



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

Relatório da Aula Prática I de ZAB1007 – Química Geral

### **Exatidão e Precisão**

Este relatório ficou com 8,75

Comentário: O relatório está bom. Somente a discussão poderia ter sido um pouco mais explorada. Poderiam ter mencionado que a ordem de precisão e exatidão das vidrarias foi a esperada, de acordo com os livros. E isso mostra que o experimento foi conduzido com rigorosidade, bom manuseio dos materiais, e boa técnica dos analistas.

Prof(a). Dr(a). Mariza Pires de Melo

Pirassununga – SP

Abril/2022

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	1
2.	OBJETIVOS.....	2
3.	METODOLOGIA.....	2
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	3
4.1.	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS .....	3
4.2.	DISCUSSÃO .....	5
5.	CONCLUSÃO.....	6
	REFERÊNCIAS .....	7
	APÊNDICE 1.....	8

## 1. INTRODUÇÃO

Para todas as ciências o método científico é utilizado afim de fazer uma abordagem para uma investigação sistemática. Ele é separado por etapas para que se possa chegar a uma conclusão final. Primeiramente é feito a definição do problema. Em seguida, realiza-se experiências, como por exemplo uma observação cuidadosa, e registra-se informações ou resultados sobre o sistema. Dentre essas experiências está inclusa as medições, que servem para a realização de uma análise quantitativa das substâncias a serem estudadas.

As medições muitas vezes são usadas em cálculos para obtenção de resultados que serão utilizados no estudo. Segundo Chang e Goldsby (2013), existem diversos instrumentos capazes de determinar a medida das propriedades de uma substância: a bureta, a pipeta, a proveta e o balão volumétrico medem o volume (respectivamente na Figura 1), a balança mede a massa e o termômetro mede a temperatura. Estes instrumentos fornecem resultados de forma direta (propriedades macroscópicas). Além disso, as medições também podem determinar a precisão e a exatidão dos objetos de medição, com a finalidade de se obter um melhor resultado para um determinado tipo de análise.



**Figura 1.** Vidrarias para medição de volume

Fonte: CHANG; GOLDSBY, 2013

A precisão é o grau de concordância através da repetição das medidas avaliadas. Ela é quantificada através do cálculo de desvio padrão dos valores encontrados. Já a exatidão está relacionada à proximidade do valor experimental com o valor de referência (teórico). Para se obter um valor com a maior proximidade do teórico e com precisão, é necessário que o objeto de medição esteja com a calibração correta, para que o erro relativo e desvio padrão sejam os menores possíveis. Quando se pensa em exatidão e precisão, um ótimo aparelho que nos mostra

facilmente e de forma direta essas propriedades é uma balança, que é essencial e indispensável nos laboratórios.

Existem diversos tipos de balanças, mas as mais comuns de se encontrar para análises são as analíticas. Isto porque, segundo o site Kasvi, a balança analítica é mais precisa, pois possui uma legibilidade mais alta, medindo o mais próximo de 0,0001g. As balanças analíticas geralmente incluem câmaras de pesagem à prova de correntes de ar para medição precisa da massa e são frequentemente usadas ao lado de mesas antivibração para aumentar a precisão.

## **2. OBJETIVOS**

Familiarizar-se com as vidrarias volumétricas (proveta, pipeta volumétrica, pipeta graduada e béquer) e avaliar a exatidão e a precisão utilizando diferentes instrumentos analíticos, de forma a aprimorar as técnicas de medida de volume e massa, e verificar a existência de erros experimentais na medida de volumes por meio de cálculos feitos pelo grupo.

## **3. METODOLOGIA**

Inicialmente, em um erlenmeyer de 125 mL, com uma quantidade insignificante de água destilada, foi medida a temperatura da água por cerca de 5 minutos, utilizando um termômetro com precisão de  $\pm 0,5$ .

Primeiramente, antes de iniciar a medição da massa de água em cada vidraria, os três béqueres secos e enumerados (1, 2 e 3) foram pesados para a obtenção de suas respectivas massas, lembrando que as pesagens foram realizadas por meio de uma balança analítica. Logo após, através da proveta de 50 mL, com precisão de  $\pm 0,5$ , foi medido 25 mL de água destilada e adicionada ao béquer número 1, e este pesado novamente, gerando uma nova massa (béquer + água). O procedimento citado foi realizado da mesma forma para os outros béqueres (2 e 3).

Posteriormente, foi adicionado à três béqueres, 25 mL de água destilada, medida encontrada através de uma pipeta volumétrica de 25 mL com precisão de  $\pm 0,005$ . Feito isso, os três béqueres com água foram pesados para a obtenção da massa (béquer + água).

Utilizando o mesmo procedimento acima foram realizadas as medições de 25 mL de água para as outras duas vidrarias: a pipeta graduada de 25 mL com precisão de  $\pm 0,05$  e o béquer de 50 mL com precisão de  $\pm 5$ .

Por fim, com os resultados anotados de cada vidraria, foram feitos cálculos de média das massas, desvio padrão eq. (1), erro relativo eq. (2) e coeficiente de variação eq. (3) utilizando as equações abaixo.

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (1)$$

$$\text{Erro Relativo (\%)} = \frac{(| \text{Valor Experimental} - \text{Valor Teórico} |)}{\text{Valor Teórico}} \quad (2)$$

$$CV = 100 \times \left( \frac{s}{\bar{X}} \right) \% \quad (3)$$

Para cada cálculo, levou-se em consideração a precisão de cada vidraria e a quantidade de algarismos significativos.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

A partir da medição de temperatura da água, foram obtidos os seguintes valores:

**Tabela 1** – Temperatura, densidade e massa da água

Temperatura da água =	Densidade absoluta =	Massa teórica =
22,0°C	0,997770 g/cm <sup>3</sup>	24,944 g

Fonte: Autoria própria

Com a realização dos experimentos em laboratório, foram encontrados os resultados demonstrados nas tabelas abaixo (Tabela 2, Tabela 3, Tabela 4 e Tabela 5). Os cálculos, juntamente com as equações utilizadas e já citadas anteriormente (eq. 1; eq. 2; eq. 3) estão contidos no apêndice 1.

**Tabela 2** – Experimento realizado em triplicata com a proveta de 50 mL

	Massa do béquer (g)	Massa do béquer + água (g)	Massa de água (g)
1	47,3605	71,5886	24,2281
2	35,1116	59,5279	24,4163
3	35,3908	59,8840	24,4932
		Média	24,3792
		Desvio-padrão	0,1362
		Erro relativo	0,02
		C.V. (%)	0,559

Fonte: Autoria própria

**Tabela 3** – Experimento realizado em triplicata com a pipeta volumétrica de 25 mL

	Massa do béquer (g)	Massa do béquer + água (g)	Massa de água (g)
1	47,3608	72,3251	24,9643
2	35,1117	60,0571	24,9454
3	35,3894	60,3302	24,9408
		Média	24,9502
		Desvio-padrão	0,0124
		Erro relativo	0,0002
		C.V. (%)	0,0497

Fonte: Autoria própria

**Tabela 04** – Experimento realizado em triplicata com a pipeta graduada de 25mL

	Massa do béquer (g)	Massa do béquer + água (g)	Massa de água (g)
1	47,3602	72,4305	25,0703
2	35,1128	60,0910	25,9782
3	35,3894	60,4264	25,0370
		Média	25,0285
		Desvio-padrão	0,0466
		Erro relativo	0,003
		C.V. (%)	0,186

Fonte: Autoria própria

**Tabela 05** – Experimento realizado em triplicata com o béquer de 50 mL

	Massa do béquer (g)	Massa do béquer + água (g)	Massa de água (g)
1	47,3606	73,4011	26,0405
2	35,1129	60,7430	25,6301
3	35,3889	60,8606	25,4717
		Média	25,7141
		Desvio-padrão	0,2934
		Erro relativo	0,03
		C.V. (%)	1,14

Fonte: Autoria própria

#### 4.2. DISCUSSÃO

As Tabela 2, 3, 4 e 5 apresentam os resultados obtidos em triplicata com cada vidraria utilizada para a análise. Foram encontrados a massa do béquer seco, do béquer com os 25 mL de água medido em cada um dos instrumentos de estudo e da massa de água, obtida pela diferença entre os dois resultados anteriores (béquer mais água menos béquer seco).

Diante das massas identificadas, foram feitos os cálculos de média aritmética, desvio-padrão, erro relativo e coeficiente de variação (C.V.) utilizando as fórmulas já apresentadas (eq.1; eq.2; eq.3).

De acordo com os resultados apresentados nas tabelas 2, 3, 4 e 5, foram elaboradas escalas em ordem decrescente de precisão e exatidão das vidrarias utilizadas:

PRECISÃO	EXATIDÃO
1º - Pipeta volumétrica	1º - Pipeta volumétrica
2º - Pipeta graduada	2º - Pipeta graduada
3º - Proveta	3º - Proveta
4º - Béquer	4º - Béquer

Fonte: Autoria própria

De acordo com as ordens, há algumas observações que podem ser evidenciadas para a ocorrência dos resultados obtidos no experimento.

Primeiramente, podem haver alterações relacionadas a vidraria pesada ou à substância utilizada. Mudanças no peso do recipiente podem ser ocasionados por absorção ou perda de umidade, diferença de temperatura entre a vidraria e a balança, entre outros. Apesar de medidas serem tomadas a fim de amenizar possíveis disparidades entre os resultados obtidos em cada experimento, como por exemplo, secar suavemente o recipiente, essas medidas não anulam a chance de diferenças entre os resultados. Além disso, erros humanos nos registros das medições também podem interferir nos resultados. (MENDHAM, J.; DENNEY, R. C.; BARNES, J. D.; THOMAS, M. J. K. (1989). Vogel, Análise Química Quantitativa. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2002. 38p.)

## **5. CONCLUSÃO**

Diante dos resultados, conclui-se que o béquer e a proveta são as vidrarias menos indicadas para experimentos que exijam precisão e exatidão dos volumes. O béquer, por ser uma vidraria com pouca graduação, não apresenta muita precisão, além de possuir um diâmetro grande, dificultando a obtenção de resultados exatos. A proveta também possui um diâmetro grande, por isso não podem ser usadas quando se deseja um certo grau de exatidão, mas podem ser utilizadas para medidas aproximadas. Por outro lado, as pipetas, sejam elas graduadas ou volumétricas, são mais indicadas quando se precisa de resultados tanto mais exatos quanto mais precisos, pois ambas apresentam baixo valor de desvio-padrão e erro relativo.

## REFERÊNCIAS

CHANG, R.; GOLDSBY, K. Química. 11<sup>a</sup> edição. Nova Iorque. AMGH Editora Ltda, 2013. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=tqQ5AgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=o+que+%C3%A9+quimica&ots=aQUIRLzgBW&sig=FxeJT8apgu4BVjP6sCdZuecRWd8#v=onepage&q&f=false>> Acesso em: 15 abril. 2022.

MENDHAM, J.; DENNEY, R. C.; BARNES, J. D.; THOMAS, M. J. K. (1989). Vogel, Análise Química Quantitativa. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2002.

MARIZA PIRES DE MELO. **Roteiros de Aulas Práticas Química Geral ZAB1007**. Universidade de São Paulo - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. 2022.

<<https://kasvi.com.br/balancas-de-laboratorio-quais-sao-os-tipos-e-diferenciais/>>  
Acesso em: 20 de abril. 2022.

## APÊNDICE 1

Cálculos de desvio-padrão eq. (1), erro relativo eq. (2) e coeficiente de variação eq. (3)

### CÁLCULO DE DESVIO PADRÃO

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (1)$$

Para a proveta 50 mL:

$$S = \text{raiz de } \{ [(24,2281 - 24,3792)^2 + (24,4163 - 24,3792)^2 + (24,4932 - 24,3792)^2] / 3-1 \}$$

Para pipeta volumétrica de 25 mL:

$$S = \text{raiz de } \{ [(24,9643 - 24,9502)^2 + (24,9454 - 24,9502)^2 + (24,9408 - 24,9502)^2] / 3-1 \}$$

Para a pipeta graduada de 25 mL:

$$S = \text{raiz de } \{ [(25,0703 - 25,0285)^2 + (24,9782 - 25,0285)^2 + (25,0370 - 25,0285)^2] / 3-1 \}$$

Para o béquer de 50 mL:

$$S = \text{raiz de } \{ [(26,0405 - 25,7141)^2 + (25,6301 - 25,7141)^2 + (25,4717 - 25,7141)^2] / 3-1 \}$$

### CÁLCULO DE ERRO RELATIVO:

Primeiramente foi calculado o volume experimental de cada vidraria pela fórmula  $d = \frac{m}{V}$

ou  $V = \frac{m}{d}$ . Depois utilizou-se a fórmula de erro relativo.

$$\text{Erro Relativo (\%)} = \frac{(|\text{Valor Experimental} - \text{Valor Teórico}|)}{\text{Valor Teórico}} \quad (2)$$

Para a proveta de 50 mL:

$$V = \frac{24,3792}{0,997770} = 24,4337 \text{ mL}$$

$$\text{Erro relativo (\%)} = \frac{(|24,4337 - 25,0|)}{25,0}$$

Para a pipeta volumétrica de 25 mL:

$$V = \frac{24,9502}{0,997770} = 25,0060 \text{ mL}$$

$$\text{Erro relativo (\%)} = \frac{(25,0060 - 25,000)}{25,000}$$

Para a pipeta graduada de 25 mL:

$$V = \frac{25,0285}{0,997770} = 25,0844 \text{ mL}$$

$$\text{Erro relativo (\%)} = \frac{(25,0844 - 25,00)}{25,00}$$

Para o béquer de 50 mL:

$$V = \frac{25,7141}{0,997770} = 25,7716 \text{ mL}$$

$$\text{Erro relativo (\%)} = \frac{(25,7716 - 25)}{25}$$

### COEFICIENTE DE VARIAÇÃO

$$CV = 100 \times \left( \frac{S}{\bar{X}} \right) \%$$

(3)

Para a proveta de 50 mL:

$$CV (\%) = 100 \times \left( \frac{0,1362}{24,3792} \right)$$

Para a pipeta volumétrica de 25 mL:

$$CV (\%) = 100 \times \left( \frac{0,0124}{24,9502} \right)$$

Para a pipeta graduada de 25 mL:

$$CV (\%) = 100 \times \left( \frac{0,0466}{25,0285} \right)$$

Para o béquer de 50 mL:

$$CV (\%) = 100 \times \left( \frac{0,2934}{25,7141} \right)$$

