

MARTIM PORTUGAL V. FERREIRA  
Coordenação

# A Geologia de Engenharia e os Recursos Geológicos

VOL. 2 • RECURSOS GEOLÓGICOS E FORMAÇÃO



Coimbra • Imprensa da Universidade

## A UTILIZAÇÃO DA MICROSCOPIA DE MINÉRIOS, SEU DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO

O. C. GASPAR<sup>1</sup>

**PALAVRAS-CHAVE:** microscopia de minérios, história, metalogenia, mineralurgia.

**KEY WORDS:** ore microscopy, development, metallogeny, ore dressing.

### RESUMO

A primeira observação de minerais opacos por microscopia óptica de reflexão reporta-se a 1808, tendo sido realizada em amostras de meteoritos por Widmanstätten. O facto, tardio, deveu-se à dificuldade em construir um microscópio óptico que permitisse observações em luz polarizada reflectida e à escassa compreensão das propriedades da cristalografia óptica dos minerais opacos. A partir dos anos sessenta do século XX, uma acção internacionalmente concertada entre microscopistas de minérios conduziu à criação da Commission on Ore Microscopy (COM), no âmbito da (IMA). O avanço tecnológico no domínio da electrónica possibilitou o aparecimento de vários equipamentos de microanálise tais como a microsonda (MSE) e os microscópios electrónicos de transmissão e varrimento, que vieram suprir alguns constrangimentos inerentes aos estudos por microscopia óptica. Contudo, como tem sido ultimamente enfatizado que a observação por microscopia óptica das texturas mineralógicas, apesar das dificuldades que a sua interpretação possa colocar, permanece como único meio susceptível de discriminar as relações dos minerais com os fluidos que os originaram, bem como identificar a natureza do metamorfismo sofrido ao longo da sua história geológica. A microscopia de minérios tem-se revelado ainda um meio eficaz na definição tipológica dos minérios e de controlo tecnológico do seu processamento.

---

<sup>1</sup> Rua Marechal Saldanha, 935-2º Dt., 4100-659 Porto. e-mail: orlando.gaspar@netcabo.pt

## **ABSTRACT: Scientific and technological developments of ore microscopy**

Windmanstätten carried out the very first microscopic observations on opaque minerals in 1808 on samples from meteorites. The delay was due both to the poor knowledge of the optical properties of opaque minerals and to the technological difficulties in developing an optical microscopic that could allow observations using polarized light.

Since 1962, the IMA/Commission on Ore Microscopy (now Commission on Ore Mineralogy) has been doing an excellent job, by improving both the knowledge of the properties of ore minerals, and organizing international Advanced and Short Courses in many countries. Although the electron microprobe (EMP) and the electron microscope have been today routinely used in the study of ore minerals, the role of the optical microscope still remains an irreplaceable one. We do agree with Paul Barton's statement that "Textures (defined as the spatial relations within and among minerals and fluids, regardless of scale or origin) provide a means to sort out and identify successive states. In fact, it is the pattern of evolution of those states that enable us to deduce the processes" (BARTON, 1991). Moreover the efficiency of ore processing is affected by ore textures, because the same mineral commonly has different textures and varies in chemical composition. Therefore a relationship between textures of the feed ores and middlings must be established for all ore types defined at the deposit scale.

## **INTRODUÇÃO**

O aparecimento relativamente tardio da observação microscópica dos minerais opacos por microscopia óptica de reflexão deveu-se às iniciais dificuldades em construir um microscópio que permitisse observações em luz polarizada reflectida, e também à escassa compreensão da cristalografia óptica dos minerais fortemente absorventes. As primeiras observações foram efectuadas com microscópios normalmente usados em biologia, ou mais frequentemente em metalurgia.

No que respeita à óptica cristalográfica em luz reflectida, a sua quantificação coloca ainda alguns problemas, pelo que os estudos de microscopia de minérios se baseiam-se em larga medida na experiência e aptidão do observador, nomeadamente no que respeita à sensibilidade óptica e memória visual, e implicam ainda um conhecimento detalhado das formas de intercrescimento que ocorrem nos diferentes tipos de minérios. A existência, no local de trabalho, de uma colecção de superfícies polidas de amostras de referência é pois uma exigência.

## OS PRIMEIROS ESTUDOS CIENTÍFICOS PELA MICROSCOPIA DE MINÉRIOS

O primeiro relato sobre estudos de minerais opacos por microscopia em luz reflectida reporta-se às observações feitas por Widmanstätten em 1808, numa amostra de meteorito. Contudo, foi só a partir de 1906 que a microscopia de minérios começou a ser reconhecida como disciplina de interesse científico e tecnológico, o que se deveu à publicação de diversos trabalhos, nomeadamente o estudo microscópico sistemático dos minérios de Sudbury efectuados por CAMPBELL e KNIGHT (1906). Eles permitiram identificar que o níquel estava predominantemente ligado às exsoluções de pentlandite que ocorrem na pirrotite. Para além da melhor compreensão da mineralogia e paragénese dos minérios, tiveram uma importância crucial no estabelecimento do esquema de beneficiação dos minérios, com vista à sua metalurgia. Inovadores foram também os trabalhos de Hans SCHNEIDERHÖHN (1922) que, com o apoio da Comissão de Preparação de Minérios, da Sociedade Alemã de Minas e Metalurgia, e da firma Ernst Leitz, publicou um manual, nele estabelecendo normas para a sistematização das observações mineralógicas em luz reflectida, não só dos minérios, mas também dos produtos resultantes do seu tratamento industrial. Em princípios dos anos trinta, Hans SCHNEIDERHÖHN e Paul RAMDOHR publicaram o que pode considerar-se como o primeiro tratado sobre os estudos de microscopia de minérios. Os dois volumes que constituem a obra foram editados separadamente, em 1931 e 1934, totalizando 1.026 páginas e 387 gravuras, com o habitual rigor e detalhe dos investigadores alemães.

A colaboração científica estabelecida nos anos trinta, e ininterruptamente continuada durante 32 anos entre Hans SCHNEIDERHÖHN e o físico Max BEREK – que tal como aquele era à data professor na Universidade de Berlim e consultor científico da empresa Ernest Leitz – foi decisiva não só para o fabrico de um microscópio de luz incidente polarizada, mas também para o desenvolvimento da física óptica dos minerais fortemente absorventes (BEREK, 1931a, 1931b, 1934, 1937 e 1953).

H. Schneiderhöhn publicou o seu segundo manual em 1952, que inclui tabelas destinadas à identificação dos mais frequentes minerais opacos, formas mais habituais de ocorrência e texturas características dos diferentes tipos de jazidas minerais. As tabelas foram elaboradas a partir da observação de 6.000 superfícies polidas, então existentes no museu do Instituto de Mineralogia da Universidade de Freiburg. Os muitos milhares de superfícies polidas de amostras colhidas nos jazigos de minérios mundialmente significativos, estudadas e catalogadas em fichas manuscritas por H. SCHNEIDERHÖHN e P. RAMDOHR são um acervo científico impressionante dos laboratórios da Universidades onde leccionaram.

Paul RAMDOHR, que cedo começou a revelar-se um mineralogista de excepção, demonstrando simultaneamente uma enorme aptidão para os estudos de microscopia de minérios, iniciou nos anos vinte uma actividade que irá terminar apenas com a

sua morte em 1985, aos 95 anos, largamente documentada numa impressionante série de publicações sobre microscopia de minérios provenientes de amostras de todos os jazigos mundialmente significativos. As duas últimas décadas da sua vida dedicou-as como Professor *emeritus* da Universidade de Heidelberg, a estudos de mineralogia cósmica, nomeadamente de meteoritos e amostras das rochas colhidas na Lua pelas missões Apolo. A sua obra tem contudo como expoente o seu tratado *Die Erzminerale und ihre Verwachsungen (Os minérios e seus intercrescimentos)*, que permanece como a “bíblia” dos estudiosos da microscopia de minérios, tendo sido traduzido para o russo (1962), chinês (1964) e inglês (1969).

Obviamente que investigadores originários de outros países, nomeadamente dos Estados Unidos da América, Inglaterra, Austrália e França e União Soviética, se interessaram pelos estudos microscópicos de minérios. Para além dos estudos de CAMPBELL e KNIGHT (1906), W. LINDGREN publicara em 1905 algumas observações sobre os minérios de cobre de Clifton Morenzi. Trabalhos considerados marcos históricos, podem citar-se os de DAVY & FAHRMAN (1920), ORCEL (1925, 1927), CAPDECOMME (1938), SHORT (1940), CAPDECOMME & ORCEL (1941), FOLENSBEE (1949), EDWARDS (1954), BOWIE (1954, 1958, 1967), BOWIE & TAYLOR (1957), HALIMOND (1957), BOWIE & HENRY (1957), CAMERON (1961), MAUCHER (1961), OELSNER (1961), SCHOUTEN (1965), PILLER (1967), UYTENBOGAARDT & BURKE (1971), GALOPIN & HENRY (1972), PICOT & JOHAN (1977), CRAIG & VAUGHAN (1981), SPRY & GEDLINSKE (1987) e CRIDDLE & STANLEY (1993).

#### A COMMISSION OF ORE MICROSCOPY (IMA/COM)

O problema da quantificação das propriedades ópticas dos minérios foi considerado à partida como um dos mais importantes, já que as identificações microscópicas se baseavam em critérios essencialmente comparativos, relativamente às cores, reflectâncias e até às chamadas durezas de polimento dos minérios mais frequentes e facilmente identificáveis minérios, que serviam como padrões de referência. Estes critérios estavam à partida inquinados por uma apreciável subjectividade, em resultado das diferenças de sensibilidade óptica do observador, do equipamento utilizado, das variações da composição química dos minerais e até mesmo dos métodos utilizados no desbaste e polimento das amostras.

As primeiras medidas microfotométricas dos minérios foram efectuadas por ORCEL (1927), utilizando uma célula fotoelétrica. Ela não possuía contudo uma igual sensibilidade de detecção para todos os comprimentos de onda do espectro visível, obstáculo que posteriormente viria a ser resolvido com a utilização do fotomultiplicador de electrões (SHAW, 1953). Impunha-se porém a necessidade de normalizar os procedimentos laboratoriais na obtenção das medidas, definir e

calibrar os padrões de referência e, ainda, senão unificar, pelo menos aproximar os processos de preparação de amostras. Obviamente que a prossecução destes intentos só seria possível através da concertação dos procedimentos através de uma comissão internacionalmente reconhecida.

Assim nasceu em 1962 a Commission on Ore Microscopy (COM), durante a realização da Assembleia Geral da International Mineralogical Association (IMA), que teve lugar em Washington (USA), sendo nomeados como primeiros presidente e secretário, respectivamente, Wilhelm Uytenbogaart e Stanley H. U. Bowie. A primeira reunião formal da COM veio a ter lugar em Díli (Índia), em 1964, onde foram discutidas como tarefas prioritárias: a selecção e calibração dos padrões de referência, bem como os valores dos comprimentos de onda utilizados na definição das curvas de reflectâncias ao longo do espectro visível (GASPAR, 1970). A firma Zeiss fabricou e procedeu à calibração dos padrões de medida sob a orientação de Horst Piller, seu colaborador, tendo os procedimentos sido estabelecidos tomando como base os trabalhos desenvolvidos, nomeadamente por BOWIE (1954, 1958, 1967, 1967b), HALIMOND (1957), PILLER (1967, 1977, 1980), BOWIE, VOKES & FONT-ALTABA (1971), HENRY (1977, 1980) GALOPIN & HENRY (1980) e CRIDDLE (1980).

A obra de referência no que respeita à classificação dos minérios segundo os espectros de reflectância é a terceira edição das tabelas *Quantitative Data File for Ore Minerals*, editada por CRIDDLE & STANLEY (1993).

Desde a sua origem, foram eleitos como membros da direcção da COM, mineralogistas consagrados que dedicaram, ou ainda dedicam, grande parte da sua vida científica ao estudo dos minérios, tais como W. Uytenbogaart, (Holanda), Stanly Bowie (Inglaterra), Frank Vokes (Noruega), George Desborough (EUA), Font-Altaba, Eugen Stumpfl (Áustria), Bernard Cervelle (França), David Vaughan (Inglaterra), Louis Cabri (Canadá), Alain Criddle (Inglaterra), sendo o actual presidente da COM Roland Merkle (RAS).

Os resultados da investigação desenvolvida pela COM, deram lugar a uma série de importantes publicações (PILLER, 1966; FONT ALTABA, 1970; UYTENBOOGARD & BURKE, 1971; HENRY, 1977; BOWIE & SIMPSON, 1977, BERNHARDT, 1978, 1980, 1982; ATKIN & HARVEY, 1979; LEONARD, 1979, 1977 e 1980; CRIDDLE, 1980; SIMPSON & AULD, 1980; KÜHNET, PRINS & ROORDA, 1980; CABRI, 1981; BOWIE, CERVELLE & CRIDDLE, 1983; CRIDDLE & STANLEY 1986 e 1993, SPRY & GEDLINSKE, 1987).

## A MUDANÇA DE DESIGNAÇÃO DA COM

No decurso da reunião da IMA/COM, na Bulgária (Varna, 1982), foi discutida uma proposta apresentada por Bernard Cervelle, no sentido de a designação da

COM ser alterada, procurando manter o acrónimo original. Na verdade, o avanço tecnológico nos domínios da electrónica tinha já possibilitado o fabrico de equipamentos analíticos que abriram novos horizontes à investigação científica nos domínios da mineralogia, mudando o enquadramento científico em que ela tinha sido contextualizada à data da criação da Commission on Ore Microscopy. A mudança de designação para Commission on Ore Microscopy foi pois consensual.

Embora a mineralogia de minérios seja utilizada em estudos que cobrem largos domínios das Ciências da Terra, um diminuto valor tem sido atribuído ao seu ensino nas Universidades, especificamente no que concerne a compreensão das observações por microscopia óptica. Daí ter-se a COM vindo a empenhar-se na realização de Reuniões Regionais, Cursos de Verão, Workshops e Advanced Courses. Devido ao interesse dos ensinamentos professados nessas reuniões internacionais a Mineralogical Association of Canada publicou dois importantes volumes sobre *Short Courses* realizados naquele país, editados por J. L. JAMBOR & D. J. VAUGHAN (1990) e por L. J. CABRI & D. J. VAUGHAN (1998). Ambos contêm uma preciosa informação sobre estudos dos minérios, nos domínios da microscopia e fotometria ópticas, química cristalográfica, análise de imagens ópticas e electrónicas, catodoluminiscência, e até sobre a preparação de amostras para estudos avançados de microscopia de minérios e técnicas analíticas, tais como a microsonda e microscopia electrónicas, micro-PIXE e SIMS.

#### A ADMISSÃO DE PORTUGAL COMO MEMBRO DA IMA/COM

A não existência em Portugal de qualquer associação de mineralogistas inviabilizou inicialmente a inscrição do País como membro da IMA, e consequentemente da COM. Graças aos contactos existentes entre o Laboratório do SFM, a Geochemical Division of Institute of Geological Sciences (UK) e o Departamento de Mineralogia da Universidade de Cambridge, o problema foi inicialmente superado, através da intervenção pessoal de Stanley Bowie, Director da Geochemical Division (IGS) e então Secretário da COM, e ainda de Norman Henry, da Universidade de Cambridge. A partir de 1967 foi-nos permitida a presença nas reuniões formais, regionais e nos *Advanced* and *Short Courses* organizados pela COM, na qualidade de observador.

O processo de admissão de Portugal como membro efectivo da COM, tendo-se iniciado em 1968, passou pela criação do Grupo Português de Mineralogia em 1974 e veio a finalizar-se somente em 1982, data em que Portugal foi reconhecido como membro oficial (IMA).

A movimentação que iniciou o processo da criação de um Grupo Português de Mineralogia, resultante da exigência estatutária da IMA para que Portugal pudesse

ser admitido oficialmente como membro, só foi possível com o apoio dos Colegas dos Laboratórios de Técnicas Físico-Químicas Aplicadas à Mineralogia e de Estudos Petrológicos e Palentológicos, da então Junta de Investigações do Ultramar (entre os quais nunca é demais destacar a acção dos Doutores J. Lima-de-Fariado e Maria Ondina Figueiredo); do Laboratório de Mineralogia do Instituto Superior Técnico; do Departamento de Geologia da Universidade de Lisboa; do Centro de Estudos Pedológicos do Instituto Superior de Agronomia; do Laboratório da Direcção de Prospeccção e Exploração Mineira da Junta de Energia Nuclear e dos Museus e Laboratórios Mineralógicos e Geológicos das Universidades do Porto e de Coimbra.

A formação do Grupo Português de Mineralogia, no seio da Sociedade Geológica de Portugal, deveu-se à disponibilidade e ao dinamismo dos seus então dirigentes Professores Fernando Real e Britaldo Rodrigues, no sentido de que os estatutos da SGP fossem modificados, por forma a contemplar a constituição, no seu seio, de Grupos das diferentes especialidades das Ciências da Terra, tendo o Grupo Português de Mineralogia o primeiro a ser constituído.

Entre os eventos mais importantes organizados em Portugal, no âmbito das actividades da IMA/COM, destacamos os dois Advanced Courses que tiveram lugar no Laboratório da Amieira (S. Mamede de Infesta). O primeiro realizou-se em Junho de 1972, subordinado ao título “Curso de Microscopia de Reflexão e seus Métodos Quantitativos”, tendo participado como professores e instrutores Norman Henry, do Departamento de Mineralogia da Universidade de Cambridge; Alan Criddle, do Departamento de Mineralogia do British Museum (Natural History); Peter Simpson, do Institute of Geological Sciences (UK); Claude Lévy, J. M Malézieu e Pás-de-Loupe da Universidade Marie Curie, Paris VI; Roy Philips, da Universidade de Durham (UK); René Caye, do BRGM (France) e Horst Piller da firma Zeiss GmbH (Alemanha).

O segundo curso, “Modern Approaches to Ore and Environmental Mineralogy”, realizou-se em Setembro de 1997. Foi frequentado por 42 alunos provenientes de 10 países e teve em conta a introdução e evolução das recentes técnicas laboratoriais, agora utilizadas no âmbito mais lato das investigações mineralógicas da COM. O curso teve a participação, como leitores, de David Vaughan e Kate Wright, do Departamento de Geologia da Universidade de Cambridge; Alan Criddle, Chris Stanley e Chris Hayward, do Departamento de Mineralogia do Natural History Museum de Londres; Louis Cabri e Rolando Lastra, do CANMET, Canadá; John Jambor, da Universidade de Waterloo, Canadá; Pertti Lamberg, da Outokumpu, Finlândia); Kari Kojonen, dos Serviços Geológicos da Finlândia; Eric Pirard, da Universidade de Liège, Yves Moëlo do CNRS, França e Orlando Gaspar do Laboratório da Amieira. Os textos das lições teóricas e práticas deste Curso foram editados por GASPAR (1997).



## OS ESTUDOS DE MICROSCOPIA E PETROLOGIA APLICADOS AOS MINÉRIOS PORTUGUESES

No que respeita a Portugal, a introdução e utilização sistemática da microscopia de minérios deve-se ao Professor J. M. Coteló Neiva, que cedo reconheceu a imprescindibilidade da sua utilização nos seus estudos de metalogenia dos minérios portugueses, realizados no âmbito da sua vida académica e como consultor do Serviço de Fomento Mineiro, da então Direcção Geral de Minas e Serviços Geológicos. Alguns dos trabalhos, são ainda hoje referências obrigatórias da metalogenia portuguesa (Ver Bibliografia). Ao Professor Coteló Neiva se deve ainda em 1957 o início da formação em petrologia e microscopia de minérios no Laboratório do SFM, que a par das actividades analíticas de minerais e rochas, também por ele inicialmente introduzidas e dinamizadas, se desenvolveram como principais actividades laboratoriais, até à inauguração das novas instalações do Laboratório de S. Mamede de Infesta em 1963.

A disponibilidade dos então responsáveis pela Direcção-Geral de Minas e Serviços Geológicos e do Laboratório do Serviço de Fomento Mineiro, bem como a atribuição de bolsas para estágios pós-graduação pelas Fundações Calouste Gulbenkian e Alexander von Humboldt, iriam permitir-nos adquirir no Instituto de Mineralogia e Génese de Jazigos Minerais da Faculdade de Engenharia de Minas, da Universidade Técnica de Aachen (Alemanha), desde Outubro de 1961 até fins de 1964, uma formação científica na área da mineralogia e metalogenia. Foi ainda durante esse período que tivemos o privilégio de trabalhar com Paul Ramdohr, então Professor *emeritus* na Universidade de Heidelberg sobre a microscopia dos minérios do jazigo de Terramonte.

Em 1965 a reestruturação do Laboratório do SFM contemplou a formação de uma Divisão de Mineralogia que foi dotada com o mais moderno equipamento existente à data, necessário aos estudos mineralógicos, nos quais se inclui o dos estudos de microscopia qualitativa e quantitativa de minérios (GASPAR, 1970).

Com o início dos trabalhos do Professor Coteló Neiva, que datam da criação do SFM em 1939, o Laboratório do SFM foi, em Portugal, o único no qual a investigação nos domínios da microscopia de minérios aplicada à mineralogia, prospecção e beneficiação de minérios foi mantida de uma forma continuada até 1999, sob a forma de execução de projectos próprios ou em colaboração com Laboratórios e empresas mineiras, quer nacionais quer estrangeiras. Desta actividade apenas se referem na Bibliografia uma pequena parcela dos trabalhos publicados (GASPAR, 1984, 1987, 1981, 1994, 1996, 1997 e 2002; GASPAR & PINTO, 1991, 1993a e 1993b; SOLOMON & GASPAR, 2001; SOLOMON, TORNOS & GASPAR, 2002). Através dela, ou através do sistema de dados existente na Biblioteca do Laboratório, em S. Mamede de Infesta, o Leitor interessado poderá ter acesso a informações complementares.

Particularmente importantes consideram-se ainda os trabalhos desenvolvidos na definição tipológica dos sulfuretos maciços da Faixa Piritosa Ibérica, no âmbito dos estudos metalogenéticos e no controlo mineralógico dos processos de concentração por flutuação do Cu, Zn, Pb e Sn que deram lugar à apresentação de 36 Comunicações Científicas e a publicação de 46 trabalhos em revistas científicas nacionais e internacionais. A publicação “Microscopia e petrologia de minérios aplicadas à génese, exploração e mineralurgia dos sulfuretos maciços dos jazigos de Aljustrel e Neves-Corvo” (GASPAR, 1999) é uma síntese do trabalho realizado ao longo de mais de quarenta anos na área da microscopia aplicada à metalogenia e mineralurgia dos sulfuretos maciços da Faixa Piritosa Ibérica, que resultou da elaboração de centenas de relatórios internos.

## CONCLUSÕES

A mineralogia, que foi e será sempre uma disciplina importante na área das Ciências da Terra, manteve durante muito tempo os seus fundamentos numa sistematização segundo as estruturas e composições dos minerais. Porém, como PUTNIS (1995) acentua na sua “Introduction to Mineral Sciences”, essa aproximação taxonómica já não satisfaz por si só às interrogações actualmente colocadas pelos mineralogistas que se dedicam à evolução do nosso planeta.

Actualmente, a maior parte da investigação mineralógica desenvolve-se primordialmente ao nível do comportamento das estruturas e das composições químicas dos minerais, no contexto da evolução dos processos a que são submetidos ao longo da sua história geológica.

Os avanços alcançados na recente investigação mineralógica devem-se em grande parte ao desenvolvimento de novas técnicas instrumentais sofisticadas e exigem uma transversalidade de conhecimentos que os chamados Departamentos de Geologia das universidades portuguesas não sabem ou não estão interessados a transmitir. Os avanços na chamada irão contribuir para uma acrescida informação, a uma escala que os geólogos não estão habituados. Embora atentos a esta rápida evolução do conhecimento científico dos materiais, importa contudo não esquecer que o geólogo-mineralogista não é um analista de materiais produzidos por um processo tecnológico controlável.

Mais frequentemente do que o desejável, este fenómeno é frequentemente olvidado, por (más) razões que nos parecem óbvias. Essas mesmas razões fazem com que os dados laboratoriais obtidos nos mais sofisticados equipamentos sobre uma determinada espécie mineralógica sejam omissos quanto a uma detalhada caracterização do contexto mineralógico a que ela está indelevelmente associada.

Muito embora as texturas (ou formas de intercrescimentos minerais, como queiram chamar-lhe) coloquem frequentemente dificuldades na sua interpretação,

parece-nos importante ter em mente a afirmação do conhecido experimentalista Paul BARTON, Jr. (1991): “Textures (defined as the spatial relations within and among minerals and fluids, regardless of scale or origin) provide a means to sort out and identify successive states. In fact, it is the pattern of evolution of those states that enable us to deduce the processes”. CRAIG (2001), que tal como BARTON dedicou grande parte da sua investigação à mineralogia experimental, de forma idêntica afirmou: “Each texture tells a tale with regard to origin, use, and future of metal-bearing phases. Understanding these tales requires careful sampling, preparation, analysis, and interpretation”.

Será necessário juntar a estas palavras algo mais, em defesa da imprescindibilidade do uso rotineiro da microscopia óptica de minérios?

#### **APELO AOS JOVENS MINERALOGISTAS PORTUGUESES**

Devido ao facto de a Sociedade Geológica de Portugal e o seu Grupo de Mineralogia terem ambos sofrido há largos anos um “eclipse total” e porque, tanto quanto sabemos, nenhum dos delegados às diversas Comissões, com excepção do da COM, estar a exercer efectivamente qualquer actividade nas Comissões da IMA para as quais foram eleitos, quando da criação do Grupo de Mineralogia da SGP, tememos que a IMA cumpra as ameaças repetidamente feitas de que Portugal, por imposição estatutária, resultante ainda do atraso de pagamento das cotas, perca a sua qualidade de membro daquela Associação. As cotas foram, inicialmente, escrupulosamente pagas pelo observador por Portugal junto da IMA e mais tarde pelo INIC, graças à intervenção dos Professores Britaldo Rodrigues e Portugal Ferreira. Deixaram de o ser quando a última Direcção eleita do Grupo de Mineralogia resolveu unilateralmente cessar toda a sua actividade.

Pelo respeito que devemos a nós próprio, e à simpatia e compreensão dos Colegas estrangeiros ligados à IMA/COM, que inocentemente julgavam resultar apenas da situação política então existente o isolamento de Portugal na Comunidade Científica, parece-nos ser um dever não deixar que o que foi construído com esforço e carinho pelos iniciais responsáveis pela formação do Grupo Português de Mineralogia e da Sociedade Geológica de Portugal se perca.

#### **AGRADECIMENTOS**

Ao Professor Doutor Cotelo Neiva devo a minha iniciação e o gosto pela microscopia de minérios.

## BIBLIOGRAFIA

- ATKIN, B. P. & HARVEY, P. K. (1979) – Nottingham Interactive System for Opaque Mineral Identification. *Trans. Inst. Min. Metall.* 88, 1324-1327, London.
- BARTON, P. B. Jr. (1991) – Ore textures: problems and opportunities. *Mineral. Mag.*, 55, 303-315. London
- BEREK, M. (1931a) – Das problem der quantitativen Mikroskopie der Erz mineralien und seine Lösung, zugleich ein Beitrag zu den Erscheinungen der Reflexion der lichtet an anisotropen absorbierenden Kristallen, *Zeit. Krist. Min.*, Band 76 und 77, Berlin.
- (1931b) – Elementare Einführung in die Optik absorbierender kristalle und in die Methodik ihrer Bestimmung im reflektierten licht. *Cent Min. Abst.*, A.
- (1934) – Anleitung zur optischen Untersuchung mit dem Polarisationsmikroskop, Verlag Jäneche, Leipzig.
- (1937) – Optische Messmethoden im polarisierten Auflicht in Sonderheit zur Bestimmung der Erzminerale mit einer Theorie der Optik absorbierender Kristalle. *Fortshr. Miner. Kristallogr. Petrogr.*, Band 22, p. 1-104, Berlin.
- (1953) – Anleitung zu optischen Untersuchungen mit dem Polarisationsmikroskop. E. Schweizerbartsche Verlagsbuchan, Stuttgart.
- BERNHARDT, H.-J. (1982) – Ein einfaches Verfahren für die Erzmineral-diagnose mittels Reflexionsspektren. *Newes Jb. Mineral. Mh.*, 241-247.
- BOWIE, S. H. U., (1954) – Reflectivity measurements by electric cell photometer. *Mineral. Soc.*, N° 87, London.
- (1958) – A system of ore mineral identification. *Min. Mag.*, Vol.99, 265-277, London.
- (1967a) – The photometric measurement of reflectivity. *Min. Mag.*, Vol. 31, 476-486, London.
- (1967b) – Microscopy: Reflected Light – Physical Methods in Determinative Mineralogy. Ed. J. Zussman, Academic Press, N. York.
- BOWIE, S. H. U. & HENRY, N. F. M. (1964) – Quantitative measurements with the reflecting polarizing microscope. *Tans. Inst. Min. Metall.*, Vol. 73, 467-478.
- BOWIE, S. H. U. & TAYLOR, K. (1957) – Ore mineral identification simplified. *Nature*, Vol.179, 628-629.
- BOWIE, S. H. U., VOKES, F. M. & FONT-ALTABA, M. (1971) – Edit Commission On Ore Microscopy. Minutes of Meeting of the IMA/ COM, *Econ. Geol.* 60, 1326-1329.
- BOWIE, S. H. U. & SIMPSON, P. R. (1977) – Microscopy: reflected light. *Physical Methods in Determinative Mineralogy*. Ed. Zussman; Academic Press, London.
- BOWIE, S. H. U., SIMPSON, P. R. & (1980) – An index for the IMA/COM quantitative data file, in Sulphosalts, Platinum Minerals and Ore microscopy, *Proc. XI IMA Meeting, Novosibirsky. Academy of Scences USSR*, 287-304.
- CABRI, L. J. (1981) – The Platinum Group Minerals, in *Platinum-Group Elements: Mineralogy, Geology, Recovery*, CIM Special Vol. 23, Chapter 7. Montreal.
- CABRI, L. J. & VAUGHAN, D. J., EDIT. (1998) – Modern Approaches to Ore and Environmental Mineralogy. *Short Courses Series*, 7, Min. Ass. of Canada, Ottawa.
- CABRI, L. J. & GASPAR, O. C., LASTRA R. & MCMAHON G. (1998) – Distribution of gold in rich-tin samples from the Corvo Orebody, Portugal. *Canad. Mineralogy*, 36, 1347-1360.
- CAMPBELL, W. E & KNIGHT, A. (1906) – A microscopic examination of the cobalt nickel arsenides and silver deposits of Temiscaming. *Econ. Geol.* 1, p.767-776.
- CAPDECOMME, L., (1938) – Recherches sur les pouvoirs reflécteurs en moyen du microscope. *Bull Soc. Franç. Min.*, 61, 5-118, Paris.

- CAPDECOMME, L. & ORCEL, J. (1941) – Determinations des propriétés optiques à l'aide du microscope métallographique polarisant, *Rev Optique*, 20, 47-114.
- CERVELLE, B. & CRIDDLE, A. J. (1983) – An appeal for reflectance data on opaque minerals for the QDF. *Min. Mag.*, 47, 568, 568: *Can. Min.*, 21, 717; *Bull. Mineral Spp.*, 106, 62.
- CRAIG, J. R. (2001) – Ore-mineral textures and the tales they tell. Plenary address delivered at the 17<sup>th</sup> General Meeting of IMA, Toronto. +*Canad. Mineral.*, Vol. 39, Part 4, 937-956.
- CRAIG, J. R. & VAUGHAN, D. J. (1981) – *Ore microscopy and Ore petrology*, Wiley.
- CRIDDLE, A.J. (1980a) – IMA/COM report on Symbols and definitions. *Canad.Min.*, Vol. 18, 553-558.
- CRIDDLE, A.J.(1980b) – Editorial policy for the second issue of the IMA/COM Quantitative Data File. *Can. Mineral*, 18, 549-551.
- CRIDDLE, A.J. & STANLEY, C. J. (1986) – The Quantitative Data File for Ore Minerals. British Museum (Natural History), 420 Files, London.
- CRIDDLE, A.J. & STANLEY, C. J. (1993) – Quantitative Data File for Ore Minerals. Chapman & Hall, London.
- DAHMS, A. & MACKOWSKY, M. Th. (1950) – Neues Verfahren zur Bestimmung des Reflexionsvermögens der Kohlen. *Brennstoff-Chem.*, 31, 129-138.
- DAVY, W. M. & FAHRNAM, C., M., (1920) – *Microscopic examination of the ore minerals*, McGraw Hill, New York.
- EDWARDS, A. B., (1954) – Textures of the ore minerals and their significance. *Australasian Instit. Min. Metall.*, Melbourne.
- FOLENSBEE, R. E., (1949) – Determination of the reflectivity of the ore minerals. *Econ. Geol.*, 44, 424-436.
- HENRY, N. M. F. (ed.) (1977) – Commission on Ore Microscopy: Microscopy: IMA/COM Quantitative Data File (first issue). Applied Mineralogy Group, Mineralogical Society, London.
- HENRY, N. M. F. (1980) – IMA/COM Report on Symbols and definitions. *Canadian Mineralogist*, Vol. 18, 549-551.
- GALOPIN, R. & HENRY, N. F. M. (1972) – *Microscopic study of opaque minerals*. W. Heffer and Sons., Cambridge.
- GASPAR, O. C. (1970) – Um pouco acerca da história e do interesse científico e tecnológico da microscopia de minérios, a propósito do 80º aniversário natalício de Paul Ramdohr. *Bol. Minas*, V. 6, Nº 4, D.G. Minas S. Geol., Lisboa, 10 p.
- (1996) – Microscopia de petrologia de minérios aplicadas à génese, exploração e mineralurgia dos sulfuretos maciços dos jazigos de Aljustrel e Neves – Corvo, dos Estudos Notas e Trabalhos do IGM, Tomo 38, 195 p., Porto.
- (1997) – Modern Approaches to ore and environmental mineralogy. Edit Laboratório do IGM, S. Mamede de Infesta.
- (2002) – Mineralogy and sulfide mineral chemistry of the Neves-Corvo ores, Portugal: insight into their genesis. *The Canad. Min.* Vol. 40, 611-636, Montreal.
- HALIMOND, A. F. (1957) – Direct measurements of the standard reflectances with the microphotometer. *Min. Mag.*, 31, 487-494, London.
- JAMBOR, J. L. & VAUGHAN, D. J. edit. (1990) – Short Courses on Advanced Microscopic Studies of Ore Minerals. Vol. 17, 426 p., Mineral. Assoc., Canada.
- LEONARD, B. F. (1979) – Index to the reflectance and microindentation hardness of ore minerals in the IMA/COM, Q D F. U.S.G.Survey. Open-File Report 79-658. Boulton.
- LINDGREN, W., (1905) – The copper deposits of Clifton Morenzi Distrit, Arizona. U, S. Geol. Survey, Prof. Paper, 43. Colorado

- MAUCHER, A. (1961) – Bildkartei der Erzmikroskopie (Fototeca de La Minerografia). Teil. I, II und III. Umschau Verlag. Frankfurt am Mein.
- NALDRETT, T. (2002) – A message from Tony Naldrett President of IMA. Bull. Mineral. Soci., N° 134, p. 2, August, London.
- NEIVA, J. M. C., (1944a) – Épocas de metalogenia de diferenciação magmática em Portugal. Publ. Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Ciências, Vol. XXXIX, 2ª Série, Porto.
- (1944b) – Manifestações de actividade magmática em Portugal. Bol. Soc. Geol. Portugal, Vol. IV, fasc. I, Porto.
- (1944c) – Jazigos portugueses de cassiterite e volframite. Com. Serv. Geol., Portugal, Vol. XXV, 252 p., Lisboa.
- (1945) – Granitos e jazigos minerais de diferenciação magmática das Beiras e Norte de Portugal”. Est. Not. Trab. Serv. Fom. Mineiro, Vol. I, fasc. 1 e 2, Porto.
- (1948a) – Gologia e génese dos jazigos portugueses de cromite. Est. Not. Trab., Serviço de Fomento Mineiro, fasc. 1 e 2, Porto.
- (1948b) – Rochas e minérios da região de Bragança-Vinhais. Relatório N° 14, Serviço de Fomento Mineiro, 232 p., Porto.
- (1949) – Geologia dos minérios de ferro portugueses – seu interesse para a siderurgia. Mem. Not. Mus. Lab. Min. Geol. Univ., N° 26, Coimbra.
- (1951) – Minérios de ferro Portugueses, Mem. Not. Mus. Lab. Min. Geol. Univ., N° 3, Coimbra.
- (1955) – Considérations sur la chemie de blende et de galènes portugais, est. Not. Trab., Serviço Fomento Mineiro, Vol. XI, Porto.
- NEIVA, J. M. C., SILVA, G. H. & PUREZA, F. G., (1957) – Novas jazidas de magnetite da Serra do Marão e contribuição para o estudo geológico desta Serra. Mem. Not. Mus. Lab. Min. Geol. Univ. Coimbra, N° 44. Coimbra.
- OELSNER, O., (1961) – Atlas of the most important ore mineral paragenesis under the microscope. Pergamon Press, London.
- ORCEL, J., (1925) – Les méthodes d'examen microscopique des minerais métalliques. Bull. Soc. Min France, 48, 272-361, Paris.
- (1927) – Sur l'emploi de la pile photo-électrique pour le mesure du pouvoir reflécteur des minerais opaques. C. R., 185, 1141-1144. Paris.
- PICOT, P. & JOHAN, Z., (1977) – Atlas des Minéraux Metalliquesd. Mémoires du Bureau de Recherches géologiques et minères, N° 90-1947 Orléans.
- PILLER, H., (1967) – Influence of light reflection at the objective in the quantitative measurements and a calculation of reflectivity with the microscope. Min. Mag., Vol.36, 242-259. London.
- (1977) – Colour Measurements in Ore microscopy. Min Deposita, 1, 175-192.
- (1980) – The Calibration of Standards for the measurements of specular reflectance. Jor. Microscopy, 123, 259-270.
- SCHNEIDERHÖHN, H., (1922) – Anleitung zur mikroskopischen Bestimmung und Untersuchung von Erzen und Aufbereitungs produkten, besonders im auffalenden Licht. Verlag Geb. Borntraeger, Berlin.
- (1924a) – Die Oxydations-und Zementationszone der Sulfidischen Erzlagertstätten, Fortshr. der Mineralogie, p.67-160.
- (1924b) – Erzmikroskopisches Praktikum, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- (1952) – Erzmikroskopisches Praktikum. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, p. 274, Stuttgart.
- SPRY, P. G & GEDLINSKE, B. L. (1987) – Tables for the Common Opaque Minerals. The Economic Geology Publishing Company, 52 p.

- SCHNEIDERHÖHN, H. & RAMDHOR, P., (1931) – Lehrbuch der Erzmikroskopie, II, Berlin.  
 — (1934): Lehrbuch der Erzmikroskopie, I, Berlin.
- SCHOUTEN, C. (1965) – Determination Tables for Ore Microscopy. Elsevier, N. York.
- SOLOMON, M. & GASPAR, O. C. (2001) – Textures of the Hellyer Volcanic-Hosted Massive Sulfide Deposit, Tasmania – the Aging of a Sulfide Sediment on the Sea Floor. *Econ. Geol.*, **96**, 1513-1534.
- SOLOMON, M., TORNOS, F. & GASPAR, O. C. (2002) – Explanation for many of the unusual features of the massive sulfide deposits of the Iberian pyrite belt. *Geology*, **30**, 87-90.
- SPRY, P. G. & GEDLINSKE, B. L. (1987) – Tables for the Determination of Common Opaque Minerals.
- SHORT, M. N. (1940) – Microscopic determination of the ore minerals. *Geol. Surv. Bull.*, **914**.
- SHAW, A. J. (1953) – Some optical properties of British coals. *Coal U. Res. Assoc.*, **85**, 17.
- TARKIAN, M. & BERNHARDT, H.-J. (1984) – A Key-Diagram for the Optical Determination of Platinum-Group Minerals. *Tscherm. Min. Pet. Mitt.*, **33**, 121-129.
- UYTENBOGAARDT, W. & BURKE, E. A. J. (1971) – Tables for microscopic identification of ore minerals. Elsevier, 430 p. Amsterdam.
- UYTENBOGAARDT, W. & BOWIE, S. (1965) – IMA/ COM Meeting *Econ. Geol.*, **60**, 1326-1329.
- WACHROMEJEV, S. A., (1954) – Erzmikroskopie, VEB Verlag Technik, Berlin.