



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos  
**Departamento de Ciências Básicas**

Relatório da Aula Prática 2 de ZAB1007 – Química Geral

## **Exatidão e Precisão**

Profa. Dra. Mariza Pires de Melo

Pirassununga - SP  
Maio/2023

## Sumário

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVO.....	2
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	2
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	2
5. CONCLUSÃO .....	5
6. REFERÊNCIAS.....	6
APÊNDICE 1 - Determinação da massa de água (experimental e teórica).....	7
APÊNDICE 2 - Média, Desvio-padrão, Erro relativo e Coeficiente de variação.....	8

## 1. INTRODUÇÃO

Precisão e exatidão apesar de parecem sinônimos são termos distintos. A precisão está relacionada com a variação dos resultados, enquanto a exatidão está relacionada à proximidade com o valor verdadeiro. Ambos os conceitos são importantes para avaliar a qualidade das medições e devem ser considerados em conjunto para uma interpretação adequada dos resultados (SKOOG; et al, 2006, p. 85-86).

Algarismos significativos são aqueles que correspondem a medida alcançada, dado que o algarismo mais à direita tem maior incerteza e zero à esquerda é desconsiderado. Operações com algarismos significativos são divididas em três classes: soma e subtração (prevalecendo o mesmo número de casas decimais do termo com menor exatidão); Multiplicação e divisão (quantia final com o mesmo número de algarismos significativos do termo de menor exatidão); Logaritmo (o número de casas decimais durante o cálculo do pH deve ser igual ao número de algarismos significativos da concentração de hidrogênio). Durante a leitura de uma medida, devemos considerar que cada instrumento tem sua sensibilidade em particular, ou seja, números de algarismos significativos fixos (VASCONCELOS, 2019, p.23-25).

A inspeção de instrumentos volumétricos e graduados, bem como o controle de sua eficiência, dependem de parâmetros e mecanismos da estatística aplicada à química. No qual as principais execuções são: alcance do volume médio, verificação da calibração do instrumento a partir do desvio padrão (exatidão) e coeficiente de variação e análise da recorrência (precisão). As vidraria volumétricas atendem as especificações (exibem um coeficiente de precisão e exatidão conforme sua escala definida) quando: o resultado experimental está próximo do valor teórico (alta exatidão, resultando um baixo erro relativo) e apresenta uma alta concordância entre

as repetições (alta precisão, ou seja, baixo desvio padrão) (BRAND, 2011, p. 32; CONSTANTINO; et al, 2004, p. 23).

Diversos fatores podem oferecer erros experimentais, os quais classificados em: erros sistemáticos, alterando e afetando diretamente a exatidão (ineficiência da calibração, incerteza, erro grosseiro ou metodologia ineficiente) e erros aleatórios (refletidos na precisão, provocados por fontes indeterminadas e constantes) (SKOOG; et al, 2006, p. 88).

## **2. OBJETIVO**

Analisar a exatidão e precisão de quatro vidrarias diferentes.

## **3. MATERIAL E MÉTODOS**

Após separar e adquirir os materiais necessários, introduziu-se cerca de 62,5 mL de água destilada em um Erlenmeyer (125 mL), com a finalidade de utilizar um termômetro para medir sua temperatura.

Pesou-se o béquer seco antes de efetuar a medida de 25 mL de água destilada, utilizando a proveta. Logo após migrar a água da vidraria para o béquer, foi verificada sua massa (juntamente com a água), repetindo os mesmos procedimentos para a pipeta volumétrica, pipeta graduada e béquer graduado (50 mL), reproduzindo estes processos três vezes.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

As massas (g) determinadas (massa do béquer, massa do béquer com água e massa de água) estão expostas na Tabela 1. A massa de água foi obtida através das operações presente no Apêndice 1.

**Tabela 1.** Massas quantificadas

		Massa do béquer (g)	Massa do béquer + água (g)	Massa de água (g)
Proveta (50 mL)	1	31,7742	55,3424	23,5682
	2	32,4196	55,8820	23,4624
	3	35,1608	58,6810	23,5202
Pipeta volumétrica (25 mL)	1	31,7788	56,5379	24,7591
	2	32,4201	57,2989	24,8788
	3	35,1746	60,0276	24,8530
Pipeta graduada (25 mL)	1	31,7746	56,5757	24,8011
	2	32,4200	57,2477	24,8277
	3	35,1648	60,0340	24,8326
Béquer (50 mL)	1	31,7798	55,8559	24,0761
	2	32,4195	55,9077	23,4882
	3	35,1638	60,4990	23,3352

Fonte: Autorial Própria.

Com base nos resultados experimentais (análise em triplicata) da quantificação de massas, foram calculadas medidas de posição (Média) e medidas de dispersão (desvio-padrão, erro relativo e coeficiente de variação) para análise da precisão e comparativo entre as vidrarias propostas. Os cálculos encontram-se no Apêndice 2 e as medidas estatísticas estão descritas na Tabela 2 abaixo:

**Tabela 2.** Estatística aplicada aos dados experimentais

Vidraria	Média ( $\bar{X}$ )	Desvio-padrão (s)	Erro relativo ( $\epsilon$ )	Coeficiente de variação (% (C.V))
Proveta (50 mL)	23,5170	0,05297	0,05670	0,2252
Pipeta volumétrica (25 mL)	24,8303	0,06299	0,004095	0,2537
Pipeta graduada (25 mL)	24,8326	0,03432	0,004002	0,1386
Béquer (50 mL)	24,2998	0,94360	0,02537	3,883

Fonte: Autorial Própria.

Para as estatísticas das medidas atingidas, determinou-se a massa teórica da água, partindo da variação da densidade da água em função da temperatura experimental (24,0 °C), dados estabelecidos na Tabela 3. A determinação da massa teórica de água está apresentada no Apêndice 1.

**Tabela 3.** Variação da densidade da água (g/mL) em função da temperatura

Temperatura °C	Densidade (g/mL)
15	0,9991
16	0,9989
17	0,9988
18	0,9986
19	0,9984
20	0,9982
21	0,9980
22	0,9978
23	0,9975
24	0,9973
25	0,9970
26	0,9968
27	0,9965
28	0,9962
29	0,9959
30	0,9956

Fonte: Handbook of Chemistry and Physics, CRC press, Ed 64

Conforme discutido por Brand (2011), pode-se afirmar que a vidraria que indica o menor desvio padrão tem maior precisão, bem como a de menor erro relativo apresenta maior exatidão, desse modo, considerando os dados estatísticos experimentais contidos na Tabela 2, pode-se estipular a precisão de maneira crescente entre as vidrarias analisadas: Pipeta graduada > Proveta > Pipeta volumétrica > Béquer. E a relação crescente de exatidão: Pipeta graduada > Pipeta volumétrica > Béquer > Proveta. No entanto, a classificação crescente de exatidão e precisão obtida experimentalmente apresenta inconsistências quando associada aos fundamentos teóricos declarados por Constantino; et al (2004, p. 23), ao passo que vidrarias volumétricas apontam maior precisão e exatidão quando comparadas aos instrumentos graduados, os quais predominam a precisão de quatro algarismos significativos. Desta forma, a correlação teórica crescente de exatidão e precisão das vidrarias propostas equivale: Pipeta volumétrica > Pipeta Graduada > Proveta > Béquer. Sendo o béquer de fato a vidraria que apresenta as maiores incoerências da concordância entre as repetições e por consequência o maior desvio padrão (baixa precisão), também qualifica a maior distância entre o valor experimental e valor teórico, efetuando o maior erro relativo (baixa exatidão).

De acordo com Skoog; et al (2006), diversos erros podem ser associados aos resultados da experimentação, prevalecendo os erros mais possíveis: necessidade de calibração da pipeta volumétrica ou danificação da calibração do instrumento por aquecimento elevado (erro sistemático e instrumental) ou equívoco do(s) operador(es) durante a leitura ou ajuste do menisco do instrumento volumétrico ou ausência de remoção de líquidos remanescente (erro grosseiro ou pessoal).

## **5. CONCLUSÃO**

Portanto, diante das análises, foi possível verificar a exatidão e precisão das vidrarias propostas. Ficando evidente o quanto é necessário estipular o nível de

exatidão e precisão de instrumentos/e ou vidrarias (graduadas e volumétricas) e qual é melhor e mais apropriada para futuras análises. Uma vez que, têm-se em mente que a utilização e escolha incorreta de determinadas vidrarias podem alterar o resultado final esperado.

## 6. REFERÊNCIAS

HAYNES, W. M. *et al* (ed.). CHEMISTRY AND PHYSICS. 95. ed. Boca Raton, Florida, EUA: Crc Press, 2015. 2666 p.

BRAND GMBH. Medições volumétricas. 2011. 48 p. Disponível em: [https://www.ufjf.br/baccan/files/2011/05/Brochuere\\_Volumenmessung\\_PT.pdf](https://www.ufjf.br/baccan/files/2011/05/Brochuere_Volumenmessung_PT.pdf). Acesso em: 19 de maio de 2023.

CONSTANTINO, Mauricio Gomes et al. Fundamentos de Química Experimental. 53. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2004. 273 p.

SKOOG, D. A. *et al*. Fundamentos de Química Analítica, Tradução da 8ª Edição norte-americana, Editora Thomson, São Paulo-SP, 2006.

VASCONCELOS, Nadja Maria Sales de. Fundamentos da Química Analítica Quantitativa. 2. ed. Fortaleza: Universidade Estadual do Ceará, 2019. 196 p.



**APÊNDICE 1 - Determinação da massa de água (experimental e teórica)**

$$M_{\text{água}} (g) = M_{\text{bêquer+água}} (g) - M_{\text{bêquer seco}} (g)$$

$$M_{\text{água}} (g)_{(\text{Proveta})_{\text{bêquer } 1}} = 55,3424 - 31,7742 = 23,5682$$

$$M_{\text{água}} (g)_{(\text{Proveta})_{\text{bêquer } 2}} = 55,8820 - 32,4196 = 23,4624$$

$$M_{\text{água}} (g)_{(\text{Proveta})_{\text{bêquer } 3}} = 58,6810 - 35,1608 = 23,5202$$

$$M_{\text{água}} (g)_{(\text{Pipeta volumétrica})_{\text{bêquer } 1}} = 56,5379 - 31,7788 = 24,7591$$

$$M_{\text{água}} (g)_{(\text{Pipeta volumétrica})_{\text{bêquer } 2}} = 57,2989 - 32,4201 = 24,8788$$

$$M_{\text{água}} (g)_{(\text{Pipeta volumétrica})_{\text{bêquer } 3}} = 60,0276 - 35,1746 = 24,8530$$

$$M_{\text{água}} (g)_{(\text{Pipeta graduada})_{\text{bêquer } 1}} = 56,5757 - 31,7746 = 24,8011$$

$$M_{\text{água}} (g)_{(\text{Pipeta graduada})_{\text{bêquer } 2}} = 57,2477 - 32,4200 = 24,8277$$

$$M_{\text{água}} (g)_{(\text{Pipeta graduada})_{\text{bêquer } 3}} = 60,0340 - 35,1648 = 24,8326$$

$$M_{\text{água}} (g)_{(\text{Bêquer})_{\text{bêquer } 1}} = 55,8559 - 31,7798 = 24,0761$$

$$M_{\text{água}} (g)_{(\text{Bêquer})_{\text{bêquer } 2}} = 55,9077 - 32,4195 = 23,4882$$

$$M_{\text{água}} (g)_{(\text{Bêquer})_{\text{bêquer } 3}} = 60,4990 - 35,1638 = 23,3352$$

$$\mathbf{Massa Teórica água (g) = Densidade Absoluta (24,0 °C)}$$

$$\mathbf{Massa Teórica água (g) = 0,997296 (g/mL) \times 25 (mL) = 24,9324 g}$$

**APÊNDICE 2 - Média, Desvio-padrão, Erro relativo e Coeficiente de variação**

$$\bar{X}(\text{Média}) = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{\sum \text{Massa da água (g)}}{3}$$

$$\underline{X}_{(\text{Proveta})} = \frac{23,5682 + 23,4624 + 23,5202}{3} = 23,5170$$

$$\underline{X}_{(\text{Pipeta volumétrica})} = \frac{24,7591 + 24,8788 + 24,8530}{3} = 24,8303$$

$$\underline{X}_{(\text{Pipeta graduada})} = \frac{24,8011 + 24,8277 + 24,8326}{3} = 24,8326$$

$$\underline{X}_{(\text{Béquer})} = \frac{24,0761 + 23,4882 + 23,3352}{3} = 24,2998$$

$$s(\text{Desvio padrão}) = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \underline{X})^2}{n - 1}}$$

$$S_{(\text{Proveta})} = \sqrt{\frac{(23,5682 - 23,5170)^2 + (23,4624 - 23,5170)^2 + (23,5202 - 23,5170)^2}{2}} = 0,05297$$

$$S_{(\text{Pipeta volumétrica})} = \sqrt{\frac{(24,7591 - 24,8303)^2 + (24,8788 - 24,8303)^2 + (24,8530 - 24,8303)^2}{2}} = 0,06299$$

$$S_{(\text{Pipeta graduada})} = \sqrt{\frac{(24,8011 - 24,8326)^2 + (24,8277 - 24,8326)^2 + (24,8326 - 24,8326)^2}{2}} = 0,03432$$

$$S_{(\text{Béquer})} = \sqrt{\frac{(24,0761 - 24,2998)^2 + (23,4882 - 24,2998)^2 + (23,3352 - 24,2998)^2}{2}} = 0,94360$$

$$\epsilon(\text{Erro relativo (\%)}) = \frac{(|\text{Valor experimental} - \text{Valor Teórico}|)}{\text{Valor Teórico}}$$

$$\epsilon_{(\text{Proveta})} = \frac{(|23,5170 - 24,9324|)}{24,9324} = 0,05670$$

$$\epsilon_{(\text{Pipeta volumétrica})} = \frac{(|24,8303 - 24,9324|)}{24,9324} = 0,004095$$

$$\epsilon_{(\text{Pipeta graduada})} = \frac{(|24,8326 - 24,9324|)}{24,9324} = 0,004002$$

$$\epsilon_{\text{(Béquer)}} = \frac{(|24,2998 - 24,9324|)}{24,9324} = 0,02537$$

$$C.V \text{ (Coeficiente de variação (\%))} = \frac{\text{Desvio - padrão}}{\text{Média}} \times 100$$

$$C.V_{\text{(Proveta)}} = \frac{0,05297}{23,5170} \times 100 = 0,2252$$

$$C.V_{\text{(Pipeta volumétrica)}} = \frac{0,06299}{24,8303} \times 100 = 0,2537$$

$$C.V_{\text{(Pipeta graduada)}} = \frac{0,03432}{24,8326} \times 100 = 0,1386$$

$$C.V_{\text{(Béquer)}} = \frac{0,9436}{24,2998} \times 100 = 3,883$$