

## **Cartografia Hidrogeológica 1/200.000 – Conhecimento actual da Folha 2 (Alto Douro e Trás-os-Montes)**

A. P. Pereira<sup>1\*</sup> & R. Santos<sup>1α</sup>

<sup>1</sup> Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG)

\*ana.pereira@lneg.pt / <sup>α</sup>renata.santos@lneg.pt

**Resumo:** Uma das actividades nucleares do Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG) é a cartografia hidrogeológica do País na escala 1/200.000.

A cartografia hidrogeológica é uma forma sintética de representação do conhecimento hidrogeológico numa dada região e consiste na identificação, caracterização e cartografia de aquíferos. A informação contida nessas cartas deverá ser uma ferramenta de apoio às tomadas de decisão das entidades locais e nacionais gestoras da água e contribuir para um adequado Planeamento e Ordenamento Territorial.

Neste trabalho, apresenta-se o estado actual do Projecto de Cartografia Hidrogeológica, à escala 1/200.000 - Folha 2, que compreende a área de Alto Douro e Trás-os-Montes.

**Palavras-chave:** Mapas hidrogeológicos; Gestão de águas subterrâneas, metodologia.

**Abstract:** One of the nuclear activities of the National Laboratory for Energy and Geology (LNEG) is the hydrogeological mapping 1/200.000-scale of the country.

The hydrogeological mapping is a synthetic form of representation of the hydrogeological knowledge of a region and consists in the identification, characterization and mapping of aquifers. The information contained in these maps should be a tool to support decision making of the water management authorities and contribute to a proper land-use planning.

In this paper, we present the current status of the draft hydrogeological mapping, scale 1/200.000 – Folha 2, which comprises the area of Alto Douro and Trás-os-Montes.

**Keywords:** Hydrogeological maps; groundwater management; methodology

---

### **INTRODUÇÃO**

A cartografia hidrogeológica é uma representação gráfica do inventário sistematizado e centralizado de dados geológicos e hidrogeológicos e consiste numa sobreposição de mapas temáticos. Esta representação deve reflectir o conhecimento hidrogeológico actual de uma região e ser uma ferramenta de apoio às entidades com responsabilidade no planeamento, ordenamento e gestão do território e, também, um instrumento de partida para trabalhos de investigação

A cartografia hidrogeológica desenvolvida no LNEG acompanha o desenvolvimento do projecto de cartografia geológica da Instituição na escala 1/200.000.

A informação hidrogeológica é disponibilizada no Geoportal do LNEG, nos capítulos de Hidrogeologia das Notícias Explicativas da Carta Geológica do País na escala 1/50.000 e na Cartografia Hidrogeológica na escala 1/200.000.

Neste trabalho, apresenta-se o estado actual dos trabalhos de hidrogeologia que estão a decorrer na área da Folha 2 da Carta Hidrogeológica de Portugal com vista à sua publicação.

### **METODOLOGIA**

A metodologia utilizada na elaboração dos Mapas Hidrogeológicos pelo LNEG e pelas suas entidades antecessoras tem evoluído com o progresso tecnológico e com o aparecimento de novas ferramentas, nomeadamente, os sistemas de informação geográfica (SIG).

A preparação da carta hidrogeológica desenvolve-se em várias etapas, iniciando-se pela compilação de informação geológica e hidrogeológica de diversas origens, integração da informação em bases de dados georreferenciadas, interpretação de toda a informação disponível.

O trabalho de campo (inventário de pontos de água subterrânea, amostragem de águas, ensaios hidrogeológicos, etc.) é imprescindível em hidrogeologia para obter informações hidrogeológicas básicas para a caracterização dos aquíferos. É a etapa mais prolongada que exige muitos recursos financeiros, materiais e humanos e requer planeamento a longo prazo.

Para além desta informação, é necessário interpretar e incluir dados de topografia, geologia, geologia estrutural, climatologia, hidrologia, etc.

Todos estes dados são sintetizados em mapas temáticos (unidades hidrogeológicas, permeabilidade e produtividade aquífera, individualização de aquíferos, caracterização hidrogeoquímica, etc.) e irão constituir as diferentes camadas de informação ("layers") da carta hidrogeológica.

## **ESTADO DE ARTE DA CARTOGRAFIA DA FOLHA 2**

A área da Folha 2 da Carta Hidrogeológica, à escala 1/200.000, abrange parte da região do Alto Douro e Trás-os-Montes e compreende 41 concelhos (12 apenas parcialmente), 94 cartas militares (na escala 1:25000) e 27 cartas geológicas (na escala 1:50000).

Do ponto de vista climático esta região apresenta um clima diversificado devido à barreira montanhosa formada pelas serras do Gerês, Marão, Alvão e Barroso, de orientação NE/SW que são um obstáculo à passagem das massas de ar atlânticas. Esta barreira provoca um efeito de diferenciação climática entre o sector ocidental e oriental da região que se traduz no sector oriental numa diminuição da precipitação e aumento da amplitude térmica anual.

Relativamente à geologia, a grande complexidade geológica desta área torna difícil a sua simplificação ou o seu agrupamento em formações geológicas com afinidade hidrogeológica. Foi feita uma tentativa de conversão das unidades geológicas em unidades hidrogeológicas; primeiro foram diferenciadas em quatro grandes unidades hidrogeológicas tendo em conta a sua origem. Seguidamente para a subdivisão dessas grandes unidades, de modo a conseguir agrupar litologias com características hidroquímicas e hidráulicas semelhantes, aplicaram-se diferentes critérios. Assim, (1) os depósitos de cobertura foram subdivididos tendo em conta o critério granulométrico e a percentagem da fracção argilosa; (2) para as unidades metassedimentares foram utilizados critérios litológicos (quartzitos, gnaisses, anfíbolitos, xistos, etc.) e tectonoestratigráficos; (3) nos granitóides, os critérios de divisão foram composicional, deformacional e granulométrico e, por fim, (4) Filões e massas.

Em termos de hidrogeologia, esta carta hidrogeológica ainda está em fase de trabalho de campo. Há dados do inventário de pontos de água desde 1983 mas até 2008 esse inventário foi efectuado com vista à publicação dos capítulos de hidrogeologia das notícias explicativas das cartas geológicas 1/50.000. Actualmente, existem 836 pontos de água inventariados mas as restrições orçamentais e a escassez de recursos humanos não tem permitido realizar o inventário de forma sistemática como é desejável.

A informação obtida em relatórios de furos e estudos hidrogeológicos efectuados na área tem sido analisada e incorporada nas bases de dados do LNEG. Há, contudo, ainda grandes áreas com insuficiência ou mesmo sem dados hidrogeológicos.

Os recursos hidrogeológicos (águas minerais naturais e águas de nascentes) e geotérmicos serão também inventariados e incluídos na carta hidrogeológica.

A avaliação preliminar da produtividade feita a partir de registos de caudal de 115 nascentes e 146 furos demonstra que, nas nascentes, qualquer que seja a litologia, a mediana do caudal é de 900L/h. Já para os furos, em granitos e metassedimentos, obtiveram-se valores de mediana de caudal de 1980L/h e 4500L/h, respectivamente. O maior caudal assinalado na área da folha é de 266400L/h e foi registado num furo que atravessa calcários perto da aldeia de Cova da Lua (Bragança).

Na caracterização hidrogeoquímica, pretende-se determinar as características físico-químicas da água associada a uma litologia ou grupos litológicos com afinidade hidrogeológica e, também, a sua qualidade. Para essa caracterização, dispõe-se, até ao momento, de 453 análises laboratoriais. A diversidade de metodologias analíticas seguidas ao longo dos tempos (de 1983 a 2013) e os diferentes objectivos na recolha de dados faz com que os parâmetros analisados não sejam sempre os mesmos. Desde 2010, com o intuito de caracterizar os valores de base do fundo geoquímico, o LNEG, além da componente maioritária e parâmetros físico-químicos, incluiu na análise laboratorial a determinação analítica de alguns metais (Mn, Fe, As, Li), uma vez que esta região possui recursos e ocorrências minerais significativas e disseminadas por todo o território.

A aquisição de novos aparelhos de campo permitiu aumentar o número de parâmetros determinados no campo, designadamente o OD, ORP, alcalinidade,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ .

A análise estatística preliminar dos dados analíticos disponíveis permite concluir, a partir dos valores da mediana dos parâmetros físico-químicos, que na área da Folha 2 as águas são geralmente brandas, pouco mineralizadas e com pH ligeiramente ácido a neutro. Quando se faz o agrupamento da amostragem por grupos litológicos, verifica-se que, independentemente da litologia, o bicarbonato é o anião dominante. O sódio é preponderante sobre os outros catiões nas águas de granitos, enquanto nas águas de metassedimentos e dos filões e massas o cálcio é o catião dominante seguido do magnésio.

As águas provenientes de granitos apresentam valores de pH mais baixos e condutividade eléctrica e mineralização total menor.

Os filões e massas, possivelmente devido às mineralizações associadas, apresentam os valores mais elevados de mineralização total e de condutividade eléctrica. De salientar que, devido ao reduzido número de amostras, a análise estatística das águas captadas em depósitos cenozóicos e filões e massas é meramente indicativa.

A análise da componente vestigiária detectou a presença de arsénio, manganês, alumínio e ferro em algumas amostras.

#### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A conclusão dos trabalhos e a publicação da Folha 2 está dependente dos recursos humanos e financeiros que serão afectos a este projecto de cartografia.

Prevê-se, no próximo ano, a continuação do trabalho de campo de modo a colmatar as lacunas de informação.

Paralelamente, o trabalho de gabinete consistirá na contínua integração de dados, na sua análise e, no desenvolvimento dos modelos matemáticos, a serem utilizados em ambiente SIG, que permitirão a representação cartográfica das características hidrogeológicas da área.