



**IFSC UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO**
Instituto de Física de São Carlos

Química Geral Experimental
Prof. Dr. Antonio Roveda

Prática I

Aferição volumétrica de material de laboratório: erros e medidas

Jefer Santiago Mares N° 12559016
Victória Gabrielle Ferreira Cava de Britto N° 12541820

São Carlos
2021

Sumário

1	Resumo	4
2	Introdução	4
3	Objetivo	4
4	Materiais	4
4.1	Utensílios de vidro	4
4.1.1	Erlenmeyer	4
4.1.2	Bureta	5
4.1.3	Pipeta Volumétrica	5
4.1.4	Balão volumétrico	5
4.1.5	Béquer	6
4.2	Utensílios auxiliares	6
4.2.1	Balança analítica	6
4.2.2	Pera de sucção	6
5	Metodologia	7
5.1	Experimento	7
5.2	Cálculo do erro pela distribuição de Student	7
6	Resultados e Discussões	8
6.1	Pipeta volumétrica	8
6.2	Bureta	9
6.3	Béquer	9
6.4	Balão volumétrico	9
7	Questões	10
7.1	Respostas	10
8	Conclusão	11
9	Referências	12

Lista de Figuras

1	Erlenmeyer	4
2	Bureta	5
3	Pipeta Volumétrica	5
4	Balão volumétrico	5
5	Béquer	6

6	Balança analítica	6
7	Pera de sucção	6

Lista de Tabelas

1	Valores tabelados para o valor t de Student	7
2	Resultados dos experimentos	8

Resumo

Neste experimento foram feitas medições do volume de vidrarias geralmente utilizadas nos laboratórios de química, os utensílios são: pipeta volumétrica, bureta, béquer e balão volumétrico, os volumes calculados para esses itens foi, respectivamente, $(25,05 \pm 0,1)mL$, $(50,13 \pm 0,1)mL$, $(50,42 \pm 1,4)mL$, $(100,25 \pm 0,04)mL$.

Introdução

As vidrarias e utensílios auxiliares são parte fundamental dos estudos em química, pois são eles que contêm muitos dos objetos estudados, sejam reações, soluções, entre outros, também possuem diversas funções como armazenamento, transferência, diluição e aquecimento de soluções, algumas com maior precisão que outras. Saber as características das vidrarias, tanto quanto suas finalidades é de suma importância como forma de dinamizar, da melhor maneira possível, o andamento dos experimentos. Essa prática visa, justamente, a familiarização com as ferramentas básicas de laboratório.

Objetivo

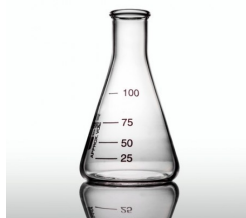
O experimento realizado teve como objetivo introduzir a nomenclatura das vidrarias convencionais, demonstrar formas de manuseio e aferição do volume, visando maior exatidão e precisão; manusear uma balança analítica; verificar a calibração e definir tolerância do equipamento a fim de se identificar o emprego adequado do tipo de instrumento.

Materiais

Utensílios de vidro

— Erlenmeyer

Figura 1: Erlenmeyer



Fonte: InfoEscola

Também chamado de balão, é feito vidro ou plástico. Não possui boa precisão, por isso, medidas tomadas desse utensílio são aproximações. É usado para esquentar soluções, fazer titulação e facilita na agitação do seu conteúdo, auxiliando em algumas reações.

– Bureta

Figura 2: Bureta



Fonte: SPLabor

Esse utensílio de vidro é utilizado para dosagem volumétrica de algum reagente em titulações. Tem formato cilíndrico e durante seu uso fica posicionado verticalmente, apoiado por pequenas garras em seu corpo, possui uma torneira de precisão na extremidade inferior, que é usada pelo operador para controlar a vazão do líquido.

– Pipeta Volumétrica

Figura 3: Pipeta Volumétrica



Fonte: Wikipédia

Feito de vidro e usado para a medição e transferência precisa de líquidos. São usadas na preparação de soluções com concentrações conhecida e geralmente é utilizada em conjunto com outros utensílios, como balão volumétrico ou pera.

– Balão volumétrico

Figura 4: Balão volumétrico



Fonte: CQA Química

São produzidos em vidro borossilicato e em polipropileno. Fazem medições precisas e exatas e em geral são usados em conjunto com uma pipeta ou bureta.

– Béquer

Figura 5: Béquer



Fonte: InfoEscola

Geralmente feitos de vidro borossilicato, plástico ou metal. Não possui gradação volumétrica precisa. É usado para aquecer líquidos, preparar soluções e transferir reagentes.

Utensílios auxiliares

– Balança analítica

Figura 6: Balança analítica



Fonte: CheeseLab

As balanças analíticas, cuja estrutura encontra-se representada pela figura 6, são balanças de precisão que permitem a determinação de massas com precisão de, pelo menos, 0,1 mg.

– Pera de sucção

Figura 7: Pera de sucção



Fonte: Laboglas

Para a sucção de líquidos contidos em pipetas, usa-se a pera de sucção, indicada pela Figura 7, também denominada de pipetador por três vias. As peras devem ser usadas em procedimentos laboratoriais para evitar que se tenha contato direto com os líquidos manuseados, ou seja, para evitar a ingestão indesejável de substâncias que podem ser tóxicas.

Metodologia

Experimento

Para a realização do experimento foram utilizados 4 erlenmeyers de 125mL. Primeiramente é necessário aferir a massa do erlenmeyer seco e vazio, após isso pipetar (3) 25mL de água destilada e pesar novamente o erlenmeyer – agora – cheio, conforme a equação (2) Repetir esse processo mais duas vezes para a obtenção de 3 medidas. O erlenmeyer vazio terá mudança significativa pois agora ele se encontra úmido.

Essa técnica deve reutilizada para as outras vidrarias tendo em mente também suas capacidades, sendo: bureta (2) de 50mL, béquer (5) de 50mL e o balão volumétrico (4) de 100mL.

Para a aferição do volume dos equipamentos utilizamos a relação (1), pois sabemos a densidade da água na temperatura ambiente – já que é uma constante tabelada – em que foram realizados os experimentos.

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (1)$$

Cálculo do erro pela distribuição de Student

As massas medidas foram compiladas na tabela (2) abaixo, assim como as massas de água escoada pelos utensílios, que foram encontradas de acordo com a relação

$$M_{\text{água}} = M_{\text{cheio}} - M_{\text{vazio}} \quad (2)$$

onde M_{cheio} e M_{vazio} é o utensílio em uso. O procedimento foi feito 3 vezes para cada vidraria, afim de se estimar um valor mais preciso da água escoada. A partir disso podemos calcular o desvio padrão das medidas:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_i (\bar{m} - m_i)^2}{n - 1}} \quad (3)$$

Para fazer a distribuição de Student analisamos a tabela fornecida na apostila

Tabela 1: Valores tabelados para o valor t de Student

N	T
1	12,706
2	4,303
3	3,183
4	2,776
5	2,571

Fonte: (MILONE, 2009)

Sabemos que o grau de liberdade desse experimento é 2, pois foram feitas 3 medidas e $GL = n - 1$, portanto o valor de t escolhido foi $t = 4,303$.

A partir disso fomos capazes de calcular a distribuição de Student para estimar a incerteza das medidas do experimento.

$$e = \pm \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (4)$$

Onde s é o desvio padrão das medidas de massa e n é o número de medições feitas.

Resultados e Discussões

A temperatura ambiente utilizada nas medições é de 23°C , e para essa temperatura temos que a densidade da água será em torno de $\rho = 0,997\text{g/mL}$. A partir da (1) podemos fazer a aferição do volume dos utensílios.

Tabela 2: Resultados dos experimentos

Vidraria	Frasco vazio ($m \pm 0,0001$)g	Frasco com água ($m \pm 0,0001$)g	Massa da água ($\pm 0,0002$)g
Pipeta volumétrica (25 mL)			
1ª Medida	69,2772	94,2753	24.9981
2ª Medida	69,7964	94,7197	24.9233
3ª Medida	69,9245	94,974	25.0495
Bureta (capacidade máxima)			
1ª Medida	66,4748	116,5206	50.0458
2ª Medida	67,4744	117,518	50.0436
3ª Medida	66,918	116,867	49.949
Béquer (50 mL)			
1ª Medida	72,5543	123,5007	50.9464
2ª Medida	73,3403	123,2462	49.9059
3ª Medida	73,6616	123,6921	50.0305
Balão volumétrico (100 mL)			
1ª Medida	71,2167	171,2047	99.988
2ª Medida	72,448	172,4692	100.0212
3ª Medida	72,1024	172,0992	99.9968

Fonte: Elaborado pelo compilador

Pipeta volumétrica

$$\overline{m} = \frac{21,9981 + 24,9233 + 25,0495}{3} = 24,99\text{g}$$

$$s = \frac{\sqrt{\sum_i (23,9903 - m_i)^2}}{2} = 0,06$$

$$e = \pm 4,303 \frac{0,06}{\sqrt{3}} = 0,1$$

A massa escoada da pipeta volumétrica foi de $m = (25 \pm 0,1)g$ e o volume da pipeta é $v = \frac{24,99}{0,9975} = (25,05 \pm 0,1)mL$.

Bureta

$$\bar{m} = \frac{50,0458 + 50,0436 + 49,949}{3} = 50,01g$$

$$s = \frac{\sqrt{\sum_i (50,01 - m_i)^2}}{2} = 0,05$$

$$e = \pm 4,303 \frac{0,05}{\sqrt{3}} = 0,1$$

A massa escoada da bureta foi de $m = (50,01 \pm 0,1)g$. O volume da bureta, pela equação (1) é $v = \frac{50,0128}{0,9975} = (50,13 \pm 0,1)mL$.

Béquer

$$\bar{m} = \frac{50.9464 + 49.9059 + 50.0305}{3} = 50,23g$$

$$s = \frac{\sqrt{\sum_i (50,23 - m_i)^2}}{2} = 0,6$$

$$e = \pm 4,303 \frac{0,6}{\sqrt{3}} = 1,4$$

A massa escoada do béquer foi de $m = (50,23 \pm 1,4)g$ e o volume do béquer, pela equação (1) é $v = \frac{50,294}{0,9975} = (50,42 \pm 1,4)mL$.

Balão volumétrico

$$\bar{m} = \frac{99.988 + 100.0212 + 99.9968}{3} = 100,002g$$

$$s = \frac{\sqrt{\sum_i (100,002 - m_i)^2}}{2} = 0,001$$

$$e = \pm 4,303 \frac{0,001}{\sqrt{3}} = 0,04$$

A massa escoada do balão volumétrico foi de $m = (100,002 \pm 0,04)g$ e o volume do balão, pela equação (1) é $v = \frac{100,002}{0,9975} = (100,25 \pm 0,04)mL$.

Questões

1. Quais são as principais diferenças entre as vidrarias caracterizadas nesta prática? E seu correto manuseio? O emprego destas diferentes vidrarias pode ser de forma indiscriminada?
2. Qual a tolerância adotada pela vidraria calibrada nesta prática?
3. Qual é a importância de verificar a calibração de uma vidraria, sendo que para a mesma já é apresentada a capacidade e uma escala?
4. Quem está formalmente autorizado a realizar calibração de qualquer vidraria?
5. Poderia ser usado outro método para fazer a medida da densidade? Qual? Descreva.
6. Como são determinados sólidos em água? Há um Valor Máximo Permitido (VMP) segundo a legislação?

Respostas

As vidrarias utilizadas na prática possuem algumas diferenças de finalidade e/ou precisão, como – por exemplo – béqueres e erlenmeyers que não são instrumentos precisos, em contraponto com os balões e pipetas volumétricas e as buretas, ou erlenmeyers e balões volumétricos que são vidraria de armazenamento, pipetas volumétricas e buretas que são usados para transferência e os béqueres atua em ambos os casos. Em hipótese alguma deve se fazer uso das vidrarias em contato direto com as mãos, é necessário o uso de luvas ou fazendo uso de algum papel que evite a troca de toque, de maneira que as vidrarias sejam utilizadas de maneira responsável.

Nesse experimento as vidrarias tem as seguintes calibrações: 0,2 mL para a pipeta volumétrica (25 mL), 0,1 mL para a bureta (50 mL), 0,2 mL para o béquer (50mL) e 0,06 mL para o balão volumétrico (100 mL). É importante verificar a calibração dos instrumentos para analisar se a medida obtida de um equipamento é a medida esperada, evitando erros sistemáticos. O responsável formalmente autorizado para realizar a calibração de quaisquer vidrarias é o técnico do laboratório.

A densidade poderia ser calculada também através da temperatura da substância e feita a comparação do resultado com informações tabeladas. A determinação de resíduos sólidos envolve a identificação do processo ou atividade que deu origem a eles e seus constituintes junto da comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido. A quantidade desses sólidos para a água tratadas são determinados por um Valor Máximo Permitido (VMP), característico de cada substância.

Conclusão

Os resultados obtidos nos experimentos concordam com o esperado, em relação às densidades e ao erro calculado para cada vidraria está de acordo com a precisão dos utensílios. O balão volumétrico apresenta a menor incerteza ($0,04g/ml$), como dito na descrição dessa ferramenta, é usado para medidas precisas e exatas. O béquer tem a maior incerteza ($1,4g/ml$), muito maior que a do balão, isso porque o béquer não possui escala de graduação precisa e é usado mais em processos de transferências e preparo de reagentes.

Referências

- [1] **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004 – Resíduos sólidos – Classificação.** Rio de Janeiro, 2004: ABNT, 2004. 71 p.
- [2] HAYNES, W. M. et tal. **CRC Handbook of Chemistry and Physics** 97. ed. Boca Raton: CRC Press, 2017.
- [3] **QUÍMICA GERAL E EXPERIMENTAL. Apostila Engenharias 2020.** São Carlos: Instituto de Química de São Carlos - Universidade de São Paulo. 2020.