

RECOMENDAÇÕES PARA VERIFICAÇÃO INTERMEDIÁRIA DE BALANÇAS

Maciel, M. A. D.¹

¹Instituto de Pesos e Medidas do Estado do Paraná

Resumo. Laboratórios devem realizar verificações intermediárias em suas balanças que tenham influência nos resultados de medição.

Tais verificações, realizadas de acordo com uma periodicidade definida, têm por objetivo conhecer e controlar a deriva das balanças no período entre duas calibrações. Além disso, o requisito 6.4.10 da Norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017 estabelece que *“Quando forem necessárias checagens intermediárias para manter a confiança no desempenho do equipamento, estas checagens devem ser realizadas de acordo com um procedimento.”*

Dessa forma, o Laboratório tem condições de avaliar se as características das balanças não se modificaram significativamente desde a última calibração realizada por Laboratório competente e, portanto, se os certificados de calibração permanecem válidos.

A periodicidade das verificações intermediárias (diário, semanal, etc.) deve ser estabelecida com base na experiência e condições de utilização da balança. Este controle permite avaliar e otimizar os prazos de calibração estabelecidos, bem como detectar antecipadamente avarias ou falhas. Uma avaliação da tendência permite, também, identificar possíveis impactos nos resultados de medição e tomar as ações necessárias para solucionar o problema.

O objetivo deste documento é apresentar os critérios quanto às práticas mais adequadas para a verificação intermediária de balanças utilizadas nas calibrações do Laboratório de Maringá do IPERM/PR.

Palavras-chave. Calibração, Incerteza, Balança.

1. INTRODUÇÃO

A calibração completa de uma balança demanda um volume razoável de trabalho. Seu custo pode tornar-se proibitivo se for realizada muito frequentemente. Porém, a realização de calibrações regulares é uma medida

salutar para a manutenção da confiabilidade metrológica. Para compatibilizar esses interesses antagônicos, é muito utilizada uma versão simplificada da calibração denominada verificação intermediária.

Segundo Albertazzi, verificação é uma calibração simplificada, utilizada para testar se um sistema de medição ou uma medida materializada está em conformidade com determinada especificação técnica [1].

O procedimento de verificação é concebido para ser, ao mesmo tempo, fácil de aplicar e eficaz. Por exemplo, pela aplicação de um ou dois padrões sobre a balança a verificar, são quantificados os erros de medição apresentados, que são comparados aos limites de especificação ou aos resultados das últimas calibrações. O teste será bem-sucedido se, nos pontos verificados, o desempenho da balança não ultrapassar os limites estabelecidos. Neste caso, a balança deverá continuar em uso. Caso não seja bem-sucedido, deverá ser submetida a uma calibração completa e, caso necessário, passar por uma operação corretiva e ser aprovada em nova calibração antes de retornar ao uso.

2. AJUSTES REALIADOS PELO USUÁRIO

Algumas balanças apresentam funções de compensação da deriva resultante de alterações na temperatura, desgaste dos componentes eletrônicos em função do tempo de uso, etc. Além dessas facilidades, há instrumentos que, ao serem ligados, devem ser submetidos à chamada “autocalibração” antes que a rotina de pesagens seja iniciada. Tais funcionalidades podem requerer utilização de pesos externos (fornecidos junto com a balança e segundo indicações do manual do usuário) ou a ativação do carregamento de pesos internos (que podem ser artefatos ou carga gerada a partir de sinais elétricos). Convém não confundir a calibração com o ajuste de um sistema de medição, comumente denominado de maneira imprópria de “autocalibração”, nem com a verificação da calibração (VIM, 2012). Esses ajustes são geralmente realizados em apenas um ponto da faixa de medição, e não se configuram em uma calibração verdadeira, embora alguns fabricantes se refiram a esse ajuste dessa forma.

Normalmente, o emprego de tais recursos não altera as condições inerentes à balança e não invalidam os resultados relatados no certificado da última calibração realizada, desde que sejam tomadas algumas precauções, a saber:

- a) Os procedimentos para iniciar as medições e realizar “autocalibração” e ajustes devem estar claramente definidos na documentação do laboratório e serem informados aos fornecedores de serviços de calibração. Isso é importante, pois a mesma rotina deverá ser seguida para conferir validade aos resultados da calibração;
- b) É importante que tanto o laboratório detentor da balança quanto o laboratório que irá efetuar a calibração utilizem os mesmos pesos para efetuarem os ajustes (preferencialmente aqueles fornecidos com a balança) definidos no procedimento de utilização da balança, para que as correções resultantes do certificado de calibração permaneçam válidas durante o intervalo de calibração definido pelo usuário.

3. VERIFICAÇÃO INTERMEDIÁRIA DE BALANÇAS

Para realização de verificação intermediária de balanças, preferencialmente, o laboratório deve utilizar pesos padrão com rastreabilidade ao Sistema Internacional de Unidades, isto é, pesos padrão calibrados por Laboratório de Calibração que atenda à NIT-Dicla-030 – Rastreabilidade metrológica na acreditação de organismos de avaliação da conformidade e no reconhecimento da conformidade aos princípios das BPL, disponível no site do INMETRO. É possível, no entanto, a realização das verificações intermediárias utilizando-se pesos não calibrados, desde sejam pesados logo após a calibração completa da balança, a fim de estabelecer um valor de referência inicial. Outro fator relevante é que os mesmos pesos devem ser utilizados em cada verificação intermediária.

Os pesos não calibrados são denominados “designados pelo usuário”, uma vez que o valor designado é dado pelo usuário quando da calibração completa da balança.

Caso o Laboratório utilize pesos que tenham características construtivas e metrológicas diferentes das preconizadas pela Portaria Inmetro 233/1994, tais pesos devem, no entanto, possuir formato que permita uma distribuição o mais

uniforme possível da carga em torno do centro do prato de pesagem e serem construídos em material estável (aço inoxidável ou ligas normalmente empregadas na construção de tais artefatos).

Não é necessário que o Laboratório efetue as verificações intermediárias em todos os pontos da faixa de pesagem da balança. Deve-se levar em conta, no entanto, que as balanças nem sempre apresentam comportamento linear, ou seja, sua curva de erros não aumenta (ou decresce) na mesma proporção ao longo da faixa da pesagem.

Sendo assim, é recomendável que o Laboratório selecione pontos de verificação intermediária da faixa de utilização da balança de forma representativa, sendo um dos pontos próximo da capacidade máxima (em torno de 80%).

Por exemplo, para uma balança de faixa de pesagem de 1 mg a 220 g que seja utilizada em toda a faixa, convém que seja feita a verificação em pelo menos um ponto entre 1 mg e 100 mg, um ponto entre 1 g e 100 g e outro em 200 g. Convém utilizar uma composição com o menor número possível de pesos para cada ponto (preferencialmente um único peso por ponto), para que os erros e incertezas sejam minimizados.

Para balanças de múltiplas faixas, cada faixa deve ser verificada, como se fosse um instrumento distinto, devendo ser utilizados os mesmos pesos para a realização das verificações intermediárias. Caso isso não ocorra, então se devem utilizar pesos padrão calibrados.

O valor de massa utilizado como referência para as verificações da balança deve ser o valor declarado no certificado de calibração (valor convencional, por exemplo: 100,005 g), e não o valor nominal do peso padrão (100 g nesse mesmo exemplo).

Outro fator a ser observado é que o peso padrão utilizado deve ter sido calibrado com uma incerteza apropriada à resolução da balança a ser verificada.

Quer sejam utilizados pesos padrão calibrados ou não calibrados, para que as verificações intermediárias sejam eficazes, devem ser manuseados e armazenados com cuidados tais que seus valores não se modifiquem em função de arranhões, poeira, contaminação, etc.

Entre os procedimentos existentes para a verificação intermediária de balanças, apresentamos dois métodos que se complementam: a verificação simples em pontos selecionados e a verificação da repetitividade.

3.1 VERIFICAÇÃO SIMPLES EM PONTOS SELECIONADOS

A verificação simples em cada ponto da série escolhida em função da faixa de trabalho da balança tem por objetivo avaliar se as características da balança não se alteraram significativamente desde a última calibração.

Para cada ponto selecionado da faixa de pesagem, convém que o Laboratório realize o seguinte procedimento:

Pesagem:

- a) tarar a balança e registrar a leitura no ponto zero (z_1);
- b) posicionar o peso (M) na balança e registrar a leitura da indicação da balança (m_1);
- c) retirar o peso da balança. Não tarar a balança;
- d) posicionar o peso (M) na balança e registrar a leitura da indicação da balança (m_2);
- e) retirar o peso da balança e registrar a leitura (z_2).

Calcular a correção para cada pesagem:

$$C1 = M - (m_1 - z_1)$$

$$C2 = M - (m_2 - z_2)$$

$$\text{Correção do usuário} = (C1 + C2)/2$$

Caso o valor da correção se modifique em mais de três vezes o desvio padrão da repetitividade fornecido no certificado de calibração da balança no ponto verificado, então a balança pode requerer manutenção, ajuste e nova calibração. Após a nova calibração, o usuário deve verificar se a balança continua a atender às tolerâncias do seu processo.

3.2 VERIFICAÇÃO DA REPETITIVIDADE

A verificação da repetitividade tem por objetivo determinar se a resposta da balança se altera com a rotina de pesagens, e é feita realizando-se uma série

de 10 medições em um mesmo ponto. Se o desvio padrão obtido for significativo em relação às tolerâncias definidas para o processo de pesagem, ele é comparado com o desvio padrão relatado no certificado da última calibração, para o mesmo ponto. Esse procedimento deve ser realizado em cada faixa, quando se tratarem de balanças de múltiplas faixas.

O valor do peso utilizado deve ser próximo à capacidade máxima da balança em cada faixa de pesagem.

Para cada ponto, convém que o Laboratório realize o seguinte procedimento:

Pesagem:

- a) tarar a balança e registrar a leitura no ponto zero (z_1);
- b) posicionar o peso (M) na balança e registrar a leitura da indicação da balança (m_1);
- c) retirar o peso da balança e registrar a leitura da indicação da balança (z_2);
- d) sem tarar a balança, posicionar o mesmo peso na balança e registrar a leitura da indicação (m_2);
- e) retirar o peso da balança e registrar a leitura (z_3);
- f) repetir os passos (d) e (e) até que sejam obtidas 10 leituras.

Calcular a diferença (r_i) entre cada leitura de pesagem e a leitura do zero correspondente:

$$r_i = m_i - z_i$$

Calcular o desvio padrão (s) das diferenças r_1, r_2, r_n utilizando a fórmula:

$$S_{\text{usuário}} = \sqrt{[\sum (r_i - R)^2 / (n-1)]},$$

onde:

$i = 1$ até n

$R =$ média dos valores de r_i

Se o desvio padrão ($S_{\text{usuário}}$) for menor que duas vezes o desvio padrão da repetitividade obtido na última calibração ($S_{\text{certificado de calibração}}$), a balança continua adequada para uso.

Nota - Nem sempre o certificado de calibração traz o valor do desvio padrão das leituras e o desvio padrão da repetitividade. Nesses casos, o laboratório

deve solicitar ao fornecedor do serviço de calibração que inclua essas informações, quando da análise da contratação do serviço.

Recomendam-se as seguintes frequências para as calibrações e verificações:

a) Balanças:

a.1) calibração a cada 12 meses;

a.2) verificações diárias ou a cada uso;

a.3) verificações intermediárias – verificação simples em pontos selecionados: a cada mês;

a.4) verificações intermediárias – verificação da repetitividade – a cada 06 meses.

b) Pesos padrão: calibração a cada 5 anos.

c) Pesos de valor designado: verificações contra pesos padrão calibrados (anualmente) ou pesagem direta nas balanças imediatamente após a calibração destas.



Figura 1 – Verificação de balança

4. CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO

Caso o valor da correção se modifique mais de três vezes a incerteza de medição, conforme informação do Laboratório que realizou a calibração, fornecida pelo certificado de calibração no ponto verificado, então a balança pode requerer manutenção, ajuste ou nova calibração. Após a nova calibração, o usuário deve verificar se a balança continua a atender as tolerâncias do seu processo.

Como exemplo ilustrativo, neste trabalho foi considerado a verificação da repetitividade de uma balança analítica digital de capacidade máxima de 220 g e resolução de 1 mg no ponto 100 g, conforme mostrado na tabela 1.

No ensaio de repetitividade, executado de acordo com o item 3.2, foi utilizado um peso-padrão calibrado com as seguintes características obtidas de seu certificado de calibração: $M = 100,001$ g com incerteza $I = 0,00001$ g

Dados obtidos do certificado de calibração da Balança: Erro da balança no ponto 100 g = 0,001 g, $I_{100\text{ g}} = 0,001$ g;

Pesagem no dia 01		Pesagem no dia 02	
P0 (z_1)	0,002 g	P0 (z_1)	0,004 g
(m_1)	100,003 g	(m_1)	100,007 g
(m_2)	100,003 g	(m_2)	100,009 g
(z_2)	0,001 g	(z_2)	0,003 g

Tabela 1 – Valores obtidos na verificação da repetitividade

Correção 01

$$C1 = 100,001 - (100,003 - 0,002) = 0 \text{ g}$$

$$C2 = 100,001 - (100,003 - 0,001) = -0,001 \text{ g}$$

$$C \text{ dia 1} = (0 - 0,001 \text{ g})/2 = -0,0005 \text{ g}$$

Correção 02

$$C1 = 100,001 - (100,007 - 0,003) = -0,003 \text{ g}$$

$$C2 = 100,001 - (100,009 - 0,003) = -0,005 \text{ g}$$

$$C \text{ dia 2} = (-0,003 - 0,005 \text{ g})/2 = -0,004 \text{ g}$$

$$\Delta C = C \text{ dia 2} - C \text{ dia 1} = (-0,004 + 0,0005) = -0,0035 > 3 \times I_{100 \text{ g}}$$

Portanto, de acordo com os valores obtidos, a balança deverá ser submetida a uma nova calibração.

Referências

Albertazzi, Armando e Sousa, André Roberto. Fundamentos de metrologia científica e industrial. 2ª ed. Barueri, SP. Editora Manole, 2018.

DOQ-CGCRE-036, rev.: 02, rev.: 02 – Orientações sobre verificação intermediária das balanças. Inmetro, Rio de Janeiro, 2020. Disponível em http://www.inmetro.gov.br/credenciamento/organismos/doc_organismos.asp?tOrganismo=CalibEnsaios

Euramet/CG-18, v. 4.0 – Guidelines on the calibration of non-automatic weighing instruments, 2015. Disponível em https://www.euramet.org/Media/docs/Publications/calguides/I-CAL-GUI-018_Calibration_Guide_No.18_web.pdf

NATA – General accreditation guidance. User checks and maintenance of laboratory balances, 2018. Disponível em <https://www.nata.com.au/phocadownload/gen-accreditation-guidance/User-Checks-and-Maintenance-of-Laboratory-Balances.pdf>