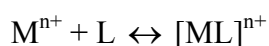


## Trabalho Prático nº 7

### Determinação da dureza total de uma água

#### 1. Introdução

Se representarmos por  $M^{n+}$  um catião metálico e por L um ligando, podemos escrever a reacção de complexação da seguinte forma:



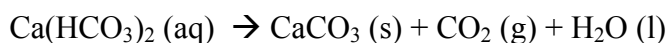
Estes ligandos podem unir-se ao átomo central por uma única ligação coordenada ou por mais do que uma ligação. Neste caso, os complexos formados são designados *quelatos*, os quais são geralmente mais estáveis.

São conhecidos bastantes reagentes orgânicos capazes de formar quelatos. De entre estes, convém salientar o ácido etilenodiaminotetraacético, EDTA, um ácido tetraprótico. O EDTA forma complexos estáveis com um grande número de catiões, como por exemplo  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ba^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ , etc., sempre na proporção 1:1.

Por razões de simplicidade, representa-se por vezes o EDTA por  $H_4Y$ . Em solução aquosa o ião predominante é o  $H_2Y^{2-}$ . Por esse motivo, o sal dissódico do EDTA, que origina o mesmo ião, é muitas vezes utilizado para preparar as soluções padrão de EDTA. Além disso, tem a vantagem de ser um *padrão primário*, pois é bastante estável e prontamente solúvel.

Uma das aplicações da volumetria de complexação é a determinação da dureza de uma água. A dureza de uma água deve-se essencialmente à presença de iões  $Mg^{2+}$  e  $Ca^{2+}$ , os quais reagem com iões negativos existentes nos sabões e detergentes, originando sais insolúveis de cálcio e magnésio (daí que para águas duras se tenha de utilizar mais detergente nas lavagens).

Os sais existentes numa *água dura* são principalmente os hidrogenocarbonatos, os cloretos e os sulfatos de cálcio e magnésio. Contudo, quando uma água em ebulição os hidrogenocarbonatos decompõem-se, precipitando o carbonato de cálcio (o calcário), segundo a seguinte reacção química:



Esta dureza, dita *temporária*, diminui pois com o aumento de temperatura. Este processo contudo pode ser extremamente prejudicial em caldeiras e canalizações.

#### 2. Procedimento experimental

- 2.1. Para preparar uma solução aproximadamente 0.01 M EDTA, pesam-se cerca de 1 g de sal dissódico do EDTA e dissolvem-se em água destilada de modo a perfazer 250 ml.
- 2.2. Para um Erlenmeyer de 200 ml, previamente lavado com água destilada, medir com uma pipeta volumétrica 100 ml da água a analisar.

- 2.3. Adicionar à amostra 5 ml de uma solução tampão de  $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$  com  $\text{pH}=10$  e 6 gotas de indicador Negro de Eriocromo T (estas soluções estão preparadas). Pode ser necessário adicionar alguns ml de uma solução  $\text{MgCl}_2$  a 1%.
- 2.4. Preparar convenientemente uma bureta com a solução titulante de EDTA.
- 2.5. Titular a amostra, adicionando a solução de EDTA gota-a-gota até viragem da cor do indicador. A cor azul final deve ser persistente mesmo após forte agitação.
- 2.6. Repetir o ensaio para confirmação do resultado.
- 2.7. Terminado o ensaio, lavar convenientemente a bureta e restante material de laboratório.

### **3. Bibliografia**

- 3.1. R. Chang, *Química*, 5ª Edição, McGraw-Hill, Lisboa, 1995

**Ficha nº 7: Determinação da dureza total de uma água**

Turma: ..... Grupo: ..... Data: ...../...../.....

**4. Resultados experimentais**

*4.1. Solução de Na<sub>2</sub>EDTA*

Massa de Na<sub>2</sub>EDTA : a pesar ..... pesada: .....

M Na<sub>2</sub>EDTA : ..... Nº moles: .....

Volume: 250 mL Concentração: .....

*4.2. Solução de MgCl<sub>2</sub>*

Concentração: 1% Volume: 50 mL

Densidade = 1.0 g ml<sup>-1</sup>

Massa de MgCl<sub>2</sub> : a pesar ..... pesada: .....

Ensaio	Volume titulante / ml
1	
2	
Média	

**5. Questões pós-laboratoriais**

5.1. Escreva as equações químicas envolvidas no processo.

5.2. Calcule:

- 5.2.1. O volume gasto médio da solução titulante.
- 5.2.2. A concentração exacta da solução titulante.
- 5.2.3. O número de moles de EDTA consumidas na titulação.
- 5.2.4. O número de moles de ião cálcio presente na água.
- 5.2.5. O número de moles de ião hipoclorito presente na lixívia.
- 5.2.6. A massa de carbonato de cálcio presente na água.
- 5.2.7. A concentração de carbonato de cálcio na água, em ppm.

5.3. Explique o que é uma volumetria de complexação. Apresente a estrutura do EDTA.

5.4. Refira-se aos indicadores utilizados em volumetria de complexação.

5.5. Comente os resultados obtidos.