

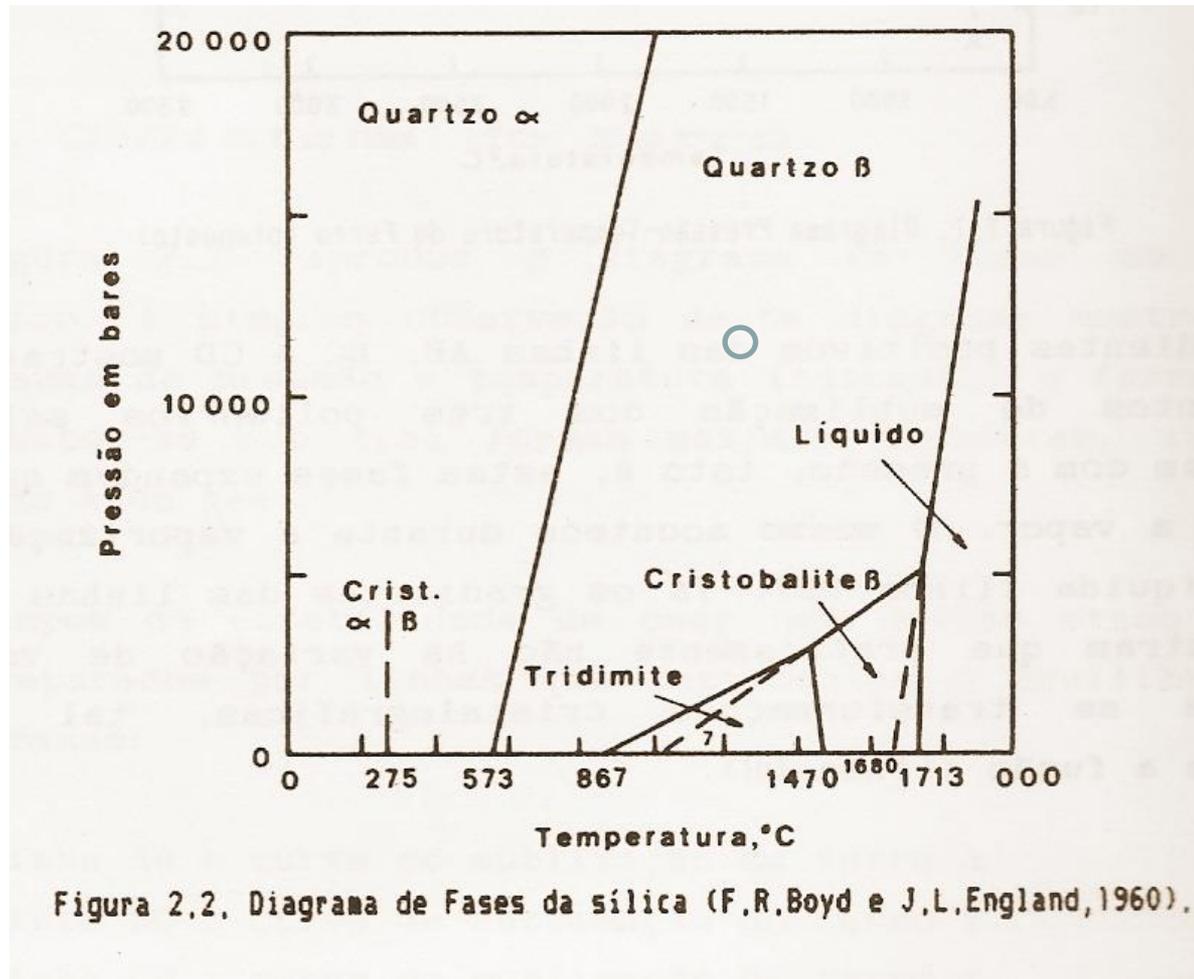
Diagramas de fases

Mapa onde pode-se visualizar as fases cristalinas de um determinado conjunto de componentes, em função da temperatura e/ou pressão.

Sistemas de um componente

- Nesses sistemas, um sistema onde a composição é fixa, tem-se um diagrama no plano e os eixos são a pressão e a temperatura.
- Ex: diagrama de fases da água

Diagrama sílica



➔ 1 componente

29/09/2021

Variáveis : pressão e temperatura

Regra da fases

$$P + F = C + N,$$

onde **P** = número de fases (*phases*)

F = graus de liberdade (*freedom degrees*)

C = número de componentes (*components*)

N = número de variáveis que não estão relacionadas com a composição (temperatura e pressão)

Ex.: ponto invariante

Diagramas binários C=2

- A maioria das operações usadas no processamento dos materiais é feita à **pressão atmosférica (constante)**, aproximadamente. Assim, a pressão não é uma variável significativa e nos diagramas que veremos a seguir, a pressão é fixada em uma atmosfera. Já que um grau de liberdade foi usado para se especificar a pressão, a regra das fases passa a ter forma de :

$$P + F = C + 1$$

Quantidades relativas de fases

- Os diagramas de equilíbrio, além de especificarem o **número de fases presentes** a uma dada temperatura e suas composições, também permitem calcular as **quantidades relativas de cada fase presente**.

Quantidades relativas de fases

Regra da alavanca

- Consideremos o material de composição C_0 . Na temperatura indicada pelo ponto c , há duas fases de composições C_l e C_s . O número de átomos de B na composição inicial é igual a soma dos átomos de B na fase sólida mais os átomos de B na fase líquida.
- As frações do material na fase sólida (f_s) e do material na fase líquida (f_l) são dadas por:

$$f_s = \frac{C_0 - C_l}{C_s - C_l}$$

$$f_l = \frac{C_s - C_0}{C_s - C_l}$$

Quantidades relativas de fases

Regra da alavanca

- Essas relações, que são aplicáveis em qualquer região de duas fases de um diagrama de equilíbrio binário, são conhecidas como ***regra da Alavanca***. São assim chamadas porque uma linha horizontal dentro de uma região de duas fases pode ser considerada como uma alavanca com apoio em C_0 . A fração de uma fase, cuja composição é indicada por uma extremidade da alavanca com apoio C_0 . A fração de uma fase, cuja composição é indicada por uma extremidade da alavanca, é igual ao quociente do braço da alavanca, do lado oposto ao apoio pelo comprimento total da alavanca.

Exemplo : Diagrama BaO-TiO₂

BaO-TiO₂

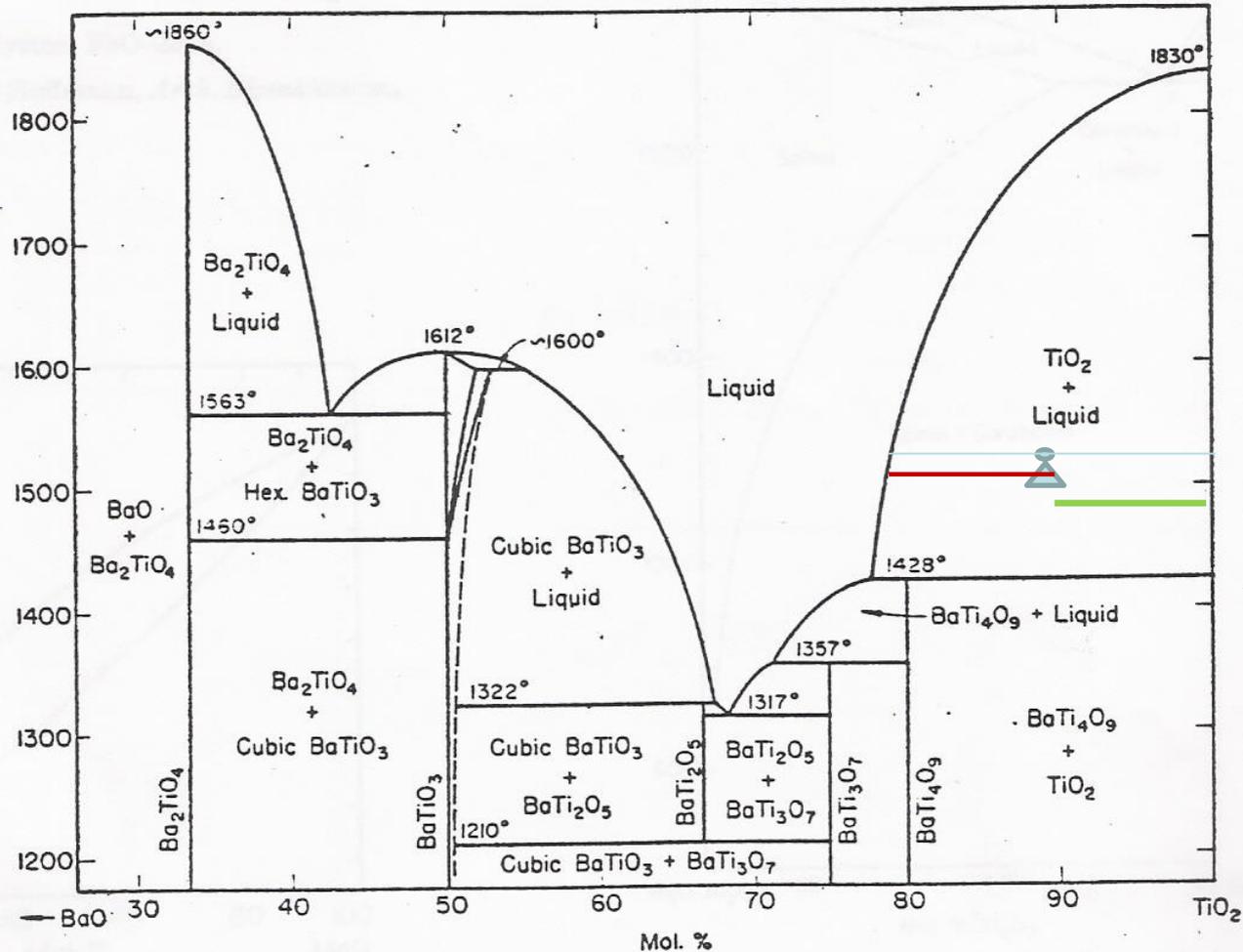


FIG. 213.—System BaO-TiO₂.

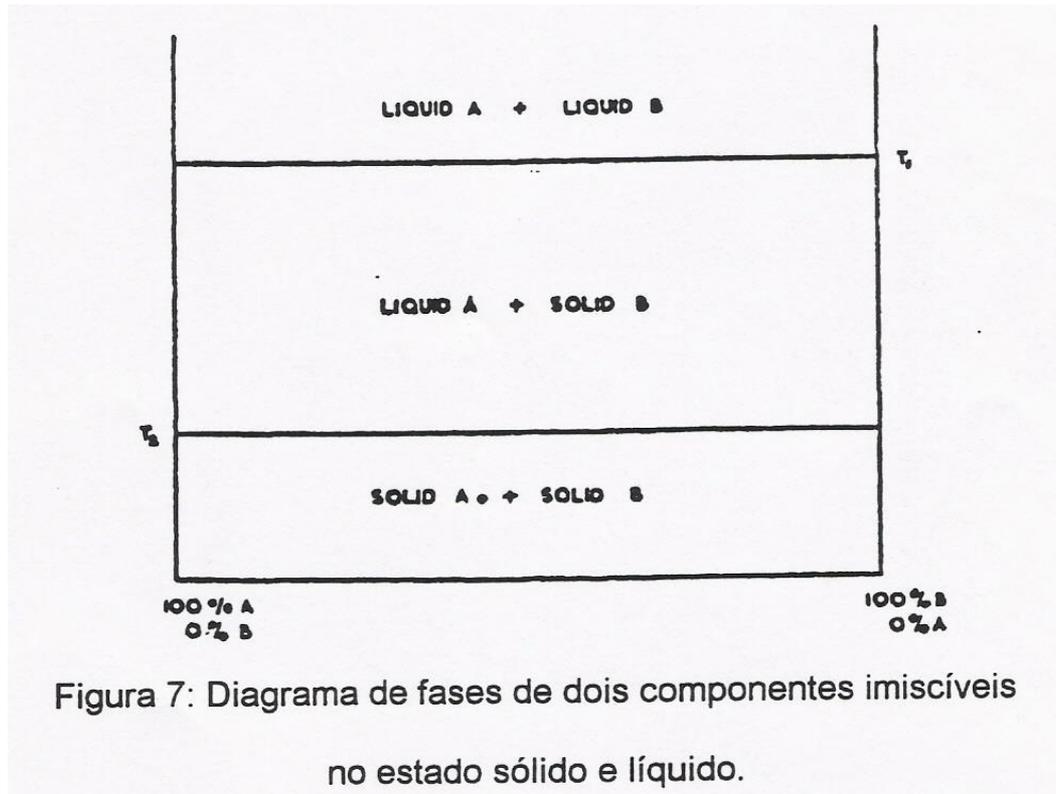
D. E. Rase and Rustum Roy, The Pennsylvania State University, College of Mineral Industries; Eighth Quarterly Progress Report, April 1 to June 30, Appendix II, p. 32 (1953); *J. Am. Ceram. Soc.*, 38 [3] 111 (1955); m.p. of BaTiO₃ given as 1618°C.

Os diagramas podem ser divididos de fases binários podem ser divididos em 4 classes gerais:

1. Os dois componentes são imiscíveis no estado sólido e no estado líquido
2. Os dois componentes são completamente miscíveis no estado líquido, mas imiscíveis no estado sólido
3. Os dois componentes reagem formando composto
4. Os dois componentes são mutuamente solúveis ou miscíveis em ambos os estados: sólido e líquido.

1. Componentes com imiscibilidade total

- Os exemplos são raros, como o caso da mistura de silicato de cálcio e sílica.



2. Componentes com imiscibilidade no estado sólido e miscibilidade no estado líquido

- O efeito da adição de um componente ao outro é o abaixamento da temperatura de fusão do segundo componente.
- Reação eutética

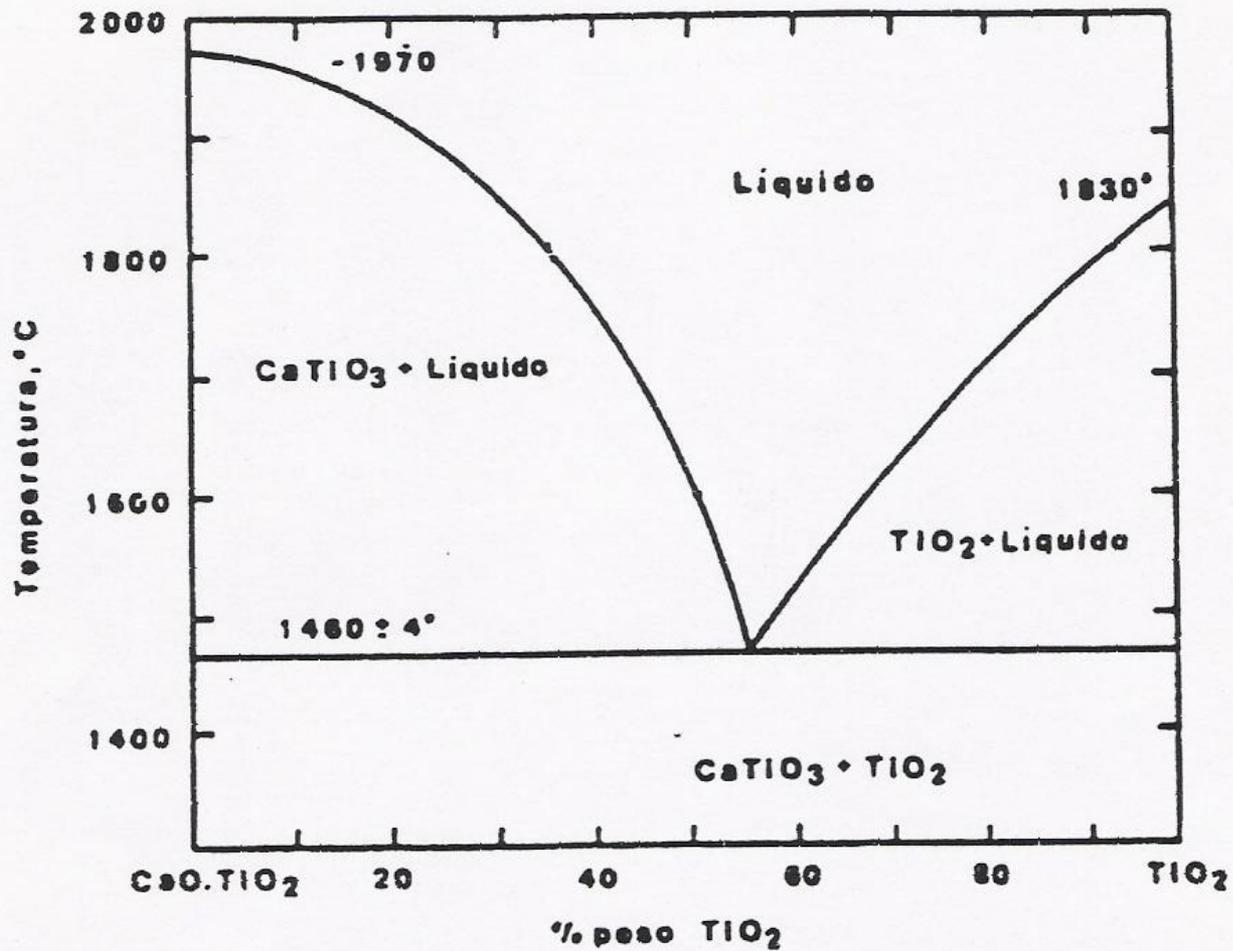
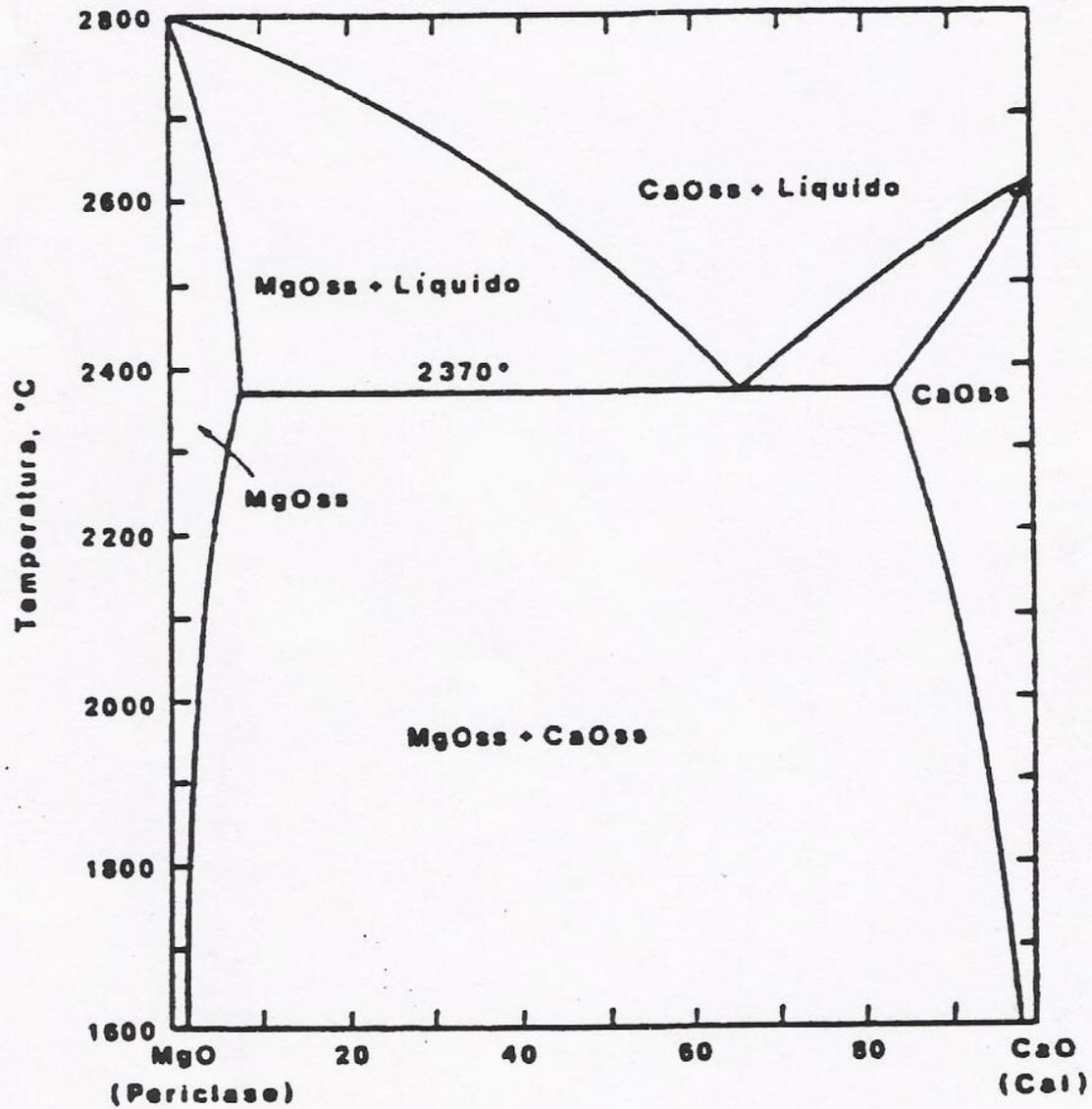


Figura 9: Diagrama de fases do sistema CaTiO₃-TiO₂.



3. Diagrama de fases com reação formando compostos

- Formação de um composto que se dissocia no aquecimento, abaixo da T onde ocorre o aparecimento da fase líquida

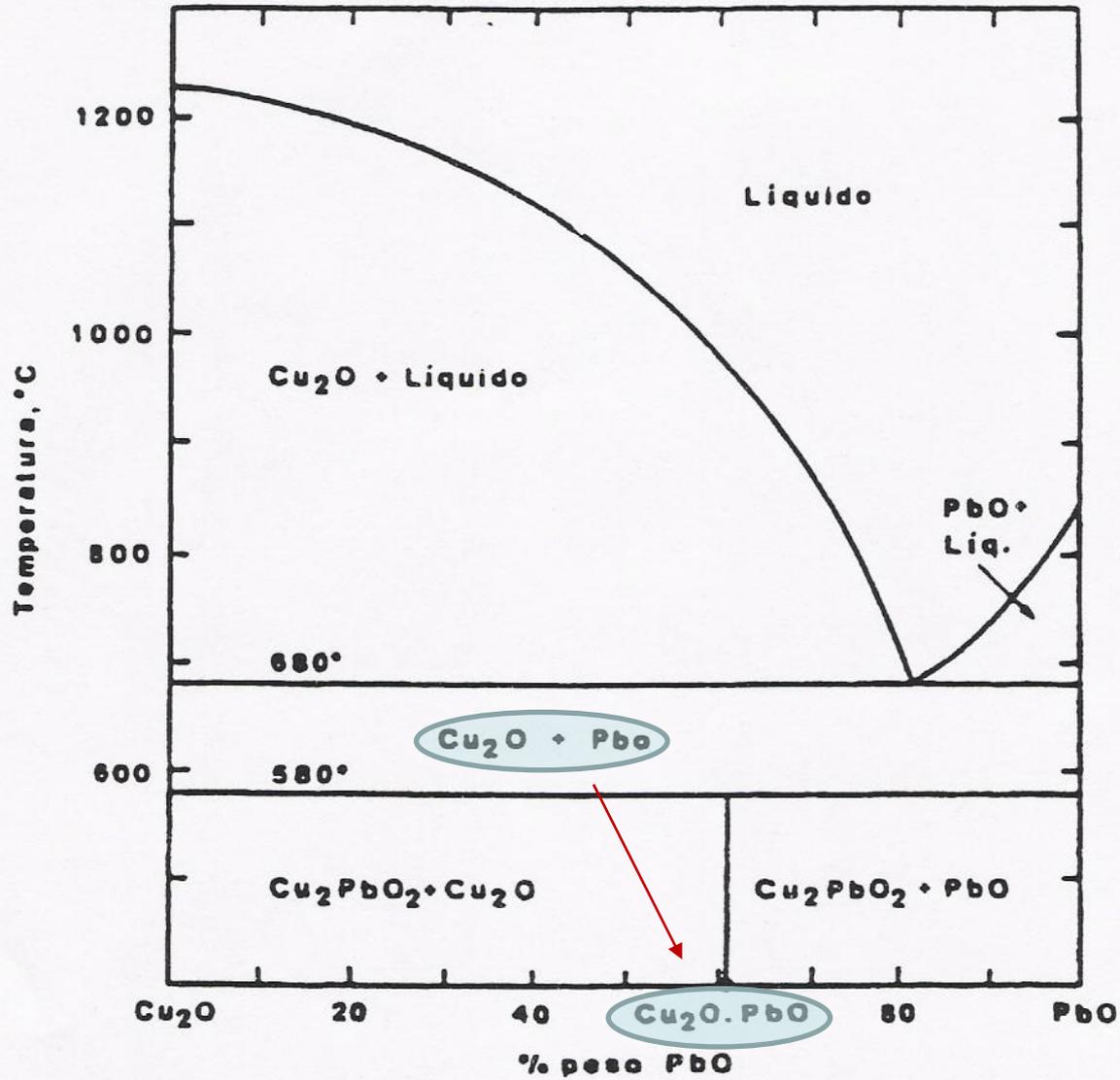
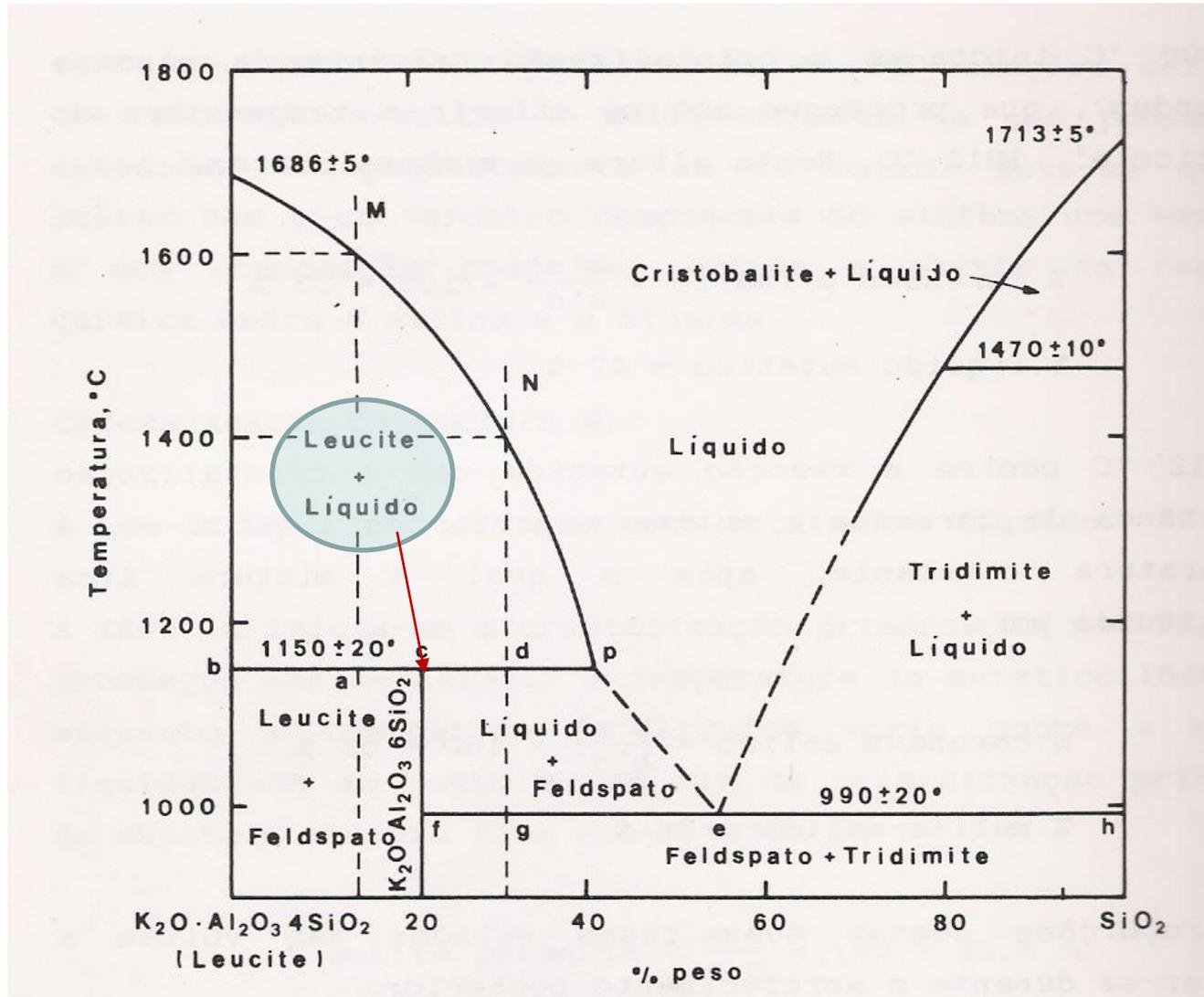


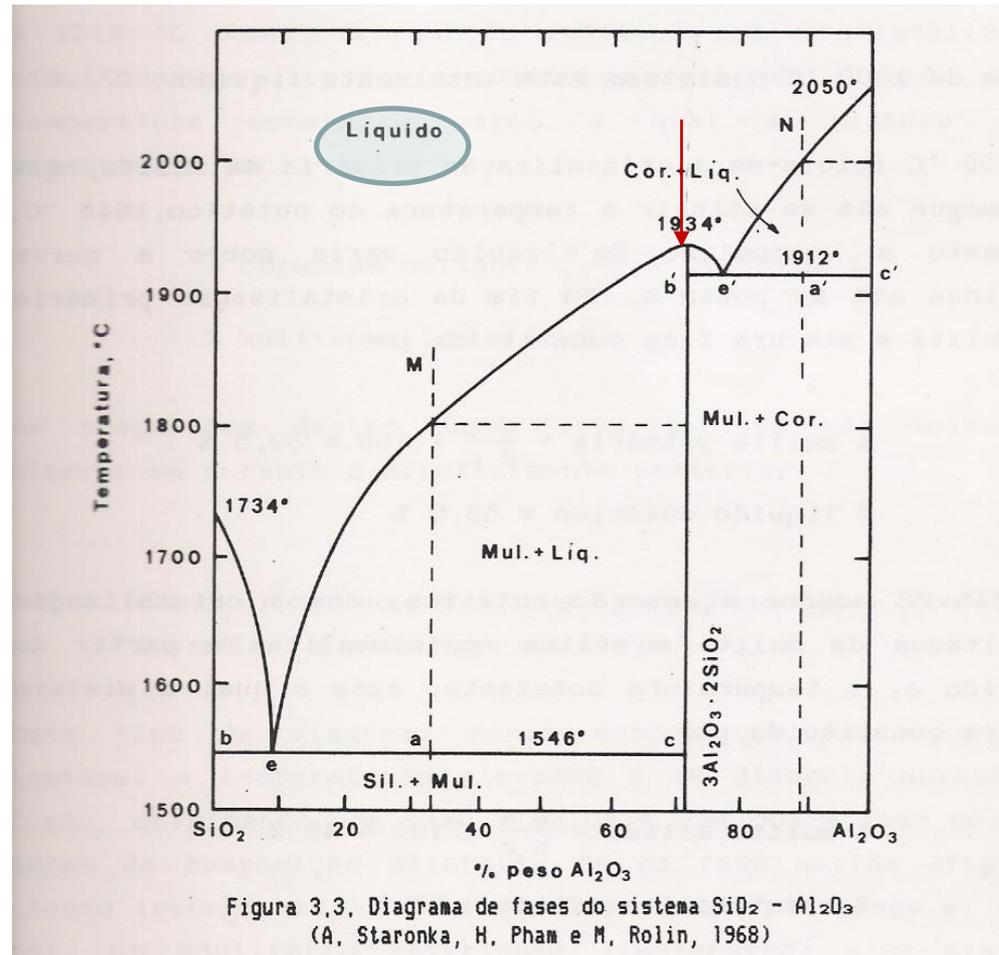
Figura 12: Diagrama de fases do sistema Cu_2O - PbO .

4. Diagrama com formação de compostos de fusão incongruente



Ponto peritético: $L + \text{sólido A} \rightarrow \text{sólido B}$

5. Diagrama com formação de composto de fusão congruente



Dois sub-sistemas com 2 eutéticos

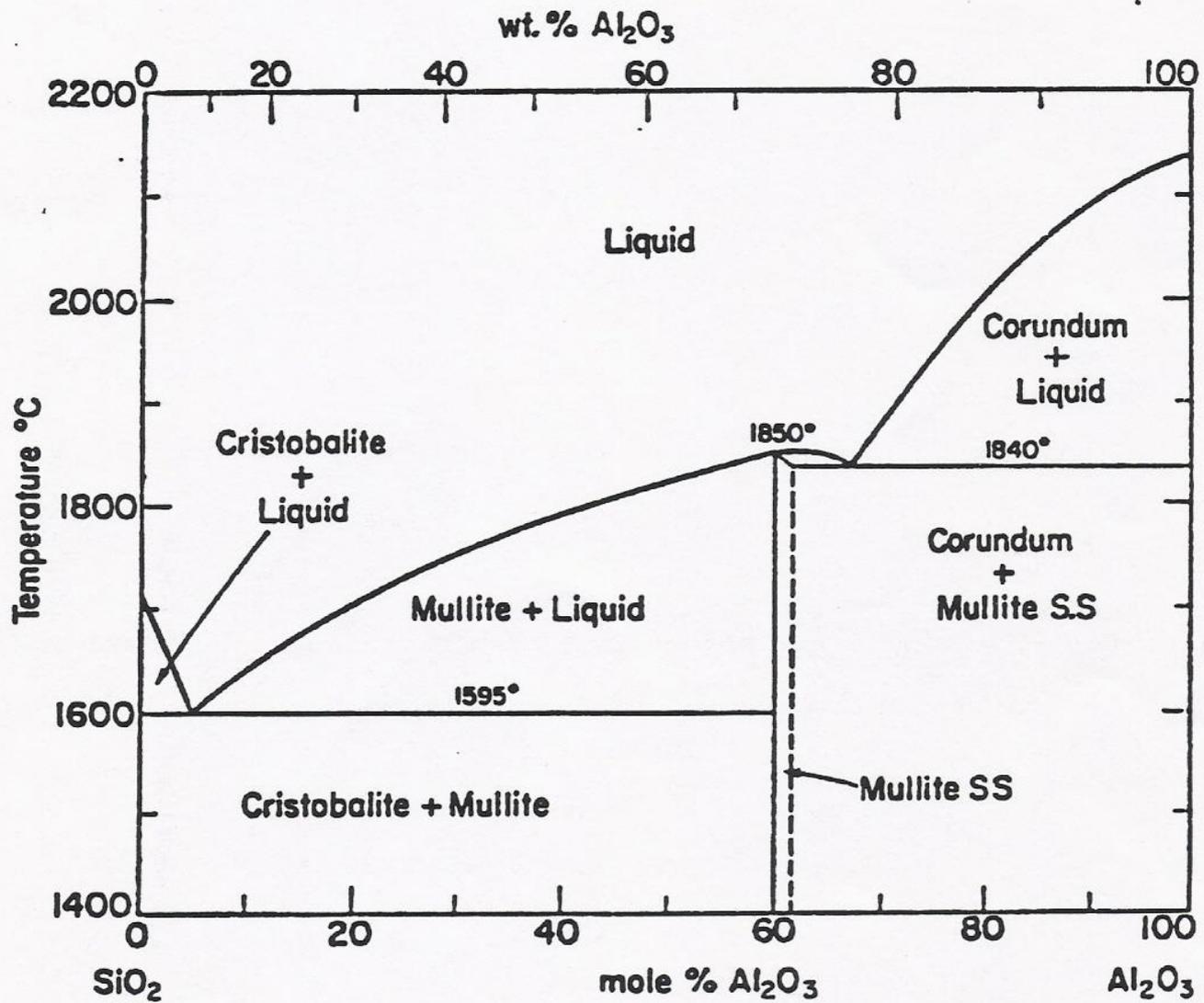


Figura 16: Diagrama de fases do sistema SiO₂-Al₂O₃.

Sistemas binários com soluções sólidas

- Com miscibilidade completa no estado sólido

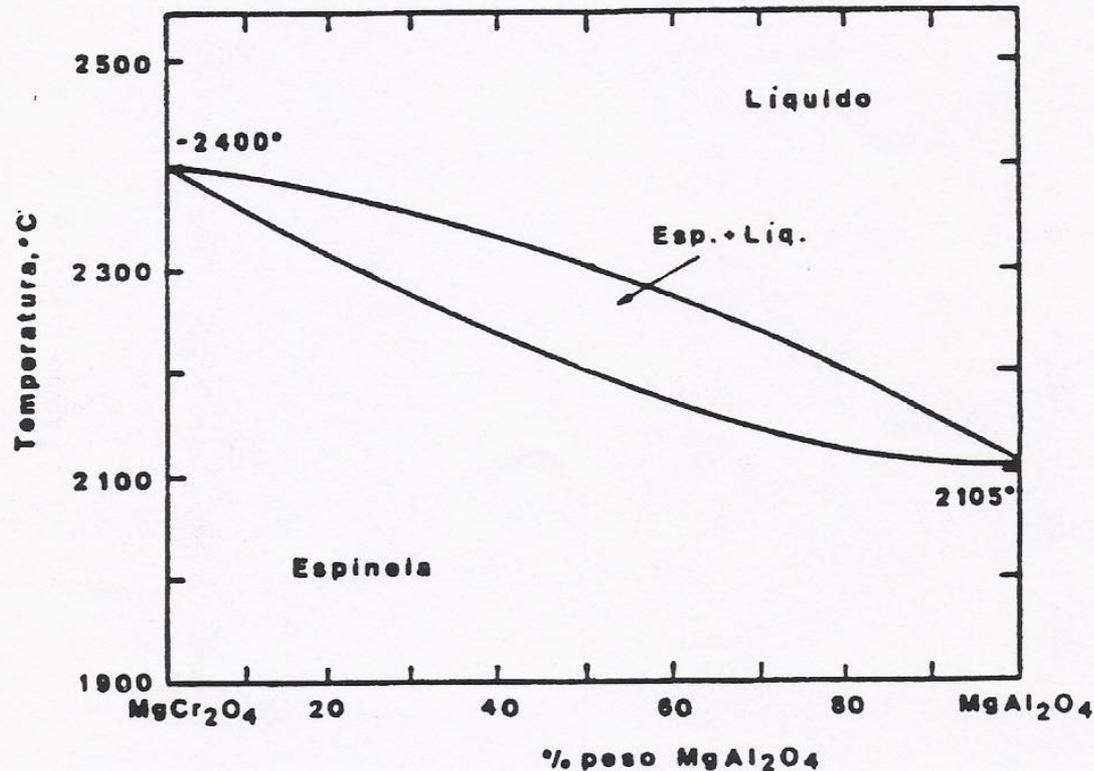
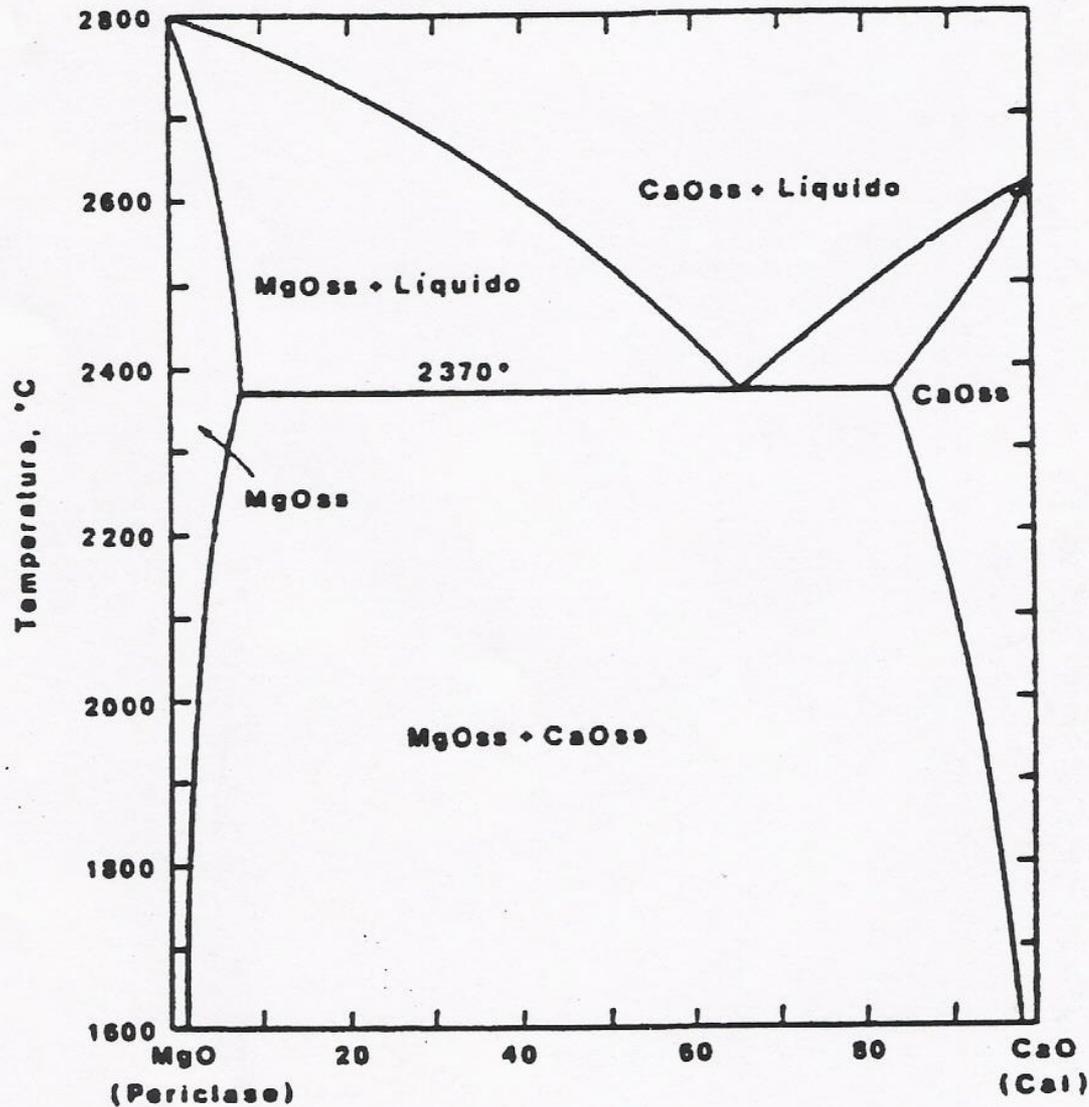
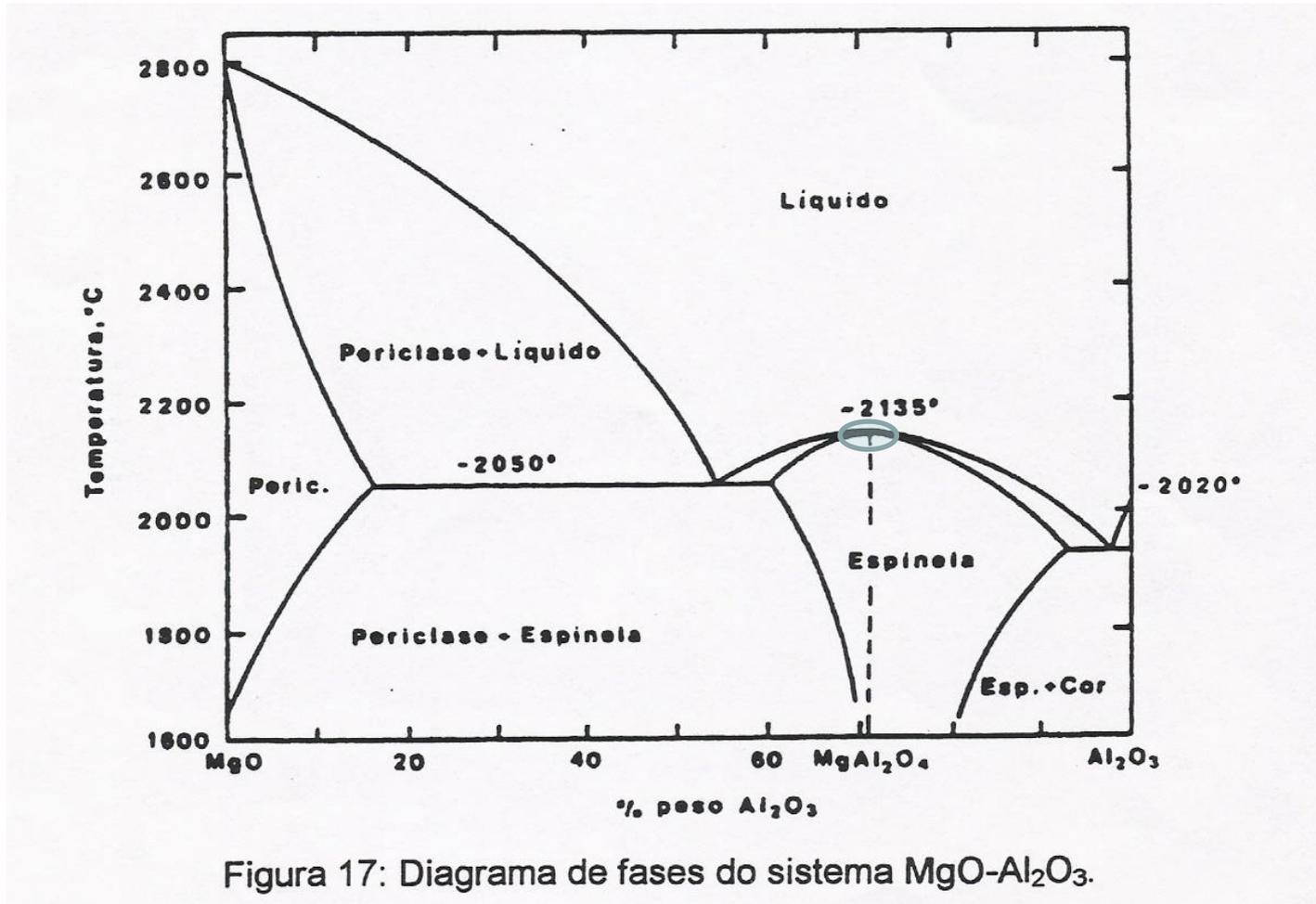


Figura 18: Diagrama de fases para mistura binária (completamente miscível)

Com miscibilidade parcial no estado sólido



Solubilidade limitada no estado sólido com formação de composto congruente



O sistema pode ser sub-dividido em 2 sub-sistemas

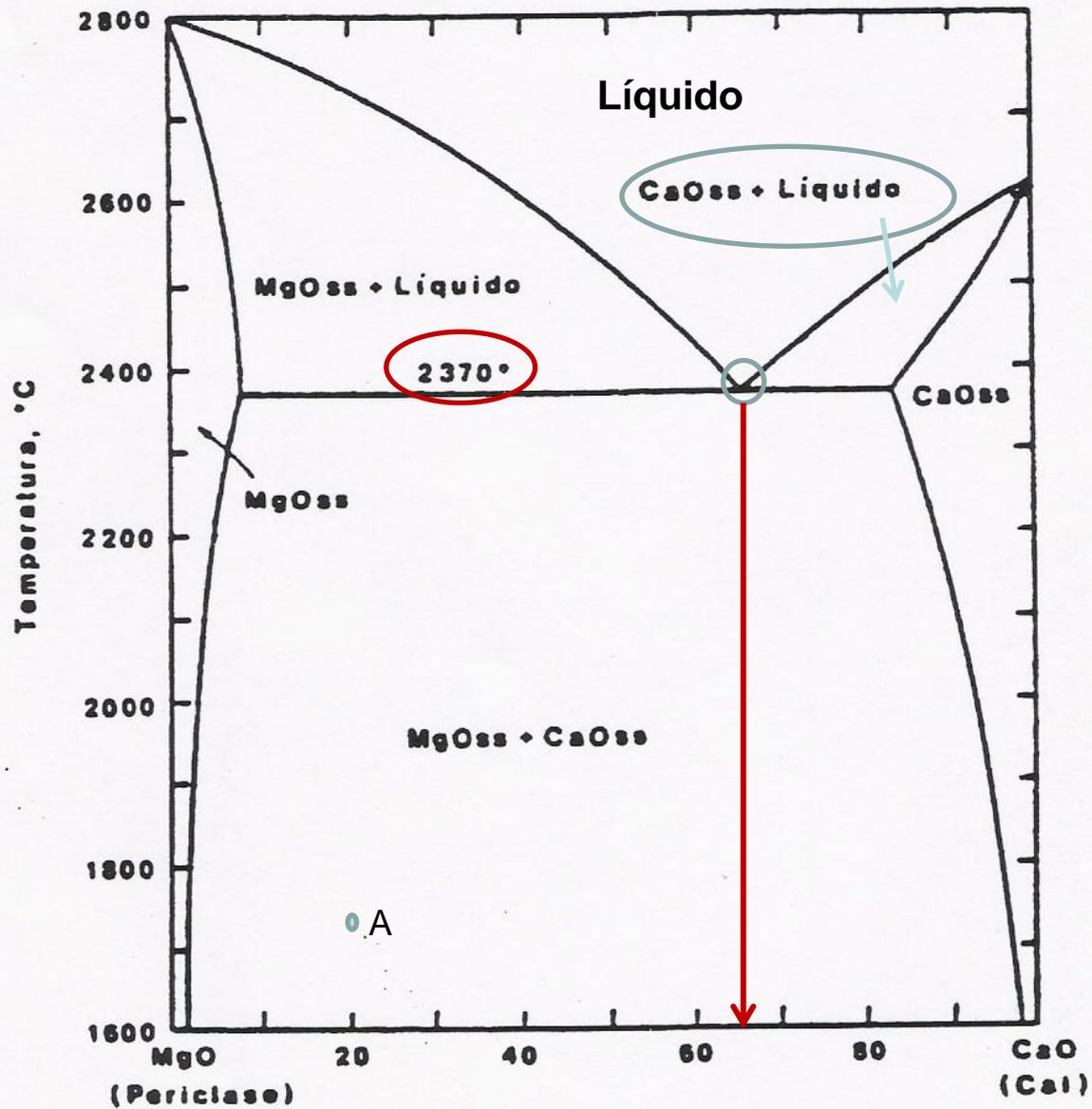


Figura 10: Diagrama de fases do sistema MgO-CaO.

Exercício 1 da lista

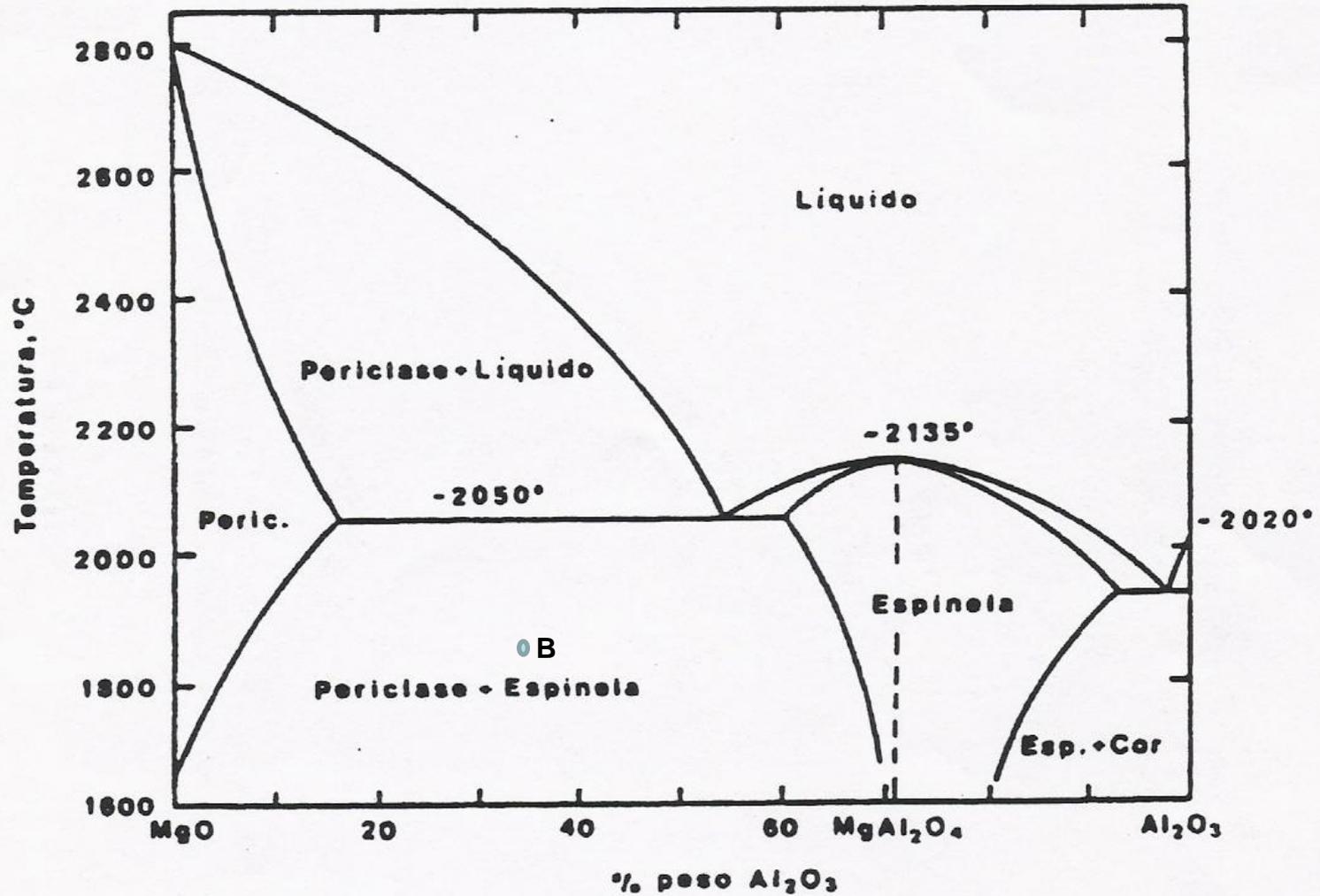


Figura 17: Diagrama de fases do sistema MgO-Al₂O₃.

- Para os diagramas apresentados nos 2 últimos slides, quais as fases presentes nos pontos A (diagrama MgO-CaO) e B (MgO-Al₂O₃)? E qual a composição de cada uma dessas fases?