

Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
ETEC Júlio de Mesquita
Curso Técnico em Química

AFERIÇÃO DE VIDRARIAS

Camila Caetano de Sá Teles¹
Carla Danielle Jesus dos Santos²
Emerson Santos de Jesus³
Magali Canhamero⁴
Maria do Socorro Sousa da Silva⁵

Resumo: Este método confirma a acurácia de instrumentos laboratoriais, destacando o papel crucial das vidrarias volumétricas. A manutenção e aferição adequadas desses instrumentos são essenciais para garantir medições precisas e resultados confiáveis. Diversos fatores, como a dilatação ou contração do vidro e erros sistemáticos e aleatórios, afetam a precisão dos instrumentos. O objetivo deste estudo é aferir e garantir a rastreabilidade das buretas e balões, e com base nessas informações auxiliar na manutenção e gestão adequada dos recursos do laboratório.

Palavras-Chave: Aferição, vidrarias, balões e buretas

¹ Camila Caetano de Sá Teles - camila.teles3@etec.sp.gov.br

² Carla Danielle Jesus dos Santos - carla.santos267@etec.sp.gov.br

³ Emerson Santos de Jesus - emerson.jesus5@etec.sp.gov.br

⁴ Magali Canhamero - magali.canhamero01@etec.sp.gov.br

⁵ Maria do Socorro Sousa da Silva - maria.silva2473@etec.sp.gov.br

1 INTRODUÇÃO

Quando se trata de trabalhar em um laboratório, a precisão é essencial. Cada experimento requer medições precisas para garantir resultados confiáveis e consistentes. Uma das ferramentas mais importantes para realizar as análises são as vidrarias de laboratório.

Esses instrumentos devem estar em dia, ou seja, em condições adequadas e devidamente aferidos, por várias razões importantes, como precisão nas medições, reprodutibilidade, segurança e conformidade com normas e regulamentações.

Algumas são mais sensíveis à variação de valores e devem ser aferidas, essas são as classificadas como volumétricas, pois são muito utilizadas em processos que necessitam de precisão na quantificação de volumes. Esta medição é fundamental e pode ser feita usando utensílios específicos como provetas, buretas, pipetas e balões volumétricos.

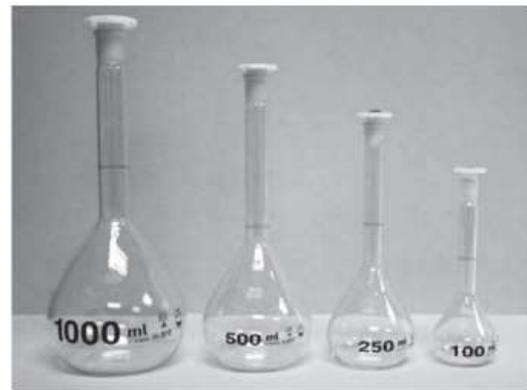
As vidrarias de laboratório podem ser feitas de diferentes tipos de vidros. Os principais são comum, quartzo fundido, temperado, âmbar ou borossilicato. As principais diferenças entre eles são o seu uso e sua resistência.

Figura 1 - Bureta Graduada



Fontes: VEE GEE Scientific, 2023.

Figura 2 - Balões Volumétricos



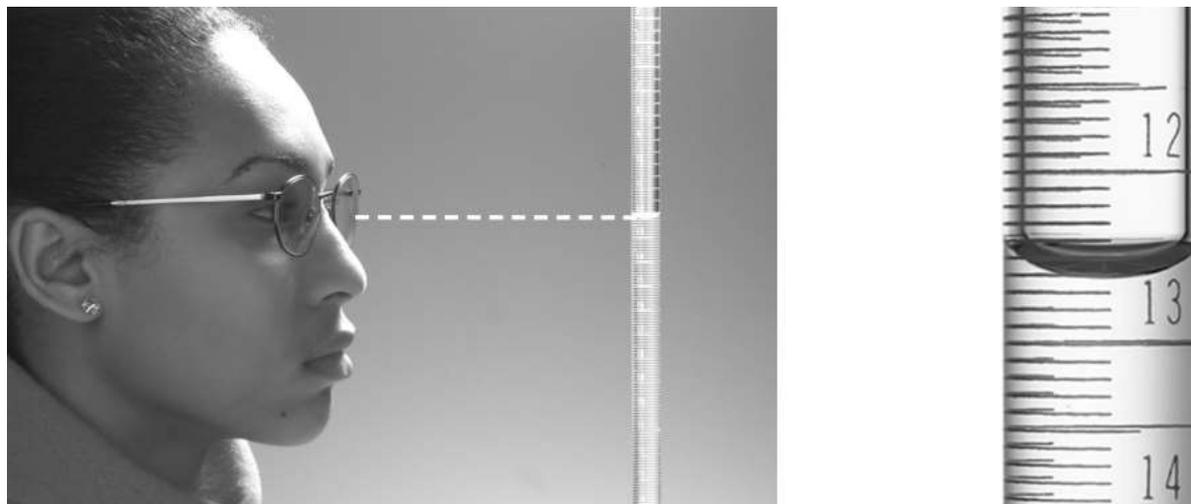
Fontes: CEFET-RJ, 2014.

Existem vários fatores que interferem na precisão, como a dilatação ou contração do vidro. Isso acontece quando o coeficiente de dilatação chega ao limite com temperaturas mais altas ou mais baixas do que o recomendado para o uso. Todos esses fatores são denominados erros sistemáticos. Além do erro sistemático, que está inserido no procedimento, existem os erros aleatórios causados pelo operador. (Lima et al., 2005)

1.1 Erro de paralaxe

Em tubos estreitos, quando preenchidos, o líquido em seu interior apresenta uma curvatura peculiar, o menisco. A base da concavidade formada pela ação da atmosfera e a polaridade do líquido é utilizada como referência na calibração e utilização das vidrarias com maior precisão, como as pipetas e buretas.

Figura 3 - Erro de Paralaxe



Fonte: adaptada de Skoog et al. (2005).

Para se evitar o erro de paralaxe, a visualização da base do menisco deve ser feita a altura dos olhos. (Skoog et al., 2005).

1.2 Metrologia

A metrologia é a ciência abrangente que estuda todos os aspectos relativos a medições de qualquer natureza. Ela é fundamental no processo de calibração de vidrarias, garantindo a confiabilidade das medições realizadas e a construção de especificações técnicas. (Exactus Metrologia e Qualidade, n.d.), (Instituto Federal do Sertão Pernambucano, n.d.).

1.3 Estatística

Com o objetivo de aprimorar a qualidade e confiabilidade dos resultados experimentais, são empregados cálculos estatísticos para definir o intervalo ao redor da média, conhecido como Intervalo de Confiança. (Beran, 1994)

1.3.1 Média

O cálculo da média é a soma de um conjunto de números, dividida pelo número total de valores. Por exemplo, os números 2, 4 e 6, quando somados, resultam no número 12. Então, divide-se esse valor pelo número total de valores, que neste caso

é 3. Portanto, a média seria 12 dividido por 3, resultando em 4. É assim que a média é calculada. (Beran, 1994)

1.3.2 Desvio padrão

O desvio padrão é uma medida estatística que quantifica a variação ou dispersão de um conjunto de valores. Um baixo desvio padrão indica que os valores tendem a estar próximos da média (também chamada de valor esperado) do conjunto, enquanto um alto desvio padrão indica que os valores estão espalhados por uma gama mais ampla de valores. Portanto, o desvio padrão é uma medida da quantidade de variação ou dispersão de um conjunto de valores. Um desvio padrão próximo de 0 indica que os pontos de dados tendem a estar muito próximos da média, enquanto um alto ou baixo desvio padrão indica que os pontos de dados estão espalhados por uma gama maior de valores. É uma ferramenta extremamente útil na estatística descritiva e é frequentemente usada em pesquisa, qualidade de dados e tomada de decisões. (Ufsc.br, n.d.).

Figura 4 - Fórmula

Desvio Padrão (Dp)

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

x_i = valor individual
 \bar{x} = média dos valores
 n = número de valores

Fonte: Barbosa, 2019

1.4 Legislação

A aferição de instrumentos não apenas visa garantir uma precisão superior, mas também busca o reconhecimento do laboratório por instituições de renome, conferindo-lhe credibilidade. No Brasil, diversas entidades são responsáveis pela regulamentação de normas e certificação de materiais, destacando-se o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro), a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e a Rede Brasileira de Calibração (RBC).

Dentre essas instituições, a RBC se destaca, congregando vários laboratórios coordenados pelo Inmetro. Esses laboratórios possuem credenciamento para realizar

atividades de calibração e aferição de equipamentos, assegurando consistência, qualidade e rastreabilidade nos resultados obtidos.

A norma amplamente reconhecida para a calibração de vidrarias é a NBR 11588-89, publicada pela ABNT em. Ela é valorizada por descrever métodos de aferição para determinados tipos de vidraria. No entanto, tornou-se obsoleta devido à sua antiguidade, sendo cancelada em 2015 por falta de atualizações. Até o momento atual, não foi substituída por outra norma. Apesar disso, ainda é empregada por laboratórios não credenciados, como escolas para aulas de análises. 1989 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2002) (ISO - International Organization for Standardization, 1998).

1.5 Objetivos

Garantir a real leitura e aferir buretas e balões volumétricos da Etec e, com os estudos e informações, criar uma planilha que permita um controle mais eficiente sobre os equipamentos.

2 Desenvolvimento

2.1 Materiais e reagentes

A análise foi conduzida principalmente com o uso de uma balança analítica Mars da marca Shimadzu, modelo AY220. Além disso, foram empregados equipamentos complementares, como pipetas de Pasteur, vidros de relógio e outros dispositivos de suporte. A medição da temperatura ambiente da água foi realizada por meio de termômetros, contribuindo para a determinação precisa de sua densidade.

2.2 Procedimento experimental

Iniciando com as buretas, primeiro são ambientadas com água deionizada para eliminar possíveis impurezas. Um Becker vazio é então pesado na balança, com um vidro de relógio sobre ele, tornando-se o peso de referência. A bureta é preenchida até sua marca e verifica-se a ausência de bolhas que possam interferir nos resultados. O Becker é posicionado abaixo dela e, ao alcançar as marcas de 5mL, 10mL e 20mL, a bureta é fechada. Em seguida, o Becker com o vidro de relógio é levado à balança para determinar a massa da água contida nele.

Com os balões, o processo é mais ágil, porém semelhante. O balão vazio é pesado na balança analítica com sua tampa para determinar seu peso e, assim, possibilitar a determinação da massa da água contida. Uma diferença significativa dos

balões é o volume fixo já que os balões aferidos eram de 25mL, 50mL e 100mL, o que impede a repetição do teste com volumes diferentes, resultando em um número maior de balões avaliados em relação às buretas.

Ao final da coleta de dados, é utilizado um método gravimétrico em que o valor do recipiente vazio é subtraído do valor do recipiente com a água, revelando o peso em gramas da água medida.

$$X = R_c - R_v$$

X – Massa de água

R_c – Recipiente com a água

R_v – Recipiente sem a água

Densidade					
0 °C	0,999841	10 °C	0,9997	20 °C	0,998203
1 °C	0,9999	11 °C	0,999605	21 °C	0,997992
2 °C	0,999941	12 °C	0,999498	22 °C	0,99777
3 °C	0,999965	13 °C	0,999377	23 °C	0,997538
4 °C	0,999973	14 °C	0,999244	24 °C	0,997296
5 °C	0,999965	15 °C	0,999099	25 °C	0,997044
6 °C	0,999941	16 °C	0,998943	26 °C	0,996783
7 °C	0,999902	17 °C	0,998774	27 °C	0,996512
8 °C	0,999849	18 °C	0,998585	28 °C	0,996232
9 °C	0,999781	19 °C	0,998405	29 °C	0,995944

Tabela 1: Densidade da água de acordo com °C

Fonte: Aurélio, M. Fundamentos e Gestão de Laboratórios.

O termômetro é retirado da água e a temperatura marcada é consultada em uma tabela para definir a densidade da água naquele momento.

Com todos esses dados utiliza-se a fórmula para determinação de massa para assim determinarmos o volume:

$$Massa = \frac{Volume}{Densidade}$$

$$Volume = \frac{Massa}{Densidade}$$

Após o volume de todos os testes com a vidraria terem sido definidos, cálculos para determinação de média, a porcentagem de erro e o desvio padrão são feitos, para então determinar se as vidrarias estão aptas para uso e se receberão uma identificação para ser rastreada. (Aurélio, n.d.), (Universidade de São Paulo, n.d.).

2.3 Resultado e discussão

Os dados obtidos durante a calibração das buretas e balões volumétricos serão detalhados nas tabelas 2, 3, 4 e 5. Essas informações são cruciais para avaliar a precisão e a confiabilidade desses instrumentos laboratoriais. A interpretação cuidadosa desses resultados nos proporcionará uma compreensão mais aprofundada do desempenho desses equipamentos, além de destacar possíveis áreas para otimização. Agora, vamos examinar os dados apresentados em detalhes.

2.3.1 Buretas

		Massa 1	Massa 2	Massa 3	Massa 4	Massa 5	Media	Volume Real	Becker
5mL	Massa Pesada	60,4049g	60,3538g	60,5268g	60,6907g	60,5314g	60,50152g	5,0mL	55,4861g
	Massa Real	4,9188g	4,8677g	5,0407g	5,2046g	5,0453g	5,01542g		
10mL	Massa Pesada	65,4386g	65,3991g	65,4963g	65,4734g	65,5182g	65,46512g	10,0mL	
	Massa Real	9,9525g	9,913g	10,0102g	9,9873g	10,0321g	9,9923g		
20mL	Massa Pesada	75,4774g	75,4109g	75,5698g	75,4664g	75,4958g	75,48406g	20,0mL	
	Massa Real	19,9913g	19,9248g	20,0837g	19,9803g	20,0097g	20,0005g		

Tabela 2

Fonte: Autores

Os dados acima são da bureta de número 8, foi considerada a melhor bureta dentre as aferidas pois foi a única que manteve o volume real de acordo com o que era indicado.

		Massa 1	Massa 2	Massa 3	Massa 4	Massa 5	Media	Volume Real	Becker
5mL	Massa Pesada	125,0967g	125,263g	125,4096g	125,4702g	125,0827g	125,26444g	5,1mL	120,215g
	Massa Real	4,8821g	5,0484g	5,195	5,2556g	4,8681g	5,04984g		
10mL	Massa Pesada	130,0369g	130,1783g	130,3356	130,4076g	129,9897g	130,18962g	9,8mL	
	Massa Real	9,8223g	9,9637g	10,121	10,193g	9,7751g	9,7987g		
20mL	Massa Pesada	139,8543g	139,9871g	140,2223	140,1851g	139,8147g	140,0127g	19,7mL	
	Massa Real	19,6397g	19,7725g	20,0077	19,9705g	19,6001g	19,6199g		

*Tabela 3

Fonte: Autores

Enquanto isso a bureta 9 apresentou certa divergência de resultados, já que parte deles se mostraram um tanto abaixo do esperado podendo indicar um erro durante os testes, ainda assim se mostra apta para uso.

2.3.2 Balões

Para os balões volumétricos observou-se a necessidade uma alteração na forma com que a tabela iria funcionar, por prometerem um volume fixo não se mostrou necessário e nem útil dividir a tabela em diferentes volumes, no entanto foi adicionado outras seções sendo elas o erro em mL e em porcentagem, e um valor de tolerância do desvio padrão definido pelo Inmetro.

Balão 1 - 100mL						
Balão	Balão cheio	Volume real do balão (mL)	Erro (mL)	Tolerancia	Erro (%)	Desvio padrão
51,9785g	151,6896g	99,58	-0,42	0,08	-0,42	0,00
	151,6914g	99,58	-0,42		-0,42	
	151,697g	99,59	-0,41		-0,41	
	151,6838g	99,58	-0,42		-0,42	
	151,6914g	99,58	-0,42		-0,42	
Media	151,6914g	99,58	-0,42		-0,42	

Tabela 4

Fonte: Autores

O primeiro de 100mL se mostrou em ótimo estado com um desvio padrão tão baixo que foi considerado nulo, demonstrando que não houve erro dos operadores ou de outros equipamentos que pudessem adulterar o resultado.

Balão 5 - 50mL						
Balão	Balão cheio	Volume real do balão (mL)	Erro (mL)	Tolerância	Erro (%)	Desvio padrão
41,2793g	91,2585g	50,10	0,002	0,05	0,2	0,06
	91,2383g	50,08	0,002		0,2	
	91,3527g	50,20	0,004		0,4	
	91,3291g	50,17	0,003		0,3	
	91,223g	50,07	0,001		0,1	
Media	91,2585g	50,10	0,002		0,21	

Tabela 5

Fonte: Autores

Já o balão número 5 de 50mL mostrou que seu desvio padrão passou 0,01, trazendo um possível erro dos operadores ou dos equipamentos.

3 Conclusão

Os resultados obtidos, que se enquadram dentro da norma ISO 1042, muitas das vidrarias demonstraram uma variação menor que 5% no volume nominal. Este desempenho exemplar não apenas valida o uso didático dos equipamentos, mas também reforça sua adequação contínua para tais fins. No entanto, para garantir a longevidade e a eficácia contínua desses instrumentos, será necessário um investimento complementar que será direcionado exclusivamente para a manutenção preventiva, abordando componentes específicos como, por exemplo, as torneiras das buretas e tampas para os balões.

Esses resultados são um testemunho eloquente da eficácia das práticas e aferição adotadas. Eles melhoram a confiabilidade, precisão dos experimentos e a validade dos resultados experimentais. Através de tais práticas, podemos assegurar a precisão dos resultados experimentais e, por extensão, a qualidade da educação e da pesquisa científica.

4 Abstract

This study underscores the importance of proper maintenance and calibration of laboratory instruments, particularly volumetric glassware, to ensure accurate measurements and reliable results. It considers various factors that can impact accuracy, including glass expansion or contraction and systematic and random errors. The aim is to ensure the traceability of burettes and flasks and thereby assist in the effective management of laboratory resources.

5 Bibliografia

[1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11588-1989: Vidrarias volumétricas de laboratório – Métodos de aferição da capacidade e utilização**. Rio de Janeiro, p. 24. 2002

[2] BACCAN, N. et al. **Química analítica quantitativa elementar**. 3 ed. Campinas: Ed. Edgar Blucher Ltda, 2001. BERAN. J. A., *Laboratory manual for principles of general chemistry*. 5 ed. New York: John Wiley & Sons, 1994.

[3] **EXACTUS METROLOGIA E QUALIDADE.** Disponível em: <https://www.exactusmetrologia.com.br/sites/default/files/3-nbr_iso_iec_17025-2017_versao_exclusiva_treinamento.pdf>.

[4] GIESBRECHT, E. et al. **Experiências de Química, técnicas e conceitos básicos: PEQ Projetos de Ensino de Química.** São Paulo: Ed. Moderna, Ed. da Universidade de São Paulo: 1979.

[5] ISO - International Organization for Standardization 1042/1998 - Laboratory glassware.

[6] LEANDRO SANTOS LIMA et al. **A importância de utilizar vidrarias de laboratórios normalizadas.** 1 de janeiro, 2005.

[7] Matos, M. A. C. **QUIO95 - Análises Volumétricas.** Universidade Federal de Juiz de Fora Instituto de Ciências Exatas Departamento de Química, 2018.

[8] SKOOG, A. S. et al. **Fundamentos de química analítica.** São Paulo: Ed. Thomson Learning, 2005.

[9] Ufsc.br. Disponível em: <<https://sgmd.nute.ufsc.br/content/especializacao-cultural-digital/letramento-estatistico/pagina-16.html>>.

[10] AURÉLIO, M. Fundamentos e Gestão de Laboratórios. Disponível em: <https://docente.ifsc.edu.br/marco.aurelio/Material%20Aulas/Biotecnologia/Fundamentos%20e%20Gest%C3%A3o%20de%20Laborat%C3%B3rios/Aula%20calibra%C3%A7%C3%A3o%20de%20materiais%20volum%C3%A9tricos.pdf>.

[11] UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Relatório Aula Prática 1. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7591444/mod_resource/content/2/Relat%C3%B3rio%20Aula%20Pr%C3%A1tica%201%20%281%29.pdf.

[12] INSTITUTO FEDERAL DO SERTÃO PERNAMBUCANO. METROLOGIA QUÍMICA: A importância da balança no cotidiano e no experimento. Disponível em: <https://periodicos.ifsertao-pe.edu.br/ojs2/index.php/jince/article/view/1327>.