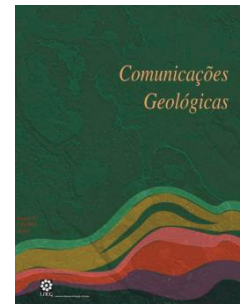


O modelo de dados da Carta Geológica Digital de Portugal

Data model of the Digital Geological Map of Portugal

J. Feliciano¹, E. Pereira¹, A. Francés^{1*}, P. Patinha¹, A. Pereira¹, R. Dias¹



Artigo original
Original article

Recebido em 28/02/2018 / Aceite em 16/12/2019

Publicado em agosto de 2020

© 2020 LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia IP

Resumo: No âmbito da sua missão institucional, é objetivo do Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG) disponibilizar a Carta Geológica Digital de Portugal. Este sistema é suportado por um modelo de dados (MD), tema deste artigo, que implementa o catálogo das unidades geológicas organizado hierarquicamente em 3 níveis. O nível 1, fixo, separa as grandes unidades geotectónicas consensuais. O nível 2, também fixo, define regiões nas quais existem correlações geológicas entre unidades cartográficas. O nível 3, dinâmico, lista hierarquicamente, segundo códigos internacionais, as unidades litoestratigráficas e litodémicas definidas pelo arbítrio dos vários autores. Esta abordagem metodológica privilegia as bases epistemológicas da Cartografia Geológica e minimiza a componente interpretativa. Serve de base para a discussão e fase interpretativa, permitindo a posterior uniformização e harmonização da cartografia geológica contínua. Este MD pode ser complementado com outros MD, tal como o INSPIRE, para produzir e disponibilizar cartografia geológica temática diversa.

Palavras chave: Cartografia geológica digital, modelo de dados, LNEG.

Abstract: The Portuguese Geological Survey (LNEG) aims to provide the Geological Digital Map of Portugal that compiles, in a Geographical Information System (GIS), the published analogical geological maps at several scales and implements the spatial continuity of its geological units. This paper presents the Data Model (DM) that underlies this digital map. The DM is based on two main concepts: (i) methodological, ensuring the systematic organization of the mapped geological units; (ii) epistemological, keeping track of the original information of the geological data. The first, concept is based on a hierarchical and sequential structure of the geological units. The data architecture defines an organized catalog of levels that group each geological entities with common, scale-independent properties. This hierarchical organization implements a tree relational model with: (a) fixed highest levels that list the main geological set; and (b) lowest levels that dynamically incorporate the mapped cartographic units, which can be inserted, changed, replaced or deleted. The second concept, integrates the diversity and heterogeneity of the historical mapping. Operationally, the DM implements a catalog of geological units hierarchically organized in 3 levels. Level 1, which is fixed, differentiates the main consensual geotectonic units of rank 1, identifiable at global scale. Level 2, also fixed, defines regions with specific geological units, which allows to establish geological correlations between these regions. Level 3, dynamic, lists hierarchically, following an international code, the lithostratigraphic and litodemic units defined by the arbitrary of their authors. It is a deliberate option to exclude from the DM any interpretation component (paleoenvironmental, geodynamic, tectonic, metallogenic, etc). Indeed, interpretations are closely linked to the state of the current knowledge, and thus transient. Therefore, the DM

of the Geological Digital Map of Portugal allows the implementation of a hierarchical catalog that integrates the mapped geological units from previous cartography. It defines high rank, fixed levels and low, dynamic rank levels that are opened to modification related with changes in knowledge, namely the reformulation of regional lithostratigraphic and lithodemic units. The interpretative component in the DM structure is minimized to obtain a stable, objective, durable database of geological units. This obtained hierarchical catalog will allow to: (i) implement the spatial continuity of the geological units at several scales; (ii) integrate complementary DM, such as INSPIRE; (iii) produce thematic maps; and (iv) promote the interpretation through the elaboration and discussion of conceptual geological models.

Keywords: Digital Geological Map, data model, LNEG.

¹ Laboratório Nacional de Energia e Geologia - LNEG, Estrada da Portela, Bairro do Zambujal, Apartado 7586 – Alfragide, 2610-999 Amadora, Portugal.

*Autor correspondente/corresponding author: frances.alain@lneg.pt

1. Enquadramento e abordagem conceptual

A Carta Geológica Digital de Portugal compila, em Sistema de Informação Geográfica (SIG), a cartografia geológica existente a várias escalas e apresenta continuidade espacial das unidades geológicas. A integração das unidades geológicas de todo o território num único sistema é possibilitada através de uma legenda geológica comum baseada num modelo de dados (MD) assente em dois conceitos principais: (i) o primeiro, metodológico, que garante a organização sistemática das unidades geológicas cartografadas; e (ii) o segundo, epistemológico, que permite conservar a informação original dos dados geológicos.

A metodologia é baseada na estruturação hierárquica e sequencial das unidades geológicas. A arquitetura dos dados define um catálogo organizado em vários níveis que agrupam, cada um, entidades cartográficas com propriedades comuns, sendo independentes da escala cartográfica. A organização hierárquica estabelece um modelo de relação em árvore, com: (i) níveis superiores fixos que agrupam os grandes conjuntos geológicos; e (ii) níveis de ordem inferior que incorporam as unidades geológicas cartografadas de modo dinâmico, permitindo a integração, modificação, substituição e eliminação de unidades. O segundo conceito,

epistemológico, permite ao MD absorver toda a diversidade e heterogeneidade da cartografia realizada ao longo do tempo. Fruto da produção de cartas a diversas escalas, por diferentes autores, organismos ou entidades, em diversas épocas, é expectável a ocorrência de um mosaico cartográfico muito heterogéneo. Na fase inicial da implementação da Carta Geológica Digital de Portugal, é indicado fazer uma compilação do conhecimento assente na catalogação organizada de unidades já cartografadas. Posteriormente a esta fase, poderão ser resolvidos problemas específicos, designadamente a harmonização de disparidades entre cartas geológicas adjacentes ou entre edições distintas da mesma carta geológica.

2. Níveis de organização do modelo

O levantamento geológico pressupõe, para além da separação objetiva de litologias distintas, um arbítrio dos geólogos na definição de unidades cartográficas, dado que uma unidade geológica, frequentemente, não corresponde a uma única litologia.

Para limitar a influência deste arbítrio de autor na estrutura principal do MD, os níveis superiores de organização são fixos, em número reduzido, e definidos a partir de critérios que gerem amplos consensos.

Nível 1 – Unidades Geotectónicas de primeira grandeza e sua divisão em subunidades (Tab. 1). Separa os grandes conjuntos geológicos de 1ª ordem à escala da superfície do planeta. A este nível, cujas unidades se representam, regra geral, a escalas iguais ou inferiores à escala 1:1 000 000, não há definição de unidades cartografadas de âmbito litodémico ou litoestratigráfico e, portanto, não se coloca a quase inevitabilidade de surgirem diferenças de arbítrio na definição de unidades. Nestes domínios o consenso é o mais alargado possível.

Nível 2 - Domínios geográficos de correlação geológica. Este segundo nível, também geral, incorpora um processo fundamental em Cartografia Geológica de grandes áreas: a correlação. Assim sendo, o MD deve considerar a existência de diversas regiões com geologias

distintas entre si, ou seja, deve considerar os processos de correlação geológica. O nível de correlação geológica situa-se entre o nível de consenso geral correspondente às unidades geotectónicas e os níveis de organização de unidades cartográficas (litoestratigráficas e litodémicas).

Nível 3 – Unidades cartografadas. A natureza arbitrária da definição de unidades é integrada no nível inferior do catálogo, dinâmico, que compila as unidades cartografadas segundo as convenções internacionais (*e.g.* North American Commission on Stratigraphic Nomenclature NACSN, 2005). A partir daqui, as diversas unidades cartografadas podem organizar-se por tipos (litoestratigráficas ou litodémicas) e respetiva hierarquia, segundo as normas internacionais (NACSN, 2005). A codificação de cada unidade permite integrar o respetivo grau hierárquico, e a sua manipulação e processamento em SIG.

Finalmente, cumpre dizer que as unidades geológicas cartografadas numa dada área, consideradas individualmente ou no seu conjunto, podem ser sujeitas às mais variadas interpretações (paleoambientais, geodinâmicas, tectónicas, metalogenéticas, etc.). Constitui opção deliberada do presente MD não considerar qualquer aspeto interpretativo. Porque mais voláteis no tempo, a incorporação de quaisquer elementos interpretativos no MD significaria, inevitavelmente, dificuldades de aplicação ou rápida obsolescência.

3. Discussão e conclusão

O MD da Carta Geológica Digital de Portugal possibilita a implementação de um catálogo hierárquico com todas as unidades previamente cartografadas. Define à partida os níveis fixos e os níveis que devem ficar abertos a sucessivas alterações promovidas pelo avanço do conhecimento, nomeadamente a reformulação de litoestratigrafias ou litodemias regionais. Na definição dos três principais níveis organizacionais, a influência do conhecimento interpretado é minimizada. As interpretações, por melhor fundamentadas que sejam, são fortemente influenciáveis pelo estado atual do conhecimento e, portanto, transitórias. O catálogo hierarquizado das unidades geológicas servirá de base a: (i) a

Tabela 1. Níveis fundamentais do modelo de dados da Carta Geológica Digital de Portugal.

Table 1. Fundamental levels of the Data model of the Digital Geological Map of Portugal.

NÍVEL 1	Unidades Geotectónicas de 1ª ordem Grandes conjuntos geológicos à superfície do planeta							
Nível 1a	Bacias sedimentares				Substrato ígneo-metamórfico			
Nível 1b	Bacias de margem continental	Bacias continentais		Cinturões móveis, orógenos		Núcleos estáveis, cratões		
NÍVEL 2	Domínios Geográficos de Correlação Geológica Regiões para estabelecimento de correlações geológicas entre unidades cartográficas							
Nível 2a	Zonas geográficas							
Nível 2b	Sectores e sub-sectores geográficos							
NÍVEL 3	Unidades cartografadas Tipos e hierarquia de unidades definidas e cartografadas							
	Unidades subsector A1	Unidades subsector A2	Unidades subsector B1	Unidades subsector B2	Unidades subsector B3	–	–	Unidades subsector n

harmonização e uniformização da cartografia geológica de modo a obter a continuidade espacial das unidades; (ii) a integração com MDs complementares, tais como o INSPIRE (UE, 2007); (iii) a produção de cartografia temática; e (iv) a fase interpretativa e elaboração e discussão de modelos conceptuais geológicos.

O MD foi implementado numa base de dados espacial, estando em fase final de preenchimento com as unidades cartografadas (nível 3) previamente compiladas por geólogos especialistas nos vários sectores definidos no nível 2 (domínios geográficos de correlação geológica). A atribuição dos códigos aos polígonos correspondentes às unidades geológicas cartografadas está a ser realizada às escalas 1:25 000 e 1:200 000, estando previsto disponibilizar um protótipo desta cartografia na Internet através de serviços de mapas via geoportal do LNEG (<http://geoportal.lneg.pt/>) em 2020.

Agradecimentos

Os autores agradecem a contribuição dos geólogos do LNEG na discussão do modelo de dados e na compilação das unidades geológicas.

Referências

- NACSN, 2005. North American Stratigraphic Code. *AAPG Bulletin* **89**: 1547-1591. doi: 10.1306/07050504129.
- UE, 2007. União Europeia - Diretiva 2007/2/EC do Parlamento Europeu e do Conselho, de 14 de Março [estabelece uma infraestrutura de informação geográfica na Comunidade Europeia (INSPIRE)]. *Jornal Oficial da União Europeia*. **L 108** de 25/04/2007, 1-14. Disponível em <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX%3A32007L0002>. Acesso em fevereiro de 2018.