

Cargo: GEÓLOGO – Nível E

QUESTÃO 26

A dureza é uma característica **diagnóstica** na mineralogia para distinguir calcopirita de pirita. A pirita tem Dureza de 6-6 ½ (incomum para um sulfeto). Desta forma, a **LETRA C PERMANECE COMO ALTERNATIVA CORRETA.**

QUESTÃO 29

As propriedades como ponto de fusão, energia de formação, raio iônico e primeira energia de ionização variam periodicamente ao longo da Tabela de Mendeleev. São propriedades que refletem a posição dos elementos químicos na tabela. Desta forma, a **LETRA B PERMANECE COMO ALTERNATIVA CORRETA.**

QUESTÃO 42

Recurso relativo à questão 42, cuja resposta correta é a alternativa (b). O enunciado da questão, à qual está anexada uma imagem obtida por microscopia eletrônica de varredura que mostra uma série de artefatos, diz o seguinte:

42 Observando-se a imagem abaixo, obtida por elétrons secundários (SE) em amostra metalizada com Au, aceleração de voltagem de 12,5kV e distância de trabalho de 15 mm, nota-se que ela mostra excesso de brilho, baixo contraste, faixas irregulares e falta de definição dos detalhes da superfície da amostra. Esse artefato da imagem pode ser atribuído a uma das seguintes causas:

(a) amostra suja e de superfície muito irregular, o que causa interferências na geração e detecção de elétrons secundários e seu processamento na composição digital da imagem.

(b) a corrente elétrica induzida pelo feixe de elétrons não é descarregada adequadamente para o aterramento do microscópio eletrônico, acumulando-se na forma de carga estática em áreas da superfície da amostra, gerando sinais espúrios que distorcem a qualidade da imagem.

(c) metalização defeituosa, aplicada de modo não uniforme na superfície da amostra, o que propicia a geração de um excesso de elétrons secundários e retroespalhados nas regiões onde a metalização é mais delgada ou eventualmente inexistente.

(d) seleção incorreta da distância de trabalho utilizada para a obtenção da imagem, a qual deveria ser menor para que, concomitantemente, seja reduzida também a geração de elétrons secundários nas regiões mais irregulares da amostra.

(e) seleção incorreta da aceleração de voltagem utilizada para obtenção da imagem, que deveria ser mais baixa, da ordem de 15 kV ou maior, de modo a aumentar também a energia dos elétrons secundários gerados, que não ficariam então retidos nessas regiões da amostra.

Em seu recurso, o(a) candidato(a) escreve:

A alternativa A é a mais apropriada para essa questão, pois na imagem, é possível observar superfícies irregulares. É nítido que as partes arredondadas estão em altura diferente das demais, e essas formas poderiam ser algum corpo estranho, em outras palavras, contaminação ou sujeira. Além disso, as superfícies irregulares e sujeiras na superfície da amostra podem causar falhas na metalização e conseqüentemente, na descarga de energia para o aterramento.

Resposta: a observação de objetos irregulares, gerando imagens que mostram detalhes topográficos de seu relevo, em um efeito que simula a formação de imagens tridimensionais, é uma das principais vantagens da microscopia eletrônica de varredura (Goldstein *et al.*, 2003). A imagem anexada à questão retrata exemplarmente essa situação, que é encontrada frequentemente por operadores de microscópios eletrônicos de varredura. Portanto, não é a morfologia irregular da amostra que produz os artefatos registrados na imagem, mas sim a provável inadequação da montagem da amostra no suporte (*stub*), o que não permite a condução da corrente elétrica induzida pelo feixe de elétrons à superfície da amostra para o aterramento do MEV.

DESSE MODO, RECOMENDAMOS A REJEIÇÃO DO RECURSO A ESSA QUESTÃO.

QUESTÃO 45

Recurso relativo à questão 45, cuja resposta correta é a alternativa (b). O enunciado da questão diz o seguinte:

45 Alguns silicatos, tal como o zircão e quartzo, podem produzir efeito de catodoluminescência em microscópios eletrônicos e microsondas eletrônicas devido a: (a) presença de defeitos na estrutura cristalina do mineral, resultantes de sua cristalização magmática ou recristalização em regimes metamórficos;

(b) presença de elementos-traço na estrutura do mineral, tal como íons de elementos do grupo dos terras raras, Ti^{4+} e Cr^{3+} , que atuam como ativadores da emissão de fótons, induzindo a catodoluminescência do mineral;

(c) presença de elementos-traço na composição do mineral, que atuam como ativadores de emissão de elétrons retroespalhados, gerando vacâncias e modificações na estrutura cristalina, induzindo a emissão de catodoluminescência pelo mineral;

(d) presença de elementos-traço na sua composição, que atuam como ativadores de emissão de elétrons secundários e causam modificações na estrutura cristalina, induzindo a emissão de catodoluminescência pelo mineral;

(e) presença de defeitos na estrutura cristalina do mineral, induzidos pela substituição, ao longo de eventos hidrotermais ou metamórficos, de componentes químicos primários por elementos-traço com diferentes raios iônicos, tipicamente em posições cristalográficas tetraédricas.

Em seu recurso, o(a) candidato(a) argumenta que, segundo referência bibliográfica, um dos fatores que gera catodoluminescência são os defeitos na estrutura cristalina de minerais induzidos por cristalização magmática ou por recristalização metamórfica. Em minha opinião essa argumentação não se sustenta, pois não existem cristais isentos de defeitos cristalinos em sistemas naturais (Spry, 1969). Caso a simples presença de defeitos cristalinos fosse condição suficiente para induzir a produção de catodoluminescência, então todos os minerais gerariam esse efeito, pois todos apresentam defeitos em sua estrutura cristalina. Segundo Potts *et al* (1995, pág. 28), além de outros autores, é essencial a presença de um ou mais dos íons citados na alternativa de resposta (b) da questão, para que minerais emitam catodoluminescência detectável em microscópios eletrônicos de varredura e microsondas. O(A) candidato(a) também argumenta quanto a erros na redação da alternativa (b) da questão, que é a correta. Em minha opinião, o fato de o(a) candidato(a) não tendo entendido o enunciado não significa que esse enunciado esteja redigido incorretamente.

DESSE MODO, RECOMENDAMOS A REJEIÇÃO DO RECURSO A ESSA QUESTÃO.

QUESTÃO 47

Recurso relativo à questão 47, cuja resposta correta é a alternativa (b). O enunciado da questão diz o seguinte:

47 Os resultados analíticos obtidos por EDS acoplado a microscópio eletrônico de varredura (MEV), quando comparados aos obtidos por WDS em microsonda eletrônica (ME), permitem dizer que:

(a) o limite de detecção para análise de elementos-traço por EDS em MEV é cerca de uma ordem de grandeza mais baixo do que o limite de detecção para análise desses mesmos elementos em ME.

(b) os resultados obtidos por EDS em MEV são considerados representativos quando são determinados para elementos com teores acima de 1.000 ppm (ou 0,1% em peso), enquanto os resultados obtidos por WDS em ME são representativos quando determinados para elementos com teores acima de aproximadamente 200 ppm (ou 0,02% em peso).

(c) as análises químicas por EDS em MEV são qualitativas para qualquer teor do elemento a ser identificado, enquanto as análises por WDS em ME são quantitativas, também para qualquer teor do elemento a ser identificado.

(d) as determinações químicas por EDS em MEV em geral não utilizam padrões, portanto os resultados analíticos obtidos por esse método são semiquantitativos para elementos-traço e qualitativos para elementos maiores, enquanto os resultados analíticos obtidos por WDS em ME são semiquantitativos para elementos-traço e quantitativos para elementos maiores.

(e) as análises químicas por EDS em MEV em determinado material mostram uma maior precisão e menor acurácia quando comparadas às análises realizadas por WDS em ME nesse mesmo material.

Em seu recurso, o(a) candidato(a) argumenta fundamentalmente que a opção (b), considerada correta pelo elaborador, não pode ser assim considerada pois existem casos, citados em referências bibliográficas, onde análises por WDS em microsonda eletrônica conseguiram determinar teores de elementos-traço em proporções inferiores a 200 ppm (0,02% em peso). Esse fato é verdadeiro, porém essas análises são obtidas em condições extremamente particulares, completamente distintas daquelas utilizadas em trabalhos de rotina, só aplicáveis em fases específicas, e não podem ser consideradas como definindo o limite inferior de detecção para WDS em microsonda eletrônica. Porém, admitimos que, na redação da alternativa que consideramos correta, não enfatizamos devidamente que se referia a condições aplicadas rotineiramente em trabalhos de laboratório, deixando margem para contestações dessa natureza.

DESSE MODO, RECOMENDAMOS QUE O RECURSO SEJA ACEITO E A QUESTÃO ANULADA.

Referências:

Goldstein *et al.*, 2003. Scanning electron microscopy and X-ray microanalysis (third edition). Kluwer Academic, 689 págs.

Potts *et al.*, 1995. Microprobe techniques in the Earth Sciences. Chapman & Hall, 419 págs.

Spry, 1969. Metamorphic textures (1st edition). Pergamon Press, 350 págs.