

# SOLUÇÕES SÓLIDAS NA NOMENCLATURA MINERALÓGICA

ERNEST H. NICKEL\*

Tradução do original em inglês "SOLID SOLUTION EV MINERAL NOMENCLATURE"  
realizada com permissão da IMA por

Daniel Atendo\*\*

**ABSTRACT** SOLID SOLUTION IN MINERAL NOMENCLATURE. For purposes of nomenclature, a complete solid-solution series without structural ordering of the ions defining the end members is arbitrarily divided at 50 mole %, and the two portions are given different names, with each name applying to the compositional range from the end member to the 50% mark. In a ternary solid-solution series, each name should apply to the compositional range from the end member to the nearest right bisectors of the sides of the compositional triangle. In a multi-component solid-solution series, different mineral names can be given to isostructural or isotopic phases that have different chemical elements dominant in specified structural sites. If there is structural ordering of the ions that define the end members within an otherwise disordered solid-solution series, the ordered phase may be given a mineral name different from those of the end members. If there is limited solid solution at one or more of the end members, and the solid solution does not extend to the 50% mark, the 50% rule is generally applied. Similar considerations should apply to ternary or higher-order partial solid-solution series. If the known compositions embrace the 50% mark, but do not appear to extend to either end member, only one name should apply to the compositional range.

*Keywords:* Solid solution, mineral nomenclature, IMA, CNMNM.

**RESUMO** Para propósitos de nomenclatura, uma solução sólida completa sem ordenamento estrutural dos íons que definem os membros extremos é arbitrariamente dividida em 50 mol %, e as duas porções recebem nomes diferentes, com cada nome aplicado à variação composicional desde o membro extremo até o marco de 50%. Para membros de séries de solução sólida ternária, cada nome deve ser aplicado ao intervalo composicional desde o membro extremo até as retas bissectoras mais próximas dos lados do triângulo composicional. Em uma série de solução sólida multicomponente, diferentes nomes de minerais podem ser dados a fases isoestruturais ou isotópicas que apresentam diferentes elementos químicos dominantes em posições estruturais específicas. Se existe um ordenamento dos íons que definem os membros extremos dentro de uma série de solução sólida desordenada, a fase ordenada pode receber um nome de mineral diferente daquele dos membros extremos. Se existe solução sólida limitada a um ou mais dos membros extremos, e a solução sólida não se estende ao marco de 50%, a regra dos 50% é geralmente aplicada. Considerações similares devem ser aplicadas a séries de solução sólida parcial ternárias ou de maior ordem. Se as composições conhecidas englobam o marco dos 50%, mas parecem não se estender até nenhum membro extremo, apenas um nome deve ser aplicado ao intervalo composicional.

*Palavras-chaves:* Solução sólida, nomenclatura mineralógica, IMA, CNMNM.

**INTRODUÇÃO** As diretrizes para nomenclatura mineralógica recomendadas pela Comissão de Novos Minerais e Nomes de Minerais (CNMNM) da Associação Mineralógica Internacional (IMÁ) foram resumidas por Nickel & Mandarino (1987 - 1990) e publicadas na maioria dos periódicos internacionais de mineralogia.

Um aspecto da nomenclatura mineralógica que não foi abrangido nas diretrizes foi a questão de como membros de soluções sólidas devem ser denominados. Este assunto foi inicialmente discutido pelo Subcomitê de Nomenclatura da CNMNM, e as recomendações daquele grupo foram subsequentemente consideradas e modificadas por todos os membros da CNMNM. Estas deliberações culminaram no consenso geral incorporado neste artigo. Apesar de semelhante às breves recomendações publicadas pela Comissão de Novos Minerais e Nomes de Minerais da Sociedade Mineralógica da Academia de Ciências da URSS [Zap. Vses. Min.

Ob. 106 (1977), 686-687], considerou-se apropriado publicar este artigo, que trata o assunto de maneira mais completa e tem a aprovação da CNMNM - IMÁ.

Mineralogistas que desejam dar nomes a membros de séries de solução sólida conhecidas devem aderir às recomendações deste artigo. Entretanto, para evitar confusão, nomes de minerais ou definições já incluídos na literatura e que contrariem estas recomendações não devem ser modificados, a menos que haja fortes razões, e apenas com aprovação por voto formal dos membros da CNMNM.

Apesar de diretrizes gerais serem recomendadas, pode-se notar que um certo grau de flexibilidade é permitido no caso de séries de solução sólida parcial. Propostas para nomes de minerais nesta categoria serão julgadas pelos membros da CNMNM nos méritos de cada caso em particular.

Soluções sólidas podem ser consideradas em três categorias: soluções sólidas completas sem ordenamento estrutural,

\* Vice-presidente da Comissão de Novos Minerais e Nomes de Minerais (CNMNM) da Associação Mineralógica Internacional (IMA), Division of Mineral Products, CSIRO, Private Bag, Wembley, WA 6014, Austrália

\*\* Representante brasileiro da IMÁ - CNMNM, Departamento de Mineralogia e Petrologia, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Caixa Postal 20899, CEP 01498, São Paulo, Brasil

soluções sólidas com ordenamento estrutural, e soluções sólidas parciais. A nomenclatura mineralógica em cada uma destas categorias é discutida a seguir.

### 1. Soluções sólidas completas sem ordenamento estrutural

Para propósitos de nomenclatura, uma solução sólida completa sem ordenamento estrutural dos íons que definem os membros extremos é arbitrariamente dividida em 50 mol %, e as duas porções recebem nomes diferentes, com cada nome aplicado à variação composicional desde o membro extremo até o marco de 50%. Por questões de brevidade, esta regra será chamada de "regra dos 50%". Na figura 1, um nome é aplicado ao intervalo A-c, e o outro ao intervalo c-B. Um exemplo mineralógico é a série forsterita-faiialita,  $(\text{Mg}, \text{Fe})_2\text{SiCO}_4$ , na qual o nome forsterita aplica-se ao intervalo composicional desde  $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$  até  $\text{MgFeSiO}_4$ , e o nome faiialita aplica-se desde  $\text{Fe}_2\text{SiO}_4$  até  $\text{MgFeSiO}_4$ .

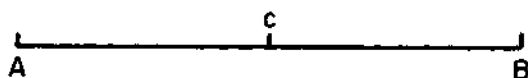


Figura 1 - Representação diagramática de uma série de solução sólida binária completa. A e B representam os dois membros extremos, e c representa o ponto médio (50%)  
Figure 1 - Diagrammatic representation of a complete binary solid-solution series. A and B represent the two end members, and c represents the mid-point (50%)

Analogamente, a regra dos 50% aplicada aos membros de séries de solução sólida ternária implica em que nomes de minerais sejam dados apenas aos três membros extremos; cada nome deve ser aplicado ao intervalo composicional desde o membro extremo até as retas bissectoras mais próximas dos lados do triângulo composicional, conforme mostrado na figura 2. Por exemplo, na série da apatita,  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{OH}, \text{Cl})$ , os ápices do triângulo composicional (Fig. 2) podem ser representados por F, OH e Cl, respectivamente, tornando A = fluorapatita, B - hidroxilapatita, e C - clorapatita.

De acordo com o mesmo princípio, em uma série de solução sólida multicomponente, diferentes nomes de minerais podem

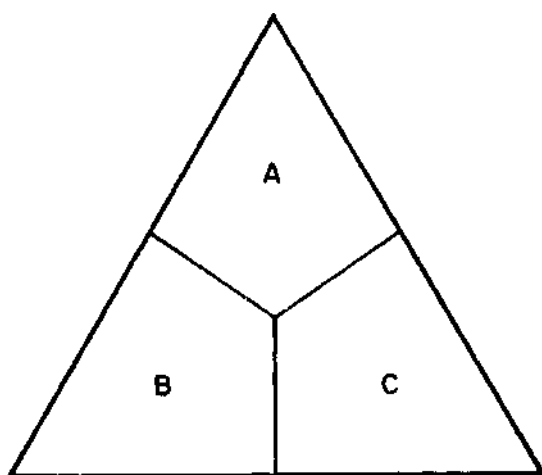


Figura 2 - Representação diagramática de uma série de solução sólida ternária completa. A, B e C representam os três campos composicionais, cada um dos quais recebe um nome de mineral

Figure 2 - Diagrammatic representation of a complete ternary solid-solution series. A, B and C represent the three compositional fields, each of which merits a mineral name

ser dados a fases isoestruturais ou isoplicas que apresentam diferentes elementos químicos dominantes em posições estruturais específicas. Um exemplo é fornecido pelos minerais da série da monazita, nos quais um número de diferentes elementos terras raras podem predominar na posição estrutural catiônica. O elemento dominante específica, então, o sufixo de "Levinson" apropriado, por exemplo: monazita-(La).

### 2. Soluções sólidas com ordenamento estrutural

Se existe um ordenamento dos íons que definem os membros extremos dentro de uma série de solução sólida desordenada, a fase ordenada pode receber um nome de mineral diferente daquele dos membros extremos. Um exemplo é fornecido pela dolomita,  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ , na qual o ordenamento dos íons Ca e Mg resulta em estrutura cristalina distinta daquela da calcita e da magnesita, os membros extremos de Ca e Mg, respectivamente, da série  $(\text{Ca}, \text{Mg})\text{CO}_3$ . Recomenda-se que o nome de uma fase ordenada que venha a ser descoberta em uma série de solução sólida já conhecida seja derivado, ou relacionado ao, nome da solução sólida ou de um dos membros extremos, apesar de o autor do nome não ser obrigado a proceder assim.

### 3. Soluções sólidas parciais

Se existe solução sólida limitada a um ou mais dos membros extremos, e a solução sólida não se estende ao marco de 50%, a regra dos 50% é geralmente aplicada. Assim, na figura 3, o nome do membro extremo A aplica-se ao intervalo composicional A-c e o nome do membro final B aplica-se ao intervalo c-B, mesmo se as composições conhecidas estendem-se apenas até A' ou B', isto para permitir a possibilidade de novos dados químicos extenderem as composições em direção a c. Para propósitos de nomenclatura, não importa se A e B são isoestruturais.

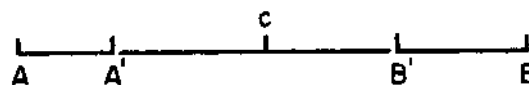


Figura 3 - Representação diagramática de uma série de solução sólida binária parcial, na qual A'-B' representa a lacuna de miscibilidade

Figure 3 - Diagrammatic representation of a partial binary solid-solution series in which A'-B' represents the miscibility gap

Se a lacuna de miscibilidade está contida em um dos lados do marco de 50%, como na figura 4, e se as fases representadas por A-A' e B-B' não são isoestruturais, um nome independente não deve ser dado ao intervalo B'c se ele for muito pequeno, mas se ocupar uma extensão substancial, então um nome independente pode ser justificado. A unha divisória entre um intervalo "pequeno" e um "substancial", neste caso e em outros mencionados a seguir, pode ser tomada como 10 mol %, apesar de cada situação necessitar ser analisada em seus próprios méritos.

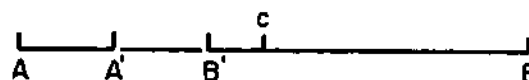


Figura 4 - Representação diagramática de uma série de solução sólida binária parcial, na qual A'-B' representa a lacuna de miscibilidade, e o intervalo B-B' engloba o ponto médio, c

Figure 4 - Diagrammatic representation of a partial binary solid-solution series in which A'-B' represents the miscibility gap, and the range B-B' encompasses the mid-point, c

Considerações similares devem ser aplicadas a séries de solução sólida parcial ternárias ou de maior ordem. Assim, em uma situação como a representada na figura 5, o campo

definido pela composição FGED não permite um nome independente se for muito pequeno, mas pode receber um nome independente se for de tamanho substancial.

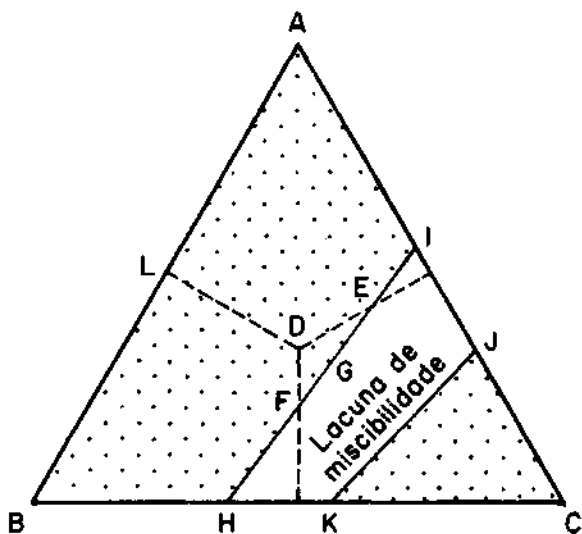


Figura 5 - Representação diagramática de uma série de solução sólida ternária parcial, na qual a área HJK representa a lacuna de miscibilidade, e D representa o ponto médio do triângulo

Figure 5 - Diagrammatic representation of a partial ternary solid-solution series in which the area HJK represents the irascibility gap, and D represents the mid-point of the triangle

Se as composições conhecidas englobam o marco dos 50%, mas parecem não se estender até nenhum membro extremo (Fig. 6), apenas um nome deve ser aplicado ao intervalo composicional. Porém, aqui de novo, o intervalo composicional precisa ser levado em conta; se for muito pequeno, então apenas um nome deve ser dado, mas se for grande, deve ser considerada a possibilidade de aplicação de dois nomes. Um exemplo de mineral desta categoria é a pentlandita,  $(Ni, Fe)_9S_8$ , com composição próxima de Ni:Fe = 1: 1, e sem serem conhecidas composições próximas aos membros finais Ni e Fe.

Situação análoga em uma solução sólida ternária pode ser representada pela figura 7, na qual as composições conhecidas

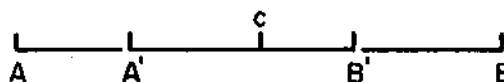


Figura 6 - Representação diagramática de uma série de solução sólida binária parcial, na qual a solução sólida é limitada à região A'-B'

Figure 6 - Diagrammatic representation of a partial binary solid-solution series in which the solid solution is limited to the region A'-B'

agrupam-se ao redor de uma ou mais divisões geométricas. Se o espalhamento dos pontos composicionais for pequeno, apenas um nome deve ser dado ao grupo, mas se o espalhamento for grande, deve-se considerar a aplicação de mais de um nome.

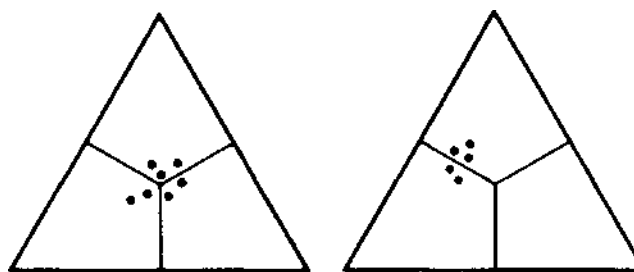


Figura 7 - Representação diagramática de uma série de solução sólida ternária, na qual as composições conhecidas agrupam-se em torno de limites geométricos

Figure 7 - Diagrammatic representation of a ternary solid-solution series in which known compositions cluster about geometric boundaries

Em casos como aqueles ilustrados pelas figuras 6 e 7, uma composição particular de um espécimen-tipo deve ser tomada como a composição típica, porque trabalhos posteriores poderão revelar uma variação composicional mais ampla, justificando dois (ou mais) nomes, um desses devendo ser aquele já existente.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

NICKEL, E.H. & MANDARINO, J.A. Procedures involving the IMA Commission on New Minerals and Mineral Names, and guidelines on mineral nomenclature. *Acta Petrologica et Mineralogica* 6(1987):25 2-278 (em chinês); *American Mineralogist* 72(1987):1031-1042; *Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía* 12(1989): 1-30 (em espanhol); *Bulletin de Minéralogie* 110(1987):717-741; *Canadian Mineralogist* 25(1987): 353-377; *Fortschritte der Mineralogie* 65(1987): 175-196; *Indian Journal of Earth Sciences* 14(1987):152-188; *Mineralogical Journal* 13(1987): 505-532; *Mineralogical Magazine* 52(1988):275-292; *Mineralogy and Petrology* 37(1987):157-179; *Mineralogicheskii Zhurnal* 11(1)(1989):51-86 (em

russo); *Rendiconli della Società Italiana di Mineralogia e Petrologia* 4(1987):27-53 (em italiano); *Revista Brasileira de Geociências* 20(1-4)(1990):302-317 (em português); *Rivista Mineralogica Italiana* (1988) (Supl. 1): 5-31 (em italiano); *Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen* 67(1987): 185-210.

MANUSCRITO P12  
Recebido e aceito em 6 de maio de 1991