

Atividade Laboratorial 2.1

Preparação de Soluções e Diluições

Alexandre Reis

Nº2

Henrique Dias

Nº12

João Pratas

Nº14

No âmbito de

Física e Química A

Realizado a

21 de janeiro de 2015



Agrupamento Vertical de Ourique

Escola Básica e Secundária de Ourique

Índice

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Objetivos | 4 |
| 2 | Introdução | 5 |
| 2.1 | Conceitos Teóricos | 5 |
| 2.1.1 | Solução | 5 |
| 2.1.2 | Diluição | 6 |
| 2.1.3 | Concentração Mássica | 6 |
| 2.1.4 | Concentração Molar | 6 |
| 2.1.5 | Fator de Diluição | 6 |
| 2.1.6 | Massa Molar | 6 |
| 2.1.7 | Sais | 6 |
| 3 | Material Utilizado | 7 |
| 4 | Reagentes | 8 |
| 5 | Procedimento Experimental | 9 |
| 5.1 | Preparação da Solução 1 | 9 |
| 5.2 | Preparação da Solução 2 | 10 |
| 5.3 | Fator de Diluição entre Soluções | 12 |
| 5.4 | Preparação de uma Solução Saturada | 12 |
| 5.5 | Resolução do Problema 6 | 14 |
| 6 | Observações | 16 |
| 6.1 | Preparação da Solução 1 | 16 |
| 6.2 | Preparação da Solução 2 | 16 |
| 6.3 | Fator de Diluição entre Soluções | 16 |
| 6.4 | Preparação de uma Solução Saturada | 16 |
| 7 | Tratamento e Análise de Dados | 18 |
| 7.1 | Preparação da Solução 1 | 18 |
| 7.1.1 | Cálculo da Concentração Mássica | 18 |
| 7.1.2 | Número de Moles e Concentração Molar | 18 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 7.2 | Preparação da Solução 2 | 19 |
| 7.2.1 | Cálculo da Massa Necessária | 19 |
| 7.3 | Fator de Diluição entre Soluções | 19 |
| 7.3.1 | Cálculo da Concentração Molar | 20 |
| 7.3.2 | Cálculo do Fator de Diluição | 20 |
| 8 | Conclusão | 21 |

Capítulo 1

Objetivos

Um dos objetivos desta atividade experimental foi descobrir como preparar soluções com **diversos aspectos pré-definidos**, como com uma determinada concentração molar, com um determinado fator de diluição e com uma determinada quantidade de massa.



Figura 1.1: Durante a realização da Atividade Experimental

Outro dos objetivos desta atividade experimental foi **observar o que acontece com uma solução saturada** de Sulfato de Cobre III Penta-Hidratado aquecida quando esta arrefece.

O último objetivo da atividade prático-laboratorial foi **melhorar as nossas capacidades de escrever procedimentos**.

Capítulo 2

Introdução

Nesta Atividade Prático-Laboratorial criámos diversas soluções e diluições através das mesmas, além de efetuarmos diversos cálculos de forma a saber algumas das suas características. Características (referentes às soluções) como Concentração Mássica, Concentração Molar e Fator de Diluição e, em relação às substâncias, Massa Molar.

As soluções preparadas foram à base de água destilada e um sal denominado Sulfato de Cobre III Penta-Hidratado. Mais abaixo encontram-se as clarificações de diversos conceitos.

2.1 Conceitos Teóricos

2.1.1 Solução

Uma **solução** consiste numa mistura homogénea de duas ou mais substâncias. As soluções têm dois componentes: o **solvente** e os **solutos**.



Figura 2.1: Uma Solução de Água Destilada e $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

O primeiro consiste na substância que se encontra em maior quantidade química na solução ou a substância que se encontra no mesmo estado físico que a solução se, e só se, for a única no mesmo estado físico que a solução. Às restantes substâncias chamamos solutos.

2.1.2 Diluição

Diluição consiste no processo de tornar uma solução mais diluída, ou seja, com um maior teor de solvente líquido que, no nosso caso, é água destilada.

2.1.3 Concentração Mássica

Concentração Mássica de uma solução consiste na massa de soluto existente por um determinado volume da solução. É dado pela seguinte fórmula:

$$C_m = \frac{m_{dosoluto}}{V_{dasoluo}}$$

2.1.4 Concentração Molar

Concentração Molar consiste na quantidade de substância existente por um determinado volume da solução. Pode ser obtido através de uma das seguintes fórmulas:

$$C = \frac{n_{dosoluto}}{V_{dasoluo}} \quad \text{ou} \quad C = \frac{C_m}{M}$$

2.1.5 Fator de Diluição

O **Fator de Diluição** indica-nos o número de vezes a diluir um determinado volume da solução concentrada para obter a solução diluída. Pode ser obtido de uma das seguintes formas:

$$f = \frac{c_{inicial}}{c_{final}} \quad \text{ou} \quad f = \frac{V_{final}}{V_{inicial}}$$

2.1.6 Massa Molar

A **Massa Molar** expressa a massa (em gramas) por cada unidade de quantidade química (moles) e é igual à Massa Atómica (ou Molecular) Relativa.

2.1.7 Sais

Sais são compostos químicos iónicos - compostos por iões - constituídos por um catião, o ião positivo, e por um anião, o ião negativo. Estes compostos são formados através de reações químicas que neutralizam a carga da molécula.

Nos sais existe uma ligação magnética entre os catiões e os anionas que os alinha em estruturas cristalinas.

Alguns sais, denominados **sais reagentes**, reagem com soluções aquosas dando origem a uma separação magnética dos iões, criando soluções excelentemente condutoras elétricas, o que transforma os sais em elétrodos.

Capítulo 3

Material Utilizado

Os materiais utilizados na realização desta atividade laboratorial foram os seguintes:

- 3 Gobelés
- 1 Espátulas
- 1 Vareta de Vidro
- 1 Garrafa de Esguicho
- 3 Balões Volumétricos (2 de 50 ml e 1 de 100 ml)
- 1 Pipeta
- 1 Pompete
- 1 Balança
- 1 Placa de Aquecimento
- 1 Funil de Vidro
- Água Destilada
- Caneta de Tinta Preta Permanente

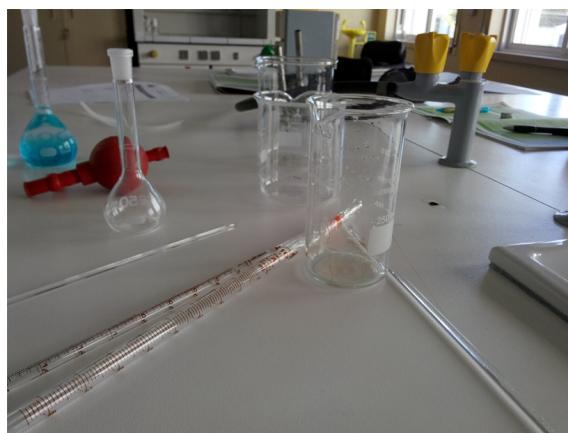


Figura 3.1: Alguns dos materiais utilizados

Capítulo 4

Reagentes

Reagentes são substâncias consumidas no decurso de reações químicas, utilizados durante a realização da Atividade Experimental em questão.

O único reagente utilizado durante a atividade química foi o Sulfato de Cobre III Penta-Hidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$).

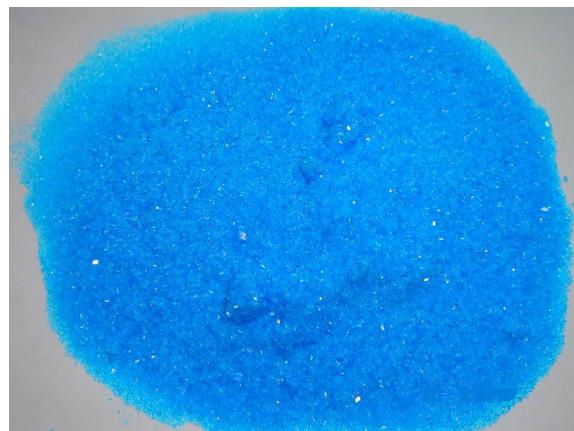


Figura 4.1: Sulfato de Cobre III Penta-Hidratado

Capítulo 5

Procedimento Experimental

O Procedimento Experimental da atividade laboratorial realizada divide-se em diversas partes. Partes estas que estão interligadas entre si de forma lógica e sequencial.

5.1 Preparação da Solução 1

Nesta primeira secção está descrito o procedimento experimental do problema identificado por **Problema 1** no procedimento entregue pela docente.

Primeiro Passo Primeiramente foram pesados 3.13 g (três treze gramas) de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ num gobelé utilizando uma balança de precisão.

Primeiro colocámos o gobelé vazio em cima da balança de precisão e então colocámo-la a marcar 0.000 g (zero gramas) de forma a pesar a substância. De seguida colocámos $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ até a balança marcar 3.137 g (três cento e trinta e sete gramas).



Figura 5.1: Pesar o Sulfato de Cobre III Penta-Hidratado

Segundo Passo Em segundo lugar necessitámos de diluir a massa de reagente pesado. Para o efetuarmos, adicionámos água destilada, utilizando um esguicho de água, e agitámos com uma vareta de vidro.

Terceiro Passo Terceiramente, transferimos a solução preparada no passo dois para um balão volumétrico de 100 ml recorrendo a um funil de vidro.

Quarto Passo De seguida, utilizando o esguicho de água destilada e uma pipeta, perfizemos o volume do balão volumétrico até ao traço de referência.



Figura 5.2: Perfazer o volume do balão com uma pipeta

Quinto Passo Para concluirmos a primeira parte do nosso problema, rolhámos o balão e agitámos a solução de forma a homogeneizá-la.

Também rotulámos a solução com “Solução 1” utilizando uma caneta preta de tinta permanente, cuja tinta apenas é removida com etanol.

De seguida, calculámos¹ a concentração mássica da solução tal como pedido no primeiro problema, bem como o número de moles e concentração molar referentes a esta solução pedidos no **Problema 2**.

5.2 Preparação da Solução 2

De seguida, executámos o **Problema 3**, que consistia na preparação de uma solução de concentração 0.250 mol/dm^3 de Sulfato de Cobre III Penta-Hidratado num volume de 100 mL.

¹Todos os cálculos podem ser encontrados no capítulo “Tratamento e Análise de Dados”.

Primeiro Passo Através de cálculos (encontrados no capítulo sete), descobrimos a massa de soluto necessária a utilizar como reagente ($m \approx 6.2\text{ g}$).

Segundo Passo Pesámos assim a massa calculada recorrendo a uma balança de precisão e um gobelé.

Terceiro Passo Dentro do gobelé colocámos uma pequena quantidade de água destilada não ionizada utilizando um esguicho de água e agitámos a solução com uma vareta de vidro de forma a diluí-la.



Figura 5.3: Agitar a solução

Quarto Passo Recorrendo a um funil de vidro, transferimos a solução para um balão volumétrico de 100 mL.

Quinto Passo Perfizemos o balão volumétrico até ao traço de referência utilizando uma pipeta de *Pasteur* e um esguicho de água.

Sexto Passo Rolhou-se a solução e agitou-se de forma a homogeneizar a solução. Rotulámos a solução com **Solução 2**.

5.3 Fator de Diluição entre Soluções

Depois avançámos para o **Problema 4** denominado “Concentração molar e fator de diluição” e consistiu na criação de uma nova solução, diluição da primeira solução.

Primeiro Passo Retirámos 25 mL da solução preparada no **Problema 1** com uma pipeta volumétrica e um pompete como ilustra a imagem.

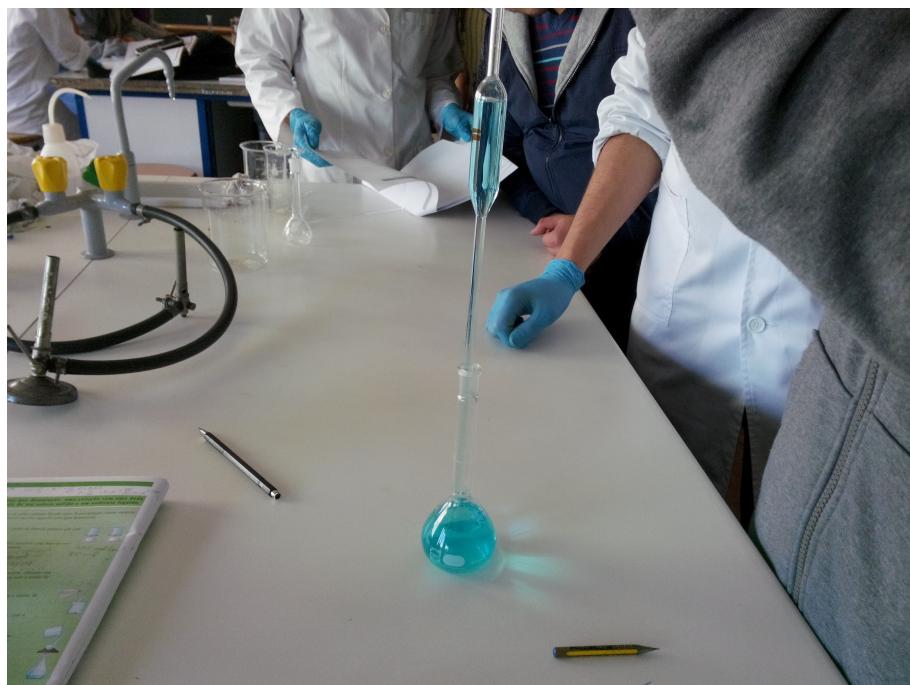


Figura 5.4: Remoção de 25 mL da Solução 1

Segundo Passo De seguida transferimos esses 25 mL de solução para um balão volumétrico de 50 mL.

Terceiro Passo Perfizemos então o volume até ao traço de referência da forma já descrita nos problemas anteriores. Rolhámos a solução e agitámos até homogeneizar.

Quarto Passo Finalmente efetuamos os cálculos pedidos. Cálculos estes cujos resultados podem ser visualizados no capítulo sete.

5.4 Preparação de uma Solução Saturada

No problema seguinte, o **Problema 5**, foi-nos pedido para preparar uma solução saturada de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Para isso efetuámos os seguintes passos.

Primeiro Passo Em primeiro lugar, recolhemos um pouco da **Solução 1** (a solução mais concentrada que preparamos) para um gobelé, utilizando um pompete e uma pipeta volumétrica de 25 mL.



Figura 5.5: Realização do Primeiro Passo

Segundo Passo De seguida, adicionámos um pouco mais de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ e agitámos de forma a facilitar a dissolução. Repetimos este passo até a solução ficar saturada.

Terceiro Passo Em terceiro lugar recorremos a uma placa de aquecimento de forma a aquecer ligeiramente a solução preparada.



Figura 5.6: Aquecimento da solução

Quarto Passo Finalmente, depois do aquecimento da solução, adicionámos um pouco mais de reagente e colocámos a solução a arrefecer.

Esperámos, então, pelo dia seguinte de forma a registarmos² o que acontece depois do arrefecimento da solução.

5.5 Resolução do Problema 6

No último problema, o **Problema 6**, foi-nos pedido para preparamos um procedimento de como preparar uma solução de Ácido Clorídrico com *concentração* 0,1 mol/dm³ e *volume* de 1 dm³. Abaixo encontra-se o procedimento a tomar e os respetivos cálculos³.

Primeiro Passo Em primeiro lugar, dever-se-ia observar o rótulo do produto Ácido Clorídrico de forma a observar algumas das suas informações. Informações estas como:

- **Fórmula Química:** HCl;
- **Massa Molar:** 36.46 g/mol;
- **Densidade:** 1.49 g/cm³;
- **Grau de pureza:** 37% (também denominado “%(m/m)");
- **Símbolos de Segurança:** corrosivo;
- **Outros:** solúvel em água.

Segundo Passo Em primeiro lugar devem-se calçar umas luvas, vestir bata, máscara e óculos de proteção devido à corrosividade do ácido.

Sabendo os dados do Ácido Clorídrico em mãos e as características necessárias da solução final, devemos começar por calcular o número de moles de soluto (ácido clorídrico) necessários.

$$c = 0.1 \text{ mol/dm}^3$$

$$V = 1 \text{ dm}^3$$

$$c = n/V$$

Então:

$$0.1 = n/1 \Leftrightarrow n = 0.1 * 1 \Leftrightarrow n = 0.1 \text{ mol}$$

Terceiro Passo Tendo o número de moles necessários de Ácido Clorídrico, devemos relacionar esta informação com a massa de HCl necessária da seguinte forma:

$$n = m/M$$

$$M = 36.46 \text{ g/mol}$$

$$0.1 = m/36.46 \Leftrightarrow m = 36.46 * 0.1 \Leftrightarrow m = 3.646 \text{ g}$$

Quarto Passo Sabendo a massa de HCl necessária e a relação entre a sua massa e a massa total da solução, podemos calcular a massa total necessária.

$$\%(m/m) = (m_{\text{HCl}}/m_{\text{total}}) * 100$$

$$37 = (3.646/m_{\text{total}}) * 100 \Leftrightarrow 0.37 = 3.646/m_{\text{total}} \Leftrightarrow m_{\text{total}} \approx 9.9 \text{ g}$$

²Todos os registos podem ser encontrados no capítulo “Observações”.

³Neste problema os cálculos não são colocados num capítulo à parte, pois apenas se relacionam com a proposta de resolução deste problema e não com alguma outra atividade.

Quinto Passo Tendo em conta que estamos a trabalhar com um líquido, é preferível saber a quantidade de volume a remover a não a massa. Para o sabermos, podemos recorrer à densidade e à sua fórmula, assim:

$$p = m/V$$

$$p = 1.49 \text{ g/cm}^3$$

$$1.49 = 9.9/V \Leftrightarrow V = 9.9/1.49 \Leftrightarrow V \approx 6.6 \text{ cm}^3$$

$$6.6 \text{ cm}^3 = 6.6 \text{ mL}$$

O que quer dizer que necessitamos de 6.6 mililitros da solução inicial de HCl na solução final com concentração 0,1 mol/dm³.

Sexto Passo Recorrendo então a uma proveta volumétrica e a um conta-gotas medem-se os 6.6 mililitros de HCl.

Sétimo Passo De seguida, colocam-se a quantidade de HCl medida dentro de um balão volumétrico de 1000 mililitros recorrendo a um funil de vidro.

Oitavo Passo Depois, utilizando um esguicho de água destilada e um conta-gotas, enche-se o balão volumétrico até ao traço de referência.

Nono Passo Rolha-se o balão volumétrico e agita-se a solução até ficar homogeneizada. Está então preparada a solução de Ácido Clorídrico pedida.

Capítulo 6

Observações

Neste capítulo do relatório é possível encontrar os dados registados ao longo da atividade experimental em questão. Está dividido por problemas à semelhança dos restantes capítulos.

6.1 Preparação da Solução 1

O único dado a registar relativamente a esta secção é a massa de Sulfato de Cobre III Penta-Hidratado pesado durante a atividade prática.

$$m_{sóluto} = 3.137\text{ g}$$

6.2 Preparação da Solução 2

A massa de soluto utilizada na preparação desta solução foi:

$$m_{sóluto} = 6.214\text{ g}$$

No final da preparação da segunda solução, foi possível verificar que esta caracterizava-se por um tom de azul mais escuro, indicador do fato de ser mais densa do que a **solução 1**.

6.3 Fator de Diluição entre Soluções

Aqui está o quadro pedido, preenchido com os valores calculados no capítulo seguinte.

| V final | V Inicial | F* c/ Volume | F* c/ Concentração |
|---------|-----------|--------------|--------------------|
| 50 mL | 25 mL | 2 | 1 |

Tabela 6.1: Dados registados do Problema 4

* Fator de Diluição

6.4 Preparação de uma Solução Saturada

Depois do arrefecimento da solução saturada preparada, foi possível verificar a cristalização do Sulfato de Cobre III Penta-Hidratado, como pode visualizado na imagem seguinte:



Figura 6.1: Cristais resultantes da Solução Saturada

Capítulo 7

Tratamento e Análise de Dados

O presente capítulo conta com todos os cálculos e análises de dados feitos ao longo da atividade experimental mencionados no procedimento experimental.

7.1 Preparação da Solução 1

7.1.1 Cálculo da Concentração Mássica

O único dado calculado neste problema da Atividade Experimental foi a Concentração Mássica da solução preparada. Concentração esta que é dada pela seguinte fórmula:

$$C_m = m/V$$

Sabendo que m corresponde à massa do soluto e V ao volume de toda a solução. Temos então o seguinte procedimento:

$$m = 3.137 \text{ g}$$

$$V = 100 \text{ mL} = 100 \text{ cm}^3$$

$$C_m = 3.137/100 \approx 0.0314 \text{ g/cm}^3$$

7.1.2 Número de Moles e Concentração Molar

Ainda relativamente à primeira parte do procedimento experimental, foi necessário calcular o número de moles e a concentração molar.

Quantidade Química Para efetuarmos o cálculo da **quantidade química** (número de moles), utilizámos a seguinte expressão:

$$M = m/n \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow n = m/M$$

Onde M corresponde à **massa molar**, m à **massa** e n ao **número de moles**. Tínhamos também os seguintes dados ao nosso dispor:

$$m = 3.137 \text{ g}$$

$$A_r(\text{Cu}) = 63.55$$

$$A_r(\text{S}) = 32.06$$

$$A_r(\text{O}) = 16.00$$

$$A_r(H) = 0.01$$

Calculámos assim a massa molar:

$$M(\text{CuSO}_4) = 63.55 + 32.06 + 4 * 16 = 159.61$$

$$M(5\text{H}_2\text{O}) = 5(2 * 1.01 + 16) = 90.1$$

$$M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = M(\text{CuSO}_4) + M(5\text{H}_2\text{O}) = 159.61 + 90.1 = 249.71 \text{ g/mol}$$

Finalmente, calculámos a quantidade química:

$$n = 3.137 / 249.71 \approx 0.01256 \text{ mol}$$

Concentração Molar De seguida, foi-nos pedida a **concentração molar**. Para calcular a concentração molar (C), utilizámos a seguinte fórmula:

$$c = n/V$$

Onde n e V correspondem aos dados já mencionados anteriormente, ou seja, número de moles e volume da solução, respetivamente. Então, utilizando os dados já referidos, **efetuámos os seguintes cálculos:**

$$c = 0.01256 \text{ mol} / 100 \text{ cm}^3 = 1.256 * 10^{-4} \text{ mol/cm}^3$$

7.2 Preparação da Solução 2

Para preparamos a solução 2 foi necessário efetuar um conjunto de cálculos de forma a ter dados suficientes para permitirem a preparação da solução. **Dados iniciais:**

- **Concentração final:** 0.250 mol/dm^3 ;
- **Volume final:** $100 \text{ mL} = 100.01 \text{ dm}^3$;
- **Massa Molar de CuSO₄.5H₂O:** 249.71 g/mol .

7.2.1 Cálculo da Massa Necessária

Necessitámos saber a massa de Sulfato de Cobre III Penta-Hidratado necessária para preparar a solução. Tendo os dados anteriormente referidos, calculámos, em primeiro lugar, o número de moles:

$$c = n/V$$

$$0.250 = n / 0.1 \text{ dm}^3 \Leftrightarrow n = 0.250 * 0.1 \Leftrightarrow n = 0.025 \text{ mol}$$

Sabendo a quantidade de moles necessários, relacionámos esse dado com a Massa Molar de forma a obter a massa necessária:

$$M = m/n$$

$$249.71 = m / 0.025 \Leftrightarrow m = 249.71 * 0.025 \Leftrightarrow m \approx 6.2 \text{ g}$$

7.3 Fator de Diluição entre Soluções

No decorrer do **Problema 4** foi necessário calcular a Concentração Molar da solução preparada, bem como calcular o Fator de Diluição.

7.3.1 Cálculo da Concentração Molar

Sabendo que a fórmula da concentração molar envolve a quantidade de soluto e o volume da solução, foi necessário calcular o número de moles do soluto.

Visto que o único soluto que esta solução contém é o que estava contido nos 25 mL removidos da solução 1, utilizámos a sua concentração mássica para determinar a **massa de soluto que continha**

$$C_m(\text{sol1}) = 0.0314 \text{ g/cm}^3$$

$$C_m = m/V$$

$$V = 25 \text{ mL} = 25 \text{ cm}^3$$

$$0.0314 = m/25 \Leftrightarrow m = 0.0314 * 25 \Leftrightarrow m = 0.785 \text{ g}$$

Sabendo a massa de soluto que a nova solução continha e a Massa Molar de CuSO4.5H2O, foi possível saber o número de moles de soluto que a solução continha:

$$M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 249.71 \text{ g/mol.}$$

$$n = m/M$$

$$n = 0.785/249.71 \approx 3.14 * 10^{-3} \text{ mol}$$

Sabendo então o número de moles, foi possível calcular a concentração química final desta solução:

$$c = n/V$$

$$V_f = 50 \text{ mL} = 50 \text{ cm}^3$$

$$c_f = 3.14 * 10^{-3}/50 = 6.28 * 10^{-5} \text{ mol cm}^{-3}$$

7.3.2 Cálculo do Fator de Diluição

De seguida foi necessário calcular o fator de diluição, tanto através dos volumes como das concentrações de forma a saber se tudo havia sido calculado corretamente. **Dados iniciais:**

$$V_f = 50 \text{ mL}$$

$$V_i = 25 \text{ mL}$$

Cálculo do fator de diluição através dos volumes:

$$f = V_f/V_i$$

$$f = 50/25 = 2$$

Cálculo do fator de diluição através das concentrações:

$$f = c_i/c_f$$

$$c_i = 3.14 * 10^{-3}/25 \approx 1.3 * 10^{-4} \text{ mol cm}^{-3}$$

$$c_f = 6.28 * 10^{-5} \text{ mol cm}^{-3}$$

$$f = (1.3 * 10^{-4})/(6.28 * 10^{-5}) \approx 2$$

Capítulo 8

Conclusão

A atividade experimental realizada permitiu-nos consolidar os nossos conhecimentos relativos às soluções e diluições, nomeadamente:

- Como criar soluções com determinadas características (concentração, concentração mássica, etc);
- Como preparar diluições e saber algumas das suas propriedades através do fator de diluição.

Além disto, também aprendemos que os sais são facilmente diluídos em água e que estes podem cristalizar após o aquecimento de uma solução saturada (solução que **não** consegue dissolver mais soluto) que contenha o sal em questão.

Consolidámos também os nossos conhecimentos relativos a diversas fórmulas, como a da Concentração Química, Concentração Mássica, Densidade, Massa Molar, dentro de outras. Com isto, conseguimos aplicar essas fórmulas a contextos reais.

No geral, concluímos que a atividade reforçou os nossos conhecimentos e que correu nas devidas condições e sem erros graves/médios, visto que todos os cálculos coincidiram com o esperado.

Bibliografia

- [1] Dantas, Maria da Conceição; Ramalho, Marta Duarte; *Jogo de Partículas A*
- [2] InfoEscola, *Estrutura Cristalina - Química.* <http://www.infoescola.com/quimica/estrutura-cristalina/>