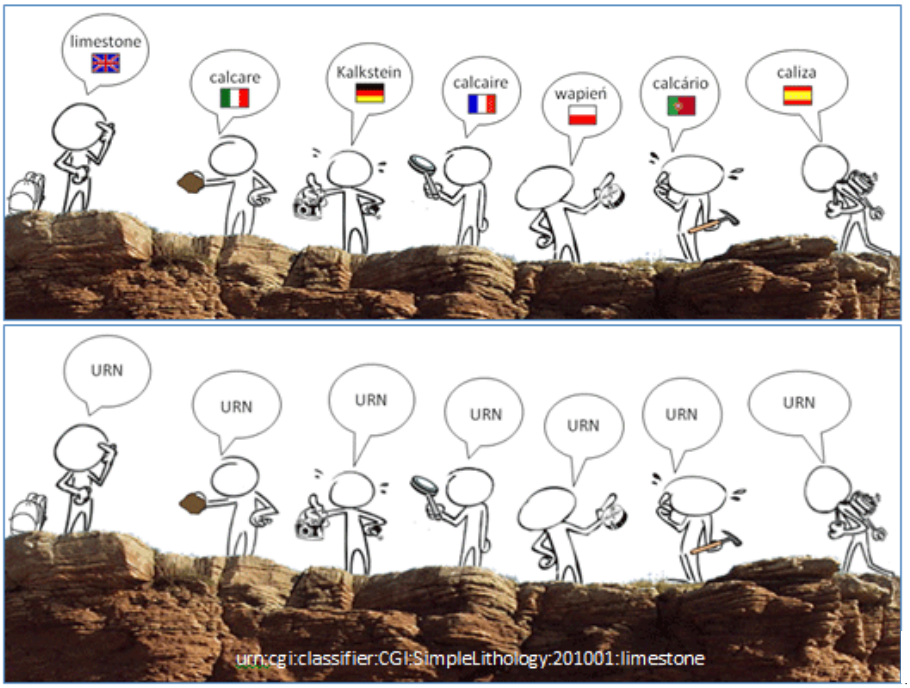


Figura 34 – A harmonização semântica e os URN (Pereira, Costa & Almeida, 2011).

Na descrição da Idade das unidades geológicas, o Carbónico tem o URN 'urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Carboniferous' e é um *Período* (Carboniferous) da *Era* Paleozóica, que faz parte da *StratChart* de 2008, da *International Commission on Stratigraphy* (ICS).

A terminologia adotada no âmbito do *OneGeology-Europe* baseou-se no modelo de dados GeoSciML e nos dicionários do CGI/GeoSciML, ambos desenvolvidos pelo IWG da CGI, e ainda nos *Stratigraphic Chart Dictionary* e *Simple Lithology Dictionary* (também da CGI). Pretendeu-se que a terminologia adotada no Projeto *OneGeology-Europe* fosse apenas uma parte desta terminologia global, demasiado complexa para a escala do projecto (1:1 000 000). No entanto, verificou-se a necessidade de acrescentar novos termos, específicos para a realidade europeia. Desta forma, a terminologia adotada inclui alguns termos que não são globalmente aplicáveis e que apenas fazem parte de especificações europeias. É este o caso dos termos Neoarcaico1 e o Calimiano1, que são subdivisões que foram acrescentadas ao Pré-câmbrico (ver anexo 3).

A figura 33 ilustra o processo de desenvolvimento da nomenclatura adotada no âmbito deste projeto.

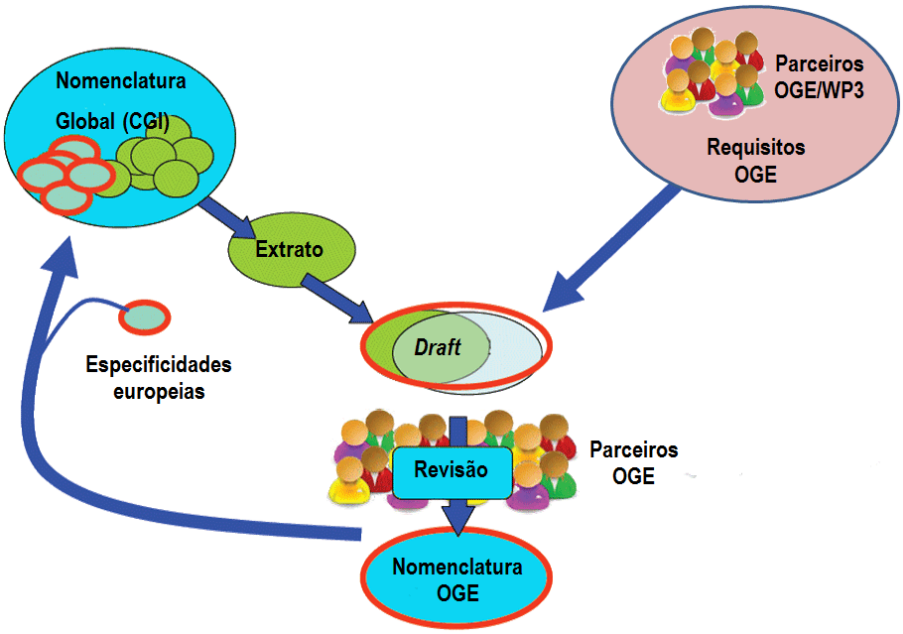


Figura 35 – Processo de desenvolvimento da nomenclatura adotada no âmbito do *OneGeology-Europe* (adaptado de Asch, Bavec *et al*, 2010).

A introdução e definição de novos termos que não faziam parte da terminologia global, mas que são imprescindíveis para caracterizar algumas unidades geológicas europeias, originou enormes discussões entre o IWG da CGI e o grupo de trabalho do *OneGeology-Europe*. A terminologia final adotada, representa um compromisso entre as especificidades de cada um dos países participantes e uma abordagem pan-europeia para os dados relacionados com os mapas geológicos à escala 1:1 000 000, coerente com a terminologia global. (Antunes, 2011). Os resultados obtidos neste contexto foram imprescindíveis para o enriquecimento e melhoramento da terminologia global do CGI.

Os resultados em termos de harmonização dos dados podem ser observados directamente, já que estão refletidos nos conjuntos de dados que são disponibilizados através do portal *web* do Projeto *OneGeology-Europe* (Asch, Antunes, *et al,* 2010).

4.2.7 Política de acesso aos dados

O acesso aos dados geológicos não depende unicamente de condições técnicas e há que ter em consideração outros aspetos essenciais e relevantes, tais como saber se existem dados adequados a uma determinada finalidade, saber onde é que os dados estão localizados, saber como obter licenças de uma forma rápida e simplificada e saber se os dados podem ser utilizados sem quaisquer restrições.

O Projeto *OneGeology-Europe* foi sensível a esta questão, tendo sido constituído um grupo de trabalho que se dedicou a esta problemática, que contou com a participação do LNEG. Os principais objetivos deste grupo de trabalho foram a identificação dos principais entraves políticos e legais para a partilha e reutilização de dados geológicos, e a criação de um Código de Práticas, com políticas de acesso e modelos de licenciamento que pudessem ser utilizados pelos Serviços Geológicos europeus.

Pretendia-se que este Código de Práticas estimulasse a harmonização das políticas de acesso e de licenciamento dos dados geológicos na Europa, sem negligenciar as necessidades específicas dos diferentes Serviços Geológicos, decorrentes dos seus regimes jurídicos (Janssen & Kuczerawy, 2012).

O *OneGeology-Europe* pretendeu igualmente ser uma referência em termos de boas práticas na disponibilização de dados geológicos, para os sectores público e privado, e

contribuir de uma forma significativa para a redução de barreiras técnicas e legais na reutilização de dados.

O projeto foi bem-sucedido neste seu propósito, já que todos os membros do consórcio consentiram a disponibilização dos seus dados sob as mesmas condições e acordaram a adoção de um modelo de licenciamento único. De acordo com este modelo, todos os dados/mapas geológicos harmonizados, à escala 1:1 000 000, disponibilizados através do portal do *OneGeology-Europe*, podem ser descarregados gratuitamente nos formatos GeoSciML ou *shapefile* (ESRI), sem quaisquer restrições e para qualquer tipo de uso. Em termos de direitos de propriedade intelectual, os dados fornecidos permanecem sempre na exclusiva propriedade das instituições de origem.

Os termos deste modelo, patentes na figura 34, podem ser acedidos através do portal do *OneGeology-Europe*.

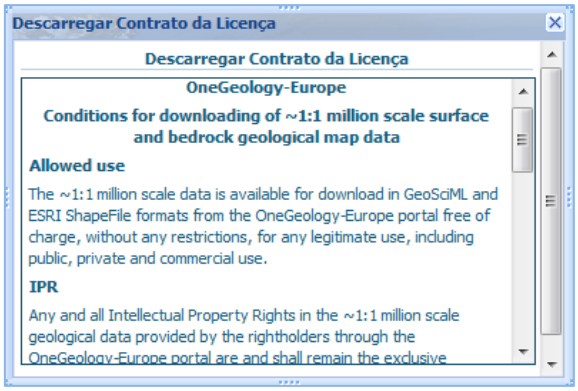


Figura 36 – Condições de disponibilização dos dados/mapas geológicos harmonizados, à escala 1:1 000 000, no âmbito do Projeto *OneGeology-Europe* (http://onegeology-europe.brgm.fr/geoportal/viewer.jsp).

4.2.8 Relação com a diretiva INSPIRE e outras iniciativas

Tal como já foi mencionado, a Diretiva INSPIRE estabelece a criação de uma IDE para a Europa. Esta diretiva incide sobre 34 temas de dados, e respetivos metadados, que estão classificados em 3 anexos. A Geologia é um tema que faz parte do Anexo II, sendo ainda fundamental para o Anexo III, mais concretamente para os temas Zonas de Risco Natural, Recursos energéticos e Recursos Minerais.

O *OneGeology-Europe* pode ser considerado como o primeiro passo para o desenvolvimento de uma IDE (dados geológicos) na Europa, ao disponibilizar na *web*, um conjunto de dados interoperável, a partir de dados existentes nos diversos Serviços

Geológicos europeus, à escala 1:1 000 000. Assim, este projeto contribuiu de uma forma muito significativa para o progresso da Diretiva INSPIRE, no desenvolvimento da Especificação de Dados INSPIRE relativa ao tema Geologia, através da utilização e desenvolvimento do modelo de dados GeoSciML.

A contribuição deste projeto para a Diretiva INSPIRE também está patente a outros níveis, sendo de destacar a implementação de serviços de pesquisa, visualização e de descarregamento, em linha com a mesma. O projeto permitiu ainda o uso da ISO 19115/19119 para o serviço de metadados e testar as regras de implementação referentes aos metadados.

No entanto, estes contributos substanciais não beneficiaram apenas o tema da Geologia, tendo funcionado como um modelo para outros temas da Diretiva INSPIRE.

O Projeto *OneGeology-Europe* contribuiu igualmente para outras iniciativas ou programas internacionais, nomeadamente a Diretiva das Águas Subterrâneas e dos Solos, os programas do GMES e do GEOSS, e ainda o desenvolvimento do *Shared Environmental Information System* (SEIS)[38].

4.2.9 Resultados

O *OneGeology-Europe* tornou os dados dos Serviços Geológicos Europeus mais facilmente pesquisáveis, acessíveis e partilháveis – através da disponibilização de um *dataset* de dados geológicos à escala 1:1 000 000, harmonizado e interoperável, que é assegurado pelos 20 países que integraram o projeto. Proporcionou igualmente uma licença única, adotada por todos os parceiros do projeto, que permite o acesso gratuito e sem restrições a estes dados.

O projeto permitiu ainda um progresso muito significativo na implementação da Diretiva INSPIRE e no processo de harmonização semântica dos dados geológicos na Europa.

Outro resultado relevante foi a adoção multinacional de especificações OGC e de outras normas e especificações para a partilha de dados geocientíficos, para assegurar a visualização e o acesso aos dados geológicos existentes nos Serviços Geológicos europeus.

[38] Sistema de Informação Ambiental Partilhada

De destacar ainda a criação e disponibilização do Código de boas-práticas para a disponibilização de dados, que poderá contribuir para harmonizar as políticas de acesso e de licenciamento de dados geológicos na Europa

O Projeto *OneGeology-Europe* foi determinante para a criação de uma equipa multinacional, preparada para trabalhar em conjunto no futuro e oferecer serviços e produtos geocientíficos melhorados e úteis para a sociedade.

4.2.10 Desenvolvimentos posteriores

Tal como referido anteriormente, o Projeto *OneGeology-Europe* apenas envolveu informação relativa a Portugal Continental, ficando por disponibilizar a informação referente às regiões autónomas.

No entanto, após a conclusão deste projeto, o LNEG decidiu assegurar a disponibilização da informação geológica de todo o território português, através do portal do Projeto *OneGeology-Europe*.

Esta disponibilização implicou a transformação do modelo de dados das regiões autónomas para o modelo de dados compatível com os requisitos do Projeto *OneGeology-Europe.* Além disso, e tal como referido anteriormente, a disponibilização dos dados através do portal do *OneGeology-Europe* tem outros requisitos que condicionam a forma como os dados geológicos nacionais têm de ser modelados. Um destes requisitos é a utilização do 1GEconnector.

O 1GEconnector está programado para operar unicamente sobre um WMS (e/ou WFS), produzido a partir de um único mapa. No caso dos países que utilizam *software* proprietário da ESRI, como é o caso de Portugal, este serviço é produzido a partir de um único ficheiro *mxd* (*ArcGIS map document file*). Para além disto, o conector está programado para lidar unicamente com três *layers*, um para representar as unidades geológicas, que devem estar simbolizadas com base na litologia predominante, outro para representar estas mesmas unidades mas simbolizadas com base na Idade das mesmas (Idade de base) e um último *layer* para representar as falhas. (Costa, 2010)

Em virtude destas condicionantes, foi ainda necessário converter os dados de Portugal Continental (ETRS89) e das Regiões Autónomas (ITRF93) para o mesmo sistema de

referência (WGS84) e a sua integração numa única *feature class.* Os trabalhos que permitiram a disponibilização da informação geológica de todo o território português, através do portal do *OneGeology-Europe,* foram concluídos no final de 2011. A figura 35 abaixo, ilustra o resultado desses trabalhos.

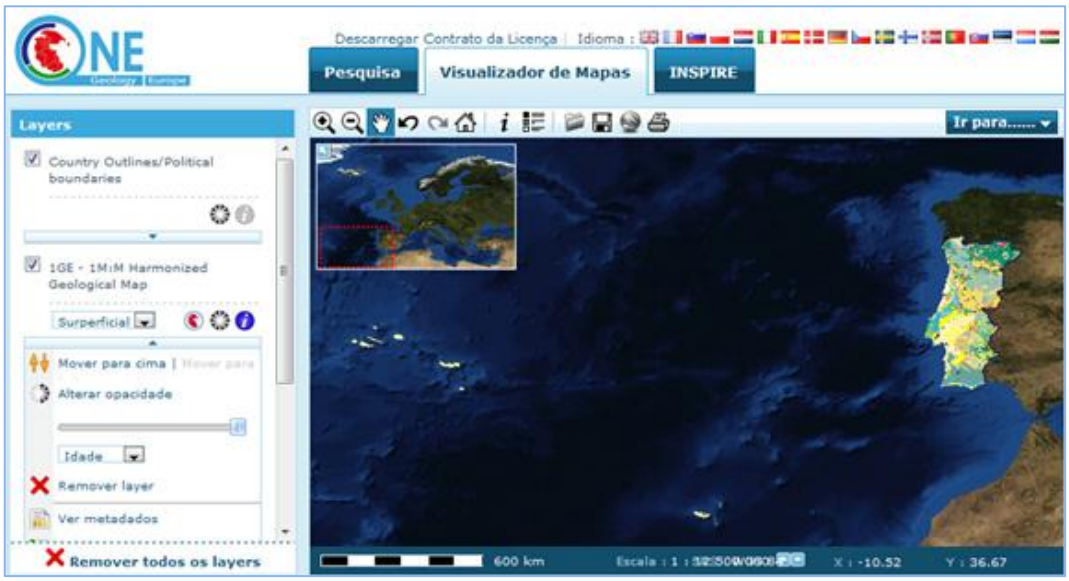


Figura 37 – Disponibilização da informação geológica de todo o território português, através do portal do Projeto *OneGeology-Europe* (http://onegeology-europe.brgm.fr/geoportal/viewer.jsp).

.

4.2.11 Objetivos futuros

Demonstrada a capacidade para realizar projetos ambiciosos, que mobilizou um número muito significativo de Serviços Geológicos europeus, compete a estas instituições manter o portal do *OneGeology-Europe* vivo e renovado, vislumbrando objetivos que garantam a sua sustentabilidade no longo prazo.

Dentro desta estratégia, o primeiro passo será assegurar que os membros do consórcio deste projeto continuem a disponibilizar os seus dados, e alargar essa disponibilização a outras nações europeias, como por exemplo a Suíça e Áustria, o que certamente contribuirá para aumentar a visibilidade e a relevância do portal.

Outro desafio importante será assegurar a atualização e melhoria das aplicações e funcionalidades criadas, para garantir a sustentabilidade do portal em termos operacionais.

Os trabalhos técnicos necessários para tornar os serviços WMS e WFS totalmente compatíveis com a versão final da Especificação de Dados INSPIRE para a Geologia também se enquadram nos objetivos para o futuro.

A longo prazo pretende-se igualmente assegurar uma melhoria nos dados disponibilizados tanto em termos de qualidade, como em termos de resolução (possivelmente a escala 1:250 000) e harmonização.

A harmonização poderá envolver diversas áreas, podendo ser abordada a questão das lacunas existentes na atual terminologia geocientífica e a harmonização geométrica (correspondência dos bordos) e geocientífica nas áreas transfronteiriças.

Outro objetivo é o desenvolvimento e integração de novos conjuntos de dados derivados, essenciais para a sociedade, como por exemplo dados relacionados com a avaliação de risco do radão, inundações e eliminação de resíduos minerais.

5 Conclusões

5.1 Consequências e implicações

A participação do LNEG em projetos internacionais relacionados com a disponibilização de informação geocientífica evidencia a necessidade de eliminar sistemas isolados, não integrados e sem perspetivas de fornecerem informações que auxiliem os processos de tomada de decisão.

A participação do LNEG no Projeto *OneGeology-Europe* proporcionou inúmeros benefícios. Para além dos benefícios intrínsecos aos objetivos e resultados alcançados, este projeto foi fundamental para assegurar a inovação e a manutenção do LNEG na vanguarda em termos da utilização das melhores práticas e processos de disponibilização de informação.

O envolvimento do LNEG neste projeto promoveu o contacto entre os especialistas que trabalham na área da informação geocientífica, e a partilha das suas experiências e conhecimentos. O *OneGeology-Europe* representa um progresso muito significativo em termos de colaboração internacional dentro da comunidade geocientífica, que fortaleceu a cooperação entre o LNEG e os restantes Serviços Geológicos europeus e contribuiu para aumentar a visibilidade da geologia portuguesa e o trabalho geocientífico desenvolvido pelo LNEG.

O *OneGeology-Europe* assinala ainda uma conquista notável em termos de interoperabilidade da informação disponibilizada pelos Serviços Geológicos europeus, que facilita a utilização da informação geocientífica que estas entidades produzem, e a delineação de políticas estratégicas a nível comunitário.

O *OneGeology-Europe* liderou uma profunda alteração em termos de práticas e processos de disponibilização de informação nos Serviços Geológicos europeus, como é o caso do LNEG. As implicações destas alterações no LNEG são evidentes. Foram alteradas as formas de processar os dados espaciais e foram introduzidas novas tecnologias, tendo-se verificado uma requalificação muito significativa dos recursos humanos ao nível operacional. Atualmente os dados são mais facilmente acessíveis e os processos para disponibilizar atualizações são mais dinâmicos. As ferramentas utilizadas proporcionam uma maior harmonização e interoperabilidade com dados provenientes de outras fontes, o

que facilita a sua integração para a identificação ou resolução das mais diversas problemáticas, sem a barreira das fronteiras ou dos idiomas.

Os dados disponibilizados no âmbito deste projeto constituem uma base sólida para o desenvolvimento de outros trabalhos de natureza geocientífica, nomeadamente o desenvolvimento de conjuntos de dados derivados essenciais para a sociedade, como por exemplo mapas de riscos. Os maiores beneficiários finais destes resultados são obviamente os cidadãos que necessitam de informação acessível, compreensível, fiável e abrangente, que dê resposta às suas necessidades e preocupações.

5.2 Dificuldades e limitações

Os principais problemas enfrentados no processo de implementação de projetos internacionais, que envolvem muitos parceiros, estão relacionados com a diversidade cultural, linguística e de desenvolvimento tecnológico entre os diversos participantes. A estas dificuldades acresce ainda o fato de a cartografia geológica ser subjetiva e variar substancialmente, em termos de abordagem e grau de detalhe, de país para país.

Uma grande dificuldade enfrentada pelo *OneGeology-Europe* esteve associada ao fato de o projeto ter sido lançado numa altura em que as plataformas técnicas para assegurar a interoperabilidade já estavam disponíveis, mas em que havia uma grande falta de *know-how* e de experiência na utilização das mesmas, na maioria dos membros do consórcio.

Outra grande questão, que acabou por ser solucionada, esteve relacionada com a questão da autoria e dos direitos de propriedade dos dados geocientíficos, e ainda com os modelos de negócio de alguns dos Serviços Geológicos, que implicavam a cobrança dos seus dados.

A delineação de uma estratégia eficaz que assegurasse a sustentabilidade do geoportal no longo prazo foi outra grande dificuldade enfrentada pelos parceiros do *OneGeology-Europe*. Neste momento essa questão está salvaguarda. O *EuroGeoSurveys* financia a manutenção do portal e os 20 Serviços Geológicos que integraram este projeto comprometeram-se a continuar a servir os seus dados através do geoportal do *OneGeology-Europe*. No entanto, a sustentabilidade do portal no longo prazo permanece um desafio que terá de ser ultrapassado.

Em termos de dificuldades e limitações na implementação deste projeto no LNEG, a primeira dificuldade esteve relacionada com a relutância institucional na disponibilização gratuita da sua informação, já que tem enraizada uma cultura de gestão que se baseia na venda dos seus dados, produtos e serviços. Os dados/informação geocientífica do LNEG, apesar de serem pagos por dinheiro público, não são encarados como um bem coletivo que pode ser acedido gratuitamente por qualquer cidadão, devido aos elevados custos económicos que estão associados à sua obtenção/produção.

A esta problemática acresce ainda uma outra, relacionada com a escassez de recursos financeiros e materiais e de recursos humanos especializados.

Uma outra dificuldade esteve associada ao fato de os dados necessários para a implementação deste projeto estarem centralizados num servidor departamental, apenas acessível aos responsáveis pela produção da cartografia geológica digital. Esta prática institucional impedia o acesso, consulta e reutilização desta informação por outros departamentos, para outros fins, e originava a duplicação de informação e o risco de existirem diferentes versões. Os compromissos assumidos no âmbito do *OneGeology-Europe* implicaram mudanças de cultura e de procedimentos dos funcionários, forçando a migração destes dados institucionais para uma Base de Dados centralizada com infraestrutura SGBD (Sistema de Gestão de Base de Dados) e a definição de políticas de acesso e de *backup*.

Adicionalmente, os dados estavam estruturados com o intuito único de dar resposta à produção e publicação de cartas em papel. A reestruturação destes dados, de acordo com os requisitos e objetivos do projeto também não foi uma questão fácil de gerir internamente.

Outra grande dificuldade esteve relacionada com o processo de harmonização dos dados geocientíficos do LNEG com os dados geocientíficos dos restantes 19 Serviços Geológicos que também integraram este projeto. Esta foi a questão técnica mais difícil de resolver, devido a existirem diversas especificidades portuguesas que não foram contempladas na nomenclatura adotada no Projeto *OneGeology-Europe*.

Mas a disponibilização de informação no âmbito do *OneGeology-Europe* não implicou unicamente condições técnicas. O projeto envolveu ainda uma componente relacionada com questões jurídicas, cujos principais objetivos foram identificar os principais entraves

legais e políticos para a partilha e reutilização de dados, e a proposta de uma política de licenciamento e de acesso aos dados viável e de fácil utilização. Para o LNEG esta questão também não foi simples. O LNEG é uma instituição relativamente recente, que resultou da fusão de organismos com âmbitos bastante diferentes, e que foram alvo de profundas reestruturações e extinções, e isso tem originado algumas dificuldades na definição das suas orientações estratégicas, e na definição de uma política de disponibilização de dados bem definida.

5.3 Novas perspetivas

O Projeto *OneGeology-Europe* originou uma maior familiaridade com diferentes perspetivas, novas abordagens e melhores práticas, e a consciencialização de que a informação geocientífica é um trunfo que deve ser valorizado e colocado ao serviço do desenvolvimento económico e social.

A participação neste projeto implicou diversas discussões internas sobre esta temática, que evidenciaram pontos de vista e perspetivas diferentes, que conduziram a uma visão mais abrangente e concertada e à adoção de uma postura mais interveniente no domínio da disponibilização de informação geocientífica. As novas tecnologias utilizadas no âmbito deste projeto impuseram uma nova filosofia, um novo *modus operandi* e uma nova dinâmica, que implicam a revisão, a redefinição e adaptação de processos, e o desenvolvimento de novas estratégias e de novas políticas de gestão e disponibilização da informação, para atender aos novos requisitos e necessidades da sociedade.

O Projeto *OneGeology-Europe* criou novas oportunidades de investigação e demonstrou a necessidade de integrar outros projetos neste domínio, que contribuam para responder de forma integrada aos desafios de consolidação em termos de partilha do conhecimento.

O sucesso e benefícios deste projeto evidenciam claramente que o envolvimento em projetos SIG internacionais, de acordo com os incentivos governamentais e as linhas de financiamento europeus, deve ser uma prioridade institucional.

Referências bibliográficas

AEGOS, 2011, Página do African-European Georesources Observation System (URL: http://www.aegos-project.org/, consulta em 10-10-2012);

ANTUNES, C., 2011, Cartografia Geológica de Portugal no OneGeology-Europe. In *Boletim Informativo da Sociedade Geológica de Portugal - Maleo* (2011), nº2 (ns), pp. 12-14;

ASCH, K., ANTUNES, C., BAKER, G., BAVEC, M., BERGMAN, S., CARTER, M., PEREZ, F., CERDAN, F., COLBACH, P., COUPEK, P., DECLERCQ, P., CLAVIJO, E., GRUIJTERS, S., GÜRTLEROVA, P., HENNINGS, S., IVERSEN, S., JANJOU, D., KACER, S., KLICKER, M., NOVAK, M., NIRONEN, M., OROSZ, L., PANTALONI, M., PEREZ, F., PIELACH, M., PLOOM, K., RIJSAGER, P., SCHOKKER, J., SCHUBERT, C., SIKHEGYI, F., SMITH, A. & STĘPIÉN, U. 2010, *Interoperable, 1:1 million scale spatial geological data on lithology and geochronology for Europe from existing national sources, with progress towards scientific/semantic and geometric harmonization*. Relatório D3.2 do Projeto O*neGeology-Europe*;

ASCH, K., BRODARIC, B., LAXTON, J. & ROBIDA, F., 2004, An International Initiative for Data Harmonisation in Geology. Artigo apresentado no *10th EC-GI&GIS Workshop, ESDI State of the Art*, Warsow, Poland, pp. 9;

ASCH, K., BAVEC, M., BERGMAN, S., CERDAN, F., DECLERCQ, P., HENNINGS, S., JANJOU, D., KACER, S., KLICKER, M., LAXTON, J., NIRONEN, M., PANTALONI, M. & SCHUBERT, C., 2010, *OneGeology-Europe Scientific/Semantic Data Specification and Dictionaries*. Relatório D3.1 do Projeto *OneGeology-Europe*;

BRODARIC, B., 2007, *1G, interoperability and GeoSciML* (URL: http://www.onegeology.org/docs/brighton_workshop/Wednesday-0910-BBrodaric-Interoperability-and-Future.pps, consulta em 18-09-2012);

CARNEIRO, A., 2006, História da Cartografia Geológica em Portugal (1857-1908). In *Cartografia Geológica Aplicada a Áreas Urbanas: O Caso da Área Metropolitana de Lisboa (2006)*, Editor Carlos Nunes da Costa, pp. 81-89;

COSTA, C., 2010, *Cartografia Geológica Portuguesa no OneGeology-Europe.* Trabalho da Unidade Curricular de Ciência e Sistemas de Informação Geográfica do Curso de Mestrado em C&SIG, ISEGI-UNL, Lisboa;

COSTA, C., 2010, *O caso da disponibilização dos dados geológicos de Portugal Continental e Regiões Autónomas através do Portal do Projecto OneGeology-Europe*. Trabalho da Unidade Curricular de Dados Geo-Espaciais: Modelos e Operações do Curso de Mestrado em C&SIG, ISEGI-UNL, Lisboa;

DECRETO-LEI n.º 145/2012, D.R. 1ª Série, nº 133 (11-07-2012), 3626-3627;

DIRETIVA n.º 2007/2/EC, Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia de 14 de Março de 2007 (25-04-2007), Jornal Oficial da União Europeia, L. 108;

ELMASRI, R. & NAVATHE B., 2003, *Fundamentals of Database Systems* (4th Edition) (Addison Wesley);

EUROGEOSOURCE, 2010, Página do EU Information and Policy Support System for Sustainable Supply of Europe with Energy and Mineral Resources (URL: http://www.eurogeosource.eu/, consulta em 20-09-2012);

FRUIJTIER, S., 2012, *Conceptual architecture and detailed specifications of the EuroGeoSource system.* Relatório D6.2 do Projeto EuroGeoSource;

FURTADO, D., 2006, *Serviço de Visualização de Informação Geográfica na Web - A Publicação do Atlas de Portugal utilizando a especificação WMS*. Tese de Mestrado, ISEGI-UNL, Lisboa;

geoPortal do LNEG, 2010, Página do *geoPortal* do Laboratório Nacional de Energia e Geologia (URL: http://geoportal.lneg.pt/, consulta em 20-10-2012);

GRUIJTERS, S., 2011, User needs on Energy and Minerals Data and Services. Apresentação no *EuroGeoSource International Workshop*, *Hungary* (URL: http://www.eurogeosource.eu/docs/presentations_egs_conf1/Stephan_Gruijters_EGS_Overview.pdf, consulta em 19-10-2012);

GRUIJTERS, S., 2012, EuroGeoSource, Cloud Technology brings distributed web GIS systems to android. In *Proceedings do 7th EUropean Congress on REgional*

GEOscientific Cartography and Information Systems (EUREGEO) (2012), Vol.2, pp. 715-716;

INSPIRE, 2009, Página do Inspire (URL: http://inspire.jrc.ec.europa.eu/, consulta em 20-09-2012);

ISO/IEC 2382-01, 1993, *Information Technology - Vocabulary, Fundamental Terms*;

JACKSON, I., 2008, OneGeology - from concept to reality. *Episodes*, Vol.31, nº3, pp. 344-345;

JANSSEN, K. & KUCZERAWY, A., 2012, Increasing the Availability of Spatial Data held by Public Sector Bodies: Some Experiences and Guidelines from the OneGeology-Europe Project. In *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research (2012)*, Vol. 7, pp. 249-276;

LABORATÓRIO NACIONAL DE ENERGIA E GEOLOGIA/LABORATÓRIO DE GEOLOGIA E MINAS, 2010, *Carta Geológica de Portugal*, Escala 1:1000000, Lisboa;

LAXTON, J., SERRANO, J. & TELLEZ-ARENA, A., 2010, Geological applications using geospatial standards - an example from OneGeology-Europe and GeoSciML. In *International Journal of Digital Earth (2010)*, Supl. 1, Vol. 3, pp. 31-49;

LEITÃO, V., 2005, *Assentar a Primeira Pedra: As primeiras Comissões Geológicas portuguesas (1848-1868)*, Dissertação de Doutoramento, UNL, Lisboa;

MASÓ, J., 2010, OGC WMTS and OSGeo TMS standards: motivations, history and differences. Apresentação no *Free and Open Source Software for Geospatial (FOSS4G) (2010)*, Barcelona (URL: http://2010.foss4g.org/presentations/3653.pdf, consulta em 10-10-2012);

OGC, 2010, *OpenGIS® Web Map Tile Service Implementation Standard* (URL: http://www.opengeospatial.org/standards/wmts, consulta em 19-09-2012);

ONEGEOLOGY, 2009, *OneGeology Newsletter*, *nº8* (URL: http://www.onegeology.org/docs/onegeology_newsletter_issue_8.pdf, consulta em 28-09-21012);

ONEGEOLOGY-EUROPE, 2008, *OneGeology-Europe Connector* (URL: http://onegeology-europe.brgm.fr/how_to201002/201001_1GEconnector.pdf, consulta em 18-10-2010);

ONEGEOLOGY-EUROPE, 2008, Página do OneGeology-Europe (URL: http://onegeology-europe.brgm.fr/geoportal/viewer.jsp, consulta em 18-09-2012);

PEREIRA, A. COSTA, C. & ALMEIDA, P., 2011, *SIG nas Organizações: O Caso do LNEG.* Trabalho da Unidade Curricular de SIG nas Organizações do Curso de Mestrado em C&SIG, ISEGI-UNL, Lisboa;

PEREIRA, A. COSTA, C. & ALMEIDA, P., 2011, *Utilização de Sistemas de Informação Geográfica na produção e disponibilização de Cartografia Geológica Oficial Portuguesa – o caso da Carta Geológica de Portugal à escala 1:1M*. Trabalho da Unidade Curricular de Aplicações de SIG do Curso de Mestrado em C&SIG, ISEGI-UNL, Lisboa;

RAMALHO, M., 2006, As cartas geológicas antecedentes: méritos e limitações que ditaram as necessidades de revisão e actualização. In *Cartografia Geológica Aplicada a Áreas Urbanas: O Caso da Área Metropolitana de Lisboa (2006),* Editor Carlos Nunes da Costa, pp. 43-48;

RITA, E., 2010, *Criação de Mapas Temáticos Através de Extensões às Normas do "Open Geospatial Consortium"*. Tese de Mestrado, IST-UTL, Lisboa;

SERRANO, J., 2010, *Existing initiatives, standards and methodology for metadata and data specification.* Relatório D1.1 do Projeto AEGOS;

SERRANO, J., TELLEZ-ARENAS, A. & THOMAS, R., 2009, *OneGeology-Europe: architecture, data model and web services.* In *Proceedings do 6th EUropean Congress on REgional GEOscientific Cartography and Information Systems (EUREGEO) (2009)*, Vol.1, pp. 244-246;

SHETH, A. P., 1999, *Changing focus on interoperability in information systems: from system, syntax, structure to semantics.* In *Interoperating Geographic Information Systems,* Goodchild, Egenhofer, Fegeas, and Kottman (Eds.), Kluwer Academic Publishers, pp. 5-29;

SILVA, H., MARIANO, A., ASSIS, M. & ANTUNES, L., 2010, *Perfil Nacional de Metadados de Informação Geográfica (Perfil MIG)* v. 2.0 (URL: http://snig.igeo.pt/migeditor/download/attachments/4030471/PerfilMIG_v2_Draft23out.pdf?version=1&modificationDate=1350999616000, consulta em 20-11-2012);

ŠINIGOJ, J., WAARDENBURG, F., TULSTRUP, J., REMMELTS, G, PEN, S. & KERKENAAR, E., 2012, *Data exchange format for spatial object attributes.* Relatório D4.2 do Projeto EuroGeoSource;

SNIG, 2009, Página do Sistema Nacional de Informação Geográfica (URL: http://snig.igeo.pt/portal/, consulta em 15-10-2012);

USGS, 2007, Página do United States Geological Survey (URL: http://egsc.usgs.gov/isb/pubs/gis_poster/#what, consulta em 18-10-2012).

ANEXOS

ANEXO 1 - Categorias Temáticas da Diretiva INSPIRE

Anexo I
1. Sistemas de referência
2. Sistemas de quadrículas geográficas
3. Toponímia
4. Unidades administrativas
5. Endereços
6. Parcelas cadastrais
7. Redes de transporte
8. Hidrografia
9. Sítios protegidos
Anexo II
1. Altitude
2. Ocupação do solo
3. Ortoimagens
4. Geologia
Anexo III
1. Unidades estatísticas
2. Edifícios
3. Solo
4. Uso do Solo
5. Saúde humana e segurança
6. Serviços de utilidade pública e do Estado
7. Instalações de monitorização do ambiente
8. Instalações industriais e de produção
9. Instalações agrícolas e aquícolas
10. Distribuição da população - demografia
11. Zonas de gestão/restrição/regulamentação e unidades de referência
12. Zonas de risco natural
13. Condições atmosféricas
14. Características geometeorológicas
15. Características oceanográficas
16. Regiões marinhas
17. Regiões biogeográficas
18. Habitats e biótopos
19. Distribuição das espécies
20. Recursos energéticos
21. Recursos minerais

ANEXO 2 - Dicionário de dados referentes à Litologia

OGE ID	OGE Term	Definition	Source	URN
1.	Compound material	An Earth Material composed of an aggregation of particles of Earth Material, possibly including other Compound Materials. This is 'top' of lithology category hierarchy, and should be used to indicate 'any rock or unconsolidated material.	NADM C1 2004.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: compound_material
1.1	Igneous material	Earth material formed as a result of igneous processes, eg. intrusion and cooling of magma in the crust, volcanic eruption.	This vocabulary.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: igneous_material
1.1.1	Fragmental igneous material	Igneous_material of unspecified consolidation state in which greater than 75 percent of the rock consists of fragments produced as a result of igneous rock-forming process.	CGI concept definition task group.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: fragmental_igneous_ material
1.1.1.1	Pyroclastic material	Fragmental igneous material that consists of more than 75 percent of particles formed by disruption as a direct result of volcanic action.	LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: pyroclastic_material
1.1.1.1.1	Tephra	Unconsolidated pyroclastic material in which greater than 75 percent of the fragments are deposited as a direct result of volcanic processes and the deposit has not been reworked by epiclastic processes. Includes ash, lapilli tephra, bomb tephra, block tephra and unconsolidated agglomerate.	Hallsworth & Knox 1999; LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:tephra
1.1.1.1.1.1	Ash and lapilli	Tephra in which less than 25 percent of fragments are greater than 64 mm in longest dimension.	Schmid 1981; LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: ash_and_lapilli
1.1.1.1.1.2	Ash breccia, bomb, or block tephra	Tephra in which more than 25 percent of particles are greater than 64 mm in largest dimension. Includes ash breccia, bomb tephra and block tephra of Gillespie and Styles (1999).	Schmid 1981; LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: ash_breccia_bomb_or_ block_tephra
1.1.1.1.2	Pyroclastic rock	Fragmental igneous rock that consists of greater than 75 percent fragments produced as a direct result of eruption or extrusion of magma from within the earth onto its surface. Includes autobreccia associated with lava flows and excludes deposits reworked by epiclastic processes.	based on LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: pyroclastic_rock
1.1.1.1.2.1	Ash tuff, lapillistone, and lapilli tuff	Pyroclastic rock in which less than 25 percent of rock by volume are more than 64 mm in longest diameter. Includes tuff, lapilli tuff, and lapillistone.	Schmid 1981; LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: ash_tuff_lapillistone_and_ lapilli_tuff
1.1.1.1.2.2	Tuff-breccia, agglomerate or pyroclastic breccia	Pyroclastic rock in which greater than 25 percent of particles are greater than 64 mm in largest dimension. Includes agglomerate, pyroclastic breccia of Gillespie and Styles (1999).	Schmid 1981; LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:tuff_ breccia_agglomerate_or_ pyroclastic_breccia
1.1.2	Igneous rock	Rock formed as a result of igneous processes, for example intrusion and	Neuendorf et al 2005.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:

		cooling of magma in the crust, or volcanic eruption.		igneous_rock
1.1.2.1	Phaneritic igneous rock	Igneous rock in which the framework of the rock consists of individual crystals that can be discerned with the unaided eye. Bounding grain size is on the order of 32 to 100 microns. Igneous rocks with 'exotic' composition are excluded from this concept.	Neuendorf et al. 2005.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: phaneritic_igneous_rock
1.1.2.1.01	Aplite	Light coloured crystalline rock, characterized by a fine grained allotriomorphic-granular (aplitic, saccharoidal or xenomorphic) texture; typically granitic composition, consisting of quartz, alkali feldspar and sodic plagioclase.	Neuendorf et al. 2005.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:aplite
1.1.2.1.02	Pegmatite	Exceptionally coarse grained crystalline rock with interlocking crystals; most grains are 1cm or more diameter; composition is generally that of granite, but the term may refer to the coarse grained facies of any type of igneous rock;usually found as irregular dikes, lenses, or veins associated with plutons or batholiths.	Neuendorf et al. 2005.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: pegmatite
1.1.2.1.03	Granitoid	Phaneritic crystalline igneous rock consisting of quartz, alkali feldspar and/or plagioclase. Includes rocks defined modally in QAPF fields 2, 3, 4 and 5 as alkali feldspar granite, granite, granodiorite or tonalite.	LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: granitoid
1.1.2.1.03.1	Granite	Phaneritic crystalline rock consisting of quartz, alkali feldspar and plagioclase (typically sodic) in variable amounts, usually with biotite and/or hornblende. Includes rocks defined modally in QAPF Field 3.	LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:granite
1.1.2.1.03.1.1	Monzogra-nite	Granite that has a plagiolcase to total feldspar ratio between 0.35 and 0.65. QAPF field 3b.	LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: monzogranite
1.1.2.1.03.1.2	Syenogra-nite	Granite that has a plagiolcase to total feldspar ratio between 0.10 and 0.35. QAPF field 3a.	LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: syenogranite
1.1.2.1.03.2	Tonalite	Granitoid consisting of quartz and intermediate plagioclase, usually with biotite and amphibole. Includes rocks defined modally in QAPF field 5; ratio of plagioclase to total feldspar is greater than 0.9.	LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: tonalite
1.1.2.1.03.3	Granodio-rite	Phaneritic crystalline rock consisting essentially of quartz, sodic plagioclase and lesser amounts of alkali feldspar with minor hornblende and biotite. Includes rocks defined modally in QAPF field 4.	LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: granodiorite
1.1.2.1.04	Dioritoid	Phaneritic crystalline igneous rock with M less than 90, consisting of intermediate plagioclase, commonly with hornblende and often with biotite or augite. Plagioclase to total feldspar ratio is greater that 0.65, and anorthite content of plagioclase is less than 50 percent. Less than 10 percent feldspathoid mineral and less than 20 percent quartz	LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: dioritoid

		in the QAPF fraction. Includes rocks defined modally in QAPF fields 9 and 10 (and their subdivisions).		
1.1.2.1.04.1	Dioritic rock	Phaneritic crystalline rock with M less than 90, consisting of intermediate plagioclase, commonly with hornblende and often with biotite or augite. A dioritoid with a plagioclase to total feldspar ratio (in the QAPF fraction) greater than 0.9. Includes rocks defined modally in QAPF fields 10, 10' and 10*.	LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: dioritic_rock
1.1.2.1.04.1.1	Quartz diorite	Dioritic rock that contains between 5 to 20 percent quartz in the QAPF fraction. QAPF field 10*.	LeMaitre et al. 2002	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: quartz_diorite
1.1.2.1.04.1.2	Diorite	Phaneritic crystalline rock consisting of intermediate plagioclase, commonly with hornblende and often with biotite or augite; colour index M less than 90, sodic plagioclase (An0-An50), no feldspathoid, and between 0 and 5 percent quartz. Includes rocks defined modally in QAPF field 10 as diorite.	LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:diorite
1.1.2.1.04.2	Monzodio-ritic rock	Phaneritic crystalline igneous rock consisting of sodic plagioclase (An0 to An50), alkali feldspar, hornblende and biotite, with or without pyroxene, and 0 to 10 percent feldspathoid or 0 to 20 percent quartz in the QAPF fraction. Plagioclase to total feldspar ratio in the QAPF fraction is between 0.65 and 0.9. Includes rocks defined modally in QAPF field 9, 9' and 9* as monzodiorite, foid-beaing monzodiorite, and quartz monzodiorite.	This vocabulary; LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: monzodioritic_rock
1.1.2.1.04.2.1	Monzodio-rite	Phaneritic crystalline igneous rock consisting of sodic plagioclase (An0 to An50), alkali feldspar, hornblende and biotite, with or without pyroxene, and 0 to 5 percent quartz. Includes rocks defined modally in QAPF field 9.	LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: monzodiorite
1.1.2.1.05	Gabbroid	Phaneritic crystalline igneous rock that contains less than 90 percent mafic minerals, and up to 20 percent quartz or up to 10 percent feldspathoid in the QAPF fraction. The ratio of plagioclase to total feldspar is greater than 0.65, and anorthite content of the plagioclase is greater than 50 percent. Includes rocks defined modally in QAPF fields 9 and 10 and their subdivisions.	LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: gabbroid
1.1.2.1.05.1	Gabbroic rock	Gabbroid that has a plagioclase to total feldspar ratio greater than 0.9 in the QAPF fraction. Includes QAPF fields 10*, 10, and 10'. This category includes the various categories defined in LeMaitre et al. (2002) based on the mafic mineralogy, but apparently not subdivided based on the quartz/feldspathoid content.	LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: gabbroic_rock
1.1.2.1.05.1.1	Gabbro	Gabbroic rock that contains between 0 and 5 percent quartz and no feldspathoid mineral in the QAPF fraction. Includes rocks defined modally in QAPF Field 10 as gabbro.	LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:gabbro

1.1.2.1.05.2	Monzo-gabbroic rock	Gabbroid with a plagioclase to total feldspar ratio between 0.65 and 0.9. QAPF field 9, 9' and 9*.	LeMaitre et al. 2002, This vocabulary.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: monzogabbroic_rock
1.1.2.1.05.2.1	Monzo-gabbro	Monzogabbroic rock that contains between 0 and 5 percent quartz and no feldspathoid mineral in the QAPF fraction. Includes rocks defined modally in QAPF field 9.	LeMaitre et al. 2002, This vocabulary.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: monzogabbro
1.1.2.1.06	Anorthositic rock	Leucocratic phaneritic crystalline igneous rock consisting essentially of plagioclase, often with small amounts of pyroxene. By definition, colour index M is less than 10, and plagiclase to total feldspar ratio is greater than 0.9. Less than 20 percent quartz and less than 10 percent feldspathoid in the QAPF fraction. QAPF field 10, 10*, and 10'.	LeMaitre et al. 2002; This vocabulary.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: anorthositic_rock
1.1.2.1.07	Syenitoid	Phaneritic crystalline igneous rock with M less than 90, consisting mainly of alkali feldspar and plagioclase; minor quartz or nepheline may be present, along with pyroxene, amphibole or biotite. Ratio of plagioclase to total feldspar is less than 0.65, quartz forms less than 20 percent of QAPF fraction, and feldspathoid minerals form less than 10 percent of QAPF fraction. Includes rocks classified in QAPF fields 6, 7 and 8 and their subdivisions.	LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: syenitoid
1.1.2.1.07.1	Syenitic rock	Syenitoid with a plagioclase to total feldspar ratio between 0.1 and 0.35. Includes rocks in QAPF fields 7, 7*, and 7'.	LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: syenitic_rock
1.1.2.1.07.1.1	Quartz syenite	Syenitic rock that contains between 5 and 20 percent quartz in the QAPF fraction. Defined modally in QAPF Field 7*.	LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:quartz_syenite
1.1.2.1.07.1.2	Syenite	Syenitic rock that contains between 0 and 5 percent quartz and no feldspathoid mineral in the QAPF fraction. Defined modally in QAPF Field 7.	LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: syenite
1.1.2.1.07.1.3	Foid bearing syenite	Syenitic rock that contains between 0 and 10 percent feldspathoid mineral and no quartz in the QAPF fraction. Defined modally in QAPF Field 7'.	LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: foid_bearing_syenite
1.1.2.1.07.2	Monzonitic rock	Syenitoid with a plagioclase to total feldspar ratio between 0.35 and 0.65. Includes rocks in QAPF fields 8 and 8'.	LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: monzonitic_rock
1.1.2.1.07.2.1	Quartz monzonite	Monzonitic rock that contains 5-20 percent quartz iin the QAPF fraction. Includes rocks defined modally in QAPF Field 8*.	LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: quartz_monzonite
1.1.2.1.07.2.2	Monzonite	Monzonitic rock that contains 0-5 percent quartz and no feldspathoid mineral in the QAPF fraction. Includes rocks defined modally in QAPF Field 8.	LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: monzonite
1.1.2.1.08	Foid dioritoid	Phaneritic crystalline igneous rock in which M is less than 90, the plagioclase to total feldspar ratio is greater than 0.5, feldspathoid minerals form 10-60 percent of the QAPF fraction, plagioclase has anorthite content less than 50 percent. These rocks typically contain large amounts of mafic minerals. Includes	LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: foid_dioritoid

		rocks defined modally in QAPF fields 13 and 14.		
1.1.2.1.09	Foid gabbroid	Phaneritic crystalline igneous rock in which M is less than 90, the plagioclase to total feldspar ratio is greater than 0.5, feldspathoids form 10-60 percent of the QAPF fraction, and plagioclase has anorthite content greater than 50 percent. These rocks typically contain large amounts of mafic minerals. Includes rocks defined modally in QAPF fields 13 and 14.	LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: foid_gabbroid
1.1.2.1.10	Foid syenitoid	Phaneritic crystalline igneous rock with M less than 90, contains between 10 and 60 percent feldspathoid mineral in the QAPF fraction, and has a plagioclase to total feldspar ratio less than 0.5. Includes QAPF fields 11 and 12.	LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: foid_syenitoid
1.1.2.1.11	Foidolite	Phaneritic crystalline rock containing more than 60 percent feldspathoid minerals in the QAPF fraction. Includes rocks defined modally in QAPF field 15.	LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: foidolite
1.1.2.2	Fine grained igneous rock	Igneous rock in which the framework of the rock consists of crystals that are too small to determine mineralogy with the unaided eye; framework may include up to 50 percent glass. A significant percentage of the rock by volume may be phenocrysts. Includes rocks that are generally called volcanic rocks.	Gillespie and Styles 1999; LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: fine_grained_igneous_ rock
1.1.2.2.1	Rhyolitoid	Fine_grained_igneous_rock consisting of quartz and alkali feldspar, with minor plagioclase and biotite, in a microcrystalline, cryptocrystalline or glassy groundmass. Flow texture is common. Includes rocks defined modally in QAPF fields 2 and 3 or chemically in TAS Field R as rhyolite. QAPF normative definition is based on modal mineralogy thus: less than 90 percent mafic minerals, between 20 and 60 percent quartz in the QAPF fraction, and ratio of plagioclse to total feldspar is less than 0.65.	LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: rhyolitoid
1.1.2.2.1.1	Rhyolite	Rhyolitoid in which the ratio of plagioclase to total feldspar is between 0.1 and 0.65.	LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: rhyolite
1.1.2.2.1.2	Alkali feldspar rhyolite	Rhyolitoid in which the ratio of plagioclase to total feldspar is less than 0.1. QAPF field 2.	LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: alkali_feldspar_rhyolite
1.1.2.2.2	Dacite	Fine grained or porphyritic crystalline rock that contains less than 90 percent mafic minerals, between 20 and 60 percent quartz in the QAPF fraction, and has a plagioclase to total feldspar ratio greater than 0.65. Includes rocks defined modally in QAPF fields 4 and 5 or chemically in TAS Field O3. Typcially composed of quartz and sodic plagioclase with minor amounts of biotite and/or hornblende and/or pyroxene; fine-grained equivalent of granodiorite and tonalite.	LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:dacite

1.1.2.2.3	Trachytoid	Fine grained igneous rock than contains less than 90 percent mafic minerals, less than 10 percent feldspathoid mineral and less than 20 percent quartz in the QAPF fraction and has a plagioclase to total feldspar ratio less than 0.65. Mafic minerals typically include amphibole or mica; typically porphyritic. Includes rocks defined modally in QAPF fields 6, 7 and 8 (with subdivisions) or chemically in TAS Field T as trachyte or latite.	LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: trachytoid
1.1.2.2.3.1	Trachytic rock	Trachytoid that has a plagioclase to total feldspar ratio between 0.1 and 0.35. QAPF fields 7, 7', and 7*.	LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: trachytic_rock
1.1.2.2.3.1.1	Trachyte	Trachytoid that has a plagioclase to total feldspar ratio between 0.1 and 0.35, between 0 and 5 percent quartz in the QAPF fraction, and no feldspathoid minerals. QAPF field 7.	LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: trachyte
1.1.2.2.3.2	Latitic rock	Trachytoid that has a plagioclase to total feldspar ratio between 0.35 and 0.65. QAPF fields 8, 8' and 8*.	LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: latitic_rock
1.1.2.2.3.2.1	Latite	Latitic rock that contains between 0 and 5 percent quartz and no feldspathoid in the QAPF fraction. QAPF field 8.	LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:latite
1.1.2.2.4	Andesite	Fine-grained igneous rock with less than 20 percent quartz and less than 10 percent feldspathoid minerals in the QAPF fraction, in which the ratio of plagioclase to total feldspar is greater 0.65. Includes rocks defined modally in QAPF fields 9 and 10 or chemically in TAS field O2 as andesite. Basalt and andesite, which share the same QAPF fields, are distinguished chemically based on silica content, with basalt defined to contain less than 52 weight percent silica. If chemical data are not available, the color index is used to distinguish the categories, with basalt defined to contain greater than 35 percent mafic minerals by volume or greater than 40 percent mafic minerals by weight. Typically consists of plagioclase (frequently zoned from labradorite to oligoclase), pyroxene, hornblende and/or biotite. Fine grained equivalent of dioritic rock.	After LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: andesite
1.1.2.2.4.1	Boninite	Andesitic rock that contains more than 8 percent MgO. Typically consists of phenocrysts of protoenstatite, orthopyroxene, clinopyroxene, and olivine in a glassy base full of crystallites, and exhibits textures characterisitc of rapid crystal growth.	LeMaitre et al. 2002	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: boninite

1.1.2.2.5	Basalt	Fine-grained or porphyritic igneous rock with less than 20 percent quartz, and less than 10 percent feldspathoid minerals, in which the ratio of plagioclase to total feldspar is greater 0.65. Typically composed of calcic plagioclase and clinopyroxene; phenocrysts typically include one or more of calcic plagioclase, clinopyroxene, orthopyroxene, and olivine. Includes rocks defined modally in QAPF fields 9 and 10 or chemically in TAS field B as basalt. Basalt and andesite are distinguished chemically based on silica content, with basalt defined to contain less than 52 weight percent silica. If chemical data are not available, the color index is used to distinguish the categories, with basalt defined to contain greater than 35 percent mafic minerals by volume or greater than 40 percent mafic minerals by weight.	After LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:basalt
1.1.2.2.5.1	Alkali olivine basalt	Alkali olivine basalt is silica-undersaturated, characterized by the absence of orthopyroxene, absence of quartz, presence of olivine, and typically contains some feldspathoid mineral, alkali feldspar or phlogopite in the groundmass. Feldspar phenocrysts typically are labradorite to andesine in composition. Augite is rich in titanium compared to augite in tholeiitic basalt. Alkali olivine basalt is relatively rich in sodium.	http://en.wikipedia.org/wiki/Basalt; Carmichael, I.S. Turner, F.J., Verhoogen, John, 1974, Igneous petrology: New York, McGraw HIll Book Co., p.42-43.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: alkali-olivine_basalt
1.1.2.2.5.2	Tholeiitic basalt	Tholeiitic basalt is defined here to contain 2 pyroxene phases and interstitial quartz or tridymite or cristobalite in the groundmass. Pyroxene (augite and orthopyroxene or pigeonite) and calcium-rich plagioclase are common phenocryst minerals. Olivine may also be a phenocryst, and when present, may have rims of pigeonite. Only in tholeiitic basalt is olivine in reaction relationship with melt. Interstitial siliceous residue may be present, and is often glassy. Tholeiitic basalt is relatively poor in sodium. This category includes most basalts of the ocean floor, most large oceanic islands, and continental flood basalts such as the Columbia River Plateau.	http://en.wikipedia.org/wiki/Basalt; Carmichael, I.S. Turner, F.J., Verhoogen, John, 1974, Igneous petrology: New York, McGraw HIll Book Co., p.42-43.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: tholeiitic_basalt
1.1.2.2.6	Phonolitoid	Fine grained igneous rock than contains less than 90 percent mafic minerals, between 10 and 60 percent feldspathoid mineral in the QAPF fraction and has a plagioclase to total feldspar ratio less than 0.5. Includes rocks defined modally in QAPF fields 11 and 12, and TAS field Ph.	LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: phonolitoid
1.1.2.2.6.1	Phonolite	Phonolitoid in which the plagioclase to total feldspar ratio is less than 0.1. Rock consists of alkali feldspar, feldspathoid minerals, and mafic minerals.	LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: phonolite

1.1.2.2.7	Tephritoid	Fine grained igneous rock than contains less than 90 percent mafic minerals, between 10 and 60 percent feldspathoid mineral in the QAPF fraction and has a plagioclase to total feldspar ratio greater than 0.5. Includes rocks classified in QAPF field 13 and 14 or chemically in TAS field U1 as basanite or tephrite.	LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: tephritoid
1.1.2.2.7.1	Tephrite	Tephritoid that has a plagioclase to total feldspar ratio greater than 0.9, and contains less than 10 percent normative (CIPW) olivine.	LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: tephrite
1.1.2.2.7.2	Basanite	Tephritoid that has a plagioclase to total feldspar ratio greater than 0.9, and contains more than 10 percent normative (CIPW) olivine.	LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: basanite
1.1.2.2.8	Foiditoid	Fine grained crystalline rock containing less than 90 percent mafic minerals and more than 60 percent feldspathoid minerals in the QAPF fraction. Includes rocks defined modally in QAPF field 15 or chemically in TAS field F.	LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: foiditoid
1.1.2.2.8.1	Foidite	Foiditoid that contains greater than 90 percent feldspathoid minerals in the QAPF fraction.	LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:foidite
1.1.2.3	Ultramafic igneous rock	Igneous rock that consists of greater than 90 percent mafic minerals.	LeMaitre et al. 2002; Gillespie and Styles 1999.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: ultramafic_igneous_rock
1.1.2.3.1	Peridotite	Ultramafic rock consisting of more than 40 percent (by volume) olivine with pyroxene and/or amphibole and little or no feldspar. Commonly altered to serpentinite. Includes rocks defined modally in the ultramafic rock classification as dunite, harzburgite, lherzolite, wehrlite, olivinite, pyroxene peridotite, pyroxene hornblende peridotite or hornblende peridotite.	LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: peridotite
1.1.2.3.2	Pyroxenite	Ultramafic phaneritic igneous rock composed almost entirely of one or more pyroxenes and occasionally biotite, hornblende and olivine. Includes rocks defined modally in the ultramafic rock classification as olivine pyroxenite, olivine-hornblende pyroxenite, pyroxenite, orthopyroxenite, clinopyroxenite and websterite.	LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: pyroxenite
1.1.2.3.3	Komatiitic rock	Ultramafic, magnesium-rich volcanic rock, typically with spinifex texture of intergrown skeletal and bladed olivine and pyroxene crystals set in abundant glass. Includes komatiite and meimechite.	LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: komatiitic_rock
1.1.2.4	Exotic composi-tion igneous rock	Rock with 'exotic' mineralogical, textural or field setting characteristics; typically dark colored, with abundant phenocrysts. Criteria include: presence of greater than 10 percent melilite or leucite, or presence of kalsilite, or greater than 50 percent carbonate minerals. Includes Carbonatite, Melilitic rock, Kalsilitic rocks, Kimberlite, Lamproite, Leucitic rock and Lamprophyres.	Gillespie and Styles 1999; LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:exotic_composition_igneous_ rock

1.1.2.4.1	Carbonatite	Igneous rock composed of more than 50 percent modal carbonate minerals.	LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:carbonatite
1.1.2.4.2	Kalsilitic and melilitic rocks	Igneous rock containing greater than 10 percent melilite or kalsilite. Typically undersaturated, ultrapotassic (kalsilitic rocks) or calcium-rich (melilitic rocks) mafic or ultramafic rocks.	based on LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: kalsilitic_and_melilitic_ rock
1.1.2.4.3	Exotic alkaline rock	Kimberlite, lamproite, or lamprophyre. Generally are potassic, mafic or ultramafic rocks. Olivine (commonly serpentinized in kimberlite), and phlogopite are significant constituents.	based on LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: exotic_alkaline_rock
1.1.2.5	Porphyry	Igneous rock that contains conspicuous phenocrysts in a finer grained groundmass; groundmass itself may be phaneritic or fine-grained.	LeMaitre et al. 2002.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: porphyry
1.1.2.6	Doleritic rock	Dark colored gabbroic (basaltic) or dioritic (andesitic) rock intermediate in grain size between basalt and gabbro and composed of plagioclase, pyroxene and opaque minerals; often with ophitic texture. Typically occurs as hypabyssal intrusions. Includes dolerite, microdiorite, diabase and microgabbro.	Neuendorf et al 2005; LeMaitre et al. 2002; Gillespie and Styles 1999.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: doleritic_rock
1.2	Sedimenta-ry material	Material formed by accumulation of solid fragmental material deposited by air, water or ice, or material that accumulated by other natural agents such as chemical precipitation from solution or secretion by organisms. Includes both sediment and sedimentary rock. Includes epiclastic deposits. All stated composition criteria are based on the mineral/ compound material (GeoSciML term)/particulate fraction of the material, irrespective of porosity or the pore-fluid. No distinctions are made based on porosity or pore fluid composition (except organic rich sediment in which liquid hydrocarbon content may be considered)	SLTTs 2004.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: sedimentary_material
1.2.1	Sediment	Unconsolidated material consisting of an aggregation of particles transported or deposited by air, water or ice, or that accumulated by other natural agents, such as chemical precipitation, and that forms in layers on the Earth's surface. Includes epiclastic deposits.	SLTTs 2004.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: sediment
1.2.1.1	Clastic sediment	Sediment in which at least 50 percent of the constituent particles were derived from erosion, weathering, or mass-wasting of pre-existing earth materials, and transported to the place of deposition by mechanical agents such as water, wind, ice and gravity.	SLTTs 2004; Neuendorf et al. 2005.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: clastic_sediment

1.2.1.1.1	Diamicton	Unsorted or poorly sorted, clastic sediment with a wide range of particle sizes, including a muddy matrix. Biogenic materials that have such texture are excluded. Distinguished from conglomerate, sandstone, mudstone based on polymodality and lack of structures related to transport and deposition of sediment by moving air or water. Assignment to an other size class can be used in conjunction to indicate the dominant grain size.	Fairbridge and Bourgeois 1978.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: diamicton
1.2.1.1.2	Gravel	Clastic sediment containing greater than 30 percent gravel-size particles (greater than 2.0 mm diameter). Gravel in which more than half of the particles are of epiclastic origin.	Definition of gravel from SLTTs 2004; particle sizes defined from Krumbein phi scale (W C Krumbein & L L Sloss, Stratigraphy and Sedimentation, 2nd edition, Freeman, San Francisco, 1963; Krumbein and Pettijohn, 1938, Manual of Sedimentary Petrography: New York, Appleton Century Co., Inc.).	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:gravel
1.2.1.1.3	Sand	Clastic sediment in which less than 30 percent of particles are gravel (greater than 2 mm in diameter) and the sand to mud ratio is at least 1. More than half of the particles are of epiclastic origin.	Definition of sand from SLTTs 2004 sandy sediment; particle sizes defined from Krumbein phi scale (W C Krumbein & L L Sloss, Stratigraphy and Sedimentation, 2nd edition, Freeman, San Francisco, 1963; Krumbein and Pettijohn, 1938, Manual of Sedimentary Petrography: New York, Appleton Century Co., Inc.).	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:sand

1.2.1.1.4	Mud	Clastic sediment consisting of less than 30 percent gravel-size (2 mm) particles and with a mud-size to sand-size particle ratio greater than 1. More than half of the particles are of epiclastic origin.	Definition of mud from SLTTs 2004 muddy sediment; particle sizes defined from Krumbein phi scale (W C Krumbein & L L Sloss, Stratigraphy and Sedimentation, 2nd edition, Freeman, San Francisco, 1963; Krumbein and Pettijohn, 1938, Manual of Sedimentary Petrography: New York, Appleton Century Co., Inc.).	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:mud
1.2.1.1.4.1	Clay	Mud that consists of greater than 50 percent particles with grain size less than 0.004 mm.	Based on SLTTs 2004; Neuendorf et al. 2005; particle size from Wentworth grade scale.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:clay
1.2.1.1.4.2	Silt	Mud that consists of greater than 50 percent silt-size grains.	Based on SLTTs 2004; Neuendorf et al. 2005; particle size from Wentworth grade scale.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:silt
1.2.1.2	Carbonate sediment	Sediment in which at least 50 percent of the primary and/or recrystallized constituents are composed of one (or more) of the carbonate minerals calcite, aragonite and dolomite, in particles of intrabasinal origin.	SLTTs 2004.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:carbonate_sediment
1.2.1.2.1	Impure carbonate sediment	Carbonate sediment in which between 50 and 90 percent of the constituents are composed of one (or more) of the carbonate minerals in particles of intrabasinal origin.	This vocabulary.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:impure_carbonate_sediment
1.2.1.3	Biogenic sediment	Sediment composed of greater than 50 percent material of biogenic origin. Because the biogenic material may be skeletal remains that are not organic, all biogenic sediment is not necessarily organic-rich.	SLTTs 2004.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:biogenic_sediment
1.2.1.3.1	Organic rich sediment	Sediment with color, composition, texture and apparent density indicating greater than 50 percent organic content by weight on a moisture-free basis.	SLTTs 2004.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:organic_rich_sediment

1.2.1.3.1.1	Peat	Unconsolidated organic-rich sediment composed of at least 50 percent semi-carbonised plant remains; individual remains commonly seen with unaided eye; yellowish brown to brownish black; generally fibrous texture; can be plastic or friable. In its natural state it can be readily cut and has a very high moisture content, generally greater than 90 percent. Liptinite to Inertinite ratio is less than one (Economic Commission for Europe, Committee on Sustainable Energy- United Nations (ECE-UN), 1998, International Classification of in-Seam Coals: Energy 19, 41 pp.).	Hallsworth & Knox 1999.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:peat
1.2.1.3.1.2	Sapropel	Jelly like organic rich sediment composed of plant remains, usually algal. Liptinite to Inertinite ratio is greater than one (Economic Commission for Europe, Committee on Sustainable Energy- United Nations (ECE-UN), 1998, International Classification of in-Seam Coals: Energy 19, 41 pp.).	Neuendorf et al. 2005.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: sapropel
1.2.1.3.2	Ooze	Biogenic sediment consisting of less than 1 percent gravel-size (greater than or equal to 2 mm) particles, with a sand to mud ratio less than 1 to 9, and less than 50 percent carbonate minerals.	Based on Bates and Jackson 1987 & Hallsworth & Knox 1999.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:ooze
1.2.1.3.2.1	Carbonate ooze	Ooze that consists of more than 50 percent carbonate skeletal remains.	This vocabulary.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: carbonate_ooze
1.2.1.3.2.2	Siliceous ooze	Ooze that consists of more than 50 percent siliceous skeletal remains.	This vocabulary.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: siliceous_ooze
1.2.2	Sedimentary rock	Rock formed by accumulation and cementation of solid fragmental material deposited by air, water or ice, or as a result of other natural agents, such as precipitation from solution, the accumulation of organic material, or from biogenic processes, including secretion by organisms. Includes epiclastic deposits.	SLTTs 2004.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: sedimentary_rock
1.2.2.1	Clastic sedimentary rock	Sedimentary rock in which at least 50 percent of the constituent particles were derived from erosion, weathering, or mass-wasting of pre-existing earth materials, and transported to the place of deposition by mechanical agents such as water, wind, ice and gravity.	SLTTs 2004; Neuendorf et al. 2005.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: clastic_sedimentary_rock
1.2.2.1.1	Diamictite	Unsorted or poorly sorted, clastic sedimentary rock with a wide range of particle sizes including a muddy matrix. Biogenic materials that have such texture are excluded. Distinguished from conglomerate, sandstone, mudstone based on polymodality and lack of structures related to transport and deposition of sediment by moving air or water. If more than 10 percent of the fine grained matrix is of indeterminant clastic or diagenetic origin and the fabric is matrix supported, may also be categorized as wacke.	Fairbridge and Bourgeois 1978.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: diamictite

1.2.2.1.2	Conglome-rate	Clastic sedimentary rock composed of at least 30 percent rounded to subangular fragments larger than 2 mm in diameter; typically contains finer grained material in interstices between larger fragments. If more than 15 percent of the fine grained matrix is of indeterminant clastic or diagenetic origin and the fabric is matrix supported, may also be categorized as wackestone. If rock has unsorted or poorly sorted texture with a wide range of particle sizes, may also be categorized as diamictite.	Neuendorf et al. 2005; SLTTs 2004.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: clastic_conglomerate
1.2.2.1.3	Sandstone	Clastic sedimentary rock in which less than 30 percent of particles are greater than 2 mm in diameter (gravel) and the sand to mud ratio is at least 1.	SLTTs 2004; Neuendorf et al. 2005; particle size from Wentworth grade scale.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: clastic_sandstone
1.2.2.1.3.1	Arenite	Clastic sandstone that contains less than 10 percent matrix. Matrix is mud-size silicate minerals (clay, feldspar, quartz, rock fragments, and alteration products) of detrital or diagenetic nature.	Pettijohn, Potter, Siever, 1972, Sand and Sandstone: New York, Springer Verlag, 681 p.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:arenite
1.2.2.1.3.2	Wacke	Clastic sandstone with more than 10 percent matrix of indeterminate detrital or diagenetic nature. Matrix is mud size silicate minerals (clay, feldspar, quartz, rock fragments, and alteration products)	Pettijohn, Potter, Siever, 1972, Sand and Sandstone: New York, Springer Verlag, 681 p.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:wacke
1.2.2.1.4	Mudstone	Clastic sedimentary rock consisting of less than 30 percent gravel-size (2 mm) particles and with a mud to sand ratio greater than 1.	Pettijohn et al. 1987 referenced in Hallsworth & Knox 1999; extrapolated from Folk, 1954, Figure 1a.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: clastic_mudstone
1.2.2.1.4.1	Claystone	Mudstone that contains no detectable silt, inferred to consist virtually entirely of clay-size particles.	This vocabulary.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: claystone
1.2.2.1.4.2	Siltstone	Mudstone that contains detectable silt.	This vocabulary.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: siltstone
1.2.2.1.4.3	Shale	Laminated mudstone that will part or break along thin closely spaced layers parallel to stratification.	NADM SLTT sedimentary, 2004.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:shale
1.2.2.2	Organic rich sedimentary rock	Sedimentary rock with color, composition, texture and apparent density indicating greater than 50 percent organic content by weight on a moisture-free basis.	SLTTs 2004.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:organic_rich_sedimentary_rock
1.2.2.2.1	Coal	A consolidated organic sedimentary material having less than 75% moisture. This category includes low, medium, and high rank coals according to International Classification of In-Seam Coal (United Nations, 1998), thus including lignite. Sapropelic coal is not distinguished in this category from humic coals. Formed from the compaction or induration of variously altered plant remains similar to those of peaty deposits.	Economic Commission for Europe, Committee on Sustainable Energy- United Nations (ECE-UN), 1998, International Classification of in-Seam Coals: Energy 19, 41 pp.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:coal

1.2.2.2.1.1	Lignite	Coal that has a gross calorific value less than 24 MJ/kg (determined in conformance with ISO 1928), and vitrinite mean random reflectance less than 0.6% (determined in conformance with ISO 7404-5). Gross calorific value is recalculated to a moist, ash free basis using bed moisture (determined according to ISO 1015 or ISO 5068). Includes all low-rank coals, including sub-bitiminous coal. A consolidated, dull, soft brown to black coal having many readily discernible plant fragments set in a finer grained organic matrix. Tends to crack and fall apart on drying. Operationally sub-bituminous and bitiminous coal are qualitatively distinguished based on brown streak for sub-bitiminous coal and black streak for bituminous coal.	Economic Commission for Europe, Committee on Sustainable Energy- United Nations (ECE-UN), 1998, International Classification of in-Seam Coals: Energy 19, 41 pp.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:lignite
1.2.2.2.1.2	Bituminous coal	Coal that has vitrinite mean random reflectance greater than 0.6% and less than 2.0% (determined in conformance with ISO 7404-5), or has a gross calorific value greater than 24 MJ/kg (determined in conformance with ISO 1928). Hard, black, organic rich sedimentary rock; contains less than 91 percent fixed carbon on a dry, mineral-matter-free basis, and greater than 13-14 percent volatiles (dry, ash free). Formed from the compaction or induration of variously altered plant remains similar to those of peaty deposits.	Economic Commission for Europe, Committee on Sustainable Energy- United Nations (ECE-UN), 1998, International Classification of in-Seam Coals: Energy 19, 41 pp; see also http://en.wikipedia.org/wiki/Coal#Types_of_coal; Eberhard Lindner; Chemie für Ingenieure; Lindner Verlag Karlsruhe, S. 258	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: bituminous_coal
1.2.2.2.1.3	Anthracite	Coal that has vitrinite mean random reflectance greater than 2.0% (determined in conformance with ISO 7404-5). Less than 12-14 percent volatiles (dry, ash free), greater than 91 percent fixed carbon (dry, ash free basis). The highest rank coal; very hard, glossy, black, with semimetallic luster, semi conchoidal fracture.	Economic Commission for Europe, Committee on Sustainable Energy- United Nations (ECE-UN), 1998, International Classification of in-Seam Coals: Energy 19, 41 pp; see also Neuendorf et al. 2005; http://en.wikipedia.org/wiki/Coal#Types_of_coal; Eberhard Lindner; Chemie für Ingenieure; Lindner Verlag	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: anthracite_coal

			Karlsruhe, S. 258	
1.2.2.3	Carbonate sedimentary rock	Sedimentary rock in which at least 50 percent of the primary and/or recrystallized constituents are composed of one (or more) of the carbonate minerals calcite, aragonite, magnesite or dolomite.	SLTTs 2004.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: carbonate_sedimentary_ rock
1.2.2.3.1	Pure carbonate sedimentary rock	Sedimentary rock in which greater than 90 percent of the primary and/or recrystallized constituents are carbonate minerals.	This vocabulary.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:pure_ carbonate_sedimentary_ rock
1.2.2.3.1.1	Dolomitic or magnesian sedimentary rock	Carbonate sedimentary rock with a ratio of magnesium carbonate to calcite (plus aragonite) greater than 1 to 1. Includes dolostone, lime dolostone and magnesite-stone.	After SLTTs 2004, Hallsworth and Knox 1999.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: dolomitic_or_magnesian_ sedimentary_rock
1.2.2.3.1.1.1	Dolomite	Pure carbonate sedimentary rock with a ratio of magnesium carbonate to calcite (plus aragonite) greater than 1 to 1.	This vocabulary.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: dolostone
1.2.2.3.1.2	Limestone	Pure carbonate sedimentary rock with a calcite (plus aragonite) to dolomite ratio greater than 1 to 1. Includes limestone and dolomitic limestone.	This vocabulary.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: limestone
1.2.2.3.1.2.1	Chalk	A generally soft, white, very fine-grained, extremely pure, porous limestone. It forms under marine conditions from the gradual accumulation of skeletal elements from minute planktonic green algae (cocoliths), associated with varying proportions of larger microscopic fragments of bivalves, foraminifera and ostracods. It is common to find flint and chert nodules embedded in chalk.	http://en.wikipedia.org/wiki/Chalk; C.S. Harris, 2009, unpublished web page, http://www.geologyshop.co.uk/chalk.htm.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:chalk
1.2.2.3.1.2.2	Travertine	Biotically or abiotically precipitated calcium carbonate, from spring-fed, heated, or ambient-temperature water. May be white and spongy, various shades of orange, tan or gray, and ranges to dense, banded or laminated rock. Macrophytes, bryophytes, algae, cyanobacteria and other organisms often colonize the surface of travertine and may be preserved, to produce the porous varieties.	Neuendorf et al. 2005; http://en.wikipedia.org/wiki/Travertine; Chafetz, H.S., and Folk, R.L., 1984, Travertine: Depositional morphology and the bacterially constructed constituents: J. Sed. Petrology, v. 126, p.57-74.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: travertine
1.2.2.3.2	Impure carbonate sedimentary rock	Sedimentary rock in which between 50 and 90 percent of the primary and/or recrystallized constituents are composed of carbonate minerals.	This vocabulary.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:impure_ carbonate_sedimentary_ rock
1.2.2.3.2.1	Impure limestone	Impure carbonate sedimentary rock with a calcite (plus aragonite) to dolomite ratio greater than 1 to 1.	This vocabulary.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:impure_ limestone
1.2.2.3.2.2	Impure dolomite	Impure carbonate sedimentary rock with a ratio of magnesium carbonate to calcite (plus aragonite) greater than 1 to 1.	This vocabulary.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:impure_ dolostone
1.2.2.4	Non-clastic siliceous sedimentary rock	Sedimentary rock that consists of at least 50 percent silicate mineral material, deposited directly by chemical or biological processes at the depositional surface, or in particles formed by	SLTTs 2004.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: non_clastic_siliceous_ sedimentary_rock

		chemical or biological processes within the basin of deposition.		
1.2.2.4.1	Biogenic silica sedimentary rock	Sedimentary rock that consists of at least 50 percent silicate mineral material, deposited directly by biological processes at the depositional surface, or in particles formed by biological processes within the basin of deposition.	Based on NADM SLTT sedimentary; Hallsworth & Knox 1999.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: biogenic_silica_ sedimentary_rock
1.2.2.5	Iron rich sedimentary rock	Sedimentary rock that consists of at least 50 percent iron-bearing minerals (hematite, magnetite, limonite-group, siderite, iron-sulfides), as determined by hand-lens or petrographic analysis. Corresponds to a rock typically containing 15 percent iron by weight.	Hallsworth and Knox 1999; SLTTs 2004.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:iron_ rich_sedimentary_rock
1.2.2.6	Generic mudstone	Sedimentary rock consisting of less than 30 percent gravel-size (2 mm) particles and with a mud to sand ratio greater than 1. Clasts may be of any composition or origin.	Pettijohn et al. 1987 referenced in Hallsworth & Knox 1999; extrapolated from Folk, 1954, Figure 1a; particle sizes defined from Krumbein phi scale (W C Krumbein & L L Sloss, Stratigraphy and Sedimentation, 2nd edition, Freeman, San Francisco, 1963; Krumbein and Pettijohn, 1938, Manual of Sedimentary Petrography: New York, Appleton Century Co., Inc.)	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: generic_mudstone
1.2.2.6.1	Organic bearing mudstone	Mudstone that contains a significant amount of organic carbon, typically kerogen. Commonly finely laminated, brown or black in color.	Neuendorf et al. 2005; http://en.wikipedia.org/wiki/Oil_shale	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:organic_ bearing_mudstone
1.2.3	Chemical sedimentary material	Sedimentary material that consists of at least 50 percent material produced by inorganic chemical processes within the basin of deposition. Includes inorganic siliceous, carbonate, evaporite, iron-rich and phosphatic sediment classes.	SLTTs 2004.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: chemical_sedimentary_ material
1.2.3.1	Evaporite	Nonclastic sedimentary rock composed of at least 50 percent non-carbonate salts, including chloride, sulfate or borate minerals; formed through precipitation of mineral salts from a saline solution (non-carbonate salt rock).	Jackson 1997; SLTTs 2004.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: evaporite
1.2.3.1.1	Rock salt	Evaporite composed of at least 50 percent halite.	This vocabulary.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: rock_salt
1.2.3.1.2	Gypsum or anhydrite	Evaporite composed of at least 50 percent gypsum or anhydrite.	This vocabulary.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:rock_

				gypsum_or_anhydrite
1.3	Composite genesis material	Material of unspecified consolidation state formed by geological modification of pre-existing materials outside the realm of igneous and sedimentary processes. Includes rocks formed by impact metamorphism, standard dynamothermal metamorphism, brittle deformation, weathering, metasomatism and hydrothermal alteration (diagenesis is a sedimentary process in this context).	SLTTm 2004.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: composite_genesis_ material
1.3.1	Composite genesis rock	Rock formed by geological modification of pre-existing rocks outside the realm of igneous and sedimentary processes. Includes rocks formed by impact metamorphism, standard dynamothermal metamorphism, brittle deformation, weathering, metasomatism and hydrothermal alteration (diagenesis is a sedimentary process in this context).	SLTTm 2004.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: composite_genesis_rock
1.3.1.1	Metamor-phic rock	Rock formed by solid-state mineralogical, chemical and/or structural changes to a pre-existing rock, in response to marked changes in temperature, pressure, shearing stress and chemical environment.	Jackson 1997.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: metamorphic_rock
1.3.1.1.01	Foliated metamor-phic rock	Metamorphic rock in which 10 percent or more of the contained mineral grains are elements in a planar or linear fabric. Cataclastic or glassy character precludes classification with this concept.	Based on NADM SLTT metamorphic.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: foliated_metamorphic_ rock
1.3.1.1.01.1	Gneiss	Foliated metamorphic rock with bands or lenticles rich in granular minerals alternating with bands or lenticles rich in minerals with a flaky or elongate prismatic habit. Mylonitic foliation or well developed, continuous schistosity (greater than 50 percent of the rock consists of grains participate in a planar or linear fabric) precludes classification with this concept.	Neuendorf et al. 2005.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:gneiss
1.3.1.1.01.1.1	Orthogneiss	A gneiss with mineralogy and texture indicating derivation from a phaneritic igneous rock protolith. Typically consists of abundant feldspar, with quartz, and variable hornblende, biotite, and muscovite, with a relatively homogeneous character.	This vocabulary.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: orthogneiss
1.3.1.1.01.1.2	Paragneiss	A gneiss with mineralogy and texture indicating derivation from a sedimentary rock protolith. Typically consists of abundant quartz, mica, or calcsilicate minerals; aluminosilicate minerals or garnet commonly present. Composition of rock tends to be more variable on a decimetric scale that in orthogneiss.	This vocabulary.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: paragneiss
1.3.1.1.01.2	Phyllite	Rock with a well developed, continuous schistosity, an average grain size between 0.1 and 0.5 millimeters, and a silvery sheen on cleavage surfaces. Individual phyllosilicate grains are barely visible with the unaided eye.	IUGS SCMR 2007 (http://www.bgs.ac.uk/SCMR/).	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:phyllite

1.3.1.1.01.3	Slate	Compact, fine grained rock with an average grain size less than 0.032 millimeter and a well developed schistosity (slaty cleavage), and hence can be split into slabs or thin plates.	NADM metamorphic rock vocabulary SLTTm1.0; Neuendorf et al. 2005.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:slate
1.3.1.1.01.4	Schist	Foliated phaneritic metamorphic rock with well developed, continuous schistosity, meaning that greater than 50 percent of the rock by volume is mineral grains with a thin tabular, lamellar, or acicular prismatic crystallographic habit that are oriented in a continuous planar or linear fabric.	SLTTm 2004; Neuendorf et al. 2005.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:schist
1.3.1.1.01.4.1	Mica schist	A schist that consists of more than 50 percent mica minerals, typically muscovite or biotite. Special type included to distinguish this common variety of schist.	This vocabulary.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: mica_schist
1.3.1.1.02	Chlorite actinolite epidote metamor-phic rock	Metamorphic rock characterized by 50 percent or more of combined chlorite, actinolite and epidote. Category for rocks generally named greenschist or greenstone.	This vocabulary.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: chlorite_actinolite_ epidote_metamorphic_ rock
1.3.1.1.03	Glaucophane lawsonite epidote metamor-phic rock	A metamorphic rock of roughly basaltic composition, defined by the presence of glaucophane with lawsonite or epidote. Other minerals that may be present include jadeite, albite, chlorite, garnet, and muscovite (phengitic white mica). Typically fine-grained, dark colored. Category for rocks commonly referred to as blueschist.	This vocabulary.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: glaucophane_lawsonite_ epidote_metamorphic_ rock
1.3.1.1.04	Serpentinite	Rock consisting of more than 75 percent serpentine-group minerals, eg. antigorite, chrysotile or lizardite; accessory chlorite, talc and magnetite may be present; derived from hydration of ferromagnesian silicate minerals such as olivine and pyroxene.	Neuendorf et al. 2005.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: serpentinite
1.3.1.1.05	Quartzite	Metamorphic rock consisting of greater than or equal to 75 percent quartz; typically granoblastic texture.	After Neuendorf et al. 2005.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: quartzite
1.3.1.1.06	Amphibolite	Metamorphic rock mainly consisting of green, brown or black amphibole and plagioclase (including albite), which combined form 75 percent or more of the rock, and both of which are present as major constituents. The amphibole constitutes 50 percent or more of the total mafic constituents and is present in an amount of 30 percent or more; other common minerals include quartz, clinopyroxene, garnet, epidote-group minerals, biotite, titanite and scapolite.	Coutinho et al. 2007, IUGS SCMR chapter 8 (http://www.bgs.ac.uk/SCMR/).	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: amphibolite
1.3.1.1.07	Marble	Metamorphic rock consisting of greater than 75 percent fine- to coarse-grained recrystallized calcite and/or dolomite; usually with a granoblastic, saccharoidal texture.	IUGS SCMR 2007 (http://www.bgs.ac.uk/SCMR/), SLTTm1.0 2004.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:marble

1.3.1.1.08	Granulite	Metamorphic rock of high metamorphic grade in which Fe-Mg silicate minerals are dominantly hydroxl-free; feldspar must be present, and muscovite is absent; rock contains less than 90 percent mafic minerals, less than 75 percent calcite and/or dolomite, less than 75 percent quartz, less than 50 percent iron-bearing minerals (hematite, magnetite, limonite-group, siderite, iron-sulfides), and less than 50 percent calc-silicate minerals.	Fettes and Desmons (2007). See also Wimmenauer (1985), Winkler (1979) (D.R. Bowes (1989), The Encyclopedia of Igneous and Metamorphic Petrology; Van Nostrand Reinhold ISBN: 0-442-20623-2 ; wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Granulite accessed 5/30/09	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: granulite
1.3.1.1.09	Eclogite	Metamorphic rock composed of 75 percent or more (by volume) omphacite and garnet, both of which are present as major constituents, the amount of neither of them being higher than 75 percent (by volume); the presence of plagioclase precludes classification as an eclogite.	IUGS SCMR 2007 (http://www.bgs.ac.uk/SCMR/).	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: eclogite
1.3.1.1.10	Migmatite	Silicate metamorphic rock that is pervasively heterogeneous on a decimeter to meter scale that typically consists of darker and lighter parts; the darker parts usually exhibit features of metamorphic rocks whereas the lighter parts are of igneous-looking appearance.	Fette and Desmons (2007) (http://www.bgs.ac.uk/SCMR/).	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: migmatite
1.3.1.1.11	Granofels	Metamorphic rock with granoblastic fabric and very little or no foliation (less than 10 percent of the mineral grains in the rock are elements in a planar or linear fabric). Grainsize not specified.	SLTTm 2004.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: granofels
1.3.1.1.11.1	Hornfels	Granofels formed by contact metamorphism, composed of a mosaic of equidimensional grains in a characteristically granoblastic or decussate matrix; porphyroblasts or relict phenocrysts may be present. Typically fine grained.	IUGS SCMR 2007 (http://www.bgs.ac.uk/SCMR/).	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: hornfels
1.3.1.2	Metasoma-tic rock	Rock that has fabric and composition indicating open-system mineralogical and chemical changes in response to interaction with a fluid phase, typically water rich.	This vocabulary.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: metasomatic_rock
1.3.1.2.1	Skarn	Metasomatic rock consisting mainly of Ca-, Mg-, Fe-, or Mn-silicate minerals, which are free from or poor in water. Typically formed at the contact between a silicate rock or magma and a carbonate rock.	Fettes and Desmons, 2007, p195	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:skarn
1.3.1.2.2	Spilite	Altered basic to intermediate composition fine-grained igneous rock in which the feldspar is partially or completely composed of of albite, typically accompanied by chlorite, calcite, quartz, epidote, prehnite, and low-tempaerature hydrous crystallization products.	Fettes and Desmon, 2007; Best, M.G., 1982, Igneous and metamorphic petrology: New	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:spilite

		Preservation of eruptive volcanic features is typical.	York, W.H. Freeman and Company, p. 398; Neuendorf et al. 2005, p. 619.	
1.3.2	Material formed in surficial environ-ment	Material that is the product of weathering processes operating on pre-existing rocks or deposits, analogous to hydrothermal or metasomatic rocks, but formed at ambient Earth surface temperature and pressure.	This vocabulary.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: material_formed_in_ surficial_environment
1.3.2.1	Bauxite	Highly aluminous material containing abundant aluminium hydroxides (gibbsite, less commonly boehmite, diaspore) and aluminium-substituted iron oxides or hydroxides and generally minor or negligible kaolin minerals; may contain up to 20 percent quartz. Commonly has a pisolitic or nodular texture, and may be cemented.	Eggleton 2001.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:bauxite
1.3.2.2	Duricrust	Rock forming a hard crust or layer at or near the Earth's surface at the time of formation, e.g. in the upper horizons of a soil, characterized by structures indicative of pedogenic origin.	This vocabulary.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: duricrust
1.3.2.3	Residual material	Material of composite origin resulting from weathering processes at the Earth's surface, with genesis dominated by removal of chemical constituents by aqueous leaching. Miinor clastic, chemical, or organic input may also contribute. Consolidation state is not inherent in definition, but typically material is unconsolidated or weakly consolidated.	This vocabulary.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: residual_material
1.3.3	Fault-related material	Material formed as a result brittle faulting, composed of greater than 10 percent matrix; matrix is fine-grained material caused by tectonic grainsize reduction. Includes cohesive (cataclasite series) and non-cohesive (breccia-gouge series) material.	This vocabulary; SLTTm 2004.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: fault_related_material
1.3.3.1	Mylonitic rock	Metamorphic rock characterised by a foliation resulting from tectonic grain size reduction, in which more than 10 percent of the rock volume has undergone grain size reduction. Includes protomylonite, mylonite, ultramylonite, and blastomylonite.	Marshak & Mitra 1988.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001: mylonitic_rock
1.3.4	Impact generated material	Material that contains features indicative of shock metamorphism, such as microscopic planar deformation features within grains or shatter cones, interpreted to be the result of extraterrestrial bolide impact. Includes breccias and melt rocks.	Stöffler and Grieve 2007; Jackson 1997.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:impact_ generated_material

1.4	Breccia	Coarse-grained material composed of angular broken rock fragments; the fragments typically have sharp edges and unworn corners. The fragments may be held together by a mineral cement or in a fine-grained matrix, and consolidated or nonconsolidated. Clasts may be of any composition or origin. In sedimentary environments, breccia is used for material that consists entirely of angular fragments, mostly derived from a single source rock body, as in a rock avalanche deposit, and matrix is interpreted to be the product of comminution of clasts during transport. Diamictite or diamicton is used when the material reflects mixing of rock from a variety of sources, some sub angular or subrounded clasts may be present, and matrix is pre-existing fine grained material that is not a direct product of the brecciation/deposition process.	Neuendorf et al. 2005.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:breccia
1.5	Tuffite	Rock consists of more than 50 percent particles of indeterminate pyroclastic or epiclastic origin and less than 75 percent particles of clearly pyroclastic origin. Commonly the rock is laminated or exhibits size grading. (based on LeMaitre et al. 2002; Murawski and Meyer 1998).	LeMaitre et al. 2002; Murawski and Meyer 1998.	urn:cgi:classifier:CGI:SimpleLithology:201001:tuffite

ANEXO 3 - Dicionário de dados referentes à Idade

OGE ID	OGE Term	URN
a1.1.1.1.1	Holocene	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Holocene
a1.1.1.1.2.1	Late/Upper Pleistocene	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:UpperPleistocene
a1.1.1.1.2.2	Ionian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Ionian
a1.1.1.1.2.3	Calabrian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Calabrian
a1.1.1.1.2.4	Gelasian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Gelasian
a1.1.1.1.2	Pleistocene	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Pleistocene
a1.1.1.1	Quaternary	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Quaternary
a1.1.1.2.1.1	Piacenzian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Piacenzian
a1.1.1.2.1.2	Zanclean	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Zanclean
a1.1.1.2.1	Pliocene	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Pliocene
a1.1.1.2.2.1	Messinian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Messinian
a1.1.1.2.2.2	Tortonian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Tortonian
a1.1.1.2.2.3	Serravallian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Serravallian
a1.1.1.2.2.4	Langhian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Langhian
a1.1.1.2.2.5	Burdigalian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Burdigalian
a1.1.1.2.2.6	Aquitanian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Aquitanian
a1.1.1.2.2	Miocene	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Miocene
a1.1.1.2	Neogene	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Neogene
a1.1.1.3.1.1	Chattian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Chattian
a1.1.1.3.1.2	Rupelian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Rupelian
a1.1.1.3.1	Oligocene	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Oligocene
a1.1.1.3.2.1	Priabonian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Priabonian
a1.1.1.3.2.2	Bartonian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Bartonian
a1.1.1.3.2.3	Lutetian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Lutetian
a1.1.1.3.2.4	Ypresian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Ypresian
a1.1.1.3.2	Eocene	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Eocene
a1.1.1.3.3.1	Thanetian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Thanetian
a1.1.1.3.3.2	Selandian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Selandian
a1.1.1.3.3.3	Danian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Danian
a1.1.1.3.3	Paleocene	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Paleocene
a1.1.1.3	Paleogene	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Paleogene
a1.1.1	Cenozoic	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Cenozoic
a1.1.2.1.1.1	Maastrichtian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Maastrichtian
a1.1.2.1.1.2	Campanian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Campanian
a1.1.2.1.1.3	Santonian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Santonian
a1.1.2.1.1.4	Coniacian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Coniacian
a1.1.2.1.1.5	Turonian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Turonian
a1.1.2.1.1.6	Cenomanian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Cenomanian
a1.1.2.1.1	Late/Upper Cretaceous	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:UpperCretaceous
a1.1.2.1.2.1	Albian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Albian
a1.1.2.1.2.2	Aptian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Aptian
a1.1.2.1.2.3	Barremian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Barremian
a1.1.2.1.2.4	Hauterivian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Hauterivian
a1.1.2.1.2.5	Valanginian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Valanginian
a1.1.2.1.2.6	Berriasian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Berriasian

a1.1.2.1.2	Early/Lower Cretaceous	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:LowerCretaceous
a1.1.2.1	Cretaceous	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Cretaceous
a1.1.2.2.1.1	Tithonian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Tithonian
a1.1.2.2.1.2	Kimmeridgian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Kimmeridgian
a1.1.2.2.1.3	Oxfordian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Oxfordian
a1.1.2.2.1	Late/Upper Jurassic	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:UpperJurassic
a1.1.2.2.2.1	Callovian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Callovian
a1.1.2.2.2.2	Bathonian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Bathonian
a1.1.2.2.2.3	Bajocian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Bajocian
a1.1.2.2.2.4	Aalenian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Aalenian
a1.1.2.2.2	Middle Jurassic	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:MiddleJurassic
a1.1.2.2.3.1	Toarcian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Toarcian
a1.1.2.2.3.2	Pliensbachian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Pliensbachian
a1.1.2.2.3.3	Sinemurian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Sinemurian
a1.1.2.2.3.4	Hettangian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Hettangian
a1.1.2.2.3	Early/Lower Jurassic	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:LowerJurassic
a1.1.2.2	Jurassic	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Jurassic
a1.1.2.3.1.1	Rhaetian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Rhaetian
a1.1.2.3.1.2	Norian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Norian
a1.1.2.3.1.3	Carnian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Carnian
a1.1.2.3.1	Late/Upper Triassic	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:UpperTriassic
a1.1.2.3.2.1	Ladinian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Ladinian
a1.1.2.3.2.2	Anisian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Anisian
a1.1.2.3.2	Middle Triassic	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:MiddleTriassic
a1.1.2.3.3.1	Olenekian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Olenekian
a1.1.2.3.3.2	Induan	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Induan
a1.1.2.3.3	Early/Lower Triassic	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:LowerTriassic
a1.1.2.3	Triassic	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Triassic
a1.1.2	Mesozoic	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Mesozoic
a1.1.3.1.1.1	Changhsingian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Changhsingian
a1.1.3.1.1.2	Wuchiapingian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Wuchiapingian
a1.1.3.1.1	Lopingian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Lopingian
a1.1.3.1.2.1	Capitanian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Capitanian
a1.1.3.1.2.2	Wordian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Wordian
a1.1.3.1.2.3	Roadian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Roadian
a1.1.3.1.2	Guadalupian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Guadalupian
a1.1.3.1.3.1	Kungurian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Kungurian
a1.1.3.1.3.2	Artinskian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Artinskian
a1.1.3.1.3.3	Sakmarian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Sakmarian
a1.1.3.1.3.4	Asselian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Asselian
a1.1.3.1.3	Cisuralian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Cisuralian
a1.1.3.1	Permian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Permian
a1.1.3.2.1.1.1	Gzhelian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Gzhelian
a1.1.3.2.1.1.2	Kasimovian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Kasimovian
a1.1.3.2.1.1	Late/Upper Pennsylvanian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Upper_Pennsylvanian
a1.1.3.2.1.2	Moscovian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Moscovian
a1.1.3.2.1.3	Bashkirian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Bashkirian
a1.1.3.2.1	Pennsylvanian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Pennsylvanian
a1.1.3.2.2.1	Serpukhovian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Serpukhovian
a1.1.3.2.2.2	Visean	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Visean

a1.1.3.2.2.3	Tournaisian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Tournaisian
a1.1.3.2.2	Mississippian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Mississippian
a1.1.3.2	Carboniferous	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Carboniferous
a1.1.3.3.1.1	Famennian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Famennian
a1.1.3.3.1.2	Frasnian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Frasnian
a1.1.3.3.1	Late/Upper Devonian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:UpperDevonian
a1.1.3.3.2.1	Givetian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Givetian
a1.1.3.3.2.2	Eifelian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Eifelian
a1.1.3.3.2	Middle Devonian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:MiddleDevonian
a1.1.3.3.3.1	Emsian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Emsian
a1.1.3.3.3.2	Pragian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Pragian
a1.1.3.3.3.3	Lochkovian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Lochkovian
a1.1.3.3.3	Early/Lower Devonian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:LowerDevonian
a1.1.3.3	Devonian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Devonian
a1.1.3.4.1	Pridoli	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Pridoli
a1.1.3.4.2.1	Ludfordian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Ludfordian
a1.1.3.4.2.2	Gorstian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Gorstian
a1.1.3.4.2	Ludlow	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Ludlow
a1.1.3.4.3.1	Homerian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Homerian
a1.1.3.4.3.2	Sheinwoodian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Sheinwoodian
a1.1.3.4.3	Wenlock	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Wenlock
a1.1.3.4.4.1	Telychian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Telychian
a1.1.3.4.4.2	Aeronian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Aeronian
a1.1.3.4.4.3	Rhuddanian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Rhuddanian
a1.1.3.4.4	Llandovery	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Llandovery
a1.1.3.4	Silurian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Silurian
a1.1.3.5.1.1	Hirnantian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Hirnantian
a1.1.3.5.1.2	Katian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Katian
a1.1.3.5.1.3	Sandbian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Sandbian
a1.1.3.5.1	Late/Upper Ordovician	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:UpperOrdovician
a1.1.3.5.2.1	Darriwilian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Darriwilian
a1.1.3.5.2.2	Dapingian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Dapingian
a1.1.3.5.2	Middle Ordovician	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:MiddleOrdovician
a.1.1.3.5.3.1	Floian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Floian
a1.1.3.5.3.2	Tremadocian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Tremadocian
a1.1.3.5.3	Early/Lower Ordovician	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:LowerOrdovician
a1.1.3.5	Ordovician	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Ordovician
a1.1.3.6.1.1	Cambrian-Stage 10	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Stage10
a1.1.3.6.1.2	Cambrian-Stage 9	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Stage9
a1.1.3.6.1.3	Paibian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Paibian
a1.1.3.6.1	Furongian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Furongian
a1.1.3.6.2.1	Guzhangian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Guzhangian
a1.1.3.6.2.2	Drumian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Drumian
a1.1.3.6.2.3	Cambrian-Series 3-Stage 5	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Stage5
a1.1.3.6.2	Cambrian-Series 3	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Series3
a1.1.3.6.3.1	Cambrian-Stage 4	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Stage4
a1.1.3.6.3.2	Cambrian-Stage 3	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Stage3
a1.1.3.6.3	Cambrian-Series 2	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Series2
a1.1.3.6.4.1	Cambrian-Stage 2	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Stage2
a1.1.3.6.4.2	Fortunian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Fortunian

a1.1.3.6.4	Terreneuvian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Terreneuvian
a1.1.3.6	Cambrian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Cambrian
a1.1.3	Paleozoic	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Paleozoic
a1.1	Phanerozoic	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Phanerozoic
a2.1.1.1	Ediacaran	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Ediacaran
a2.1.1.2	Cryogenian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Cryogenian
a2.1.1.3.1	Tonian 2 *	urn:cgi:classifier:CGI:StratChart:2009:Tonian2
a2.1.1.3.2	Tonian 1 *	urn:cgi:classifier:CGI:StratChart:2009:Tonian1
a2.1.1.3	Tonian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Tonian
a2.1.1	Neoproterozoic	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Neoproterozoic
a2.1.2.1.1	Stenian 2 *	urn:cgi:classifier:CGI:StratChart:2009:Stenian2
a2.1.2.1.2	Stenian 1 *	urn:cgi:classifier:CGI:StratChart:2009:Stenian1
a2.1.2.1	Stenian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Stenian
a2.1.2.2.1	Ectasian 4 *	urn:cgi:classifier:CGI:StratChart:2009:Ectasian4
a2.1.2.2.2	Ectasian 3 *	urn:cgi:classifier:CGI:StratChart:2009:Ectasian3
a2.1.2.2.3	Ectasian 2 *	urn:cgi:classifier:CGI:StratChart:2009:Ectasian2
a2.1.2.2.4	Ectasian 1 *	urn:cgi:classifier:CGI:StratChart:2009:Ectasian1
a2.1.2.2	Ectasian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Ectasian
a2.1.2.3.1	Calymmian 4 *	urn:cgi:classifier:CGI:StratChart:2009:Calymmian4
a2.1.2.3.2	Calymmian 3 *	urn:cgi:classifier:CGI:StratChart:2009:Calymmian3
a2.1.2.3.3	Calymmian 2 *	urn:cgi:classifier:CGI:StratChart:2009:Calymmian2
a2.1.2.3.4	Calymmian 1 *	urn:cgi:classifier:CGI:StratChart:2009:Calymmian1
a2.1.2.3	Calymmian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Calymmian
a2.1.2	Mesoproterozoic	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Mesoproterozoic
a2.1.3.1.1	Statherian 4 *	urn:cgi:classifier:CGI:StratChart:2009:Statherian4
a2.1.3.1.2	Statherian 3 *	urn:cgi:classifier:CGI:StratChart:2009:Statherian3
a2.1.3.1.3	Statherian 2 *	urn:cgi:classifier:CGI:StratChart:2009:Statherian2
a2.1.3.1.4	Statherian 1 *	urn:cgi:classifier:CGI:StratChart:2009:Statherian1
a2.1.3.1	Statherian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Statherian
a2.1.3.2.1	Orosirian 7 *	urn:cgi:classifier:CGI:StratChart:2009:Orosirian7
a2.1.3.2.2	Orosirian 6 *	urn:cgi:classifier:CGI:StratChart:2009:Orosirian6
a2.1.3.2.3	Orosirian 5 *	urn:cgi:classifier:CGI:StratChart:2009:Orosirian5
a2.1.3.2.4	Orosirian 4 *	urn:cgi:classifier:CGI:StratChart:2009:Orosirian4
a2.1.3.2.5	Orosirian 3 *	urn:cgi:classifier:CGI:StratChart:2009:Orosirian3
a2.1.3.2.6	Orosirian 2 *	urn:cgi:classifier:CGI:StratChart:2009:Orosirian2
a2.1.3.2.7	Orosirian 1 *	urn:cgi:classifier:CGI:StratChart:2009:Orosirian1
a2.1.3.2	Orosirian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Orosirian
a2.1.3.3	Rhyacian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Rhyacian
a2.1.3.4.1	Siderian 2 *	urn:cgi:classifier:CGI:StratChart:2009:Siderian2
a2.1.3.4.2	Siderian 1 *	urn:cgi:classifier:CGI:StratChart:2009:Siderian1
a2.1.3.4	Siderian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Siderian
a2.1.3	Paleoproterozoic	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Paleoproterozoic
a2.1.	Proterozoic	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Proterozoic
a2.2.1.1	Neoarchean 2 *	urn:cgi:classifier:CGI:StratChart:2009:Neoarchean2
a2.2.1.2	Neoarchean 1 *	urn:cgi:classifier:CGI:StratChart:2009:Neoarchean1
a2.2.1	Neoarchean	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Neoarchean
a2.2.2	Mesoarchean	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Mesoarchean
a2.2.3	Paleoarchean	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Paleoarchean
a2.2.4	Eoarchean	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Eoarchean
a2.2	Archean	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Archean

a2.3	Hadean (informal)	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Hadean
a2	Precambrian	urn:cgi:classifier:ICS:StratChart:200908:Precambrian

* Subdivisões adicionais do 1GE

ANEXO 4 - Dicionário de dados referentes à Génese

OGE ID	OGE Term	Definition	Source	URN
ep	geologic process	process that effects the geologic record	CGI/GeoSciML	urn:cgi:classifier:CGI:Event Process:201001: geologic_process
ep1	Sedimentary process	a phenomenon that changes the distribution or physical properties of sediment at or near the earth's surface	CGI/GeoSciML	urn:cgi:classifier:CGI:Event Process:201001: sedimentary_process
ep1.1	erosion	The process of disaggregation of rock and displacement of the resultant particles (sediment) usually by the agents of currents such as, wind, water, or ice by downward or down-slope movement in response to gravity or by living organisms (in the case of bioerosion).	CGI/GeoSciML	urn:cgi:classifier:CGI:Event Process:201001:erosion
ep1.2	deposition	Accumulation of material; the constructive process of accumulation of sedimentary particles, chemical precipitation of mineral matter from solution, or the accumulation of organic material on the death of plants and animals.	Neuendorf et al. (2005): 779p.	urn:cgi:classifier:CGI:Event Process:201001: deposition
ep1.2.1	mechanical deposition	process by which material that is being transported as particles by moving air, water, ice, or other fluid comes to rest and accumulates (NADM SLTTs 2004).	NADM SLTTs 2004	urn:cgi:classifier:CGI:Event Process:201001: mechanical_deposition
ep1.2.1.1	Turbidity current deposition	Deposition from a turbulent, low concentration sediment-water mixture	Postma 1986 Geology v. 14 p291-294	urn:cgi:classifier:CGI:Event Process:201001:turbidity_ current_deposition
ep1.2.1.2	debris flow deposition	Laminar high-concentration, generally cohesionless deposition process. Flow types included liquefied flow, fluidized flow, grain flow, traction carpet or modified grain flow.	Postma 1986 Geology v. 14 p291-294	urn:cgi:classifier:CGI:Event Process:201001: debris_flow_deposition
ep1.2.1.3	mass wasting depostion	A general term for the dislodgement and downslope transport of soil and rock material under the direct application of gravitational body stresses. In contrast to other erosion processes, the debris removed by mass wasting is not carried within, on, or under another medium. The mass properties of the material being transported depend on the interaction of the soil and rock particles and on the moisture content. Mass wasting includes slow displacements, such as creep and solifluction, and rapid movements such as rockfalls, rockslides, and cohesive debris flows (Jackson, 1997, p. 392). Includes both subaerial mass-wasting processes and subaqueous mass-wasting processes.	Jackson, 1997; SLTTs 2004; Postma 1986 Geology v. 14 p291-294	urn:cgi:classifier:CGI:Event Process:201001:mass_ wasting_deposition
ep1.2.2	chemical precipita-tion	The deposition of mineral matter by precipitation from solution or as a result of chemical reactions. May be sedimentary or hydrothermal.	Neuendorf et al. (2005); p.779	urn:cgi:classifier:CGI:Event Process:201001: chemical_precipitation
ep1.2.3	organic accumula-	Sediment accumulation of biologically produced organic material, as in bog,	CGI/GeoSciML	urn:cgi:classifier:CGI:Event Process:201001:

	tion	coal swamps.		organic_accumulation
ep1.2.4	biological precipitation	The deposition of minerals from solution by the agency of organisms.	CGI/GeoSciML	urn:cgi:classifier:CGI:Event Process:201001: biological_precipitation
ep2	magmatic process	A process involving melted rock (magma).	CGI/GeoSciML	urn:cgi:classifier:CGI:Event Process:201001: magmatic_process
ep2.1	eruption	The ejection of volcanic materials (lava, pyroclasts, and volcanic gases) onto the Earth's surface, either from a central vent or from a fissure or group of fissures.	Neuendorf et al. (2005): 779 p.	urn:cgi:classifier:CGI:Event Process:201001:eruption
ep2.1.1	pyroclastic eruption	Eruption produced by the generation and rapid expansion of a gas phase that disrupts magma, surrounding wall rock or sediment.	Orton, G.J., 1996. Volcanic environments. 485-567 in Reading, H.G. (ed.), Sedimentary Environments: Processes, Facies and Stratigraphy, Third Edition. Blackwell Science, Oxford.	urn:cgi:classifier:CGI:Event Process:201001:pyroclastic _eruption
ep2.1.1.1	vulcanian eruption	Eruption characterized by the explosive ejection of fragments of new lava, commonly incandescent when they leave the vent but either solid or too viscous to assume any appreciable degree of rounding during their flight through the air. With these there are often breadcrust bombs or blocks, and generally large proportions of ash.	Neuendorf et al. (2005): 779 p.	urn:cgi:classifier:CGI:Event Process:201001: vulcanian_eruption
ep2.1.2	strombolian eruption	Eruption characterized by jetting of clots or "fountains" of fluid, basaltic lava from a central crater.	Neuendorf et al. (2005): 779 p.	urn:cgi:classifier:CGI:Event Process:201001: strombolian_eruption
ep2.2	intrusion	The process of emplacement of magma in pre-existing rock.	Neuendorf et al. (2005): 779 p.	urn:cgi:classifier:CGI:Event Process:201001:intrusion
ep2.3	melting	Change of state from a solid to a liquid.	CGI/GeoSciML	urn:cgi:classifier:CGI:Event Process:201001:melting
ep2.3.1	partial melting	Process of melting involving only some of the mineral phases in a rock, to produce a mixture of melt and residual particles.	Neuendorf et al. (2005): 779 p.	urn:cgi:classifier:CGI:Event Process:201001: partial_melting
ep3	tectonic process	Processes related to the interaction between or deformation of rigid plates forming the crust of the Earth.	CGI/GeoSciML	urn:cgi:classifier:CGI:Event Process:201001: tectonic_process
ep3.1	accretion	The addition of material to a continent. Typically involves convergent or transform motion.	Neuendorf et al. (2005): 779 p.	urn:cgi:classifier:CGI:Event Process:201001:accretion
ep3.2	continental collision	The amalgamation of two continental plates or blocks along a convergent margin.	CGI/GeoSciML	urn:cgi:classifier:CGI:Event Process:201001: continental_collision
ep3.3	continental breakup	Fragmentation of a continental plate into two or more smaller plates; may involve rifting or strike slip faulting.	CGI/GeoSciML	urn:cgi:classifier:CGI:Event Process:201001: continental_breakup

ep3.3.1	rifting	Extension of the crust to form one or more long, narrow graben of regional extent.	Neuendorf et al. (2005): 779p.	urn:cgi:classifier:CGI:Event Process:201001:rifting
ep3.4	transform faulting	A strike-slip fault that links two other faults or two other plate boundaries (e.g. two segments of a mid-ocean ridge). Transform faults often exhibit characteristics that distinguish them from transcurrent faults: (1) For transform faults formed at the same time as the faults they link, slip on the transform fault has equal magnitude at all points along the transform; slip magnitude on the transform fault can exceed the length of the transform fault, and slip does not decrease to zero at the fault termini. (2) For transform faults linking two similar features, e.g. if two mid-ocean ridge segments linked by a transform have equal spreading rates, then the length of the transform does not change as slip accrues on it.	Neuendorf et al. (2005): 779p.	urn:cgi:classifier:CGI:Event Process:201001: transform_faulting
ep3.5	subduction	The process of one lithospheric plate descending beneath another.	Neuendorf et al. (2005): 779p.	urn:cgi:classifier:CGI:Event Process:201001: subduction
ep3.6	spreading	A process whereby new oceanic crust is formed by upwelling of magma at the center of mid-ocean ridges and by a moving-away of the new material from the site of upwelling at rates of one to ten centimeters per year.	Neuendorf et al. (2005): 779 p.	urn:cgi:classifier:CGI:Event Process:201001:spreading
ep3.7	obduction	The overthrusting of continental crust by oceanic crust or mantle rocks at a convergent plate boundary.		urn:cgi:classifier:CGI:Event Process:201001:obduction
ep3.8	orogenic process	Mountain building process.	Neuendorf et al. (2005):	urn:cgi:classifier:CGI:Event Process:201001: orogenic_process
ep4	metamorphic process	Mineralogical, chemical, and structural adjustment of solid rocks to physical and chemical conditions that differ from the conditions under which the rocks in question originated, and are generally been imposed at depth, below the surface zones of weathering and cementation.	CGI/GeoSciML	urn:cgi:classifier:CGI:Event Process:201001: metamorphic_process
ep4.1	alteration	General term for any change in the mineralogical or chemical composition of a rock. Typically related to interaction with hydrous fluids.	Fettes and Desmons, 2007	urn:cgi:classifier:CGI:Event Process:201001:alteration
ep5	deformation	Movement of rock bodies by displacement on fault or shear zones, or change in shape of a body of Earth material.	CGI/GeoSciML	urn:cgi:classifier:CGI:Event Process:201001: deformation
ep5.1	fracturing	The formation of a surface of failure resulting from stress.	CGI/GeoSciML	urn:cgi:classifier:CGI:Event Process:201001:fracturing
ep5.2	faulting	The process of fracturing, frictional slip, and displacement accumulation that produces a fault.	Neuendorf et al. (2005): 779p.	urn:cgi:classifier:CGI:Event Process:201001:faulting

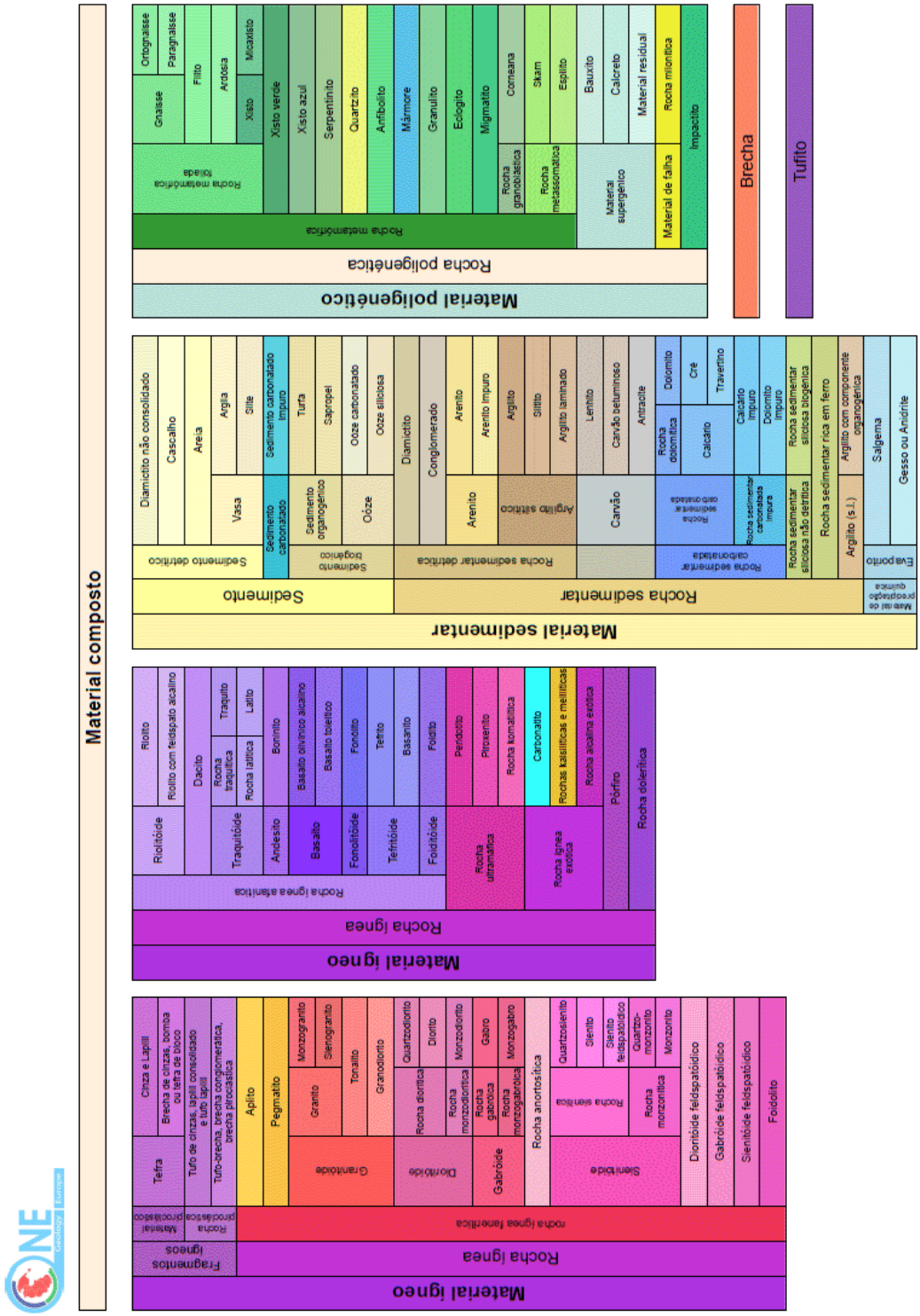
ep6	weathering	The process or group of processes by which earth materials exposed to atmospheric agents at or near the Earth's surface are changed in color, texture, composition, firmness, or form, with little or no transport of the loosened or altered material. Processes typically include oxidation, hydration, and leaching of soluble constituents.	CGI/GeoSciML	urn:cgi:classifier:CGI:Event Process:201001: weathering
ep6.1	frost shattering	Propagation of fractures due to expansion of freezing water in intergranular spaces and fractures in a rock body. Result is mechanical disintegration splitting, or breakup of rock.	Neuendorf et al. (2005): 779p.	urn:cgi:classifier:CGI:Event Process:201001: frost_shattering
ep7	Human activity	Processes of human modification of the earth to produce geologic features.	CGI/GeoSciML	urn:cgi:classifier:CGI:Event Process:201001: human_activity
ep8	bolide impact	The impact of an extraterrestrial body on the surface of the earth.	CGI/GeoSciML	urn:cgi:classifier:CGI:Event Process:201001: bolide_impact
ep8.1	cometary impact	The impact of a comet on the surface of the earth.	CGI/GeoSciML	urn:cgi:classifier:CGI:Event Process:201001: cometary_impact
ep8.2	meteorite impact	The impact of a meteorite on the surface of the earth.	CGI/GeoSciML	urn:cgi:classifier:CGI:Event Process:201001: meteorite_impact

ANEXO 5 - Dicionário de dados referentes às Estruturas

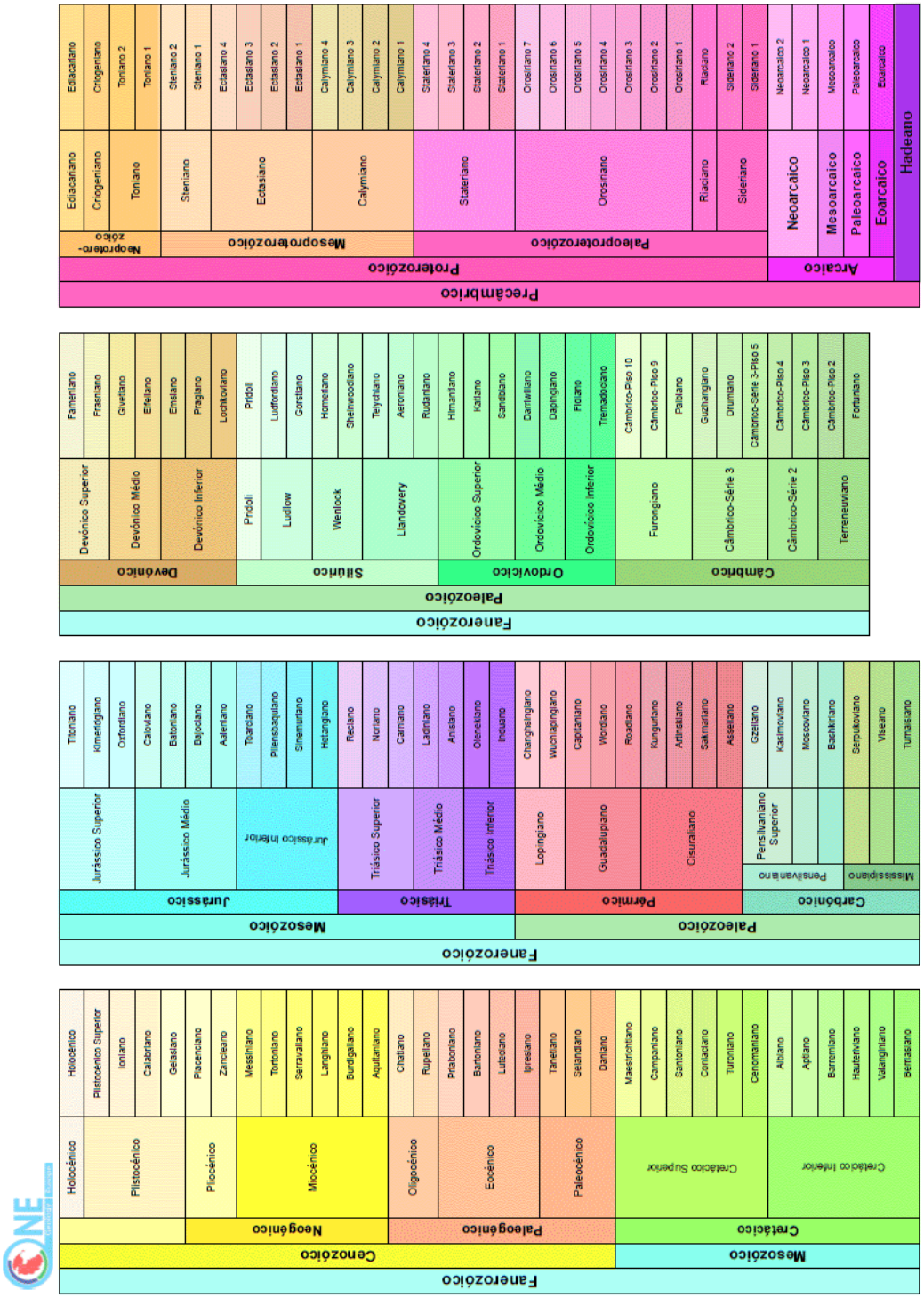
OGE ID	OGE Term	Definition	Source	Complete URN
ft	Fault	A discrete surface, or zone of discrete surfaces, with some thickness, separating two rock masses across which one mass has slid past the other and characterized by brittle deformation.	GeoSciML v2 scope notes	urn:cgi:classifier:CGI:FaultType:201001:fault
ft1	Strike slip fault	Fault with strike-parallel displacement component of slip vector more than 10 times the dip-parallel component of the slip vector at at least one location along the mapped trace of the fault.	CGI/GeoSciML	urn:cgi:classifier:CGI:FaultType:201001:strike_slip_fault
ft1.1	Dextral strike slip fault	Fault with right-lateral strike-parallel displacement component of slip vector more than 10 times the dip-parallel component of the slip vector at at least one location along the fault, and right-lateral displacement over more than half the mapped trace of the fault.	CGI/GeoSciML	urn:cgi:classifier:CGI:FaultType:201001:dextral_strike_slip_fault
ft1.2	Sinistral strike slip fault	Fault with left-lateral strike-parallel displacement component of slip vector more than 10 times the dip-parallel component of the slip vector at at least one location along the fault, and left-lateral displacement over more than half the mapped trace of the fault.	CGI/GeoSciML	urn:cgi:classifier:CGI:FaultType:201001:sinistral_strike_slip_fault
ft2	Reverse fault	Fault with dip-parallel displacement component of slip vector more than 10 times the strike-parallel component of the slip vector at at least one location along the mapped trace of the fault, and the fault dips consistently in the same direction with the hanging wall displaced up relative to the footwall over at least half the mapped trace of the fault.	CGI/GeoSciML	urn:cgi:classifier:CGI:FaultType:201001:reverse_fault
ft2.1	Thrust fault	Fault that dips less than 45 degrees over more than half of the recognized extent of the fault, with a hanging wall displaced from a structurally deeper position relative to footwall rocks.	CGI/GeoSciML	urn:cgi:classifier:CGI:FaultType:201001:thrust_fault
ft2.2	High angle reverse	Reverse fault that dips at least 45 degrees over more than half of its recognized extent, for which slip or separation is not explicitly specified.	CGI/GeoSciML	urn:cgi:classifier:CGI:FaultType:201001:high_angle_reverse
ft3	Normal fault	Fault with dip-parallel displacement component of slip vector more than 10 times the strike-parallel component of the slip vector over more than half recognized extent of the fault, and for which the fault dips consistently in the same direction, and for which the hanging wall has been displaced down relative to the footwall.	CGI/GeoSciML	urn:cgi:classifier:CGI:FaultType:201001:normal_fault

ft3.1	Low-angle normal fault	Fault that dips less than 45 degrees over more than half of the recognized extent of the fault with the hanging wall displaced from a structurally higher position relative to footwall rocks.	CGI/GeoSciML	urn:cgi:classifier:CGI:FaultType:201001:low_angle_normal_fault
ft3.1.1	Detachment fault	A regional-scale, large displacement, low-angle normal fault.	CGI/GeoSciML	urn:cgi:classifier:CGI:FaultType:201001:detachment_fault
ft3.2	High-angle normal fault	Fault that dips at least 45 degrees over more than half of the recognized extent of the fault with the hanging wall displaced from a structurally higher position relative to footwall rocks.	CGI/GeoSciML	urn:cgi:classifier:CGI:FaultType:201001:high_angle_normal_fault
ft4	Oblique slip fault	Fault with slip vector that has ratio of strike-parallel to dip-parallel displacement between 10 to 1 and 1 to 10 at at least one location along the mapped trace of the fault.	CGI/GeoSciML	urn:cgi:classifier:CGI:FaultType:201001:oblique_slip_fault

ANEXO 6 - Legenda adotada para a Litologia



ANEXO 7 - Legenda adotada para a Idade



ANEXO 8 - Legenda adotada para as Estruturas

OneGeology-EuropeID	OneGeology-Europe Term	Symbol [lw = line width in pixel]
ft	Fault	lw 2 px
ft1	Strike slip faul	lw 2 px 8 5
ft1.1	Dextal strike slip fault	lw 2 px 8 5
ft1.2	Sinistral strike slip fault	lw 2 px 8 5
ft2	Reverse fault (no dip)	lw 2 px 2
ft2.1	Thrust fault	lw 2 px 2
ft2.2	High*angle reverse	lw 2 px 2
ft3	Normal fault (no dip)	lw 3 px 3
ft3.1	Low-angle normal fault	lw 3 px 3
ft3.1.1	Detachment fault	lw 3 px 3
ft3.2	High-angle normal fault	lw 3 px 3
ft4	Oblique slip fault	lw 2 px 8 2 2

C&SIG

UNIVERSIDADE NOVA

ISEGI Estatística e Gestão de Informação