

Contribuição da geologia para o estudo da subsidiência mineira na mina de carvão de Germunde (NW de Portugal)

A geological contribution to the research on mining subsidence at the Germunde coal mine (NW of Portugal)

CHAMINÉ, H. I. & BRAVO SILVA, P.

Apresenta-se neste trabalho um estudo geológico de pormenor relativo à subsidiência mineira provocada pela exploração de carvão na Mina de Germunde (Bacia Carbonífera do Douro, NW de Portugal). Os autores analisam e discutem os diferentes aspectos litológicos e estruturais que condicionam a localização das descontinuidades induzidas pela subsidiência, que afloram à superfície do terreno.

Palavras Chave: Germunde (Portugal), Carbonífero Superior, Bacia do Douro, Bacia Carbonífera do Douro, Zona Centro-Ibérica, Subsidiência Mineira, Descontinuidades.

The aim of this paper is to present a detailed geological research of the mining subsidence induced by exploitation of the Germunde Coal Mine (Douro Coalfield, NW of Portugal). The authors analyse and discuss the different lithological and structural aspects that control the location of mining subsidence discontinuities appearing at ground surface.

Key words: Germunde (Portugal), Upper Carboniferous, Douro Basin, Douro Coalfield, Central-Iberian Zone, Mining Subsidence, Discontinuities.

CHAMINÉ, H. I. (Geólogo Estagiário na Empresa Carbonífera do Douro em 1990 e 1991. Actualmente no Departamento de Minas da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, R. dos Bragas, 4099 Porto, Portugal). BRAVO SILVA, P. (Geólogo na Empresa Carbonífera do Douro, Germunde-Pedorido, 4550 Castelo de Paiva, Portugal).

SÍNTESE GEOLÓGICA REGIONAL

Enquadramento Geológico

A Mina de Carvão de Germunde, situada no noroeste do território Português, integra-se na Bacia do Douro que corresponde a uma estreita faixa de terrenos do Carbonífero continental, com orientação geral NW-SE. Trata-se de uma bacia de sedimentação de carácter intramontanhoso, localizada na Zona Centro-Ibérica da Cadéia Hercínica.

A Bacia do Douro está datada, a partir dos elementos paleoflorísticos (WAGNER & SOUSA, 1983) e dos elementos paleozoológicos (EAGAR, 1983) como Estefaniano C inferior.

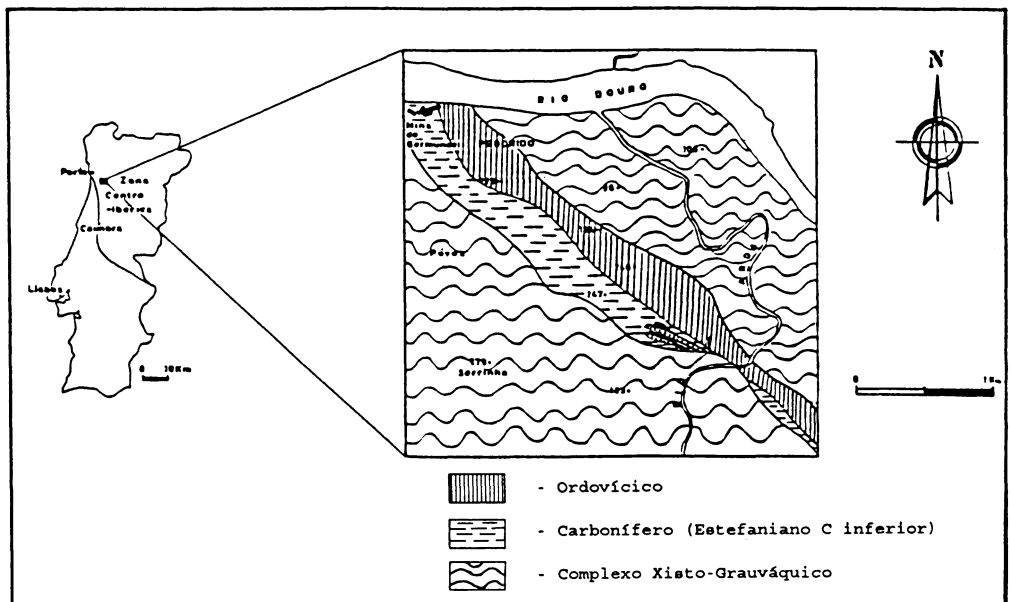
No sector em estudo, Germunde-Arda, a Bacia Carbonífera do Douro encontra-se limitada, a nordeste, pelas formações do Ordovícico inseridas no flanco inverso do Anticlinal de Valongo, e a sudoeste, pelos

terrenos do Câmbrio e/ou Precâmbrio superior («Complexo Xisto-Grauváquico») (Fig. 1).

O contacto geológico entre o Carbonífero e o «Complexo Xisto-Grauváquico» corresponde aparentemente a uma discordância estratigráfica, ao passo que o limite geológico entre o Carbonífero e o Ordovícico se faz por falha inversa que provocou o cavalgamento da Bacia Carbonífera pelos terrenos do Paleozóico inferior (PINTO DE JESUS, 1987).

Estrutura Geral

O Sulco Dúrico-Beirão constitui uma zona de cisalhamento complexa, originada nas fases precoces de deformação da Orogenia Hercínica e sucessivamente reactivada nas fases tardias. No sector em estudo, esta zona de cisalhamento comporta-se como uma falha dúctil com deslizamento oblíquo, de desligamento esquerdo e cavalga-



Desenho: Jorge Barbosa (ECD)

Fig. 1. Enquadramento Geológico da Bacia Carbonífera do Douro (Sector Germunde-Arda) (BRAVO SILVA & CHAMINÉ em impressão).

mento para o sudoeste (WAGNER *et al.*, 1984).

Acidentes de direcção NW-SE acompanham a Bacia Carbonífera do Douro em toda a sua extensão, coincidindo, em parte, com a superfície axial do Anticlinal de Valongo. Outro importante sistema, de orientação NE-SW, com desligamentos esquerdos, é praticamente perpendicular ao anterior.

Segundo WAGNER *et al.* (1984), distinguem-se nos terrenos do Carbonífero, sector de Germunde, duas escamas tectónicas: (a) a escama superior, constituída pelos complexos de carvão 3 e 4, com deformação interna mais intensa; (b) a escama inferior, constituída pelos complexos de carvão 1 e 2, com deformação interna muito menos intensa.

O jazigo de carvão de Germunde apresenta uma geometria irregular, com camadas lenticulares muito inclinadas, o que vem dificultar os trabalhos subterrâneos da exploração, reflectindo-se também no tipo de aluimento manifestado à superfície (Fig. 2).

A SUBSIDÊNCIA MINEIRA NA ÁREA DE GERMUNDE

Desde meados do século passado, e em particular nas áreas das minas de carvão da Europa, que ocorrem movimentos de terrenos a várias escalas.

No caso particular da Mina de Carvão de Germunde, a subsidência mineira induzida pelas aberturas subterrâneas da exploração, é caracterizada pela ocorrência de planos de deslocamento (designados vulgarmente por descontinuidades ou «quebras») que afloram à superfície do terreno.

O acompanhamento das subsidências é de primordial importância, pois traduz a necessidade de cartografar os efeitos superficiais provocados pelas escavações mineiras subterrâneas, tendo em vista a protecção das estruturas existentes (habitações, redes de

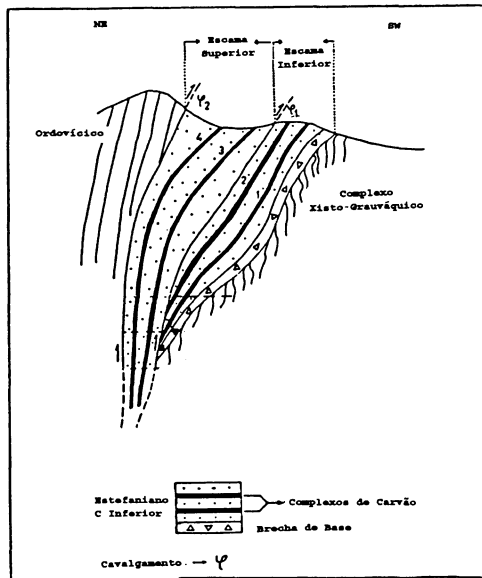


Fig. 2. Corte geológico esquemático da Bacia Carbonífera do Douro no Sector de Germunde (WAGNER *et al.*, 1984, simplificado).

abastecimento de água e electricidade, vias de comunicação, terrenos agrícolas, etc.). Assim, todos os dados recolhidos constituem informações essenciais para a minimização dos danos materiais e humanos (Fig. 3).

Como exemplo do registo de subsidências na área de Germunde, apresenta-se a evolução do fenómeno observável ao longo dos vários perfis topográficos para a medição do aluimento dos terrenos, através das curvas de isovelocidades de subsidências da superfície na área de Germunde (Fig. 4) e de um corte geológico de um perfil de medições de subsidência (Fig. 5).

ASPECTOS GEOLÓGICOS RELATIVOS À SUBSIDÊNCIA MINEIRA

Os estudos de geologia de superfície (BRAVO SILVA & CHAMINÉ, 1991) desenvolvidos, permitiram destacar que a posição de grande parte das descontinuidades



Fig. 3. Efeitos de uma descontinuidade («*Quebra Vertical*») numa habitação na área de Germunde (perfil S de subsidências).

des observadas no terreno sofreu um controlo geológico-estrutural que se materializa pelo diferente comportamento geomecânico dos materiais relativamente aos esforços induzidos pela subsidência. Tal evidência refere-se em termos de uma adaptação das descontinuidades a qualquer plano de anisotropia previamente existente (contactos geológicos, planos de xistosidade, falhas) (Fig. 6).

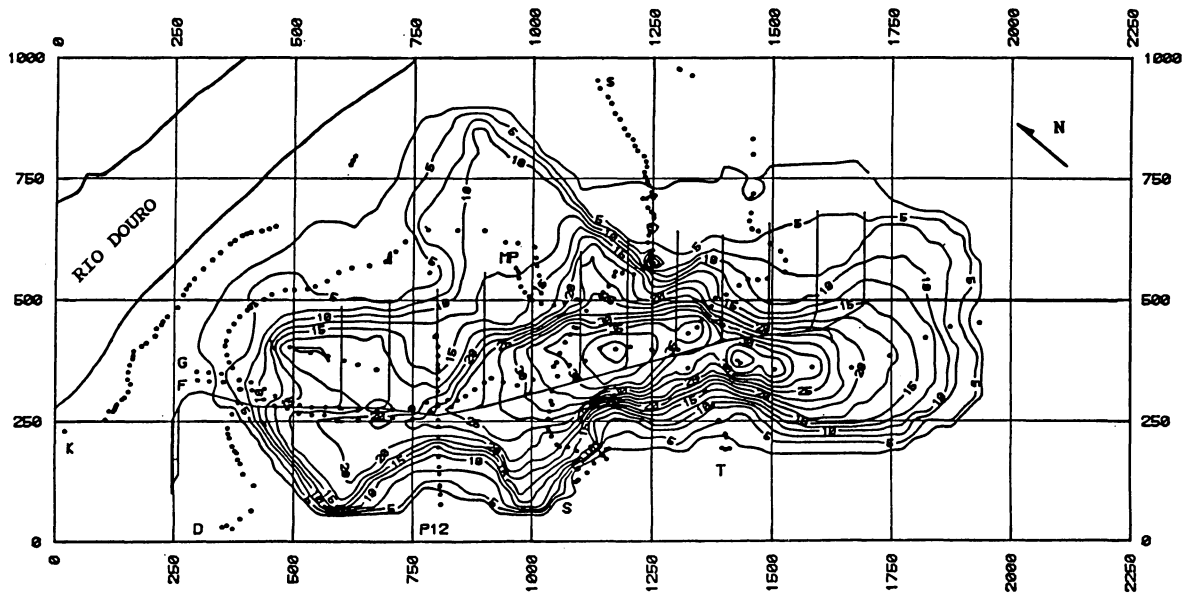
A investigação levada a cabo na área Germunde-Arda aponta para as seguintes considerações de índole geológica (CHAMINÉ, 1992; CHAMINÉ & BRAVO SILVA, 1992; BRAVO SILVA & CHAMINÉ, em impressão):

1. Admite-se que as descontinuidades ocorrentes nos terrenos do Carbonífero tenham a sua justificação na exploração do 1.º, 2.º e 3.º complexos de camadas de carvão, respectivamente. Por outro lado, a designada «*Quebra Vertical*» (Q.V.) constitui uma

extensa descontinuidade, que ocorre nos terrenos do Ordovícico, de orientação média NW-SE concordante com o alinhamento geral do importante cisalhamento da Bacia Carbonífera do Douro. Para NORONHA & FERREIRA (1989) tal descontinuidade terá ocorrido como consequência directa da exploração global dos quatro complexos de carvão. As observações de geologia de superfície parecem, aliás, corroborar estas afirmações, uma vez que as descontinuidades que aparecem nos terrenos do Carbonífero se localizam, preferencialmente, a tecto de cada complexo de carvão.



2. Existe uma relação entre o sistema de fracturação regional, observado em fotografia aérea, e a localização de algumas descontinuidades aflorantes à superfície do terreno. É de salientar o desvio da orientação principal média das descontinuidades (NW-SE), que se vão aproximando localmente daquelas fracturas regionais.

CURVAS DE ISOVELOCIDADES DE SUBSIDÊNCIAS (mm/Mês) no período entre Novembro 1990 e Novembro de 1992



- As coordenadas da origem (0,0) correspondem às coordenadas geodésicas (177855.344, 453199.500)
- Na fronteira do domínio foi atribuído o valor zero para a velocidade de subsidência

Escala 1 cm. = 100 METROS

-  Galerias e Travessas do 7º Piso da Mina de Germunde
-  Marcos topográficos de leituras das subsidências

(Adaptado do Arquivo da ECD)

Fig. 4. Mapa de isovelocidades de subsidência da superfície na área de Germunde.

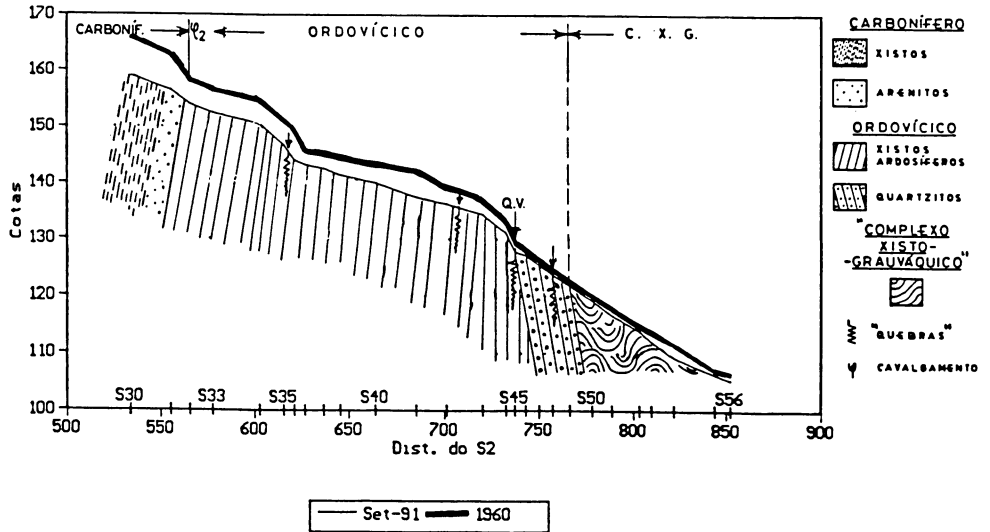


Fig. 5. Corte topográfico e geológico de um perfil de medições de subsidência (perfil S) (adaptado de BRAVO SILVA & CHAMINÉ, 1991).

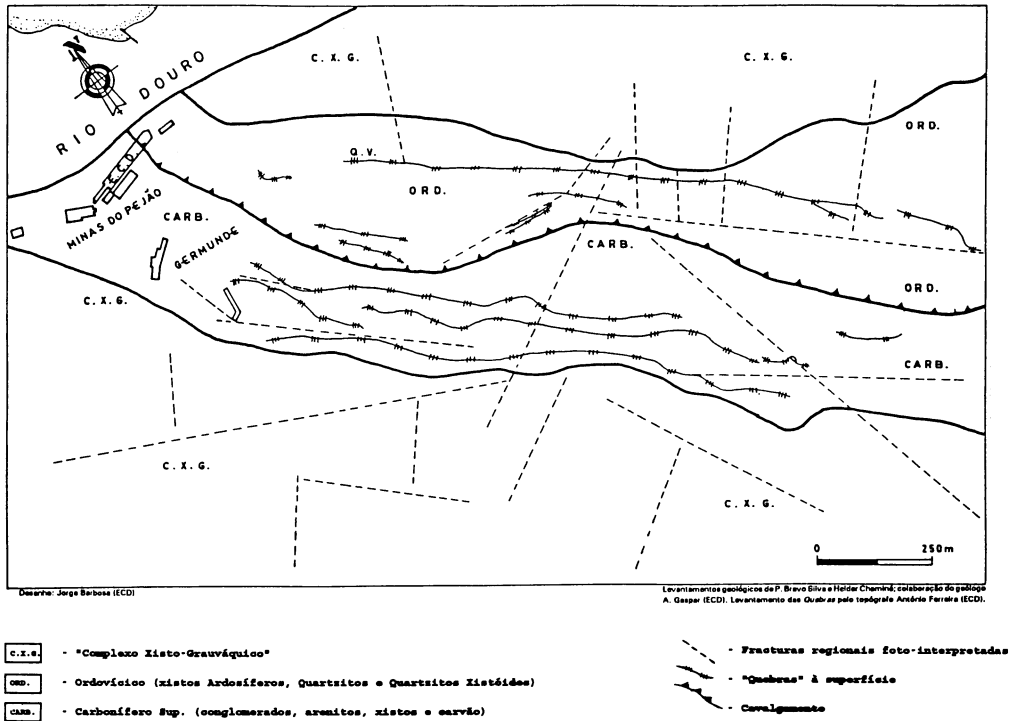


Fig. 6. Esboço geológico da superfície (sector Germunde-Serrinha) (BRAVO SILVA & CHAMINÉ, *em impressão*).

3. Os terrenos do Ordovícico, devido à sua heterogeneidade litológica, apresentam comportamentos geomecânicos distintos. Os contactos entre as diferentes formações com nítidos contrastes de competência, funcionam como planos de anisotropia favoráveis à instalação das descontinuidades induzidas pela subsidência.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os elementos geológico-estruturais analisados permitiram constatar a existência de uma estreita relação entre a geologia de superfície e a posição no terreno das descontinuidades provocadas pela subsidência. O interesse da investigação aqui apresentada reside, fundamentalmente, em constituir uma base para posteriores estudos geológico-mineiros com vista a uma revisão da evolução dos aluimentos dos terrenos, considerando sobretudo o impacto ambiental

do fenómeno nas áreas vizinhas à exploração mineira.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho insere-se num projecto de investigação levado a cabo pela Empresa Carbonífera do Douro (ECD), em colaboração com o Instituto Superior Técnico (IST), e foi patrocinado pela Comunidade Europeia do Carvão e do Aço (CECA), ao abrigo da Convenção N.º 7220-AD-761.

São devidos agradecimentos ao Eng. Carlos Arrais (ECD), pelas facilidades e apoio concedidos; aos Profs. Engenheiros Mello Mendes e Dinis da Gama (IST) e ao Doutor Eurico Pereira (SGP), pelos esclarecimentos prestados no decurso da investigação; aos Técnicos da ECD e demais trabalhadores da Empresa, por toda a colaboração dispensada.

BIBLIOGRAFIA

- CHAMINÉ, H. I. (1992). Mina de Carvão de Germunde. Contribuição da Geologia para o estudo da Geomecânica e da Subsidência Mineira. Relatório de Estágio Profissionalizante. 128 pp.; 11 anexos. *Faculdade Ciências Universidade Porto/ Empresa Carbonífera do Douro*. (Relatório não publicado).
- CHAMINÉ, H. I. & SILVA, P. B. (1992). Contribuição da Geologia de Superfície no Estudo da Subsidência Mineira na Mina de Carvão de Germunde (NW de Portugal). XIV Reunión de Xeoloxía e Minería do NO Peninsuar. *Resumes*. p. 8-13. *Lab. Xeol. Laxe*. Coruña.
- EAGAR, R. M. C. (1983). The Non-Marine Bivalve Fauna of the Stephanian C of North Portugal. *In*: SOUSA, M. J. L. & OLIVEIRA, J. T. (eds.) - The Carboniferous of Portugal. *Mem. Serv. Portg.*, N.º 29, p. 179-185. Lisboa.
- JESUS, A. P. (1987). Bassin Houiller du Douro (NW de Portugal). Stratigraphie et Contrôle Tectonique de la Genèse et de l'Évolution. *Ann. Soc. Géol. Nord*. T. CVI. p. 209-217. Lille.
- NORONHA, J. & FERREIRA, A. (1989). Notas sobre Exploração/Subsidências. *Empresa Carbonífera do Douro*. (Relatório interno).
- SILVA, P. B. & CHAMINÉ, H. I. (1991). Levantamento Geológico de Superfície dos Perfis de Subsidência (Sector Germunde-Serrinha). 23 pp.; 5 anexos. *Empresa Carbonífera do Douro*. (Relatório interno).
- SILVA, P. B. & CHAMINÉ, H. I. (em impressão). A Subsidência Mineira na Mina de Carvão de Germunde. Contribuição da Geologia de Superfície. *Geologos*. N.º 1. *Mus. Lab. Geol. Min. Fac. Cien. Porto*.
- WAGNER, R. H.; RIBEIRO, A. & SOUSA, M. J. L. (1984). A Bacia Carbonífera do Douro. Reinterpretação da Geologia do Sector Germunde-Choupelo. Recomendações para a Investigação Geológico-Mineira deste Sector e de Sectores Anexos. 17 pp. Fornelo. (Relatório inédito).
- WAGNER, R. H. & SOUSA, M. J. L. (1983). The Carboniferous Megaflores of Portugal - A Revision of Identifications and Discussion of Stratigraphic Ages. *In*: SOUSA, M. J. L. & OLIVEIRA, J. T. (eds.) - The Carboniferous of Portugal. *Mem. Serv. Geol. Portg.* N.º 29. p. 127-152. Lisboa.

Recibido, 3-IV-93
Aceptado, 10-VI-93