

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS – USP
DEPARTAMENTO DE MINERALOGIA E GEOTECTÔNICA
GMG0332 – Petrologia Metamórfica

Exercício: paragêneses metamórficas e reações em rochas carbonáticas magnésio-silicosas

Neste exercício, são abordadas as paragêneses metamórficas que se desenvolvem em rochas carbonáticas magnésio-silicosas, sua representação em diagrama CMS (+HC = H₂O +CO₂) e a evolução da fase fluída durante o metamorfismo progressivo.

Em uma unidade de rochas carbonáticas há três camadas contíguas:

- A - dolomita em dobro da proporção modal de calcita e com pouco quartzo (análise A)
- B - silicosa, com calcita e quartzo em proporções modais iguais e pouca dolomita (análise B)
- C - dolomita com o dobro da proporção modal de quartzo e pouca calcita (análise C)

As três camadas sofreram metamorfismo progressivo, com a composição da fase fluída tamponada externamente, i.e. era constante durante todo o evento metamórfico. Nas proximidades do contato de um granito intrusivo na sequência carbonática, a fase fluída era mais aquosa, com X_{CO2} ~ 0,30, enquanto mais para o interior do corpo a fase fluída era mais rica em CO₂, com X_{CO2} ~ 0,80. A pressão litostática e pressão da fase fluída (P_{lit}=P_f) situavam-se em torno de 5 kb.

1. Projete, em diagramas CMS (Figura 1) os minerais característicos de paragêneses metamórficas em rochas metacarbonáticas magnésio-silicosas (Tabela 1);
2. Projete, no mesmo diagrama, as composições das rochas A, B e C (em proporções moleculares!), apresentadas, de maneira simplificada, na Tabela 2;
3. A partir das curvas de equilíbrio univariantes do diagrama isobárico T x X_{CO2} para o sistema CMS-HC, determine, com a ajuda de construções quimiográficas no diagrama CMS, as paragêneses que se formarão em cada rocha, para as duas composições de fase fluída (X_{CO2} ~ 0,3 e 0,8), a:
 - a) 550°C; b) 600°C; c) 650°C d) 700°C
4. Se a fase fluída não tiver composição fixa, mas for tamponada pelas sucessivas reações metamórficas: como seria a sua evolução durante o metamorfismo progressivo em cada caso? Procure avaliar, de maneira qualitativa, analisando as reações interceptadas na grade petrogenética T x X_{CO2}!

Tabela 1: Minerais característicos de paragêneses metamórficas em rochas carbonáticas magnésio-silicosas:

| | |
|-----------------|---|
| Tremolita (Tr) | Ca ₂ Mg ₅ Si ₈ O ₂₂ (OH) ₂ |
| Dolomita (Do) | CaMg(CO ₃) ₂ |
| Calcita (Cal) | CaCO ₃ |
| Diopsídio (Di) | CaMgSi ₂ O ₆ |
| Talco (Tlc) | Mg ₃ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂ |
| Forsterita (Fo) | Mg ₂ SiO ₄ |
| Quartzo (Qtz) | SiO ₂ |

Tabela 2: Composições químicas simplificadas das rochas carbonáticas magnésio-silicosas (% em peso):

| | Análise A | Análise B | Análise C |
|------------------------|-----------|-----------|-----------|
| SiO₂ | 6,58 | 29,13 | 21,62 |
| CaO | 36,83 | 33,98 | 26,91 |
| MgO | 13,23 | 4,88 | 14,50 |
| CO₂ | 43,36 | 32,00 | 36,96 |

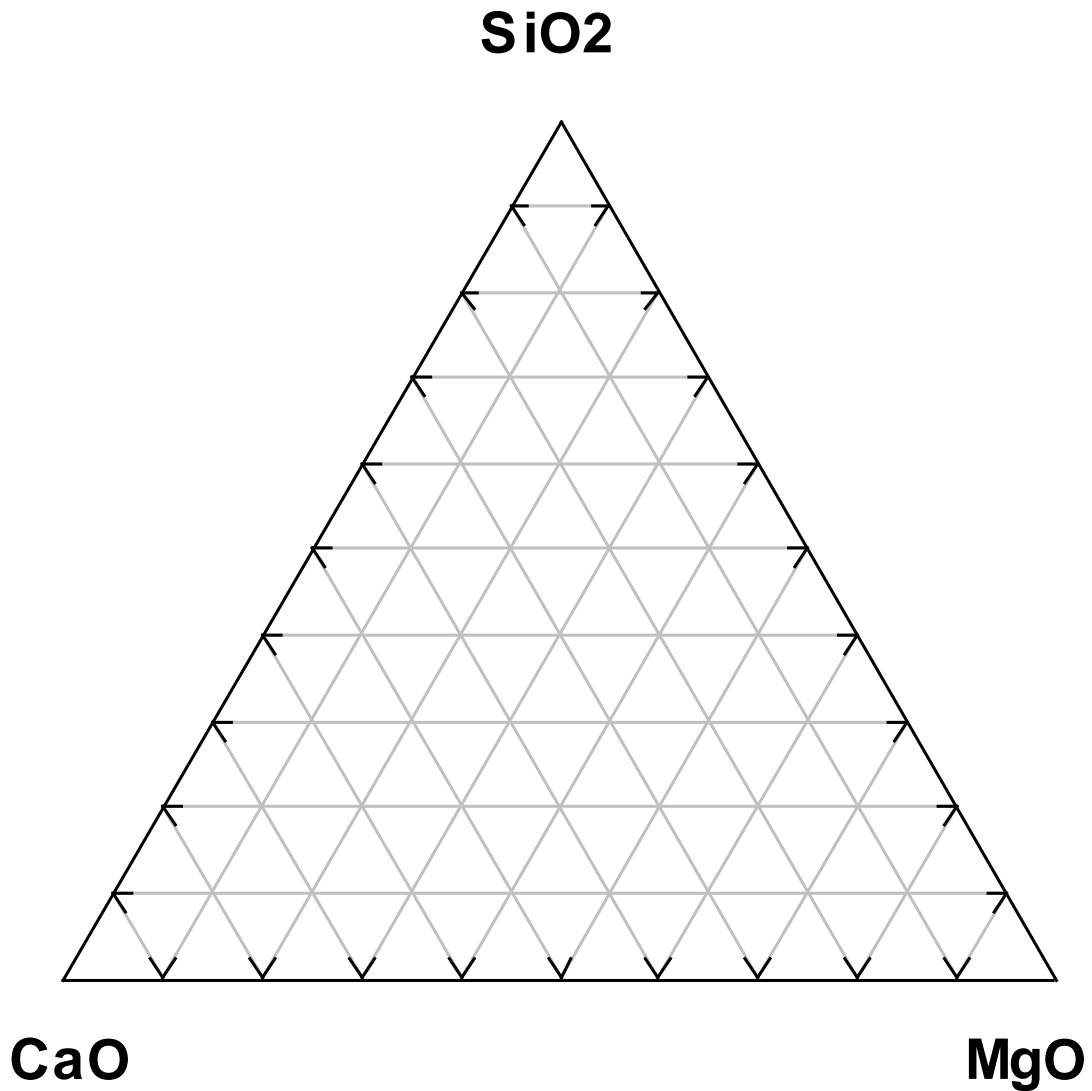
Tabela 3: Pesos moleculares:

SiO₂ = 60,08; CaO = 56,08; MgO = 40,30; CO₂ = 44,01;

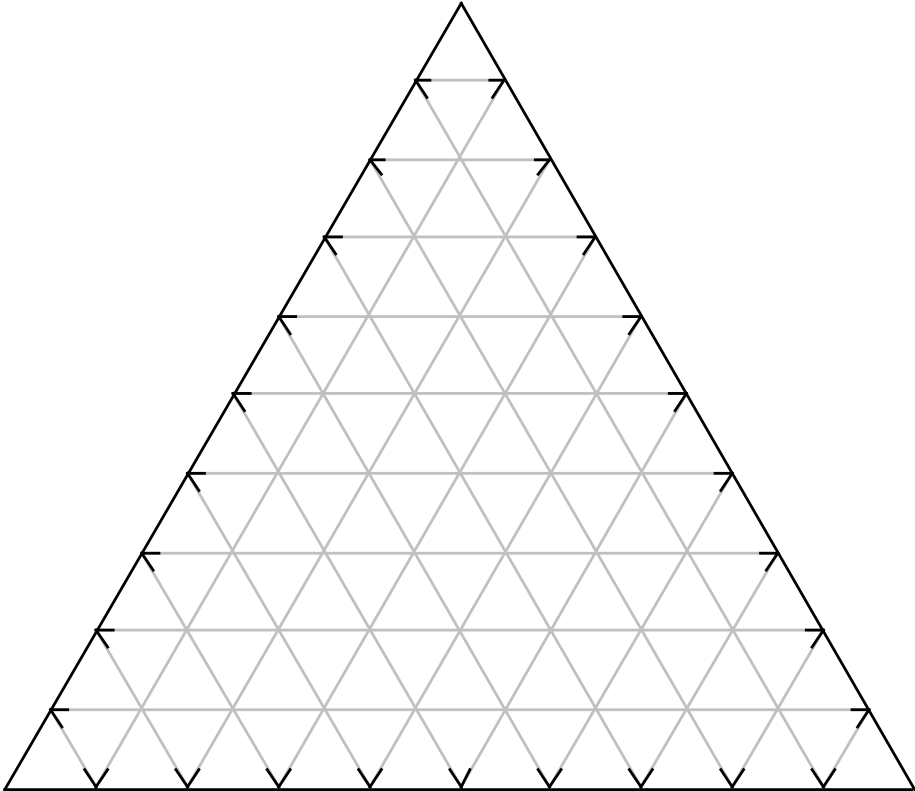
Tabela 4: Reações para rochas carbonáticas magnésio-silicosas no sistema CMS (+HC):

- 1) $3 \text{ dol} + 4 \text{ qtz} + \text{H}_2\text{O} = \text{tlc} + 3 \text{ cal} + 3 \text{ CO}_2$
- 2) $5 \text{ tlc} + 6 \text{ cal} + 4 \text{ qtz} = 3 \text{ tr} + 6 \text{ CO}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O}$
- 3) $2 \text{ tlc} + 3 \text{ cal} = \text{tr} + \text{dol} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 4) $5 \text{ dol} + \text{qtz} + \text{H}_2\text{O} = \text{tr} + 3 \text{ cal} + 7 \text{ CO}_2$
- 5) $2 \text{ tlc} + 4 \text{ dol} + \text{qtz} = 2 \text{ tr} + 8 \text{ CO}_2$
- 6) $\text{dol} + 2 \text{ qtz} = \text{di} + 2 \text{ CO}_2$
- 7) $\text{tr} + 3 \text{ cal} + 2 \text{ qtz} = 5 \text{ di} + 3 \text{ CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 8) $\text{tr} + 3 \text{ cal} = 4 \text{ di} + \text{dol} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 9) $\text{tr} + 11 \text{ dol} = 8 \text{ fo} + 13 \text{ cal} + 9 \text{ CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 10) $3 \text{ tr} + 5 \text{ cal} = 11 \text{ di} + 2 \text{ fo} + 5 \text{ CO}_2 + 3 \text{ H}_2\text{O}$
- 11) $\text{di} + 3 \text{ dol} = 2 \text{ fo} + 4 \text{ cal} + 2 \text{ CO}_2$
- 12) $15 \text{ dol} + 12 \text{ tr} = 39 \text{ di} + 18 \text{ fo} + 30 \text{ CO}_2 + 12 \text{ H}_2\text{O}$

Figura 1: Diagrama CMS

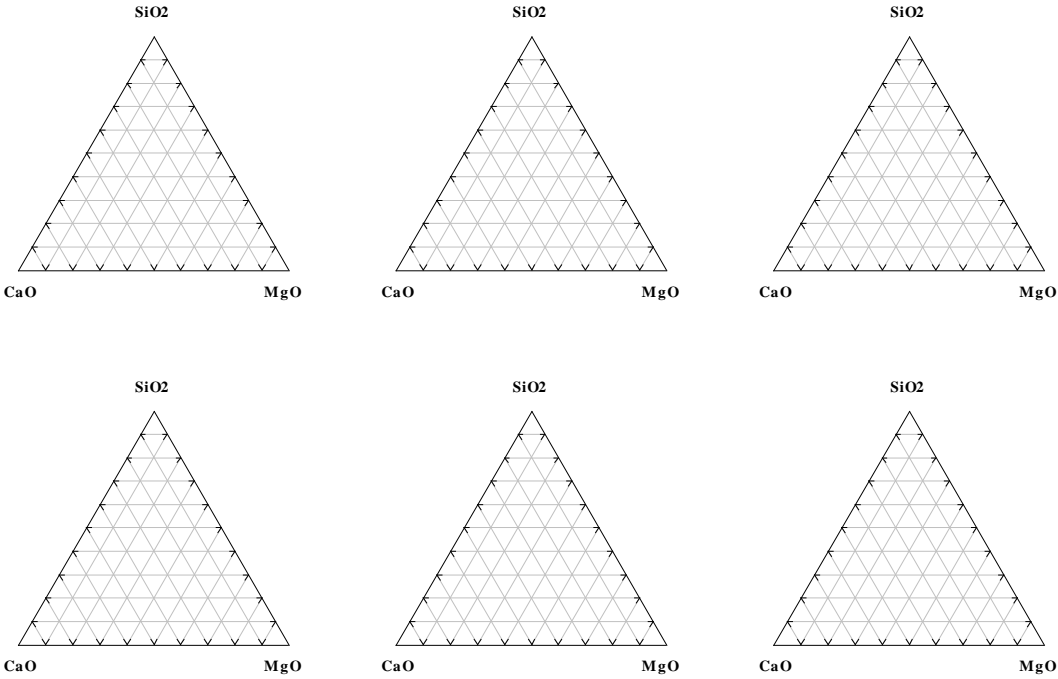


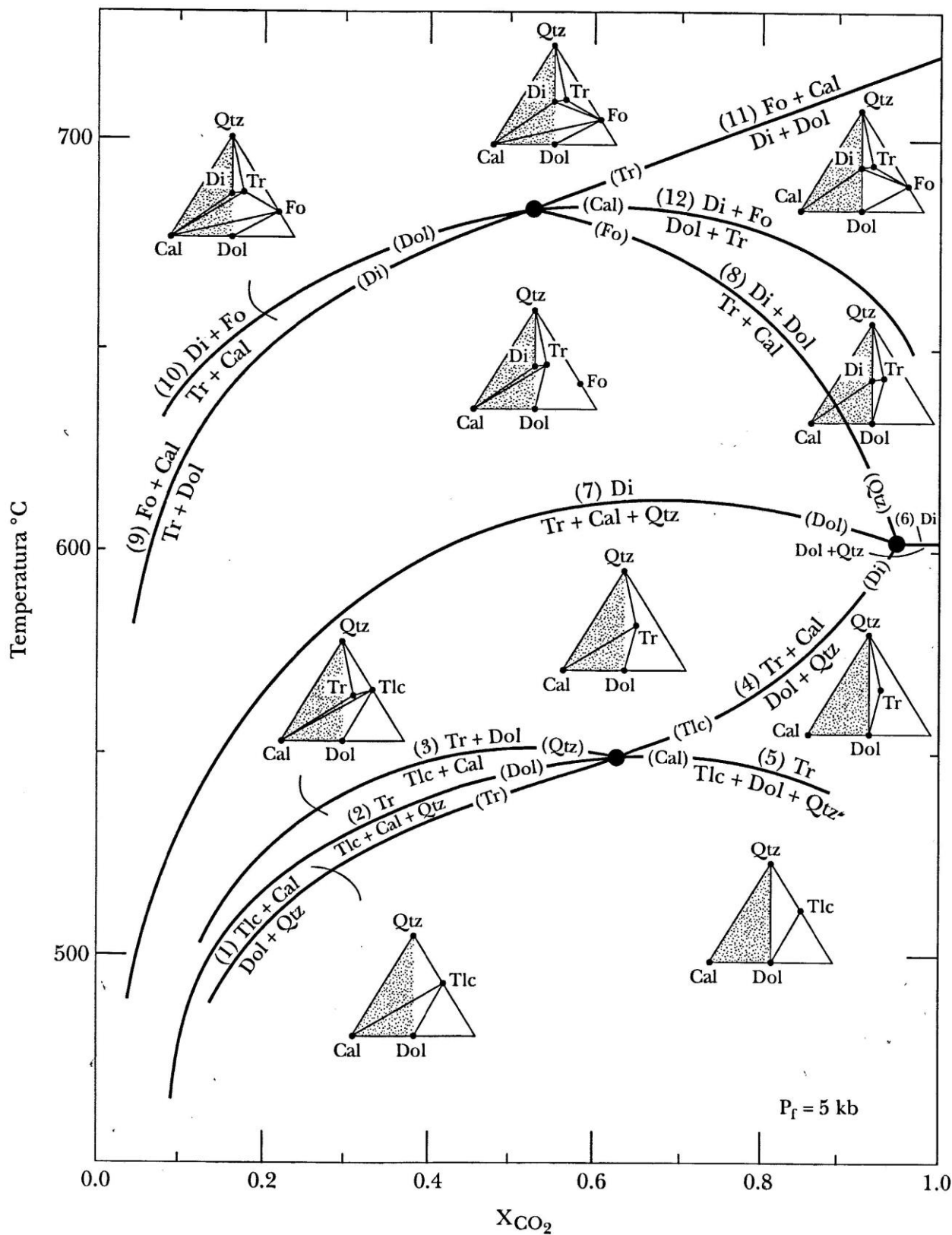
SiO₂



CaO

MgO





Grade petrogenética isobárica T - X_{CO_2} ($P_f = 5$ kb) para o sistema CMS-CH com fase fluida em excesso. Candia et al (2003), adaptado de Winkler (1979).