

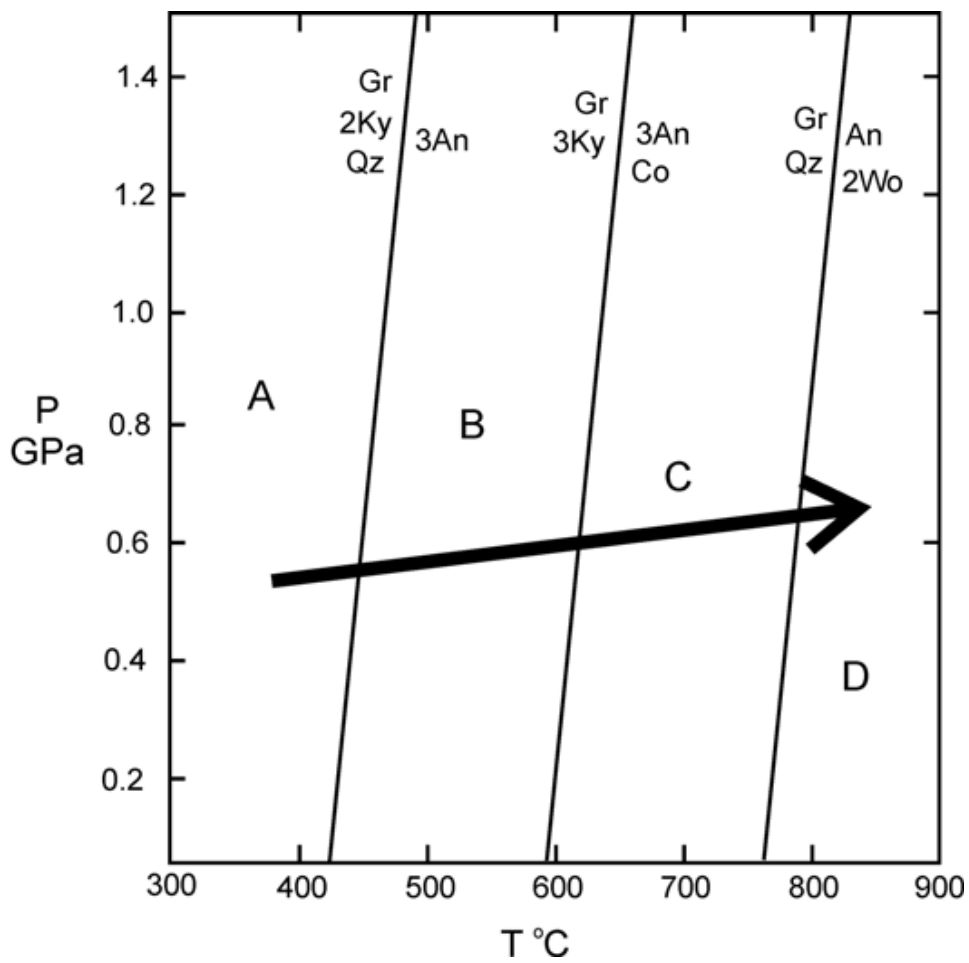


*As Sifah, Oman
Eclogitos formados por subducção da margem continental a 23 Kbar*

Petrologia Metamórfica

PL12
Ana Jesus

Ex IV



	A	B	C	D
1	4Gr + 2Ky + 3Qz	3Gr + 2Qz + 3An	3Gr + 2Qz + 3An	1Gr + 5An + 4Wo
3	2Gr + 2Ky + 3Qz	1Gr + 2Qz + 3An	1Gr + 2Qz + 3An	1Qz + 4An + 2Wo ^{2x}
4	1Gr + 4Ky + 1Qz	2Ky + 3An	2Ky + 3An	2Ky + 3An
5	1Gr + 6Ky + 2Co	1Gr + 6Ky + 2Co	3Ky + 3An + 3Co	3Ky + 3An + 3Co
2	3Gr + 2Ky + 1Co	3Gr + 2Ky + 1Co	7/3Gr + 2An + 5/3Co	2.33Gr + 2An + 1.67Co
6	0.5Gr + 2Ky + 3.5Qz	1Ky + 3Qz + 1.5An	1Ky + 3Qz + 1.5An	1Ky + 3Qz + 1.5An
7	1.33Gr + 0.67Ky + 4.33Qz	1Gr + 4Qz + 1An	1Gr + 4Qz + 1An	3Qz + 2An + 2Wo

Reacção não ocorreu (não existem os reagents necessários), a mineralogia da rocha mantém-se inalterada

Ex IV

Rocha (6): $0.5\text{Gr} + 2\text{Ky} + 3.5\text{Qz} = \frac{1}{2}\text{Gr} + 2\text{Ky} + (3 + \frac{1}{2})\text{Qz}$

A→B $(-1\text{Gr} - 2\text{Ky} - 1\text{Qz} + 3\text{An})$ Reagente menos abundante: Gr | **Resultado:** $1\text{Ky} + 3\text{Qz} + 1.5\text{An}$

1 Gr out ----- 2 Ky out

$\frac{1}{2}\text{Gr out} \text{ ----} x = 2 \times \frac{1}{2} = 1\text{Ky out} \quad | \quad 2\text{Ky} - 1\text{Ky} \Rightarrow 1\text{Ky}$

1 Gr out ----- 1 Qz out

$\frac{1}{2}\text{Gr out} \text{ ----} x = \frac{1}{2}\text{Qz out} \quad | \quad 3 + \frac{1}{2}\text{Qz} - \frac{1}{2}\text{Qz} \Rightarrow 3\text{Qz}$

1 Gr out ----- 3 An in

$\frac{1}{2}\text{Gr out} \text{ ----} x = 3 \times \frac{1}{2} = 1.5\text{An in}$

B→C $(-1\text{Gr} - 3\text{Ky} + 3\text{An} + 1\text{Co})$ Não há Gr, reação não ocorre

C→D $(-1\text{Gr} - 1\text{Qz} + 1\text{An} + 2\text{Wo})$ Não há Gr, reação não ocorre

Ex IV

Rocha (7): $1.33\text{Gr} + 0.67\text{Ky} + 4.33\text{Qz} = (1+1/3)\text{Gr} + 2/3\text{Ky} + (4+1/3)\text{Qz}$

A→B $(-1\text{Gr} - 2\text{Ky} - 1\text{Qz} + 3\text{An})$ Reagente menos abundante: Ky | **Resultado:** $1\text{Gr} + 4\text{Qz} + 1\text{An}$

$2\text{Ky out} \text{ ----- } 1\text{Gr out}$

$2/3\text{Ky out} \text{ ----} x = (2/3) / 2 = 1/3\text{Gr out} \quad | \quad (1+1/3)\text{Gr} - 1/3\text{Gr} \Rightarrow 1\text{Gr}$

$2\text{Ky out} \text{ ----- } 1\text{Qz out}$

$2/3\text{Ky out} \text{ ----} x = (2/3) / 2 = 1/3\text{Qz out} \quad | \quad (4+1/3)\text{Qz} - 1/3\text{Qz} \Rightarrow 4\text{Qz}$

$2\text{Ky out} \text{ ----- } 3\text{An in}$

$2/3\text{Gr out} \text{ ----} x = (3 \times 2/3) / 2 = 1\text{An in}$

B→C $(-1\text{Gr} - 3\text{Ky} + 3\text{An} + 1\text{Co})$ Não há Ky, reação não ocorre

C→D $(-1\text{Gr} - 1\text{Qz} + 1\text{An} + 2\text{Wo})$ **Resultado:** $3\text{Qz} + 2\text{An} + 2\text{Wo}$

Ex V

1) Cloritoide $\text{Fe}_2\text{Al}_4\text{Si}_2\text{O}_{10}(\text{OH})_4$ Qual a valência do Fe?

$$\text{Al} = (+3) \times 4 = +12 \quad \text{Si} = (+4) \times 2 = +8 \quad \text{O} = -2 \times 10 = -20 \quad (\text{OH}) = -1 \times 4 = -4$$

$$x = +12 + 8 - 20 - 4 \Leftrightarrow x = -4 \text{ cargas negativas por compensar } 2\text{Fe}^{2+}$$

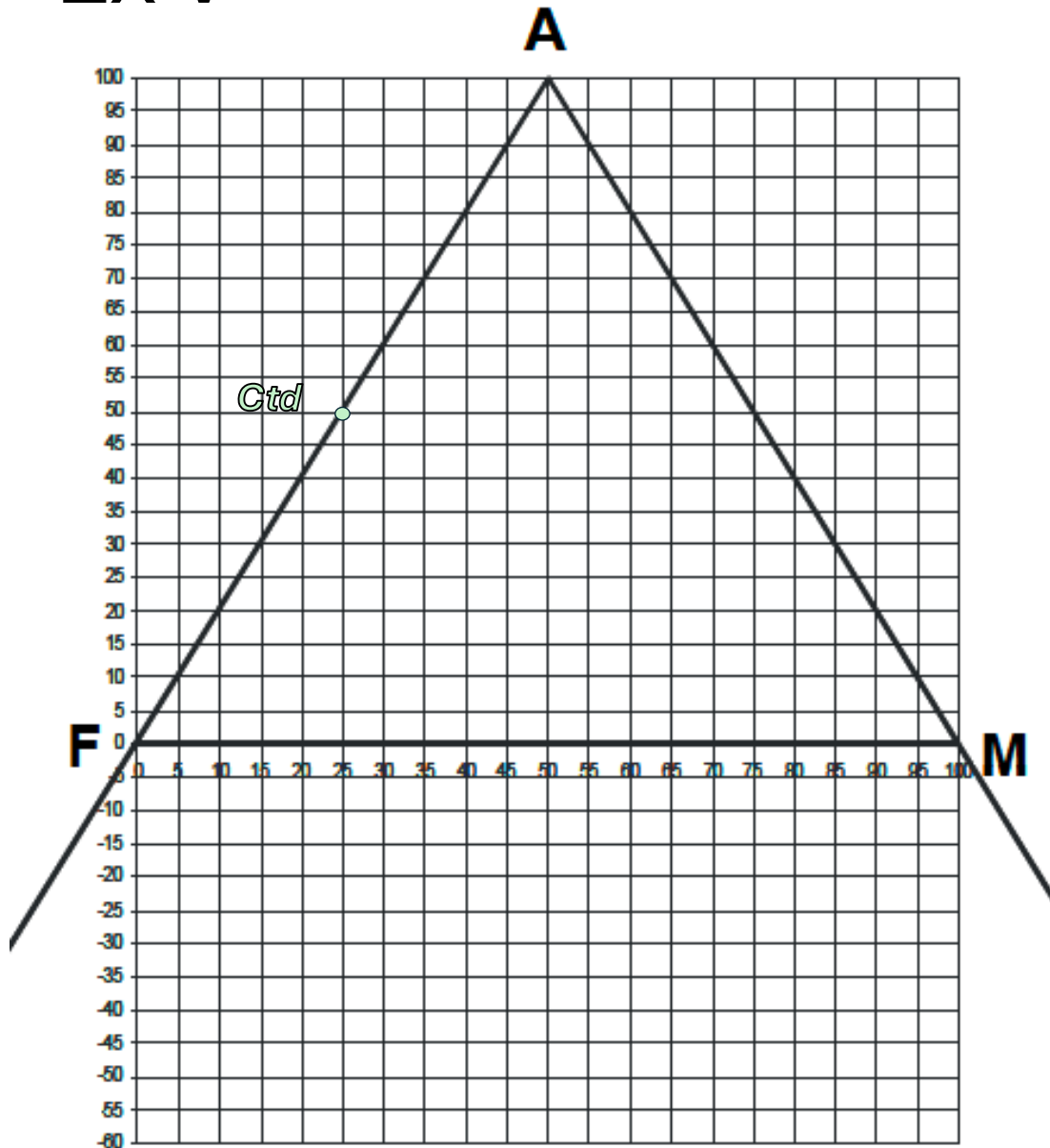
2) Projete a composição desse cloritóide num diagrama AFM

$$\text{A} = \text{Al}_2\text{O}_3 \quad \text{Al} = 4 \quad 2\text{Al}_2\text{O}_3$$

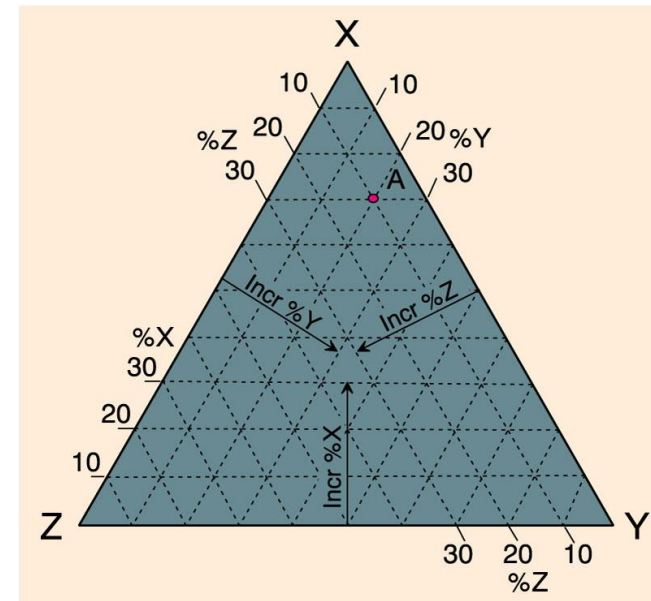
$$\text{F} = \text{FeO} \quad \text{Fe} = 2 \quad 2\text{FeO}$$

$$\text{M} = \text{MgO} \quad \text{Mg} = 0 \quad 0\text{MgO}$$

Ex V



- Numa projecção triangular é necessário normalizar todos os pontos para 100%
- Neste caso simplifica-se porque temos $1\text{Al}_2\text{O}_3$: 1FeO
- Notar que a rede quadriculada no diagrama fornecido apenas permite encontrar as coordenadas do componente A



$$X = 9.0 \quad Y = 2.6 \quad Z = 1.3$$

$$\text{Sum } X+Y+Z = 12.9$$

$$X = 100 \times 9/12.9 = 69.8\%$$

$$Y = 100 \times 2.6/12.9 = 20.1\%$$

$$Z = 100 \times 1.3/12.9 = 10.1\%$$

Ex V

2a) Projecte as composições dos minerais abaixo obtidas por Microsonda electronica no diagrama AFM

i) Transformar wt% em moles (dividir por massa molecular)

(wt%)	Al ₂ O ₃	FeO	MgO	K ₂ O	MnO	CaO
St	54.16	12.31	2.34			
Chl	21.19	21.55	15.28			
Bt	20.38	20.41	7.11	8.62		
Grt	22.05	29.17	6.49		1.57	1.80

(mol)	Al ₂ O ₃	FeO	MgO	K ₂ O	MnO	CaO
St	0.53	0.17	0.06			
Chl	0.21	0.30	0.38			
Bt	0.20	0.28	0.18	0.09		
Grt	0.22	0.41	0.16		0.02	0.03

ii) Corrigir Al para componentes que não são projectados (K, Mn, Ca) tendo em conta:

- A estequiometria dos minerais
- O diagrama AFM é projectado a partir da Ms pelo que se retira o Al proporcional ao K que existe na sua estequiometria : **$A = Al_2O_3 - 3K_2O$**

Ex V

ii) Corrigir Al para componentes que não são projectados (K, Mn, Ca)

Biotite:

$$\text{Al}_2\text{O}_3 = 0.2 \quad \text{K}_2\text{O} = 0.09$$

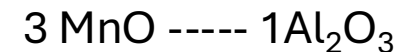
$$\text{Al}_2\text{O}_3 \text{ corr} = 0.2 - (3 \times 0.09) = -0.07$$

Granada: $\text{X}_3\text{Y}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$

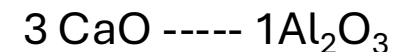
Retirar o numero de mol equivalentes em Al_2O_3 para cada componente não projectado

		X=3	Y=2
Fe	Almandina	Fe	Al
Mg	Piropo	Mg	Al
Mn	Espessartina	Mn	Al
Ca	Grossulária	Ca	Al

(mol)	Al_2O_3	FeO	MgO	K ₂ O	MnO	CaO
St	0.53	0.17	0.06			
Chl	0.21	0.30	0.38			
Bt	0.20 -0.07	0.28	0.18	0.09 -		
Grt	0.22 0.203	0.41	0.16		0.02	0.03



$$0.02 \text{ MnO} \text{ ---- } x = 0.02/3 = 0.007$$



$$0.03 \text{ CaO} \text{ ---- } x = 0.03/3 = 0.01$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 \text{ corr} = 0.22 - (0.007 + 0.01) = 0.203$$

Ex V

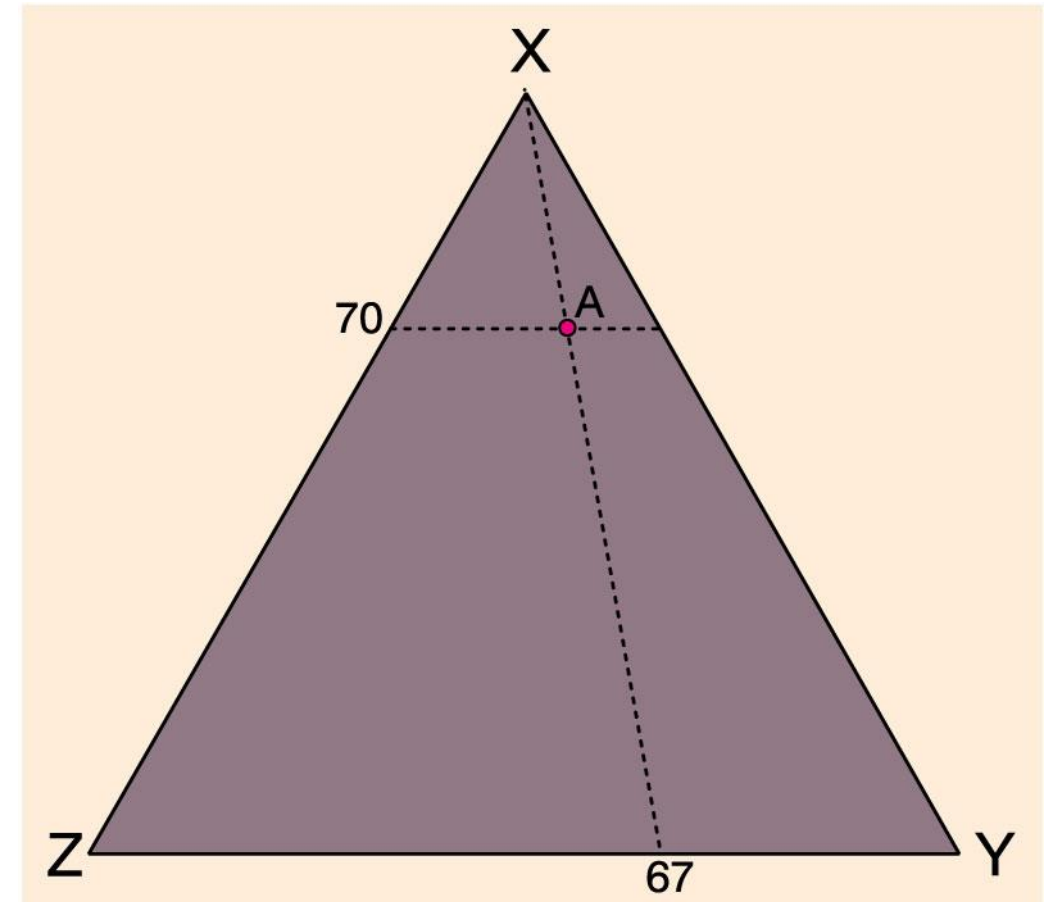
iii) Normalizar os valores para 100% e calcular #Mg

	Al ₂ O ₃	FeO	MgO	Total	#Mg (Mg/(Mg+Fe))
St	69.85	22.52	7.63	100.0	0.25
Chl	23.44	33.82	42.74	100.0	0.56
Bt	-19.34	73.63	45.71	100.0	0.38
Grt	25.91	53.06	21.04	100.0	0.28

Visto o diagrama não ter as linhas para projectar F e M pode usar-se #Mg.

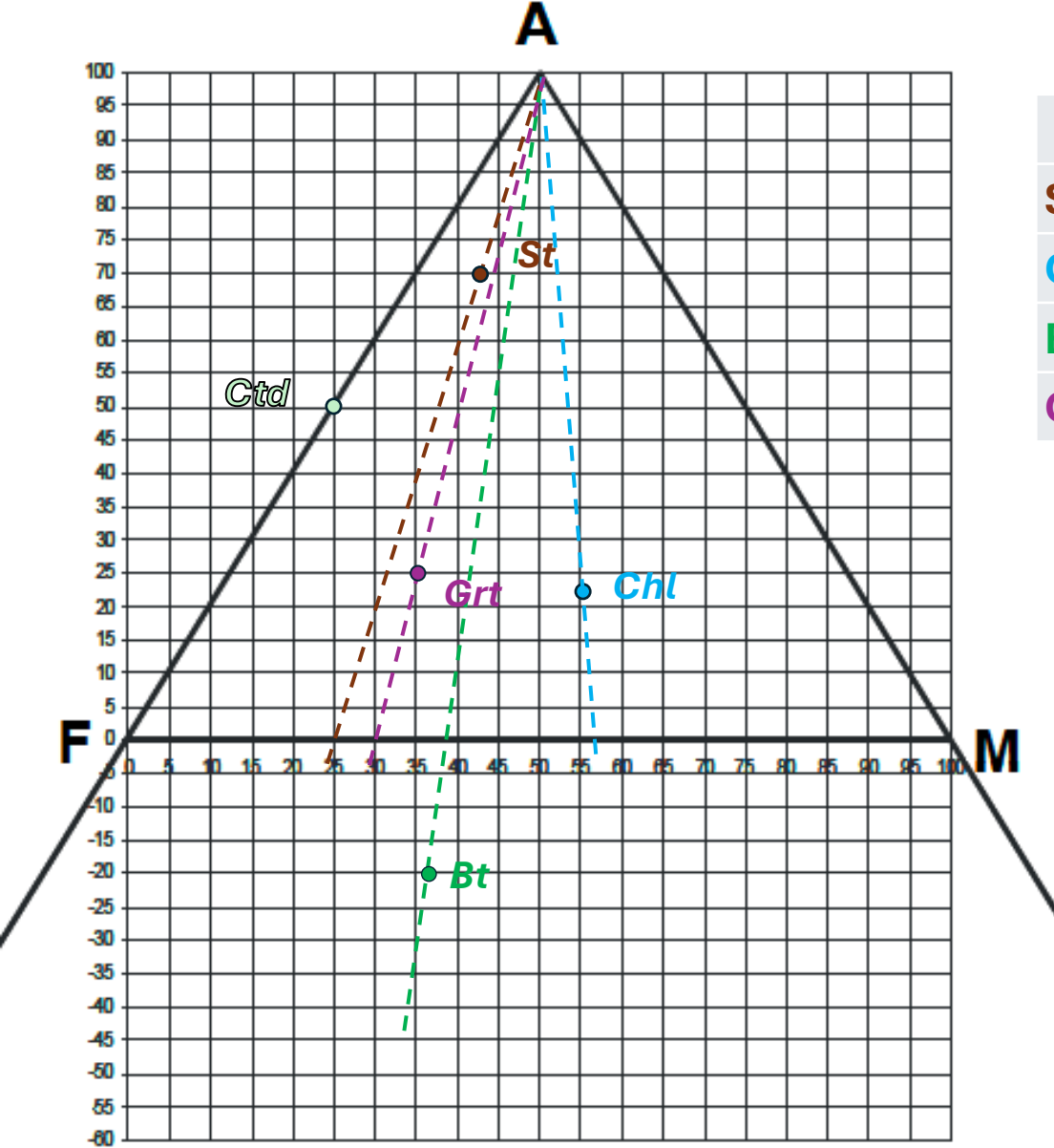
No Exemplo à direita:

- X=70% Y=20% Z=10%
1. Determinar razão $Y/Z = Y/(Y+Z)$
 2. $100 \times Y/(Z+Y)$ $100(20/(10+20)) = 67\%$
 3. Unir uma linha entre Y/Z e o ápice (X) e X=70% encontrar o ponto



Winter, 2014 Prentice Hall

Ex V



	Al ₂ O ₃	FeO	MgO	Total	#Mg (Mg/(Mg+Fe))
St	69.85	22.52	7.63	100.0	0.253
Chl	23.44	33.82	42.74	100.0	0.558
Bt	-19.34	73.63	45.71	100.0	0.383
Grt	25.91	53.06	21.04	100.0	0.284

Ex V

2b) Projecte as composições do sedimento argiloso pelágico (..)

- A composição de uma análise de rocha total, embora obtida por processos analíticos distintos dos minerais é também expressa em wt% de óxidos. O procedimento para projectar no AFM é o mesmo que o adoptado para os minerais desprezando-se MnO, CaO, Na₂O, H₂O
- O Ferro reportado vem sob duas formas o que obriga ao recalculo para Ferro total como FeO

(wt%)	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	Fe ₂ O ₃	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	H ₂ O
SAP	54.9	0.78	16.6	2.0	7.7	3.4	2.7	1.3	0.72	9.2

Recalcular Fe_2O_3 como FeO

Fe_2O_3 (M=159.7 g/mol) $\rightarrow$ FeO (M=71.85 g/mol)

Fe_2O_3 (M=159.7) ----- 2 x M Fe (M=55)

7.7 g Fe_2O_3 ----- X = $(7.7 \times 55 \times 2) / 159.7 = 5.3$ g Fe

M Fe (55) ----- M FeO (71.85)

5.3 g Fe ----- x = $(5.3 \times 71.85) / 55 = 6.9$ g FeO

Fe_2O_3 (M=159.7 g/mol) $\rightarrow$ FeO (M=71.85 g/mol)

Combinando as expressões à esquerda chegam a um **factor de conversão**

Há outras formas de obter o mesmo resultado :)

Xg Fe como FeO $\Rightarrow$

$$= \frac{xg \text{ Fe}_2\text{O}_3 \times 2 M_{\text{Fe}} \times M_{\text{FeO}}}{M_{\text{Fe}_2\text{O}_3} \times M_{\text{Fe}}}$$

$$= \frac{xg \text{ Fe}_2\text{O}_3 \times 55 \times 71.85}{159.7 \times 55}$$

$$= g \text{ Fe}_2\text{O}_3 \times 0.8999$$

Ex V

(wt%)	Al ₂ O ₃	FeO	Fe ₂ O ₃	MgO	K ₂ O	CaO	H ₂ O
SAP	16.6	2.0 8.9	7.7	3.4	2.7	0.72	9.2

mol	Al ₂ O ₃	FeO	MgO	K ₂ O
SAP	0.16 0.07	0.12	0.08	0.03

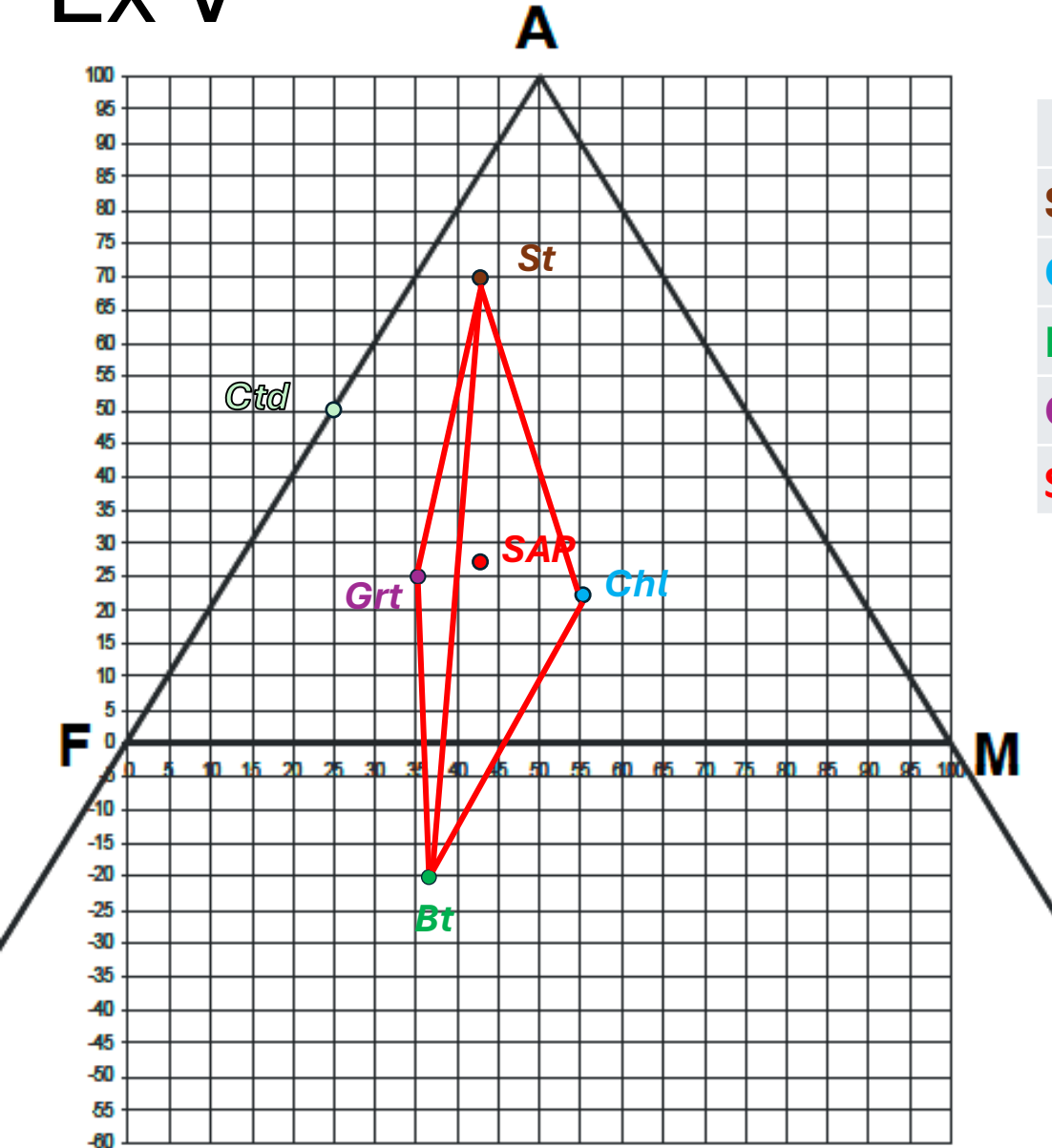
Calcular FeO_{total}

$$\text{FeO}_{\text{Total}} = 2.0 + 6.9 = 8.9 \text{ g}$$

Depois de converter para mol
corrigir Al₂O₃ para K₂O

$$\text{Al}_2\text{O}_3 = 0.16 - (3 \times 0.03) = 0.07 \text{ mol}$$

Ex V



	Al ₂ O ₃	FeO	MgO	Total	#Mg (Mg/(Mg+Fe))
St	69.85	22.52	7.63	100.0	0.253
Chl	23.44	33.82	42.74	100.0	0.558
Bt	-19.34	73.63	45.71	100.0	0.383
Grt	25.91	53.06	21.04	100.0	0.284
SAP	26.92	43.53	29.54	100.00	0.404

- Tielines**
- Estaurolite-Granada
 - Granada – Biotite
 - Biotite – Chlorite
 - Clorite – Estaurolite
 - Estaurolite – Biotite

Associação mineral rocha SAP
Bt-St-Chl-Qz- Ms