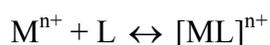


Trabalho Prático nº 7

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 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 Na₂EDTA

Massa de Na₂EDTA : a pesar pesada:

M Na₂EDTA : Nº moles:

Volume: 250 mL Concentração:

4.2. Solução de MgCl₂

Concentração: 1% Volume: 50 mL

Densidade = 1.0 g ml⁻¹

Massa de MgCl₂ : 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.