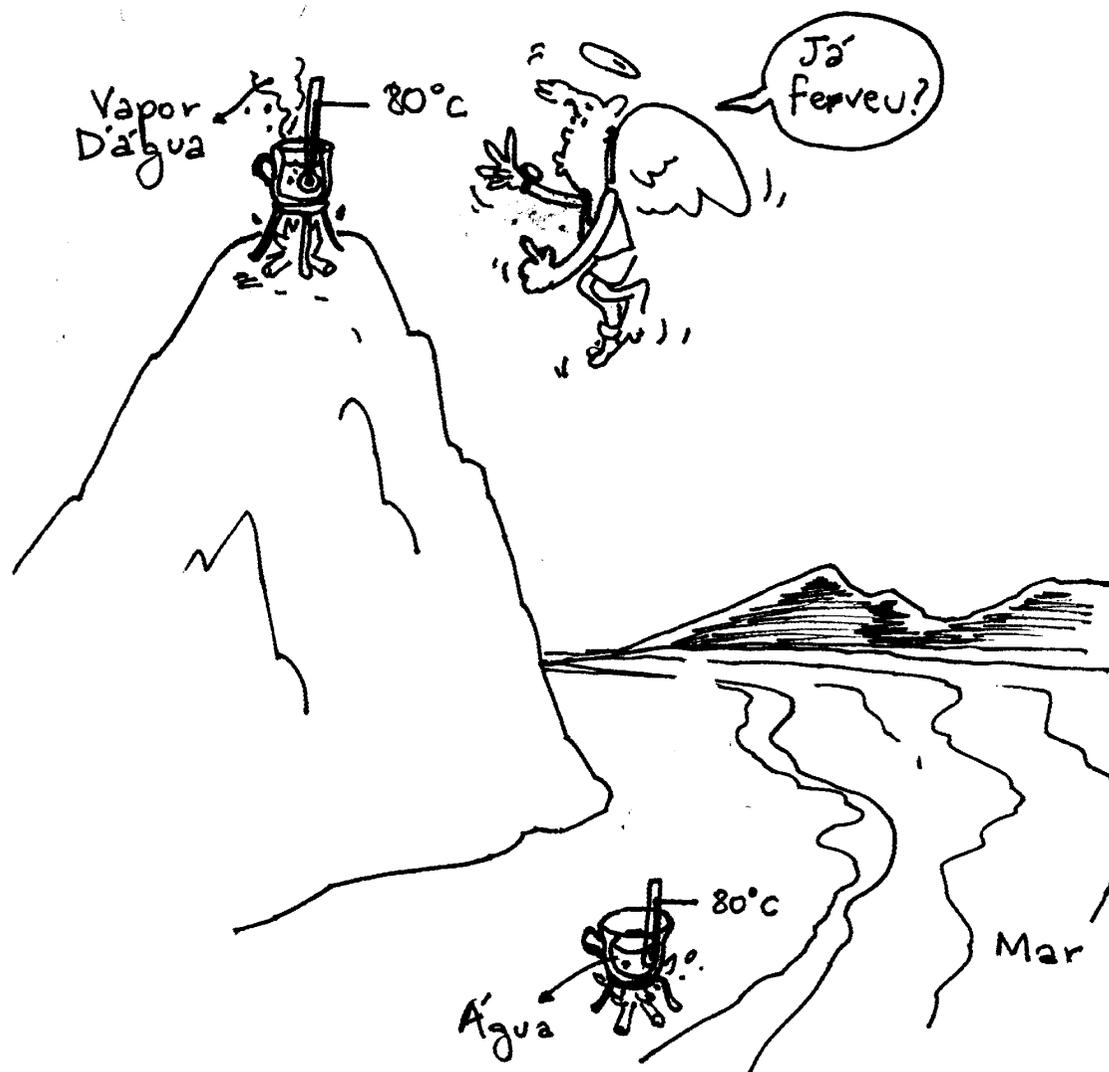


—16—

Mudanças sob pressão

Aumentou a pressão?
O vapor está saturado?
A água só ferve a
100°C?
Vai mudar de estado?



Em que condição o feijão cozinha
em menos tempo?

16 Mudanças sob pressão

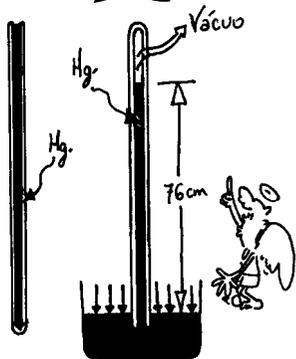


Tabela 16.1

Altitude (m)	Pressão (cm Hg)
0	76
500	72
1000	67
2000	60
3000	53
4000	47
5000	41
6000	36
7000	31
8000	27
9000	24
10000	21

Quando apresentamos a escala Celsius, atribuímos o valor 100°C à temperatura da água em ebulição.

PORÉM, SERÁ QUE A ÁGUA SEMPRE FERVE À MESMA TEMPERATURA? HÁ ALGUM FATOR QUE ALTERE ISSO?

A água só ferve a 100°C ao nível do mar, devido à pressão atmosférica que varia conforme a altitude.

A pressão atmosférica é devida ao ar, que exerce seu peso em toda a superfície da Terra. A pressão é resultante de uma força exercida por unidade de área.

$$P = \frac{F}{A}$$

No Sistema Internacional (SI) a pressão é expressa em N/m²

Ao nível do mar a pressão atmosférica assume seu valor máximo, pois a espessura da camada de ar é a maior possível (a pressão atmosférica é de 1 atmosfera). Nesse nível, a pressão do ar equilibra uma coluna de mercúrio de 76 cm contido num tubo; isso foi concluído pelo físico Torricelli.

76 cm de mercúrio equivalem à pressão de 1 atmosfera. Quanto maior for a altitude, menor será a pressão.

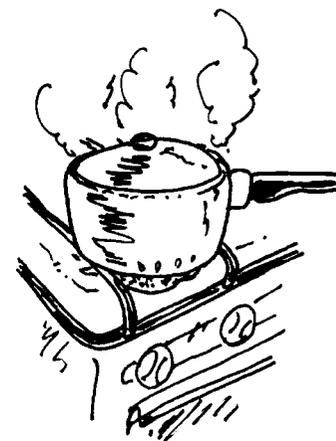
$$1 \text{ atmosfera} = 10^5 \text{ N/m}^2$$

MAS SERÁ QUE A ALTERAÇÃO DE PRESSÃO INTERFERE NA EBULIÇÃO OU NA CONDENSAÇÃO DE UMA SUBSTÂNCIA?

Se alterarmos a pressão, a ebulição da água não ocorrerá à temperatura de 100°C. É o que acontece numa panela de pressão que cozinha os alimentos a pressões mais altas que 1 atmosfera; isso faz com que a água só entre em ebulição a temperaturas de cerca de 120°C.

Numa panela comum os alimentos cozidos em água atingem no máximo a temperatura de 100°C. Quando queremos preparar um doce ou aquecer uma comida que não deve atingir altas temperaturas, o fazemos em banho-maria.

Sendo cozido a temperaturas mais altas, numa panela de pressão, por exemplo, o alimento fica pronto em menos tempo.



E SE DIMINUÍRMOS A PRESSÃO, A ÁGUA VAI ENTRAR EM EBULIÇÃO A TEMPERATURAS MENORES QUE 100°C?

Para conseguirmos pressões menores que 1 atmosfera, basta estarmos em regiões de grandes altitudes. Numa montanha de 6.000 metros de altura, por exemplo, a pressão atmosférica é de 1/2 atmosfera, e a água entraria em ebulição a 80°C.

A tabela 16.2 nos dá alguns valores da temperatura de ebulição da água a diferentes pressões.

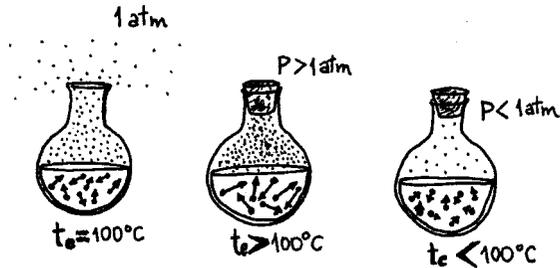
Por que sob pressões diferentes a água ferve a temperaturas diferentes?

Para respondermos a essa pergunta devemos levar em conta o que ocorre com as moléculas de água e com as de ar.

Na ebulição, as moléculas de água possuem energia cinética suficiente para escapar pela superfície do líquido e passar para o estado gasoso, na forma de vapor de água.

Por outro lado, a pressão atmosférica exercida na superfície do líquido é devida ao grande número de moléculas de ar que se chocam com ela.

A temperatura de ebulição de 100°C corresponde a uma energia cinética das moléculas de água suficiente para elas escaparem pela superfície, apesar da pressão de 1 atmosfera exercida pelo ar.



Quando se aumenta a pressão do ar sobre a água, as moléculas de água necessitam de maior energia cinética para vencer a pressão externa. Nesse caso, a temperatura de ebulição será maior que 100°C.

Quando se diminui a pressão sobre o líquido, fica facilitado o escape das moléculas de água do estado líquido para o gasoso; mesmo moléculas dotadas de menor energia cinética conseguem escapar da superfície, o que caracteriza uma temperatura de ebulição menor que 100°C.

Exercícios:

1) Determine as pressões no interior de uma panela comum e no de uma panela de pressão com água fervente. A massa da tampa da panela comum e da válvula da panela de pressão é de 100 g. O diâmetro interno do pino da panela de pressão é de 0,2 cm e o da panela comum é de 20 cm.

Resolução:

Como $P_{\text{interna}} = P_{\text{atmosférica}} + P_{\text{vapor}}$

Na panela comum:

$$R = 10 \times 10^{-2} = 10^{-1}$$

$$P_{\text{vapor}} = \frac{F}{A} = \frac{m_{\text{tampa}} \times g}{\pi \times r_{\text{tampa}}^2} = \frac{1 \times 10^{-1} \times 10}{\pi \times (1 \times 10^{-1})^2}$$

$$P_{\text{vapor}} = \frac{1}{3,14 \times 1 \times 10^{-2}} \approx 33 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

Assim:

$$P_{\text{interna}} = (1 \times 10^5 + 33) \approx 1 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

Na panela de pressão:

$$R = 0,1 \text{ cm} = 10^{-3} \text{ m}$$

$$P_{\text{vapor}} = \frac{F}{A} = \frac{m_{\text{válvula}} \times g}{\pi \times r_{\text{pino}}^2} = \frac{1 \times 10^{-1} \times 10}{3,1 \times (1 \times 10^{-3})^2}$$

$$P_{\text{vapor}} = \frac{1}{3 \times 10^{-6}} = 3,3 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

Assim:

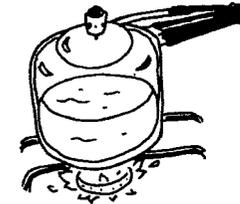
$$P_{\text{interna}} = 1 \times 10^5 + 3,3 \times 10^5 = 4,3 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$P_{\text{int}} = P_{\text{atm}} + P_{\text{vapor}}$$

P_{int} = pressão no interior da panela.

P_{atm} = pressão atmosférica.

P_{vapor} = pressão do vapor de água.



Note que na panela de pressão a pressão interna é em torno de quatro vezes maior do que a de uma panela comum