

# **Efeitos da composição em temperaturas de fusão e de ebulição**

**Química – 12º Ano**

**Combustíveis, Energia e Ambiente  
Actividades de Projecto Laboratorial**

**Abril 2018**

**Jorge R. Frade, Ana Teresa Paiva**

**Dep. Eng. Materiais e Cerâmica  
Universidade de Aveiro**

## **1. Objectivos:**

- Medir as temperaturas de fusão e de vaporização de algumas substâncias puras.
- Verificar que as temperaturas de fusão e de vaporização de substâncias puras não se alteram enquanto persiste a transformação.
- Verificar efeitos da composição nas temperaturas de fusão e vaporização.
- Verificar variações da temperatura de ebulição durante a vaporização de soluções de dois componentes e relacionar estas variações com a operação industrial de separação por destilação.

## **2. Fundamentos**

Uma substância pura funde a determinada temperatura que permanece constante enquanto co-existirem o sólido e o líquido. Por exemplo, a temperatura num recipiente contendo água e gelo permanecerá constante enquanto coexistirem o gelo e a água. De igual modo, um termómetro indicará uma temperatura constante (100°C) na água em ebulição, independentemente da quantidade de água restante. Contudo, as temperaturas de fusão e de vaporização variam de substância para substância.

As soluções contendo dois ou mais componentes apresentam um comportamento mais complexo do que o comportamento de substâncias puras. Por exemplo, a temperatura de vaporização de soluções aquosas de álcool etílico baixa relativamente à vaporização da água pura e depende da % de etanol na solução (Fig.1). Além disso, o etanol é mais volátil do que a água, originando um vapor mais rico em álcool. Este efeito é o princípio da destilação, com larga utilização na indústria química.

A adição de solutos não voláteis tais como a sacarose (açúcar de cozinha) ou o cloreto de sódio (sal de cozinha) provoca efeitos bastante diferentes, isto é, i) aumento de temperatura de ebulição, ii) vaporização selectiva da água, e iii) aumento de concentração do soluto. Quando a solubilidade do soluto é limitada, a vaporização do solvente origina precipitação do excesso de soluto. Neste caso, a temperatura de ebulição deixa de variar a partir do instante em que se inicia a precipitação de soluto. O ponto de fusão também se altera com a composição. Por exemplo, a adição de sal de cozinha sobre um cubo de gelo provoca fusão na zona onde se adiciona o sal. Quanto mais elevada for a concentração de sal, mais baixo o ponto de fusão. A adição de etanol exerce um efeito oposto sobre a temperatura de fusão. Por isso, uma bebida com baixo teor alcoólico (p.e. cerveja) congela mais facilmente numa arca frigorífica do que bebidas com elevado teor alcoólico (p.e. aguardentes).

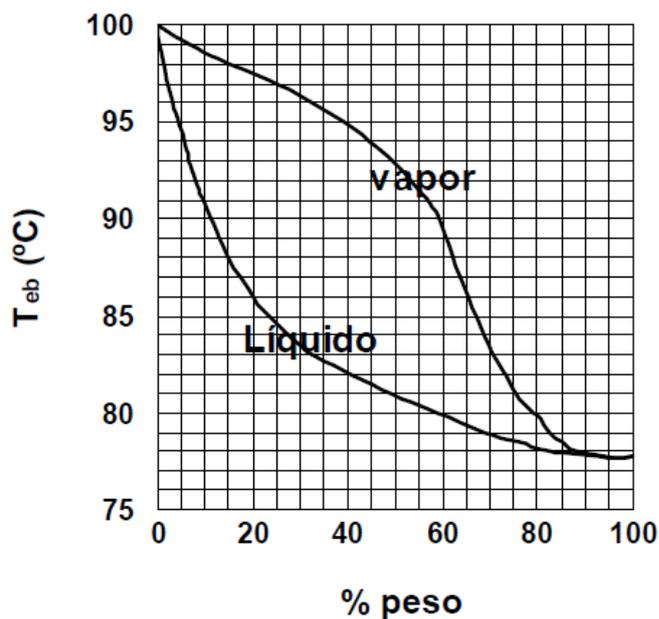


Fig.1: Variação da temperatura de ebulição de soluções aquosas de álcool etílico em função da % peso de álcool no líquido residual e no vapor que se vai libertando.

### 3. Equipamento, materiais e reagentes

- Sacarose (ou açúcar de cozinha)
- Cloreto de sódio (ou sal de cozinha)
- Álcool etílico concentrado (p.e. a 96%)
- Vinagre (ou, em alternativa, etilenoglicol a 10%)
- Recipientes ou sacos de preparação de gelo
- Frigorífico
- Termómetro graduado com a gama de -10°C a 150°C
- Placa de aquecimento
- Areia limpa.

### 4. Procedimento experimental

1. Prepare cada uma das seguintes soluções aquosas:

- 1a) 100 ml de solução de sacarose (ou açúcar) com concentração 10 g/100ml;
- 1b) 100 ml de solução de sacarose (ou açúcar) com concentração 20 g/100ml;
- 1c) 100 ml de solução de NaCl (ou sal de cozinha) com concentração de 5g/100ml;
- 1d) 100 ml de vinagre, correspondente a uma solução de ácido acético a 6%.
- 1e) 200 ml de solução de etanol a 48% vol a partir de uma embalagem a 96% Vol (\*);
- 1f) 200 ml de solução de etanol a 24% vol (\*);
- 1g) 200 ml de solução de etanol a 12% vol (\*).

2. Encha uma embalagem de sacos de preparação de gelo com água e outras embalagens com cada uma das soluções 1a); 1b) e 1c). Introduza as diferentes amostras num congelador. Deixe congelar durante pelo menos 6 horas, ou até à próxima aula.
3. Introduza água num copo de 100 ml e aqueça com a resistência (ou placa) de aquecimento até que se inicie a formação de bolas de vapor. Adicione uns grãos de areia e verifique que os mesmos favorecem a nucleação das bolhas de vapor. Registe a temperatura com termómetro e verifique que a temperatura de ebulição da água permanece constante.
4. Aqueça cada uma das soluções 1d), 1f) e 1g) até à ebulição, agitando com uma vareta, para homogeneizar a temperatura, e utilizando areia para favorecer a nucleação. Efectue a leitura da temperatura de ebulição logo que se verifique a formação e libertação de bolhas volumosas (i.e., com alguns milímetros de diâmetro). Verifique os efeitos dos solutos e do seu teor na temperatura de ebulição e compare os seus resultados com os dados apresentados na Fig.1, recorrendo à Tabela I para converter as suas % vol. em % peso.
5. Aqueça os 200 ml da solução 1e), com agitação para homogeneizar a temperatura e areia para facilitar a nucleação. Registe a temperatura logo que ocorra formação de bolhas com alguns milímetros. Mantenha em ebulição e faça outras medições de temperatura, com intervalos de tempo de 5 minutos entre medidas, até que o volume da solução diminua para cerca de metade do volume inicial.
6. Verifique que ocorreu variação da temperatura de ebulição durante a vaporização e relacione essa variação com alterações na composição do líquido residual. Verifique que este efeito constitui o princípio fundamental da separação por destilação.
7. Retire a embalagem de cubos de gelo para um copo de vidro, aguarde até que surja líquido e meça a temperatura com um termómetro.
8. Repita as medições de temperatura com intervalos de tempo de 5 minutos e verifique que não ocorre variação significativa da temperatura até à fusão completa do gelo.
9. Repita o passo 7 com amostras das restantes embalagens preparadas no passo 2.
10. Retire um cubo de gelo, coloque-o sobre uma superfície de vidro e disponha a parte inferior de uma linha sobre o cubo, enquanto segura a outra extremidade. Verta sal fino em cima do cubo de gelo, na zona onde se situa a linha, espere cerca de 1 minuto. Verifique que o gelo aderiu ao fio e suspenda-o com o auxílio deste. Explique tendo em conta o efeito do sal na temperatura de fusão da água.

Tabela I. Relação entre os valores de % peso e % vol. de soluções aquosas de etanol.

%vol	%peso								
0	0.0	20	16.4	40	33.3	60	52.0	80	73.7
1	0.7	21	17.2	41	34.2	61	53.0	81	74.9
2	1.5	22	18.0	42	35.1	62	54.0	82	76.0
3	2.3	23	18.9	43	36.0	63	55.0	83	77.3
4	3.2	24	19.7	44	36.9	64	56.1	84	78.5
5	4.0	25	20.5	45	37.8	65	57.1	85	79.7
6	4.8	26	21.4	46	38.7	66	58.1	86	80.9
7	5.7	27	22.2	47	39.6	67	59.2	87	82.2
8	6.5	28	23.0	48	40.5	68	60.2	88	83.5
9	7.3	29	23.9	49	41.5	69	61.3	89	84.7
10	8.1	30	24.7	50	42.4	70	62.4	90	86.0
11	9.0	31	25.6	51	43.3	71	63.5	91	87.3
12	9.8	32	26.4	52	44.3	72	64.6	92	88.6
13	10.6	33	27.3	53	45.2	73	65.7	93	90.0
14	11.4	34	28.1	54	46.1	74	66.8	94	91.3
15	12.3	35	29.0	55	47.1	75	67.9	95	92.7
16	13.1	36	29.9	56	48.1	76	69.0	96	94.0
17	13.9	37	30.7	57	49.0	77	70.2	97	95.4
18	14.7	38	31.6	58	50.0	78	71.3	98	96.8
19	15.6	39	32.5	59	51.0	79	72.5	99	98.2
20	16.4	40	33.3	60	52.0	80	73.7	100	100.0