

EXPERIMENTO 1

MEDIDAS DE MASSA, VOLUME E TEMPERATURA

OBJETIVOS

- Observar os tipos de medidas mais comuns em um laboratório de química;
- Coletar dados quantitativos e interpretar os erros envolvidos em observações quantitativas;
- Conhecer algumas das propriedades físicas das substâncias.

INTRODUÇÃO

A Química é uma ciência basicamente experimental. O estabelecimento de teorias e leis fundamentais da natureza e do comportamento da matéria depende de medidas cuidadosas de várias grandezas, como, por exemplo, massa, volume, comprimento, temperatura, tempo e propriedades elétricas.

O sistema métrico de unidades é especialmente conveniente para a quantificação de medidas por tratar-se de um sistema decimal. As unidades métricas foram originalmente relacionadas a certas quantidades na natureza. Por exemplo, o metro foi estabelecido para ser 10^{-7} vezes o arco de meridiano compreendido entre o equador e o pólo, ou seja, $1/40.000.000$ do meridiano terrestre.

O primeiro metro padrão internacional foi definido como a distância - medida a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ e à pressão de 1 atmosfera - entre duas linhas finas gravadas em uma barra de uma liga platina-irídio⁺ mantida em uma cápsula no Instituto Internacional de Pesos e Medidas, na França.

Em 1960, um novo padrão foi adotado na 11.^a Conferência Geral de Pesos e Medidas e o metro padrão foi definido como sendo 1.650.763,73 comprimentos de onda da raia vermelho - alaranjada emitida pelo isótopo 86 de criptônio. Este padrão tem a vantagem de permitir comparações dez vezes mais precisas do que o padrão da liga metálica e com a conveniência de não sofrer perdas acidentais ou completa destruição.

Contudo, devido aos fatos de que o tempo pode ser atualmente medido muito precisamente com o uso de relógios atômicos e de que a velocidade da luz tem seu valor determinado com alta precisão, a Conferência Geral em Pesos e Medidas de 1983 redefiniu o metro em termos da velocidade da luz (padrão atualmente em vigor) como sendo "o comprimento do caminho percorrido pela luz no vácuo durante um intervalo de tempo de $1/299.792.458$ de segundo".

⁺ Esta liga não é atacada pela corrosão, sendo praticamente indestrutível.

TABELA 1. Múltiplos e submúltiplos do metro.

1 km	1 quilômetro	10^{+3} m
1 dm	1 decímetro	10^{-1} m
1 cm	1 centímetro	10^{-2} m
1 mm	1 milímetro	10^{-3} m
1 μ m	1 micrômetro	10^{-6} m
1 nm	1 nanômetro	10^{-9} m

O múltiplo e submúltiplos do metro (representado por m) de utilização mais comuns são mostrados na **TABELA 1**.

Uma outra unidade de medida que deve ser conhecida é o ângström (Å), cuja utilização é usual em óptica e em técnicas de raios-x:

$$1 \text{ Å} = 10^{-8} \text{ cm} = 10^{-10} \text{ m}$$

O quilograma foi definido como sendo a massa de um decímetro cúbico (1.000 cm^3) de água. O presente padrão de massa é um cilindro da liga platina - irídio, mantido no Instituto Internacional de Pesos e Medidas, com massa de 1 quilograma. Cada país tem seus próprios padrões métricos, mas todos eles são baseados e cuidadosamente comparados com os originais mantidos na França.

Os submúltiplos mais comuns do quilograma (kg) são o grama (g) e o miligrama (mg). Os termos massa e peso são usualmente utilizados indistintamente pelos cientistas, apesar de representarem conceitos diferentes. Massa é definida em termos do padrão de quilograma em Paris; peso é uma força caracterizada pela ação da gravidade sobre uma massa.

Em Química, a preocupação primária é com a massa, porém, como virtualmente todas as pesagens no laboratório envolvem a comparação de uma massa desconhecida com uma massa padrão, a operação chamada de pesagem é realmente uma medida de massa. Esta dupla terminologia às vezes causa problemas.

Uma unidade usual de volume é o litro (L). Esta é uma unidade derivada, significando o volume encerrado em 1 decímetro cúbico. Observe que as unidades de volume têm dimensão de unidade de comprimento elevada ao cubo (Ex.: m^3 , dm^3 , cm^3 , etc.). O mililitro (mL), a mais comum das unidades de volume em um laboratório químico, é igual a 10^{-3} L. Recentemente, o mililitro foi redefinido precisamente como: $1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3$.

As inúmeras definições apresentadas são aplicadas quando da realização de medidas físicas. Estas medidas, por sua vez, estão intrinsecamente relacionadas com a precisão dos equipamentos escolhidos para realizá-las. Os equipamentos devem ser consistentes com a precisão

desejada. Por exemplo, para uma precisão de 1% no peso de uma amostra de 50 g é necessária somente uma balança com 0,5 g de precisão; contudo, se a amostra for da ordem de 1 g, será necessária uma balança com precisão de 0,01 g. Neste experimento, o estudante terá a oportunidade de utilizar balanças com diferentes precisões, escolhendo-as conforme a precisão necessária.

Através de medidas de massa (m) e volume (V) é possível determinar uma propriedade física importante da matéria: a *densidade* (d), definida como a razão entre a massa e o volume ($d = m/V$). No sistema métrico esta razão pode ser expressa como gramas por centímetro cúbico (g cm^{-3}) ou gramas por mililitro (g mL^{-1}). Cada substância apresenta uma densidade característica, que depende da pressão e da temperatura em que é medida. Por exemplo: água ($1,00 \text{ g cm}^{-3}$ a 4°C), ouro ($19,3 \text{ g cm}^{-3}$ a 25°C) e gás hidrogênio ($0,0899 \text{ g L}^{-1}$ a 1 atm e 25°C). Os líquidos e os sólidos têm densidades bem maiores que os gases, sendo que as densidades dos primeiros têm pequenas dependências com a temperatura, enquanto que as densidades dos gases sofrem grandes alterações com pequenas mudanças na temperatura e na pressão.

As medidas de densidade são necessárias para uma grande variedade de importantes determinações em ciência, tais como a determinação do peso molecular de uma substância a partir da densidade de seu gás e a determinação da concentração de uma solução a partir de sua densidade.

Um conceito que é bem familiar a todos é o de temperatura. Tal fato decorre da sensibilidade do organismo humano a variações de temperatura. Quando um pedaço de gelo é tocado a sensação é de frio porque sua temperatura é mais baixa que a do corpo humano. Por outro lado, ao tocar água em ebulição a sensação é de “muito quente”. Nestes dois exemplos a descrição é dada tendo como referência a temperatura do corpo humano. De uma forma ligeiramente diferente, temperatura pode ser definida como o fator que determina a direção do fluxo de calor. Ou seja, quando dois corpos com temperaturas distintas se tocam, o calor flui daquele com temperatura mais elevada para aquele de temperatura mais baixa.

Para medir a temperatura pode ser usado um termômetro de mercúrio, pois este metal, como todas as outras substâncias, expande com o aumento da temperatura. Os termômetros utilizados em química são marcados em graus *Celsius*¹ (antigamente chamados “graus centígrados”, nomenclatura abandonada atualmente). Nesta escala, o ponto de fusão da água é marcado a 0°C e o ponto de ebulição a 100°C , sob pressão de 1 atmosfera.

A temperatura pode ser expressa em diferentes escalas, contudo uma escala particularmente importante em termodinâmica é a escala absoluta ou

escala Kelvin². A relação entre temperaturas medidas em kelvin (K) e em °C é: $K = ^\circ C + 273,15$.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

MATERIAIS NECESSÁRIOS:

Suporte universal; Garra para bureta; Bureta de 50 mL; Pipeta volumétrica de 25 mL; Pipeta graduada de 10 mL; Pipetador; Proveta de 25 mL; Béquero de 50 mL; Béquero de 250 mL; Erlenmeyer de 50 mL, com rolha; Termômetro de 0 a 110 °C; Termômetro de 0 a 360 °C; Termômetro de precisão; Cronômetro.

OBSERVAÇÕES:

- O uso das várias balanças disponíveis será explicado pelos encarregados do laboratório;
- Convém lembrar que uma balança é um instrumento de precisão, DEVENDO SER MANTIDA LIMPA! Utilizar um pincel para remover partículas sólidas que porventura venham a cair na câmara de pesagem ou sobre o(s) prato(s);
- Materiais líquidos derramados devem ser removidos utilizando um papel absorvente;
- Nunca pesar diretamente sobre o prato. Utilizar um béquer ou um pedaço de papel para depositar o material a ser pesado. Para tanto, calibrar a balança com o recipiente a ser utilizado vazio;
- Tomar muito cuidado ao manusear os termômetros, principalmente o de precisão, pois são instrumentos frágeis;
- Sempre realizar as leituras de volume no ponto mais baixo do menisco, como mostrado na **FIGURA 1**. Observar a posição dos olhos em relação ao nível.

¹ Assim chamados em homenagem a Anders Celsius (1701-1744) – astrônomo suíço.

² Em homenagem a William Thomson (Lorde Kelvin, 1824-1907), que em 1848 propôs a escala absoluta de temperatura.

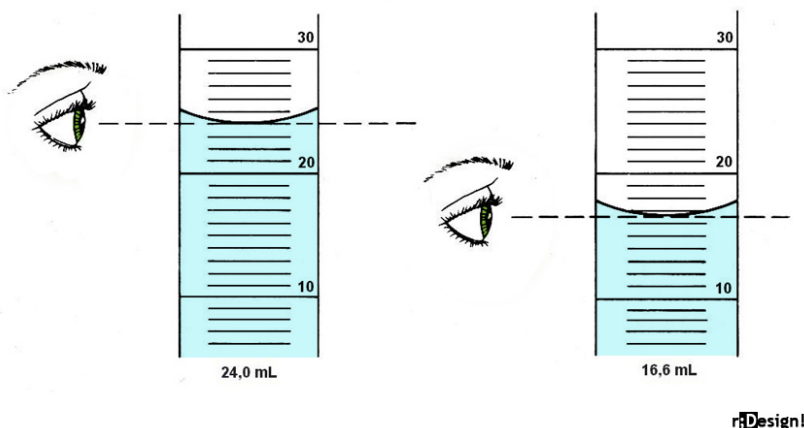


FIGURA 1. Forma de leitura de volumes em frascos graduados.

PARTE A: COMPARAÇÃO DA PRECISÃO DE FRASCOS VOLUMÉTRICOS

1. Verificar se os erlenmeyers e as rolhas que foram fornecidos estão devidamente limpos e secos. Em seguida, usar etiquetas para marcá-los como 1, 2 e 3. **IMPORTANTE: NÃO TROCAR AS ROLHAS QUANDO PESAR;**
2. Pesar estes frascos, COM AS ROLHAS CORRESPONDENTES, em uma balança analítica e anotar as medidas na folha de relatório. Utilizar um papel para segurar o material de vidro a fim de evitar alterações de peso devido à gordura das mãos;
3. Utilizando o suporte universal e a garra apropriada, montar a bureta. Em seguida, chamar o responsável para verificar a montagem e orientar sobre a correta manipulação da bureta;
4. Encher a bureta com água destilada, observando para que não haja bolhas de ar retidas na região próxima à torneira. Se forem observadas bolhas de ar, abrir a torneira, deixando o fluxo de água arrastá-las. Terminar de completar o volume da bureta, até a marca de zero, anotando em seguida a leitura do volume inicial com o devido erro (observar a **FIGURA 1**);
5. Transferir aproximadamente 25 mL da água contida na bureta ao frasco 1, fechar o frasco COM A ROLHA CORRESPONDENTE, esperar cerca de 30 segundos para que a água escorra pelas paredes da bureta e então ler o volume final, anotando-o devidamente;

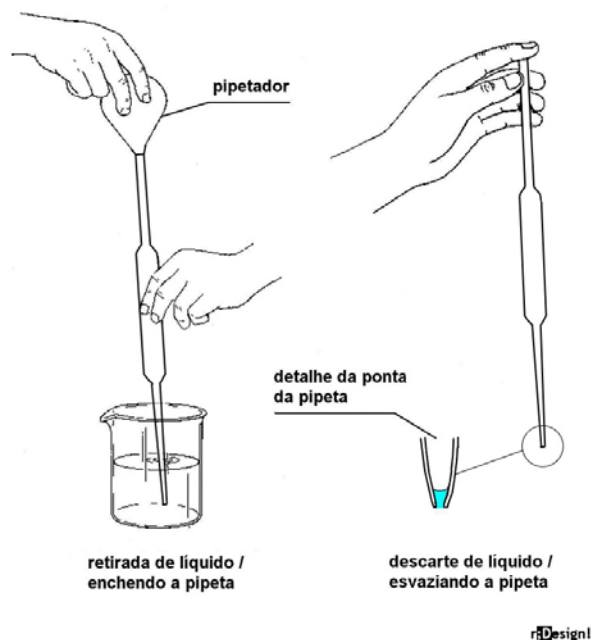


FIGURA 2. Utilização de pipeta volumétrica. O volume restante na ponta da pipeta não deve ser retirado - o volume correto já leva em conta este resíduo.

6. Utilizando a pipeta volumétrica de 25 mL transferir, com o auxílio de um pipetador (observar a **FIGURA 2** e chamar o responsável para explicar a correta manipulação da pipeta e do pipetador), 25 mL de água destilada ao frasco 2, tampando-o em seguida COM A ROLHA CORRESPONDENTE;
7. Repetir o procedimento anterior utilizando a pipeta graduada de 10 mL, transferindo 25 mL de água para o frasco 3. OBSERVAR QUE COM A PIPETA GRADUADA A TRANSFERÊNCIA É REALIZADA EM TRÊS ETAPAS;
8. Medir a temperatura ambiente;
9. Pesar os frascos COM AS ROLHAS CORRESPONDENTES, com a mesma balança utilizada anteriormente, anotando os novos valores na folha de relatório e a temperatura ambiente;
10. A seguir, encher a proveta e o béquer até a marca de 25 mL com água destilada. Transferir cada um desses 25 mL aos frascos 1 e 3 (vazios e secos), respectivamente;
11. Voltar a fechá-los COM AS ROLHAS CORRESPONDENTES e pesá-los em seguida. Não esquecer de anotar o resultado das pesagens, bem como a temperatura ambiente.

PARTE B: PRECISÃO DE MEDIDAS VOLUMÉTRICAS COM PROVETA E BÉQUER

1. Descartar a água contida no cilindro graduado (proveta), deixando-o escorrer por cerca de 10 segundos;
2. Em seguida, completar o volume da bureta com água e anotar o volume marcado;
3. Colocar a proveta sob a bureta e preenchê-la até a marca de 25 mL, tão exatamente quanto possível;
4. Em seguida, ler o volume marcado na bureta, esvaziar a proveta e repetir o procedimento por mais duas vezes;
5. Repetir o mesmo procedimento dos parágrafos anteriores por três vezes, utilizando o béquer no lugar da proveta;
6. Anotar os volumes iniciais e finais da bureta na folha de relatório.

PARTE C: PRECISÃO EM MEDIDAS DE TEMPERATURA

1. Preparar dois béqueres de 250 mL, um com mistura de água destilada e gelo e o outro com água destilada em ebulição;
2. Separar os três termômetros: o de precisão, o de escala de 0 a 110 °C e o de escala de 0 a 360 °C;
3. Colocar um dos termômetros no banho de gelo e esperar até a estabilização da leitura de temperatura;
4. Em seguida, colocar imediatamente o termômetro no banho de água em ebulição e acompanhar a variação de temperatura com o tempo. Anotar na folha do relatório o tempo em que o termômetro acusa 8 leituras de temperatura, começando a medição a partir de 70 °C até a temperatura de estabilização;
5. Repetir o procedimento anterior, fazendo o inverso, ou seja, partindo da água em ebulição colocar o termômetro no banho de gelo. Acompanhar a variação da leitura com o tempo e anotar na folha do relatório o tempo em que o termômetro acusa 8 leituras de temperatura, começando a medição a partir de 30 °C até a temperatura de estabilização;
6. Repetir as duas experiências descritas acima utilizando os outros dois termômetros.