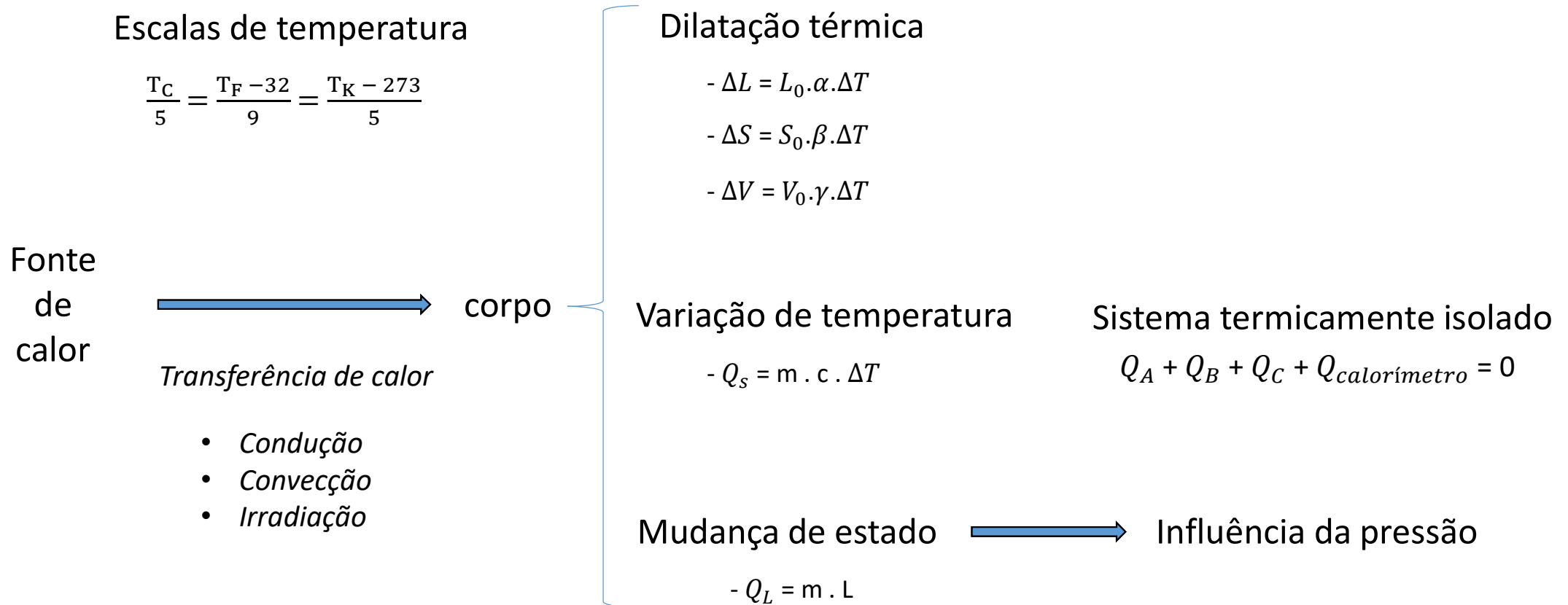


Mudança de estado e influência da pressão

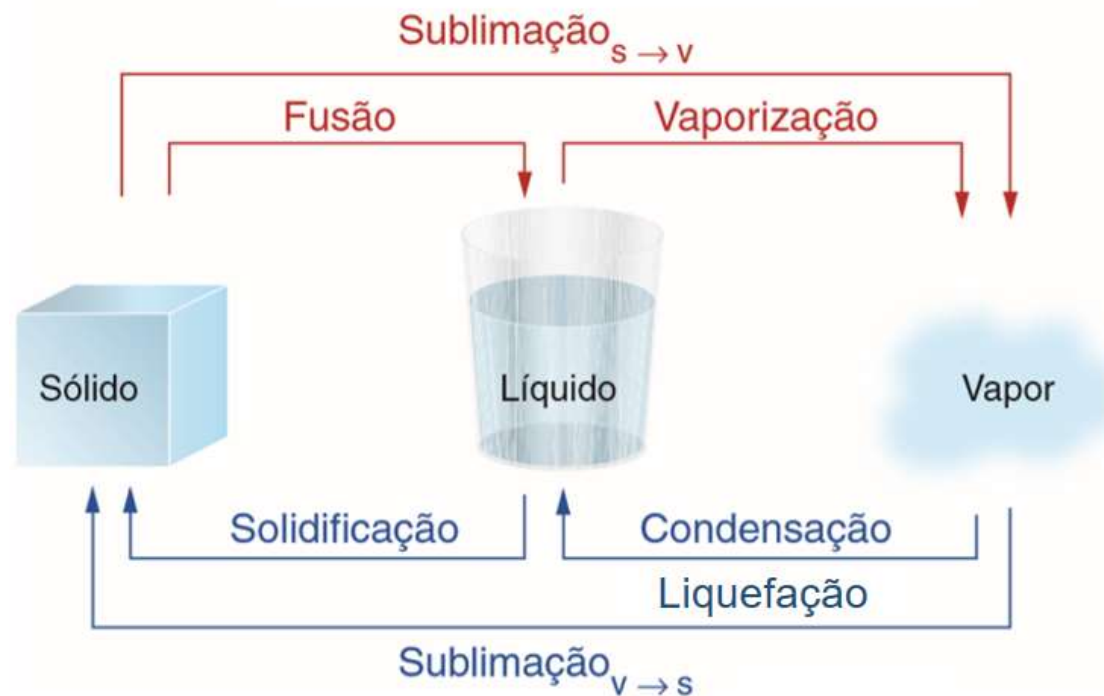
- Aulas 11 e 12 / Pg. 509 / Tetra 1
 - Aulas 06 / Pg. 411 / Hexa 1
-
- SL 02 – Mapa conceitual
 - SL 03 – Estados físicos
 - SL 06 – Vaporização
 - SL 07 – Curvas de vaporização e fusão da água
 - SL 14 – Diagrama de estados da água
 - SL 18 – Diagrama de estados do CO_2
 - SL 21 – Exercícios

Apresentação e demais documentos: **fisicasp.com.br**

Mapa conceitual



Processos endotérmicos → substância absorve/recebe calor → $Q > 0$



Processos exotérmicos → substância cede/perde calor → $Q < 0$

VAPORIZAÇÃO

Vaporização

Evaporação



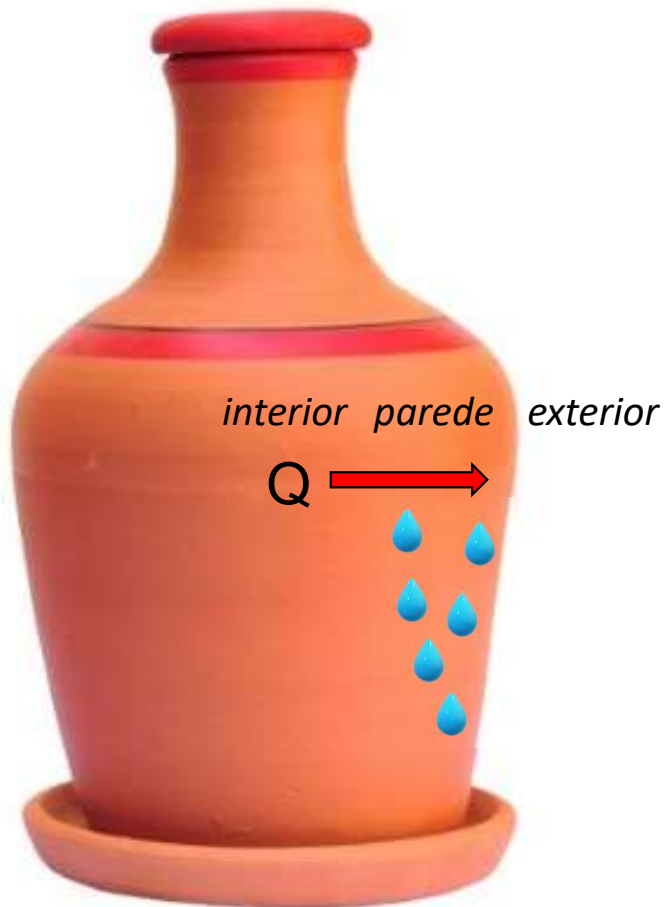
Ebulição



Calefação

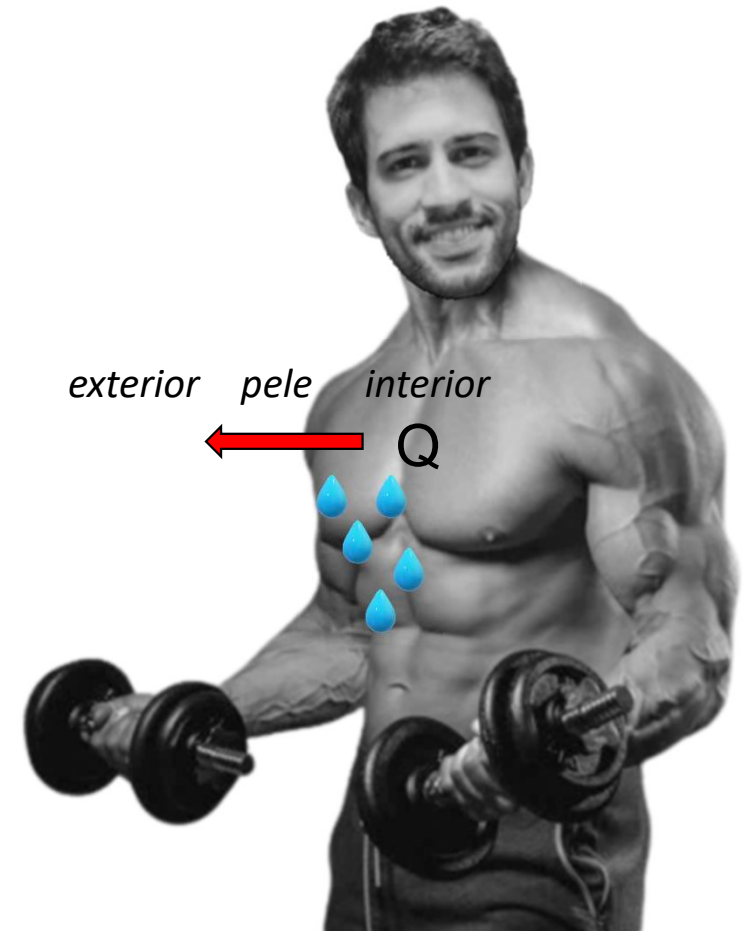


Vasilhame de barro



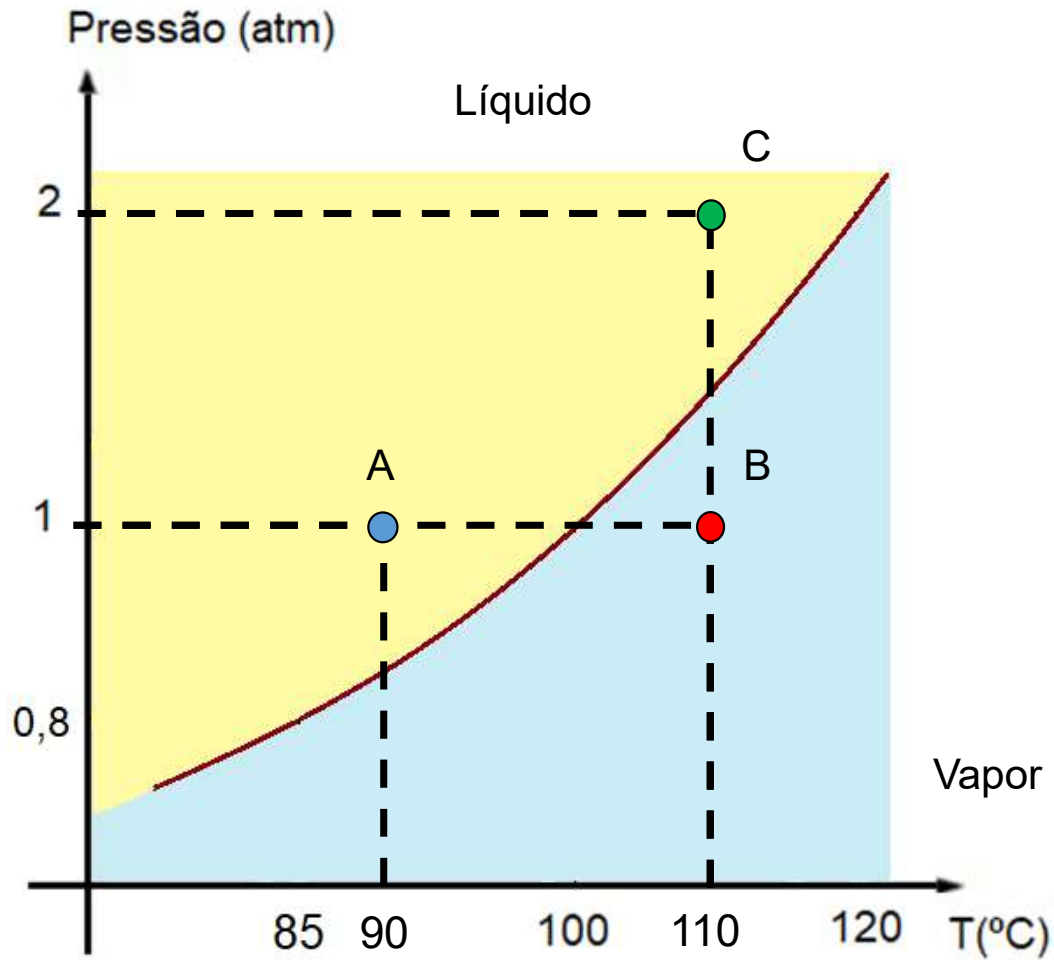
Evaporação

Transpiração



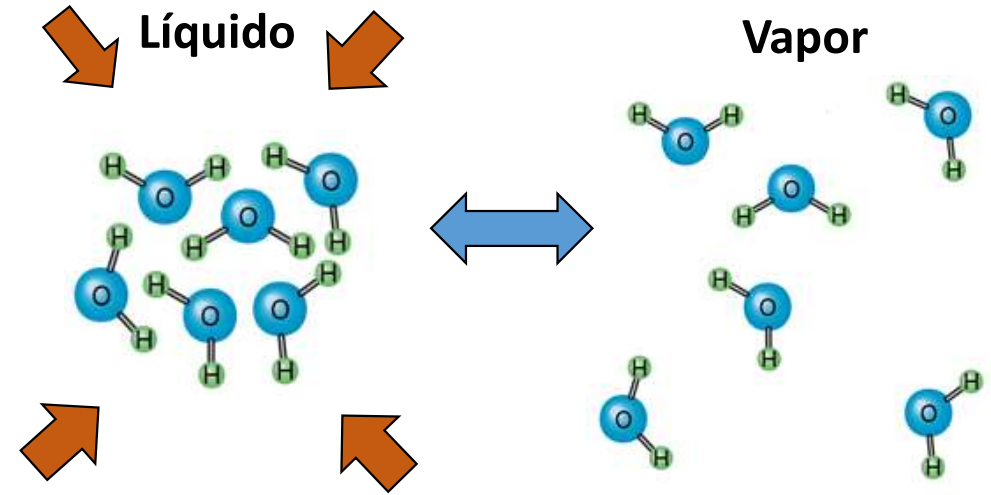
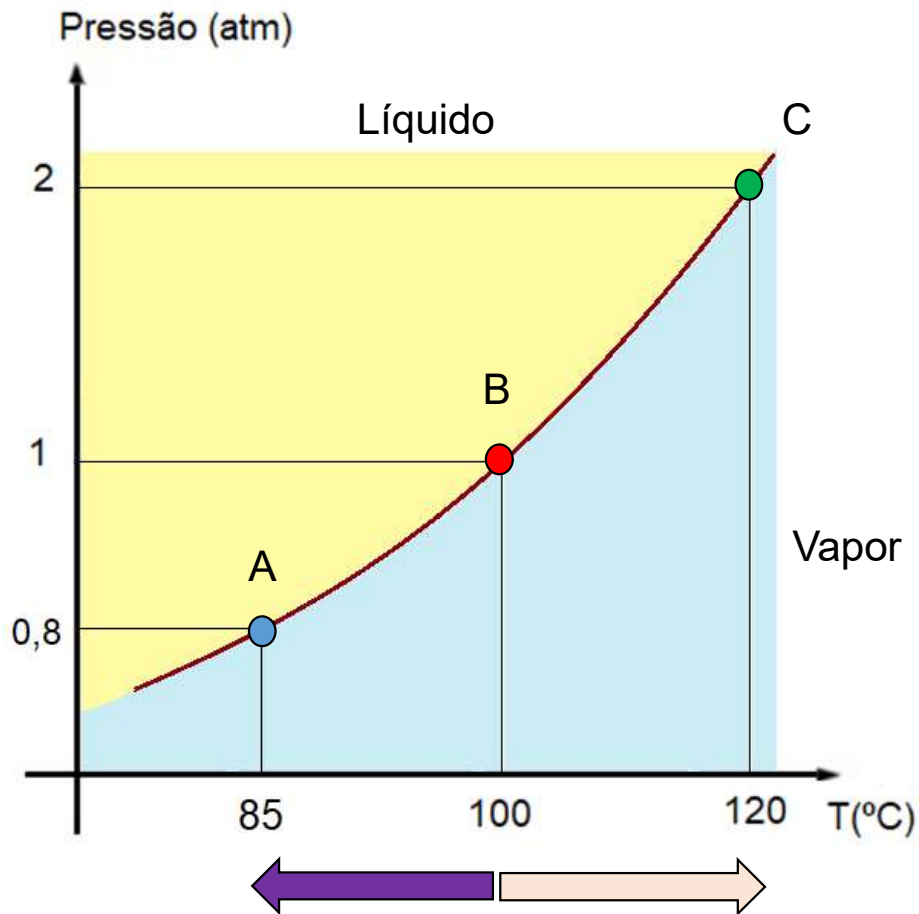
CURVAS DE FUSÃO E VAPORIZAÇÃO DA ÁGUA

Curva de vaporização (água)



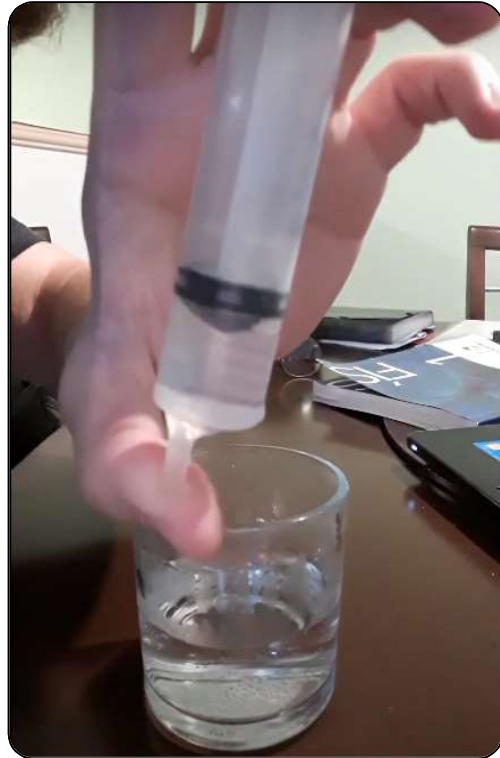
- A: $p = 1\text{ atm}$ e $T = 90^{\circ}\text{C} \rightarrow$ líquido
- B: $p = 1\text{ atm}$ e $T = 110^{\circ}\text{C} \rightarrow$ vapor
- C: $p = 2\text{ atm}$ e $T = 110^{\circ}\text{C} \rightarrow$ líquido

Curva de vaporização (água)



P aumenta $\rightarrow T_{ebulição}$ Aumenta
O aumento da pressão desfavorece a ebulição

P diminui $\rightarrow T_{ebulição}$ diminui
A diminuição da pressão favorece a ebulição



$$P_{\text{seringa}} = 1,0 \text{ atm}$$

$$T_{\text{água}} = 90^{\circ}\text{C} < T_{\text{ebulição}} = 100^{\circ}\text{C}$$

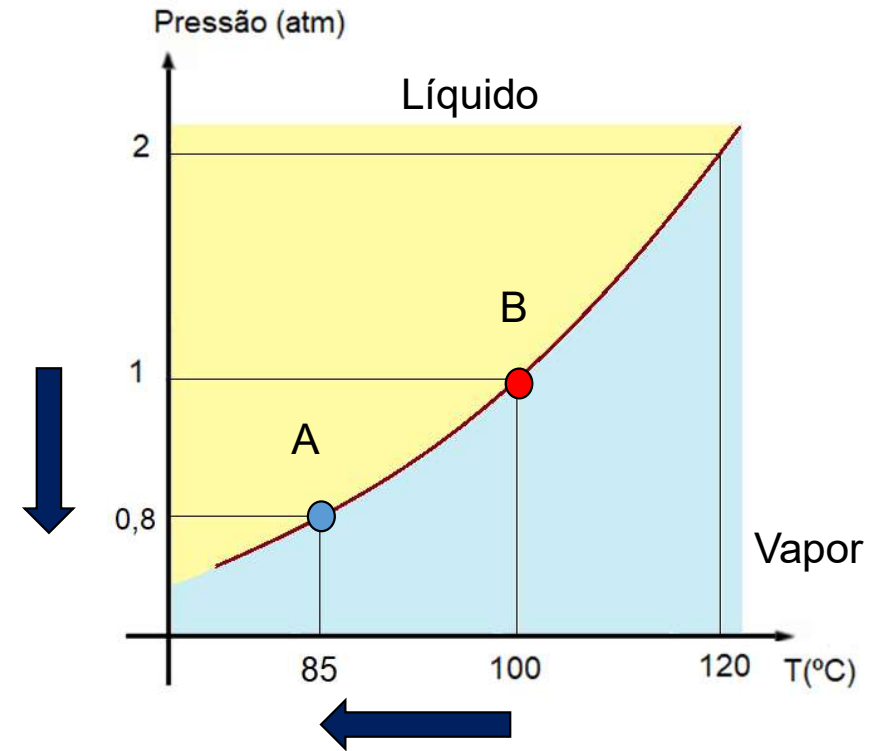


$$P_{\text{seringa}} = 0,8 \text{ atm}$$

$$T_{\text{água}} = 90^{\circ}\text{C} > T_{\text{ebulição}} = 85^{\circ}\text{C}$$

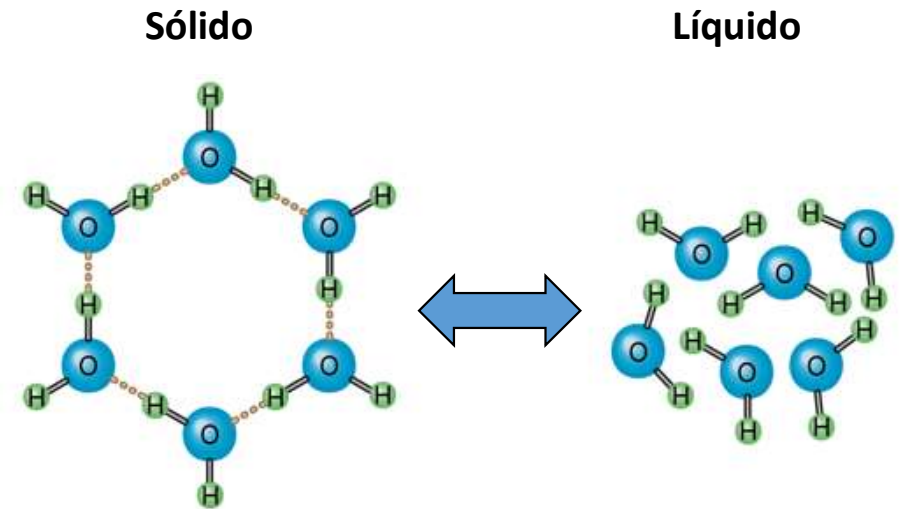
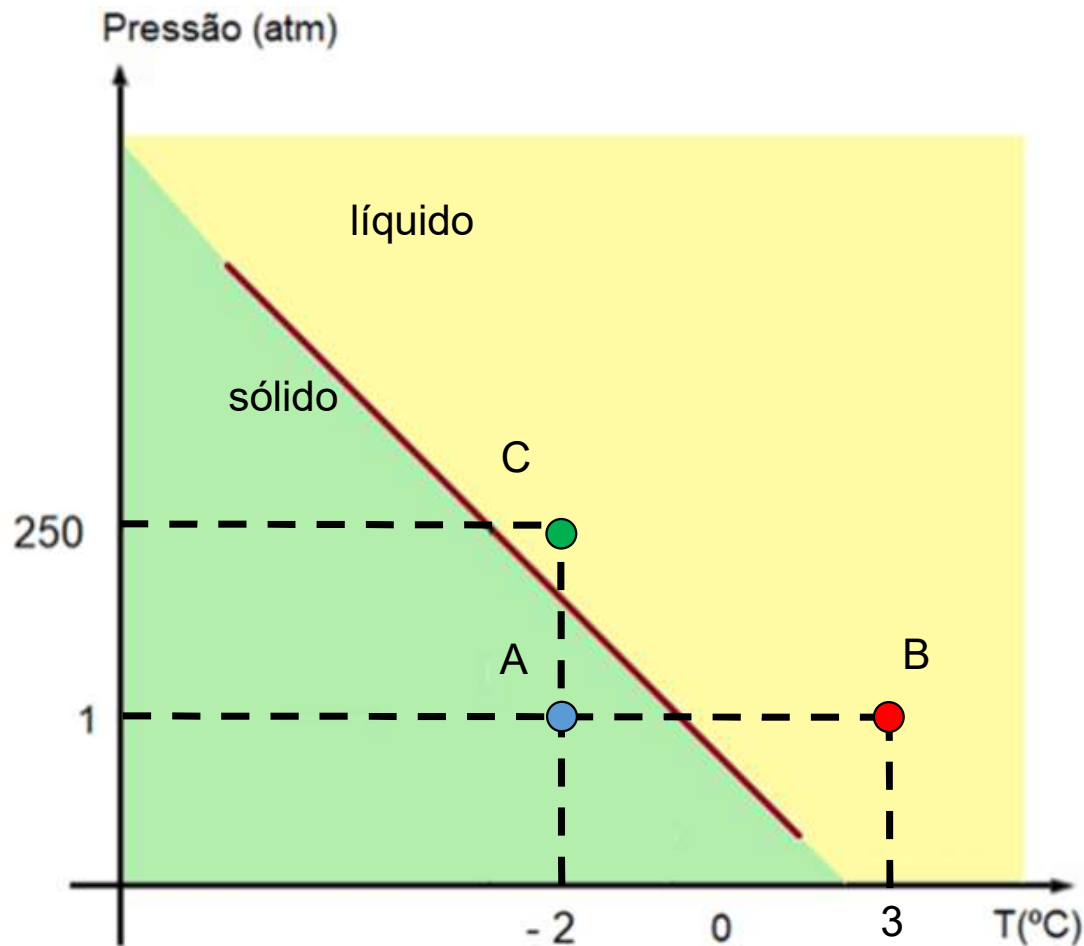
Ebulição

Curva de vaporização (água)



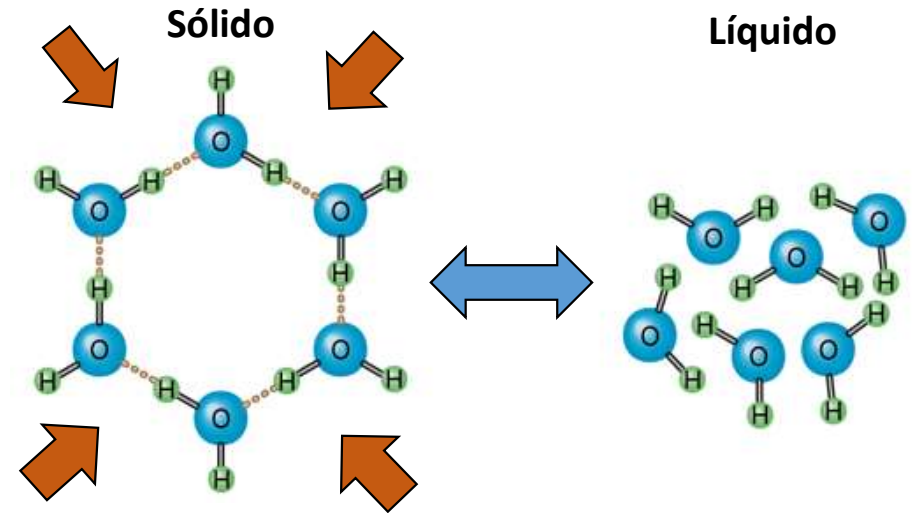
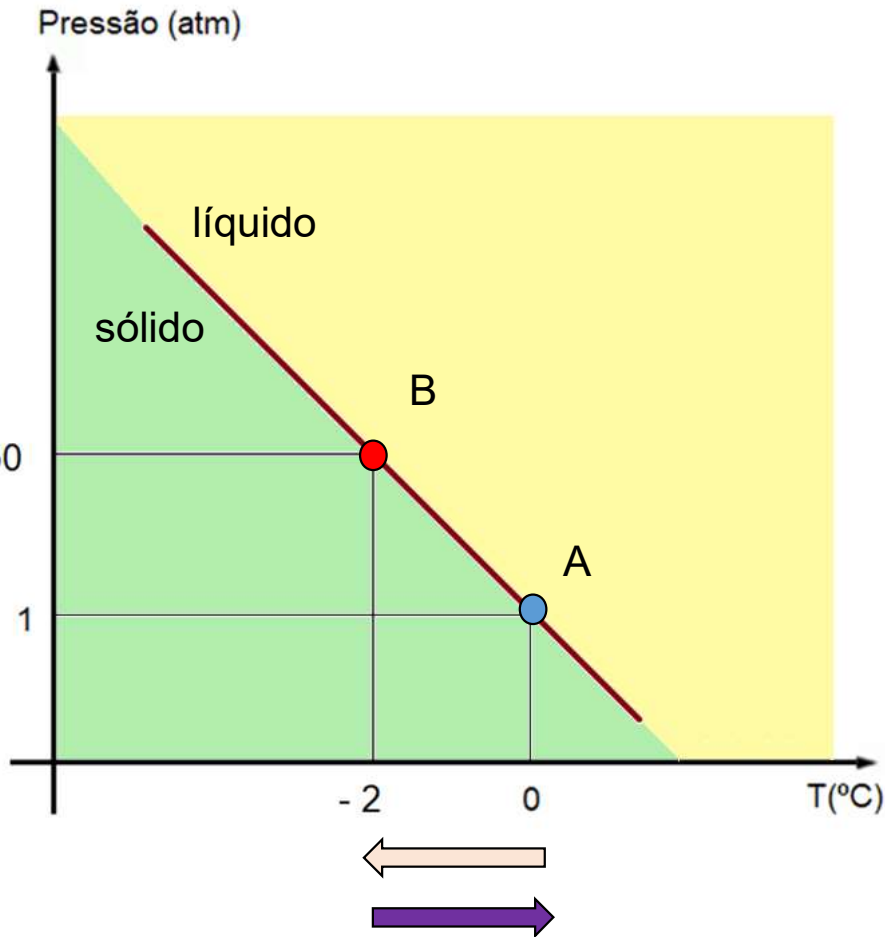
P diminui $\rightarrow T_{\text{ebulição}}$ diminui

Curva de fusão (água) *Substância que diminui de volume na fusão*



- A: $p = 1 \text{ atm}$ e $T = -2^\circ\text{C} \rightarrow$ sólido
- B: $p = 1 \text{ atm}$ e $T = 3^\circ\text{C} \rightarrow$ líquido
- C: $p = 250 \text{ atm}$ e $T = -2^\circ\text{C} \rightarrow$ líquido

Curva de fusão (água) *Substância que diminui de volume na fusão*



P aumenta $\rightarrow T_{\text{fusão}}$ diminui
O aumento da pressão favorece a fusão

P diminui $\rightarrow T_{\text{fusão}}$ aumenta
A diminuição da pressão desfavorece a fusão

Curva de fusão – Exemplo do patins sobre o gelo

$$P_{atm} = 1 \text{ atm}$$



Gelo (-1°C) Lâmina

$$p = 1,0 \text{ atm}$$

$$T_{\text{gelo}} < T_{\text{fusão}}$$

$$-1^{\circ}\text{C} < 0$$



Pressão: aumenta



$T_{\text{fusão}}$ diminui



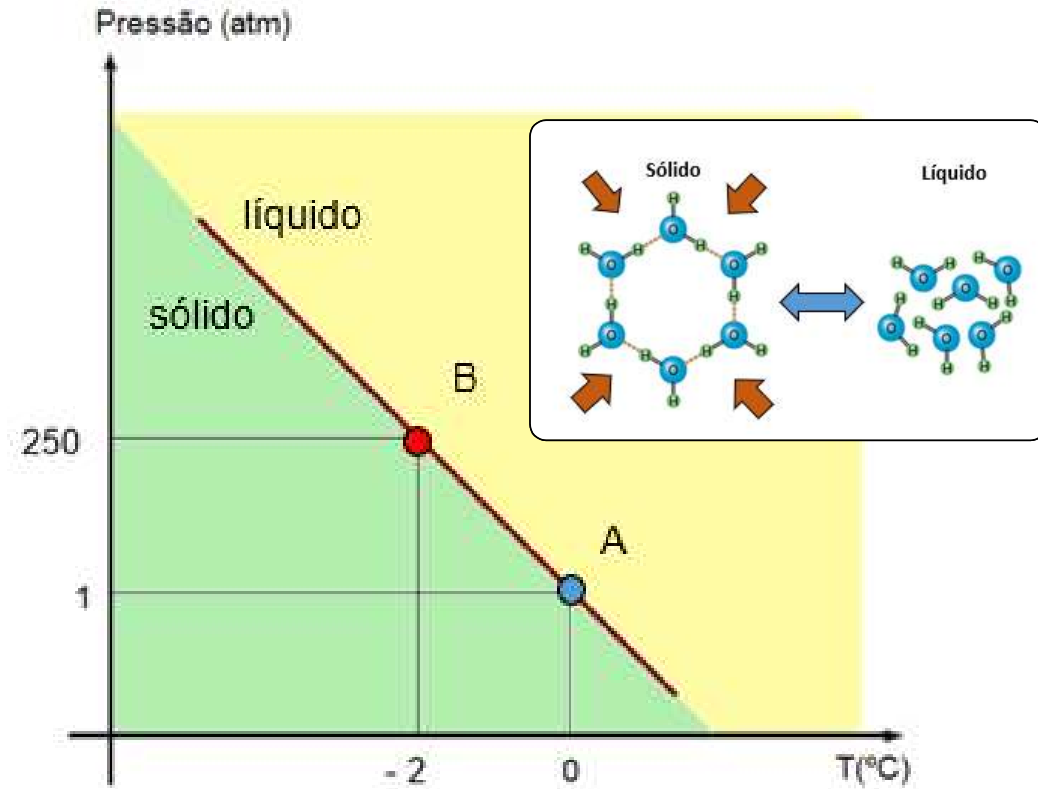
O gelo sofre fusão

$$p' = 250 \text{ atm}$$

$$T_{\text{água}} > T_{\text{fusão}}$$

$$-1^{\circ}\text{C} > -2^{\circ}$$

fusão



P aumenta $\rightarrow T_{\text{fusão}}$ diminui

O aumento da pressão favorece a fusão

DIAGRAMA DE ESTADOS DA ÁGUA

Substância que diminui de volume na fusão

Diagrama de estados da água (substância que diminui de volume na fusão)

Curvas

I – fusão

II – vaporização

III – sublimação

- 1 – sólido
- 2 – líquido
- 3 – vapor
- 4 – líquido e/ou sólido
- 5 – líquido e/ou vapor
- 6 – sólido + vapor
- 7 – sólido e/ou líquido e/ou vapor (ponto triplo)

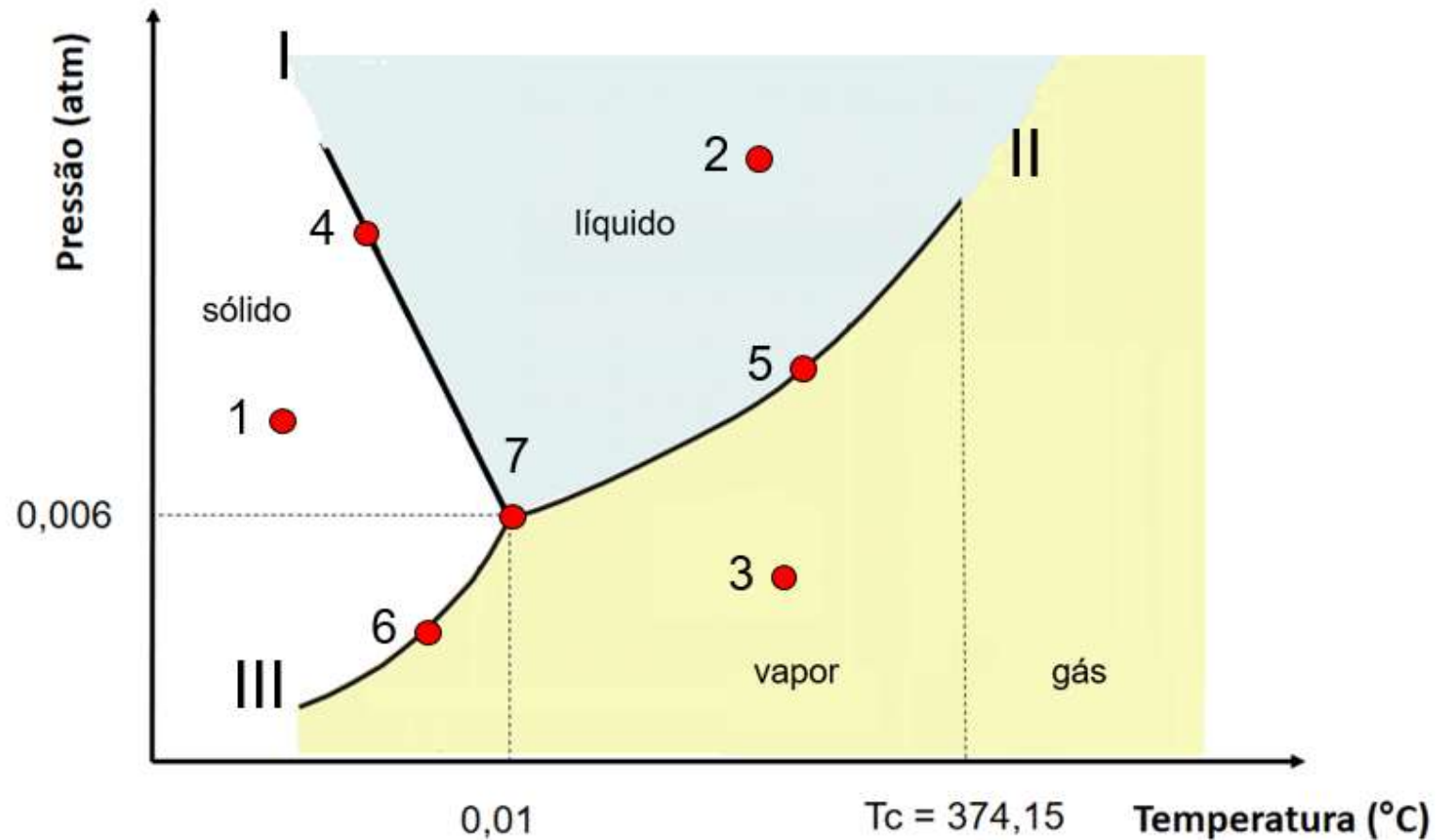


Diagrama de estados da água (substância que diminui de volume na fusão)

Curvas

I – fusão

II – vaporização

III – sublimação

- 1 – sólido
- 2 – líquido
- 3 – vapor
- 4 – líquido e/ou sólido
- 5 – líquido e/ou vapor
- 6 – sólido + vapor
- 7 – sólido e/ou líquido e/ou vapor (ponto triplo)



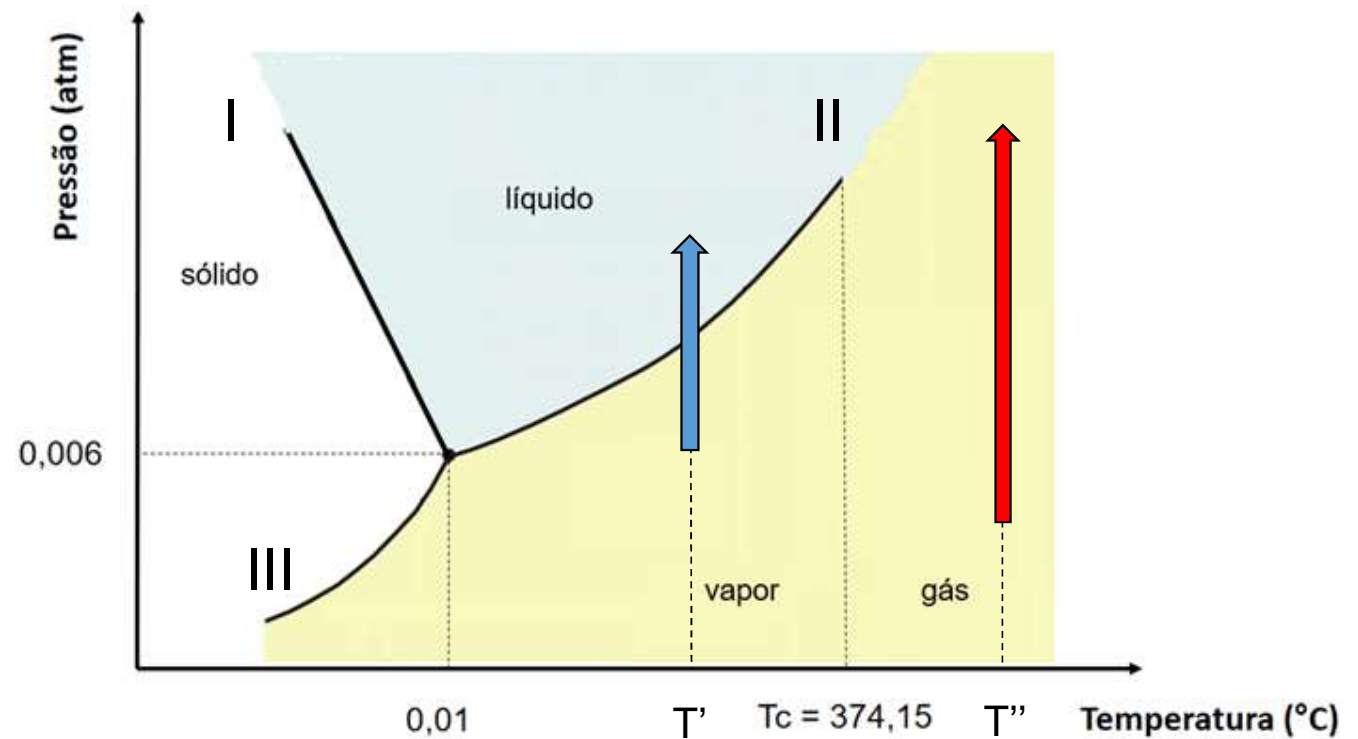
Diagrama de estados da água (substância que diminui de volume na fusão)

Curvas

I – fusão

II – vaporização

III – sublimação



- Temperatura crítica (T_c)
- Vapor ($T < T_c$) pode ser liquefeito apenas com aumento de pressão (compressão isotérmica).
- Gás ($T > T_c$): não pode ser liquefeito apenas com aumento de pressão (compressão isotérmica).

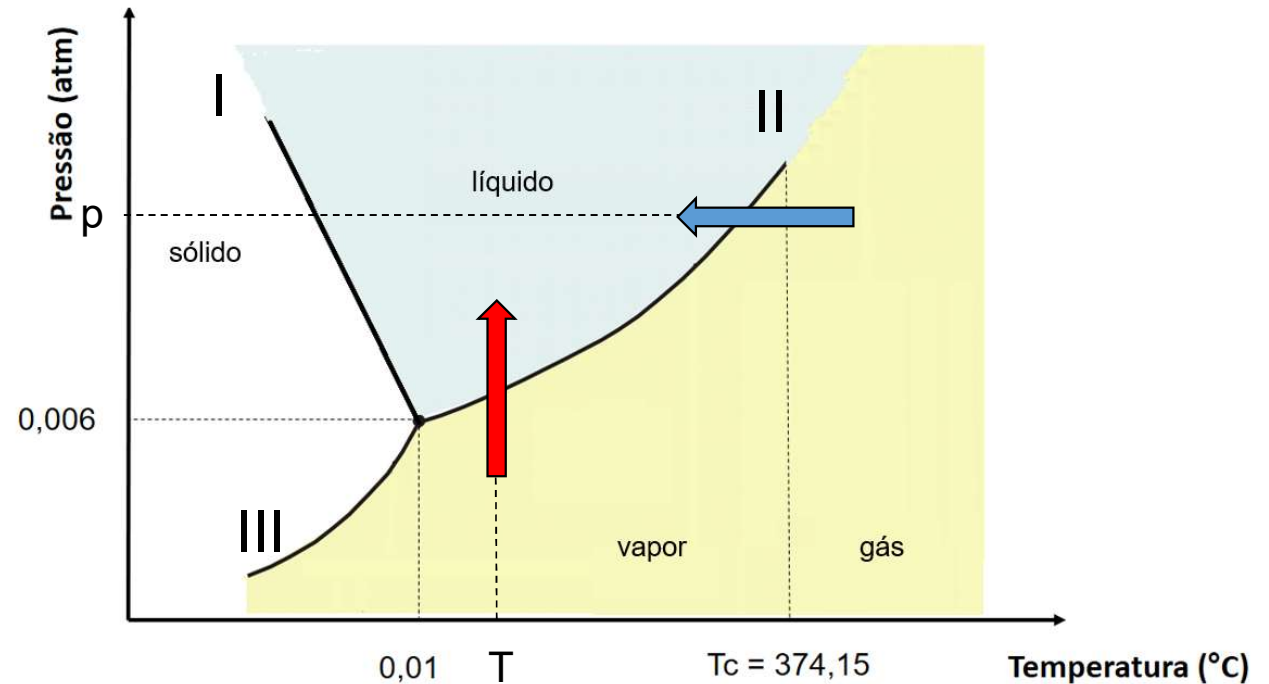
Diagrama de estados da água (substância que diminui de volume na fusão)

Curvas

I – fusão

II – vaporização

III – sublimação

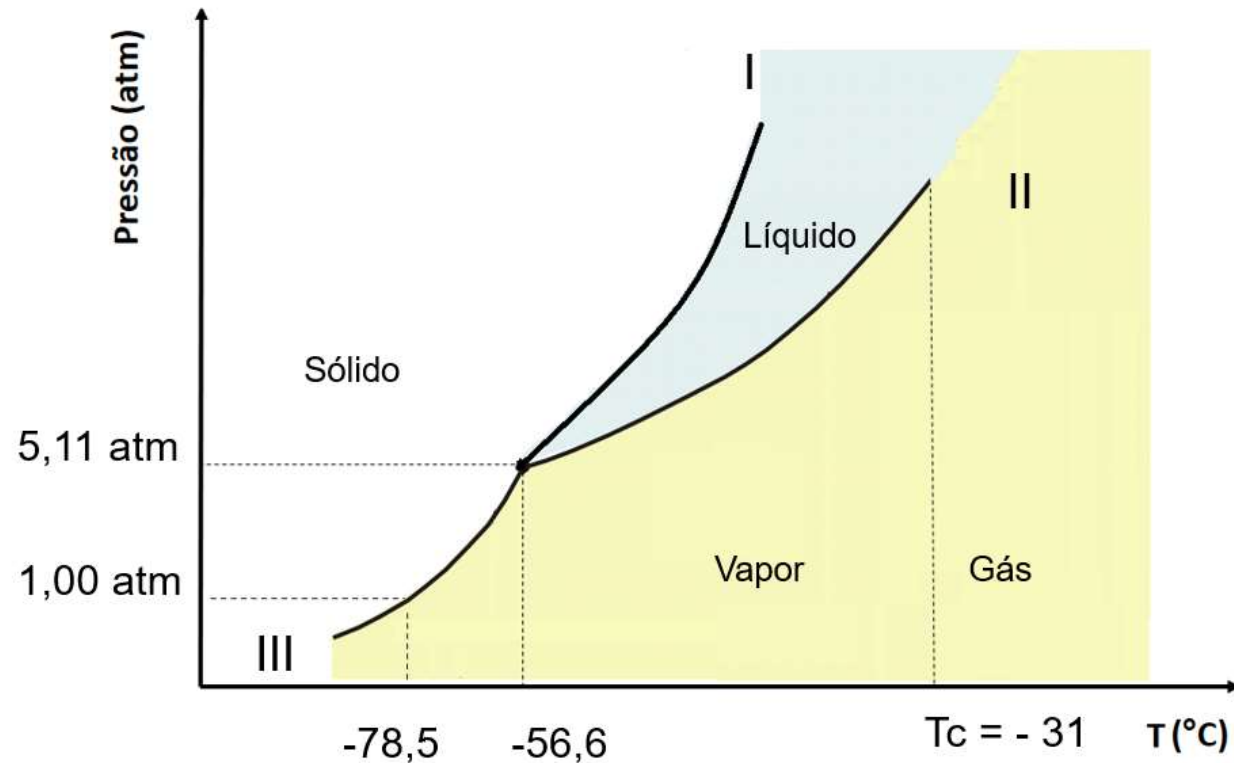


- **Liquefação**: transição do estado de vapor para o estado líquido com temperatura constante.
- **Condensação**: transição do estado vapor para o estado líquido com pressão constante.

DIAGRAMA DE ESTADOS DO CO_2

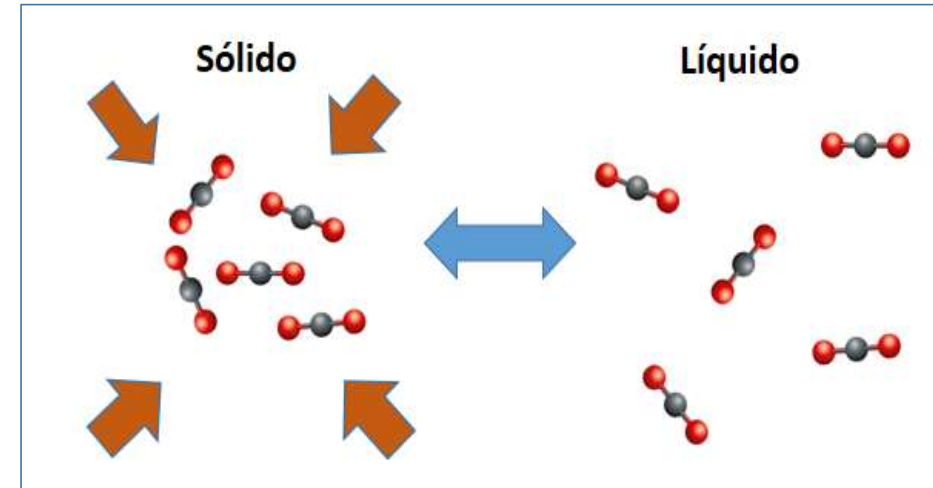
Substância que aumenta de volume na fusão

Diagrama de estados do CO_2 (Substância que aumenta de volume na fusão)



Curvas

- I – fusão
- II – vaporização
- III – sublimação



P aumenta $\rightarrow T_{fusão}$ Aumenta

O aumento da pressão desfavorece a fusão

P diminui $\rightarrow T_{fusão}$ diminui

A diminuição da pressão favorece a fusão

Exercício extra

1. (Unesp) A liofilização é um processo de desidratação de alimentos que, além de evitar que seus nutrientes saiam junto com a água, diminui bastante sua massa e seu volume, facilitando o armazenamento e o transporte.

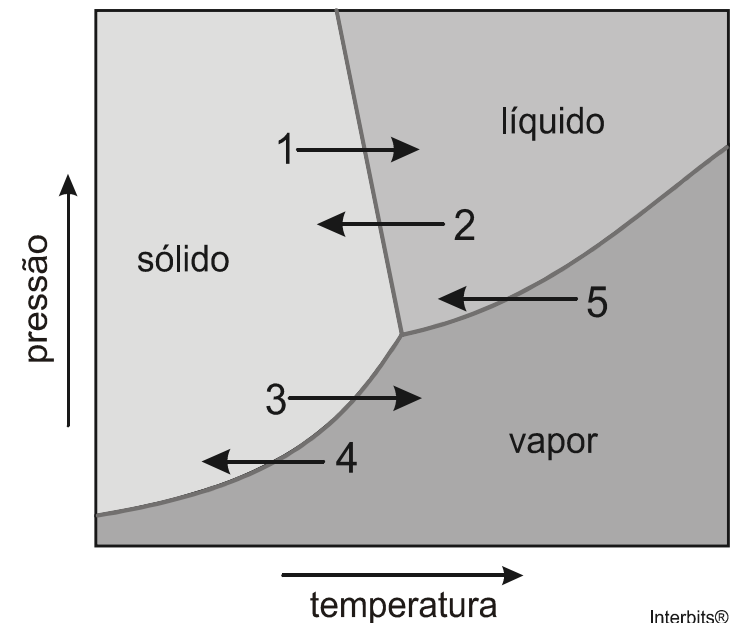
O processo de liofilização segue as seguintes etapas:

- I. O alimento é resfriado até temperaturas abaixo de 0°C , para que a água contida nele seja solidificada.
- II. Em câmaras especiais, sob baixíssima pressão (menores do que $0,006\text{ atm}$), a temperatura do alimento é elevada, fazendo com que a água sólida seja sublimada. Dessa forma, a água sai do alimento sem romper suas estruturas moleculares, evitando perdas de proteínas e vitaminas.

O gráfico mostra parte do diagrama de fases da água e cinco processos de mudança de fase, representados pelas setas numeradas de 1 a 5.

A alternativa que melhor representa as etapas do processo de liofilização, na ordem descrita, é

- a) 4 e 1.
- b) 2 e 1.
- c) 2 e 3.
- d) 1 e 3.
- e) 5 e 3.



1. (Unesp) A liofilização é um processo de desidratação de alimentos que, além de evitar que seus nutrientes saiam junto com a água, diminui bastante sua massa e seu volume, facilitando o armazenamento e o transporte.

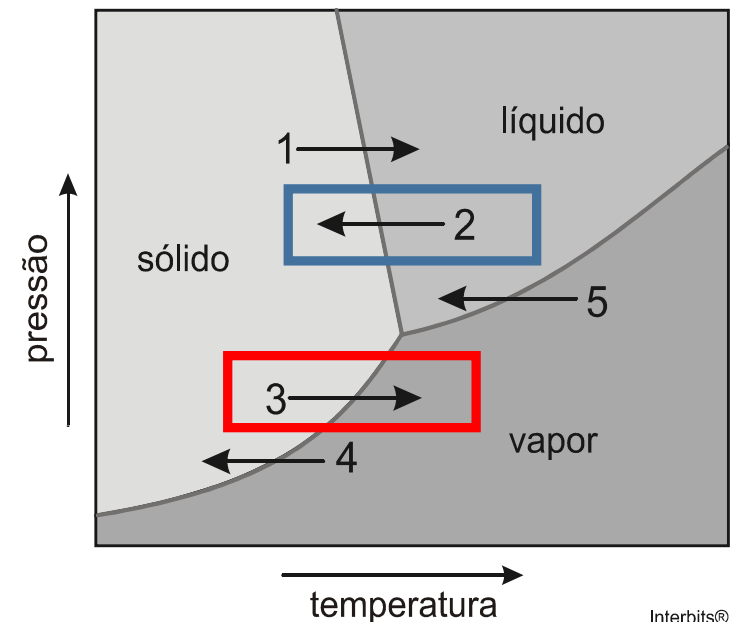
O processo de liofilização segue as seguintes etapas:

- I. O alimento é resfriado até temperaturas abaixo de 0°C , para que a água contida nele seja solidificada.
- II. Em câmaras especiais, sob baixíssima pressão (menores do que $0,006\text{ atm}$), a temperatura do alimento é elevada, fazendo com que a água sólida seja sublimada. Dessa forma, a água sai do alimento sem romper suas estruturas moleculares, evitando perdas de proteínas e vitaminas.

O gráfico mostra parte do diagrama de fases da água e cinco processos de mudança de fase, representados pelas setas numeradas de 1 a 5.

A alternativa que melhor representa as etapas do processo de liofilização, na ordem descrita, é

- a) 4 e 1.
- b) 2 e 1.
- c) 2 e 3. 
- d) 1 e 3.
- e) 5 e 3.



Ebulição com seringa

<https://youtu.be/Nsvoqw1GqJA>

Pressionado cubos de gelo

<https://youtu.be/9d5jogvZaFU>

Ponto triplo do cicloexano

<https://youtu.be/SbgnsM9ZB84>