



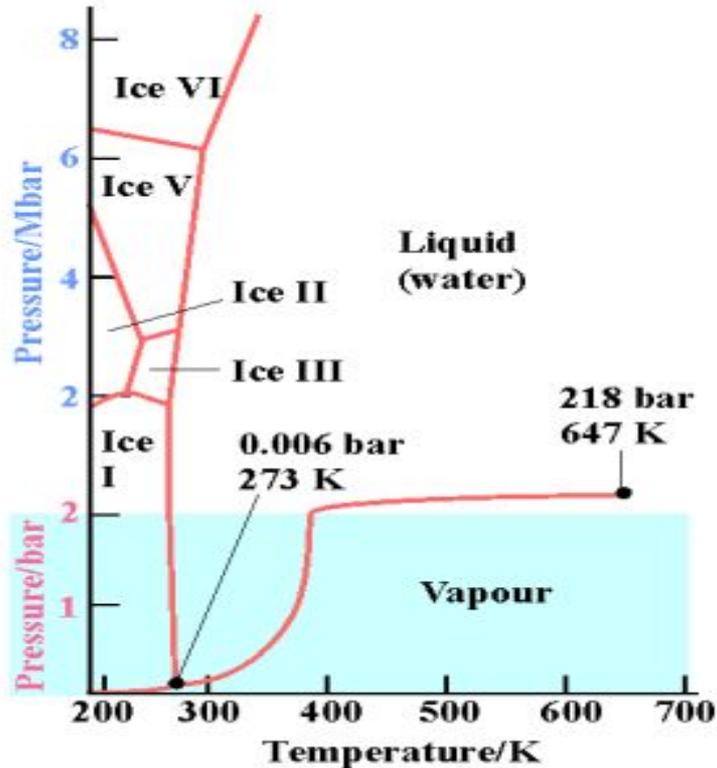
Universidade de São Paulo  
**Instituto de Química**

QFL1444



# Diagrama de Fases Ternário

# Diagramas de fase e o Potencial químico



Entropia total

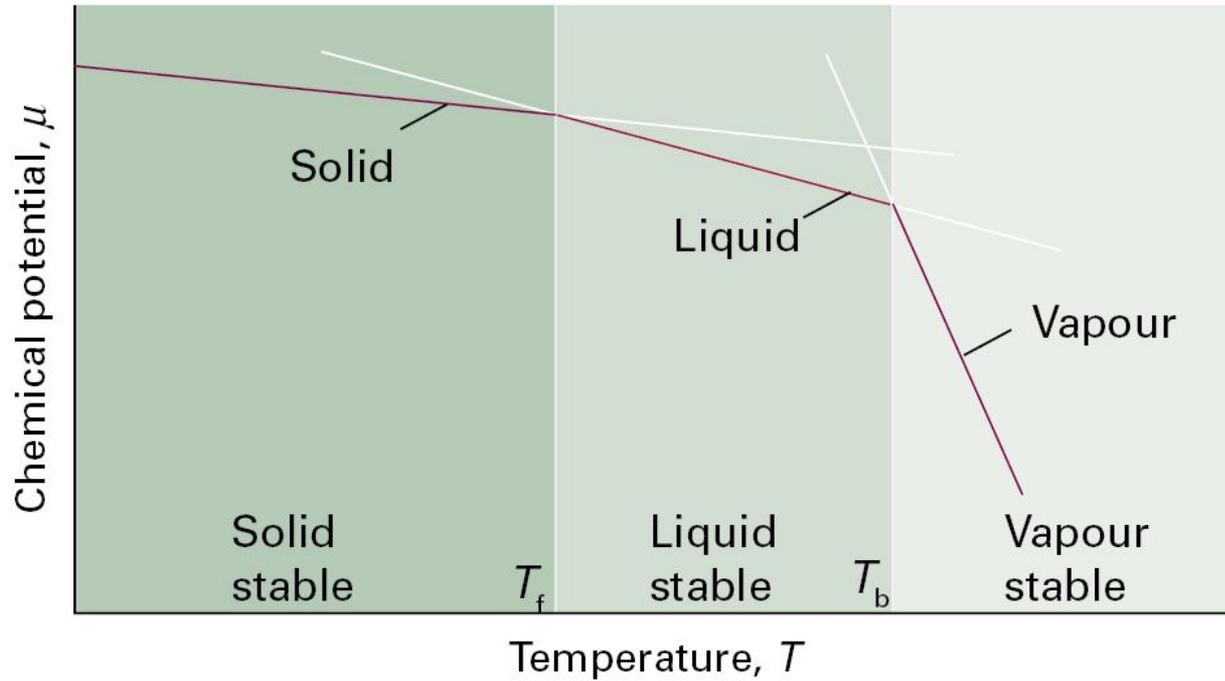


Energia Livre



Energia Livre Molar  
Potencial Químico

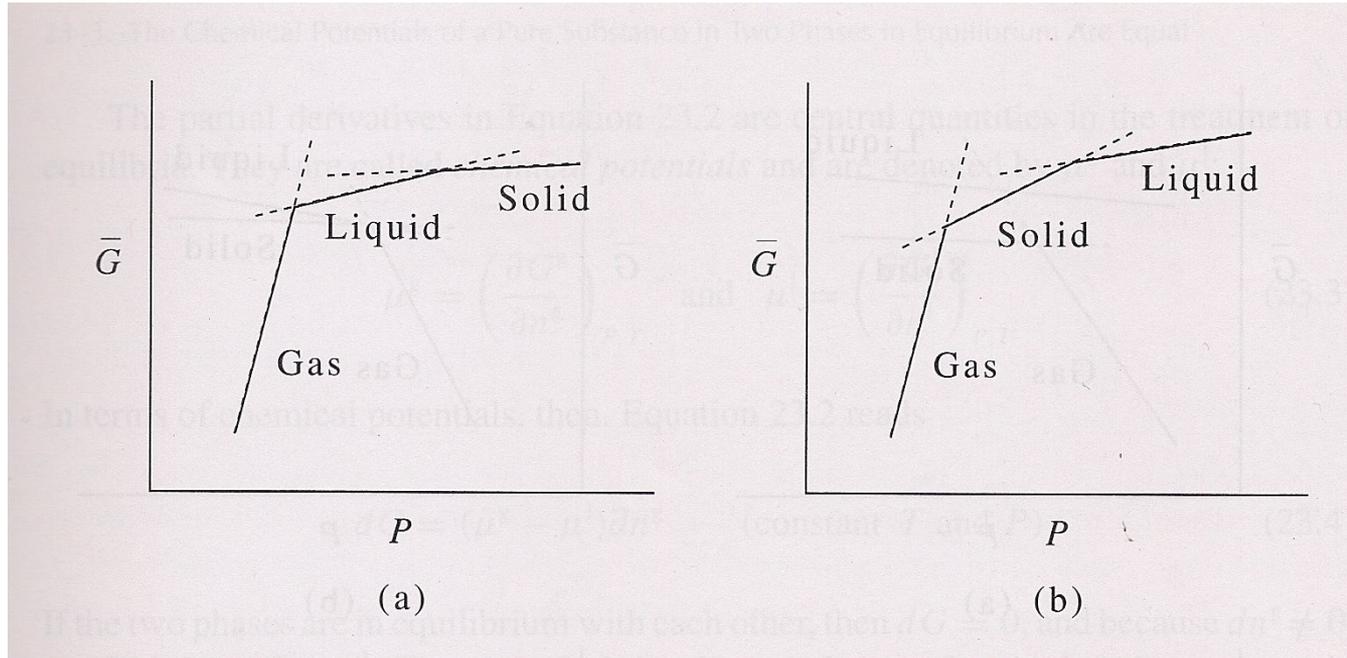
# Dependência do Potencial químico com T



$$\left(\frac{\partial \mu}{\partial T}\right)_P = -S_m$$

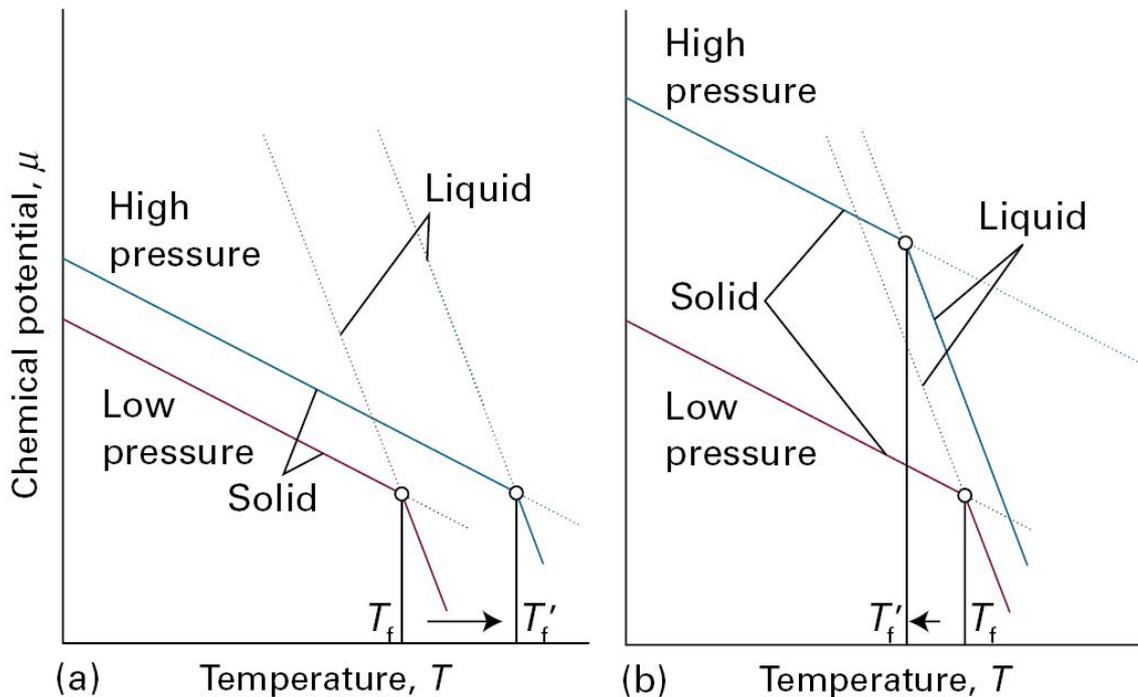
# Dependência do Potencial químico com P

## Próximo ao ponto triplo (duas substâncias diferentes)



$$\left(\frac{\partial \mu}{\partial P}\right)_T = V_m$$

## Dependência do Potencial químico: Temperaturas de Fusão com a variação de P



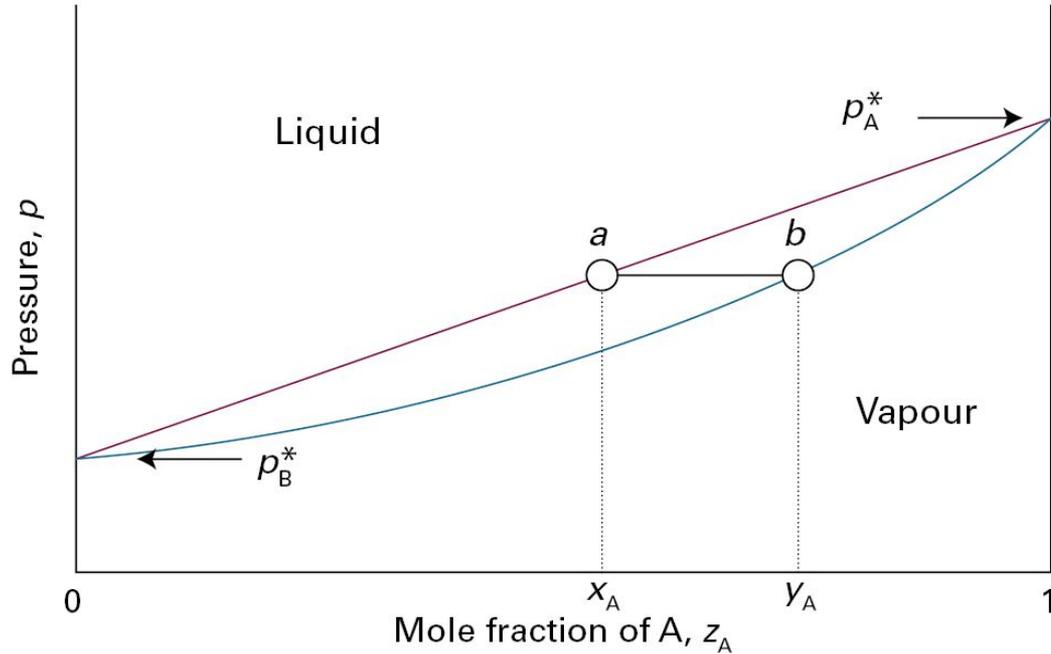
$$\left(\frac{\partial \mu}{\partial P}\right)_T = V_m$$

a)  $V_m^S < V_m^L$

b)  $V_m^S > V_m^L$

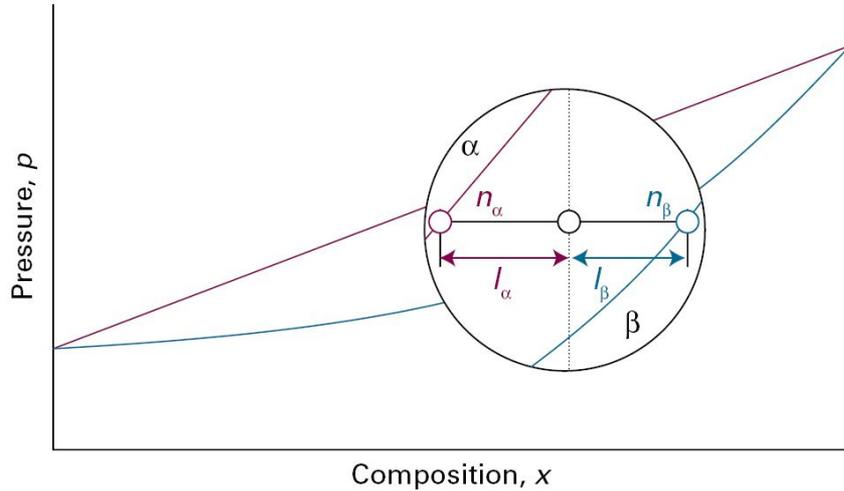
# Equilíbrio Líquido-vapor

## Diagrama binário

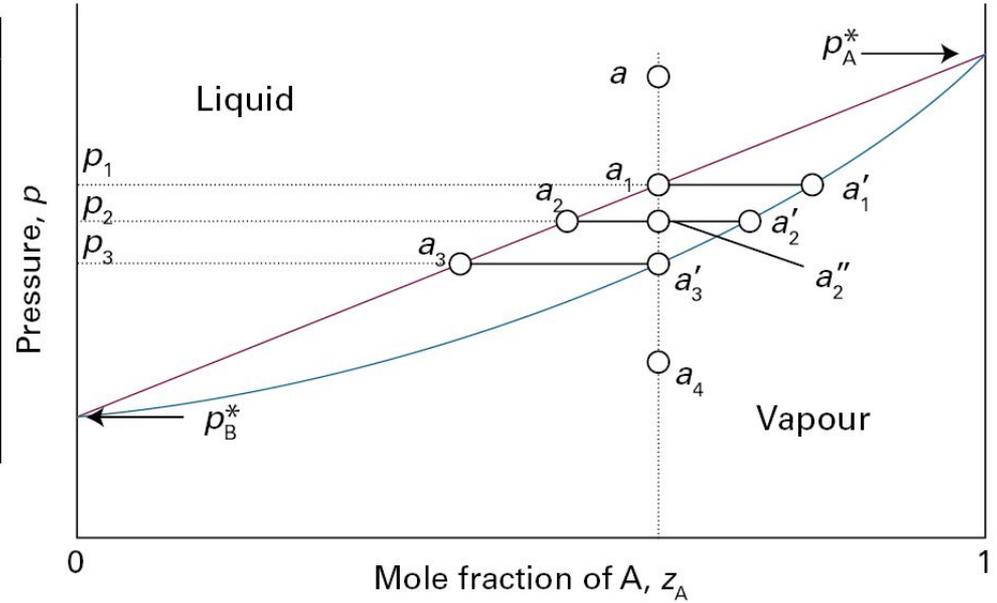


- $z$  corresponde à composição total e equivale a  $x$  quando acima da curva e  $y$  quando abaixo
- Linha de amarração: reta entre  $a$  e  $b$

# Regra da alavanca

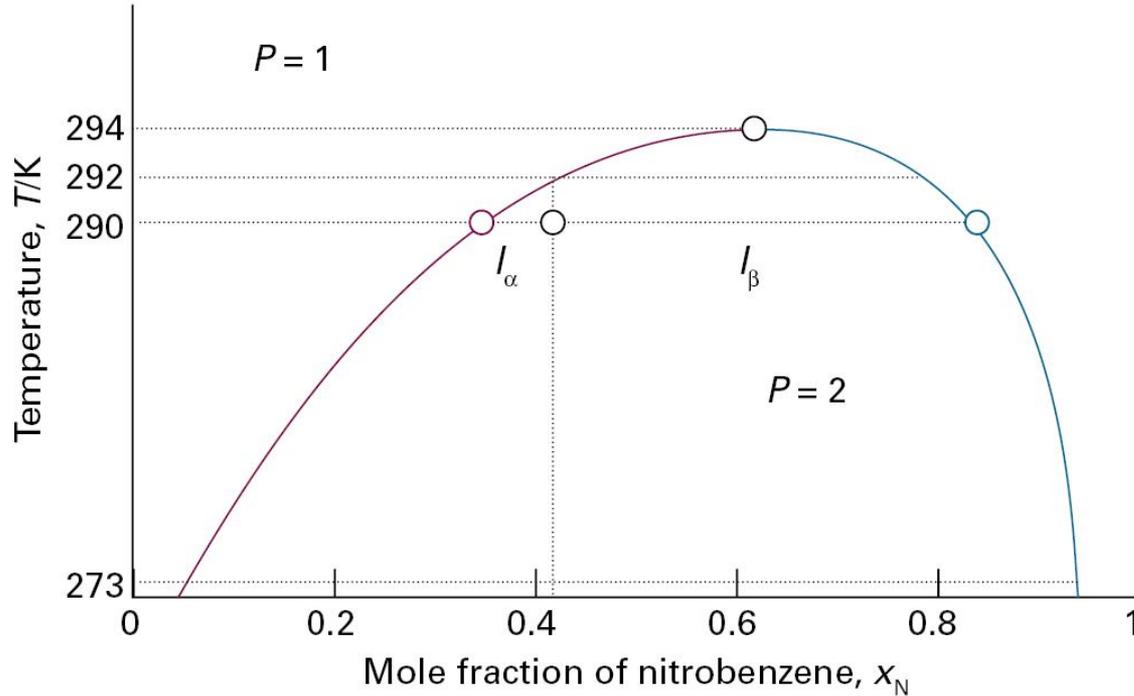


$$n_\alpha l_\alpha = n_\beta l_\beta$$



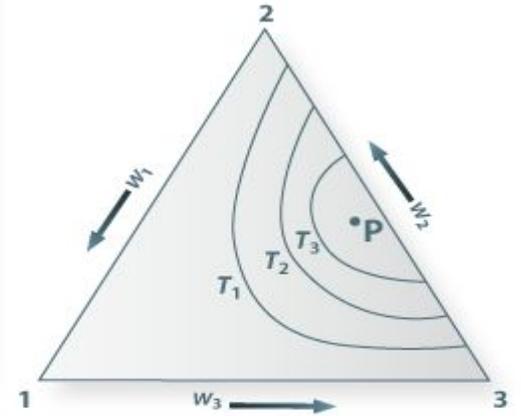
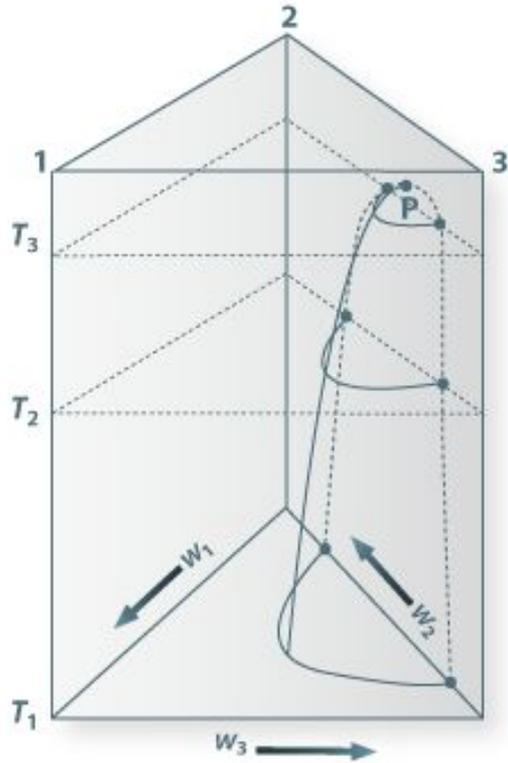
À medida que  $P$  baixa, seguindo a isopleta, a composição de A na fase vapor aumenta.

# Líquidos parcialmente miscíveis



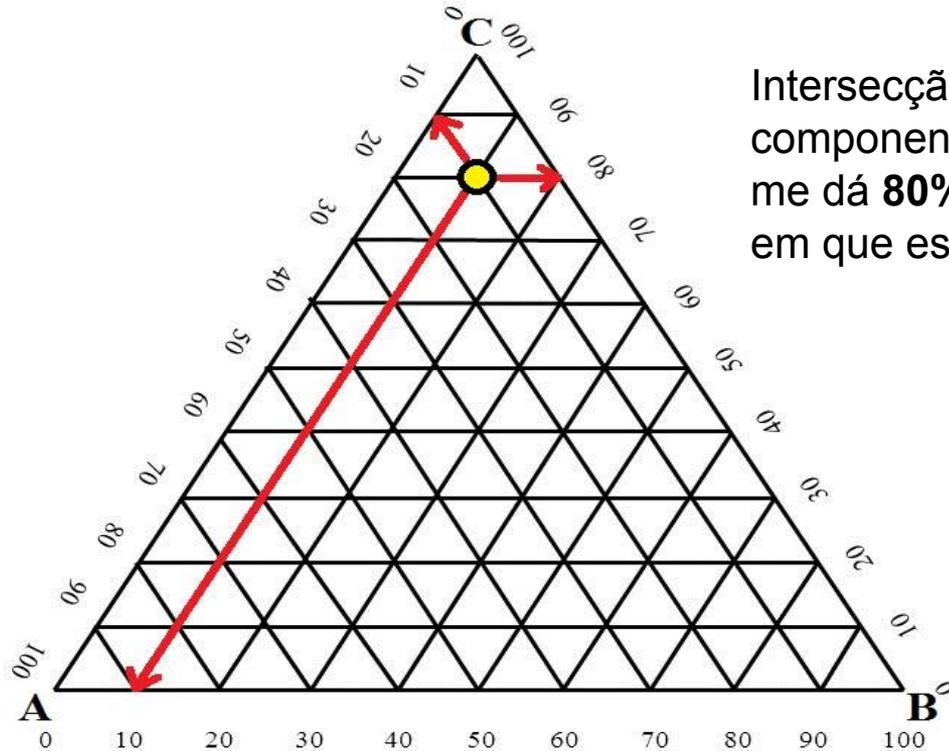
- Hexano + nitrobenzeno
- Pequenas quantidades de uma espécie se dissolve na outra.
- Composição no equilíbrio não varia com adição de hexano, mas com T.
- As quantidades relativas das fases sim que variam (regra da alavanca).
- Temperatura crítica superior.
- Como representar três componentes?

# Diagrama Ternário



Temos três componentes, que podemos usar um diagrama tridimensional, variando  $P$  e  $T$ , além das composições, ou, manter  $P$  e  $T$  constantes e analisar apenas as composições.

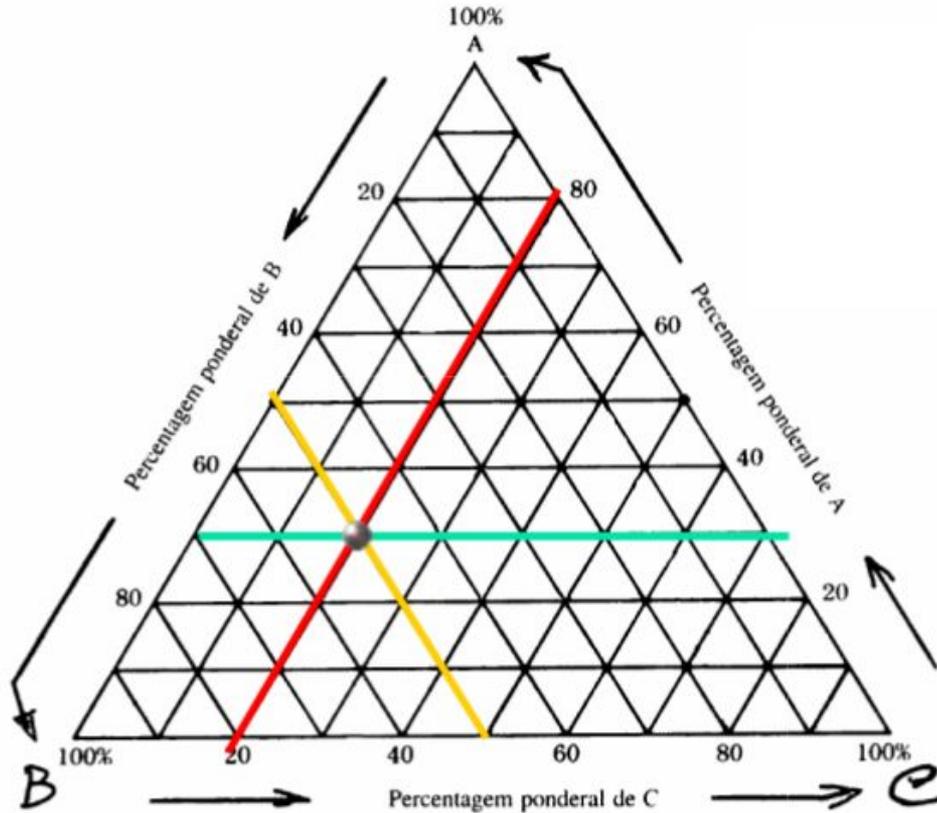
# Como ler o diagrama: P e T constantes



Intersecção das linhas paralelas ao lado posto ao componente de interesse. Por exemplo, a linha que me dá **80% de C** deve estar **paralela** à coordenada em que estão as porcentagens de **B**.

**10% de A**  
**10% de B**  
**80% de C**

# Como ler o diagrama

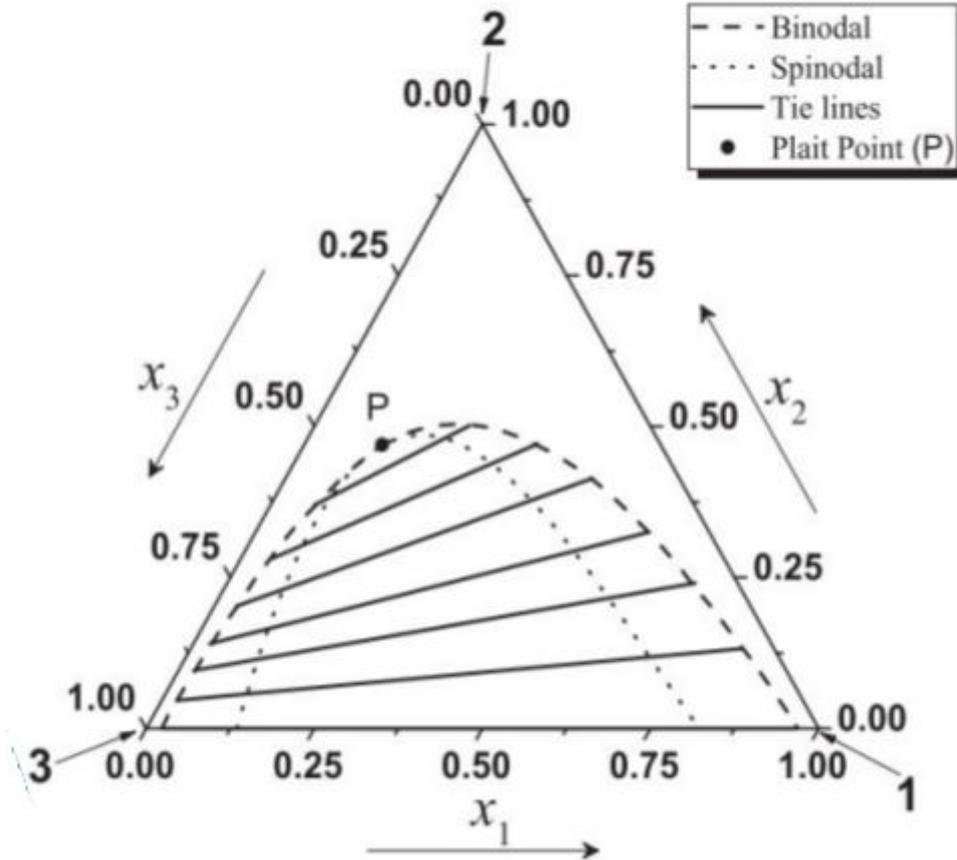


A% = 30%

B% = 50%

C% = 20%

# Diagrama ternário



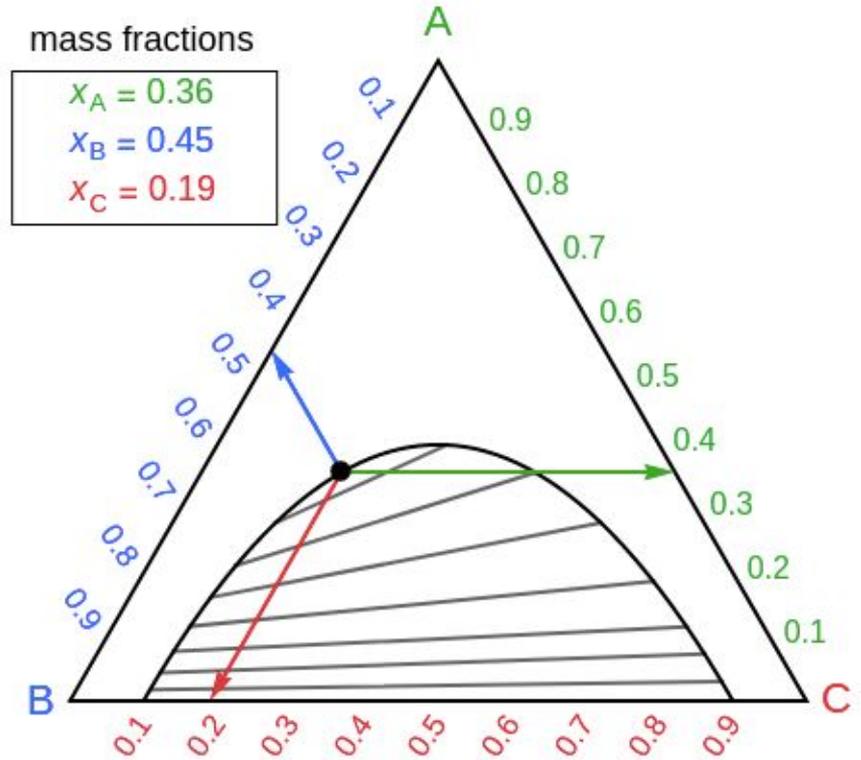
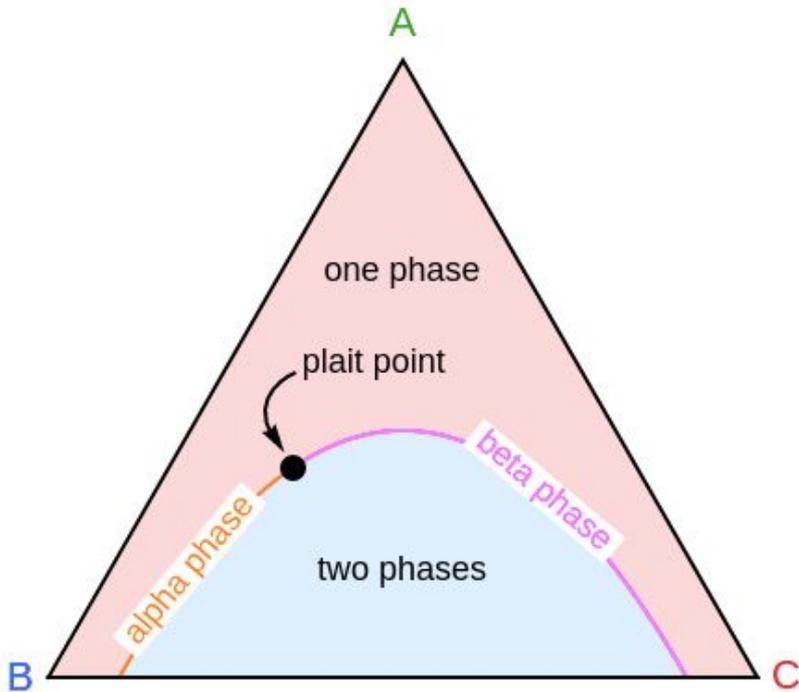
**Curva binodal:** separa regiões com uma e duas fases

**Curva spinodal:** separa região meta-estável

**Linhas de amarração (tie lines):** liga composições associadas.

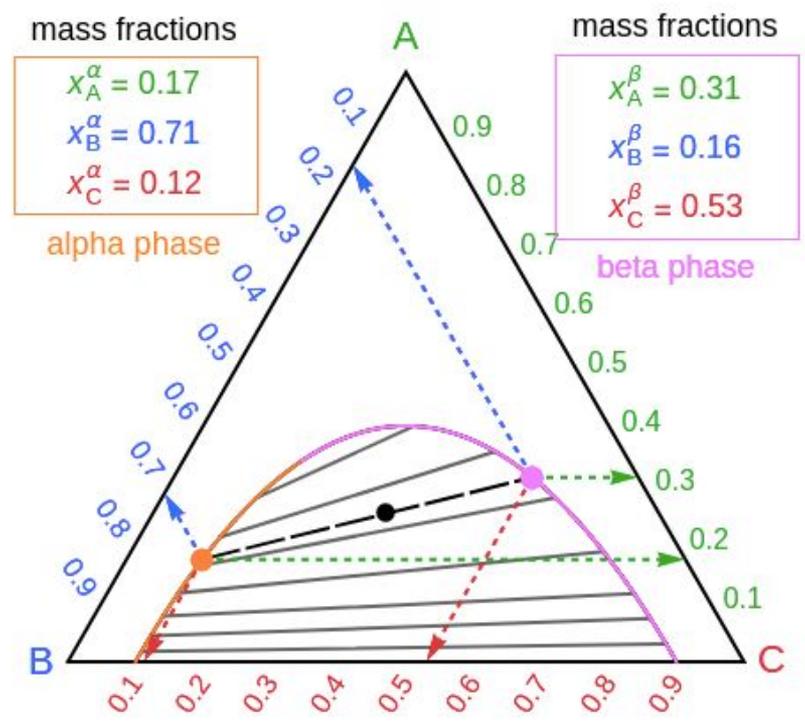
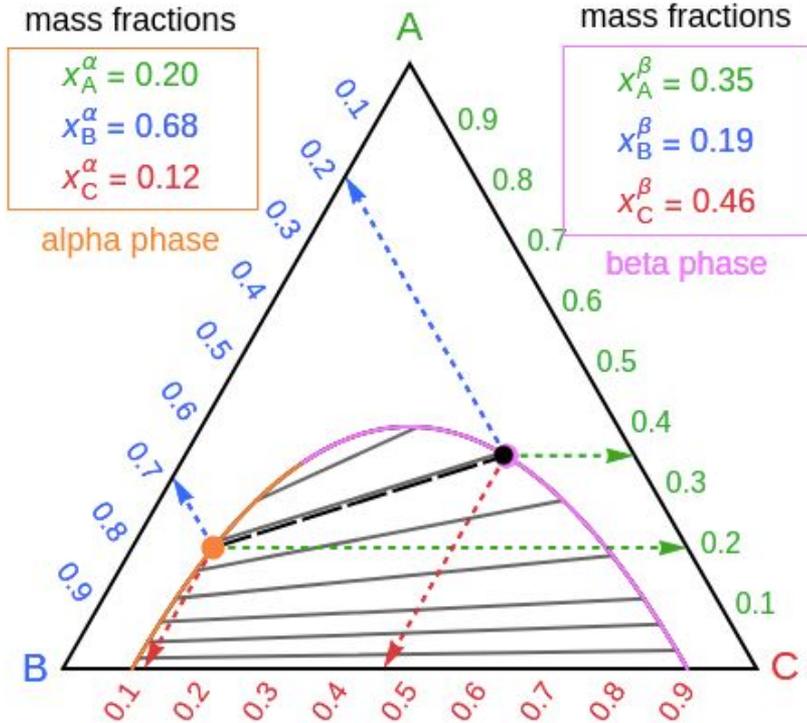
**Plait point:** Intersecção entre binodal e spinodal, ponto onde as composições das duas fases são idênticas

# Diagrama ternário

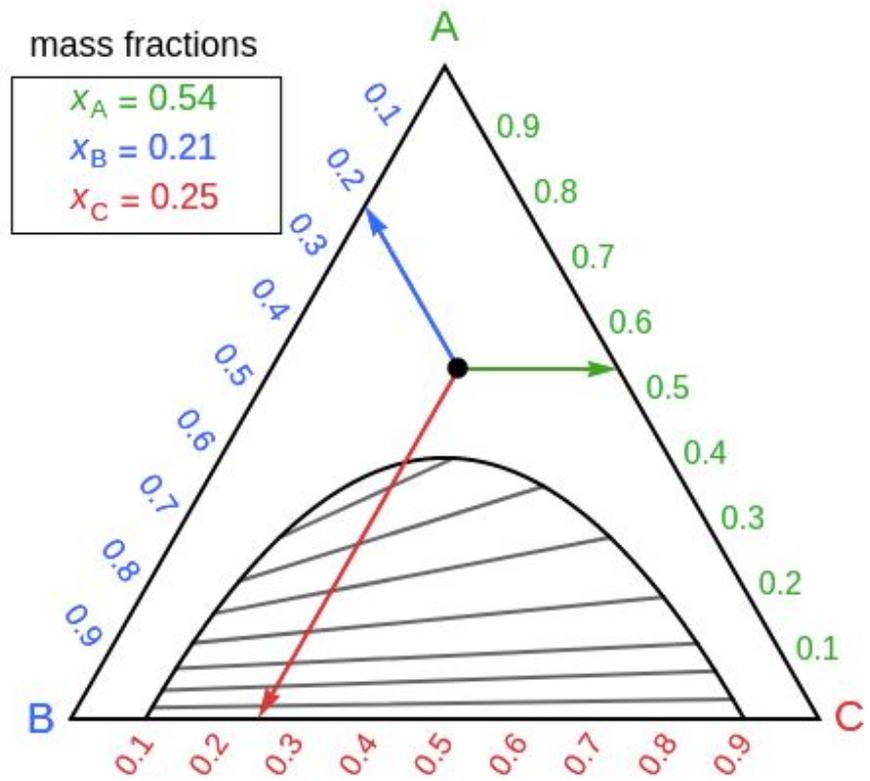
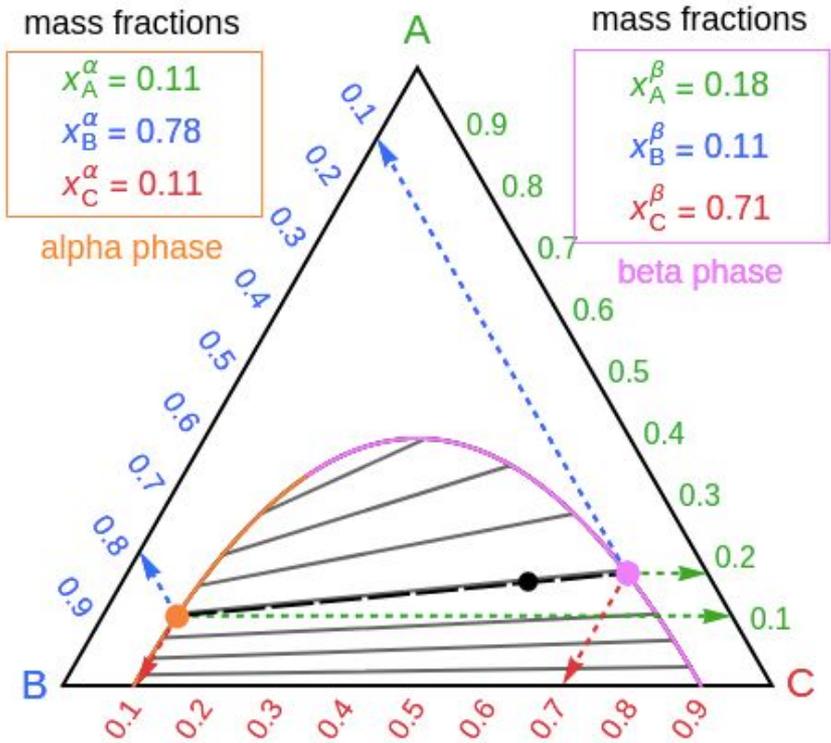


[Simulação de diagramas ternários](#)

# Diagrama ternário



# Diagrama ternário

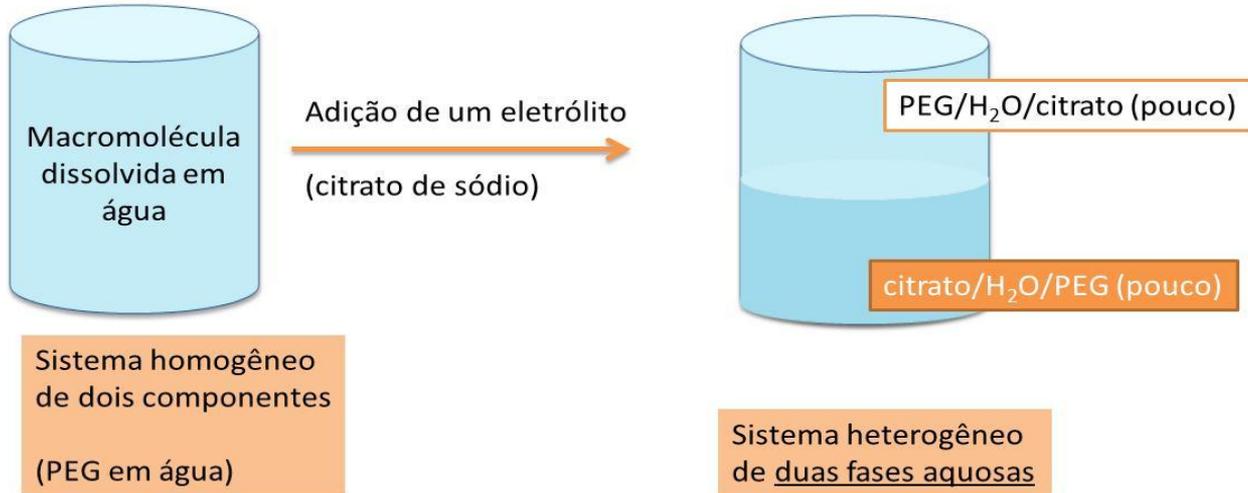


# Efeito salting-out

## Mudança da força iônica

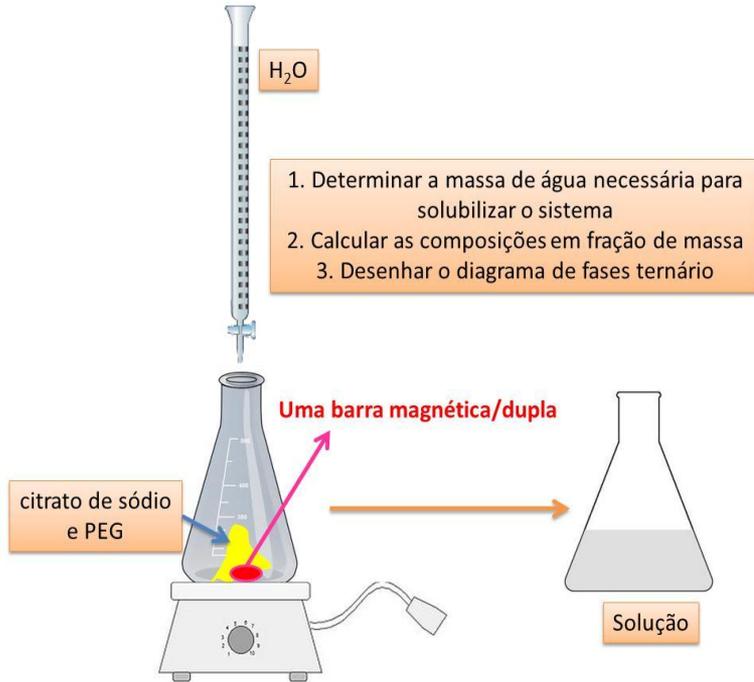
\* Efeito *salting-out* geralmente é observado em sistemas ternários compostos por sal, macromoléculas hidrossolúveis (polímeros, proteínas) e água.

\* Hidratação preferencial do sal leva à separação de fases, formando um sistema de duas fases aquosas.



# Roteiro

## A) Construção do diagrama ternário

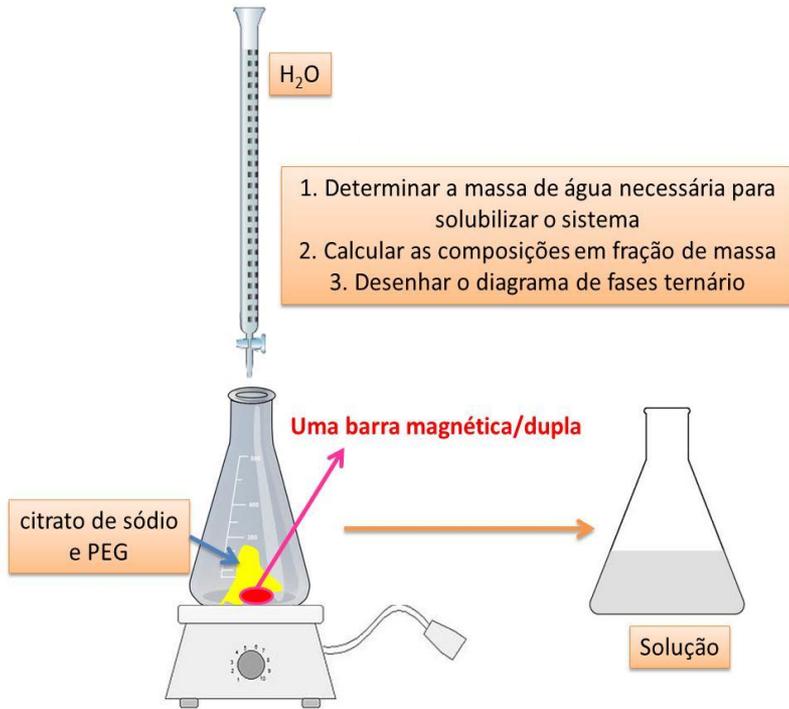


- Completar bureta limpa com água destilada
- Pesar erlenmeyer limpo e seco (com barra magnética)
- Preparar misturas 1 a 6 abaixo
- Adicionar 12,5 ml à mistura sólida e agitar (paciência)
- Meça a temperatura a cada 20 minutos

Mistura	Massa Citrato de sódio / g	Massa PEG / g
1	4,500	1,000
2	3,500	2,000
3	4,000	2,000
4	2,000	5,000
5	3,000	3,000
6	3,000	2,500

# Roteiro

## A) Construção do diagrama ternário



- **Titule com água destilada até que o ponto de névoa desapareça**



Ponto de névoa



Translúcido

# Roteiro

## Construção do diagrama ternário

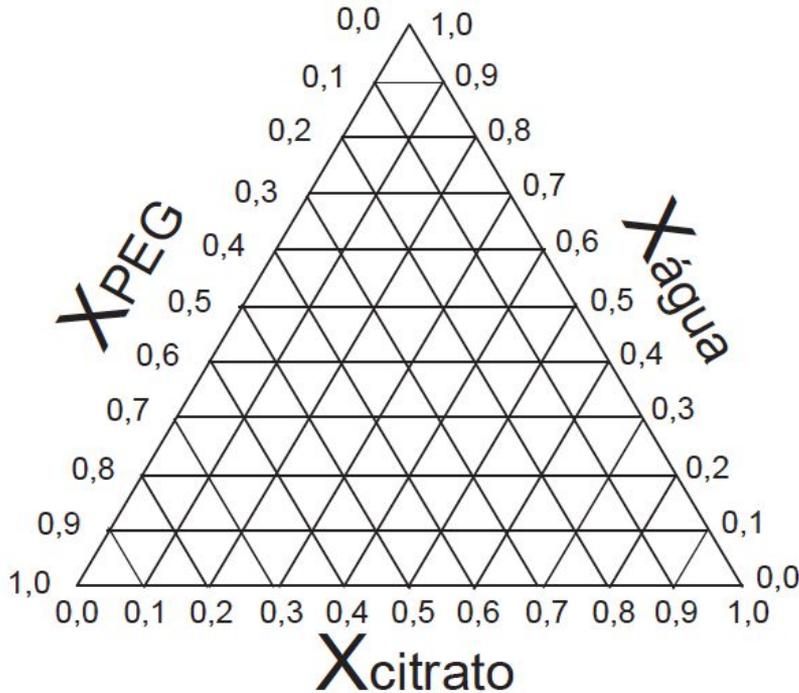
- Pese o sistema novamente e calcule a massa de água adicionada

Mistura	Massa de água / g
1	
2	
3	
4	
5	
6	

- Calcule, as frações em massa dos componentes do sistema ternário e trace a curva binodal no diagrama

Mistura	% (m/m) citrato de sódio	% (m/m) PEG	% (m/m) água
1			
2			
3			
4			
5			
6			

# Construção do diagrama ternário



## Para o Estudo Dirigido:

**Apresente as tabelas com as frações em massa e a curva binodal referente ao sistema ternário.**

Indique com uma seta o sentido do aumento da composição de cada componente no diagrama.

Responda às questões formuladas