



**Coordenação Geral de Acreditação**

**DIRETRIZES PARA A DETERMINAÇÃO DE  
INTERVALOS DE CALIBRAÇÃO DE  
INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO**

Documento de caráter orientativo

**DOQ-CGCRE-093**

Revisão 00 - JAN/2021



## SUMÁRIO

- 1 Objetivo
- 2 Campo de Aplicação
- 3 Responsabilidade
- 4 Histórico das Revisões
- 5 Documentos Complementares
- 6 Siglas
- 7 Introdução
- 8 Escolha Inicial dos Intervalos de Calibração
- 9 Métodos de revisão dos intervalos de calibração
- 10 Referências Bibliográficas

### 1 OBJETIVO

Este documento tem como objetivo fornecer aos laboratórios, especialmente durante a configuração de seu sistema de calibração, orientação sobre como determinar os intervalos de calibração. Este documento identifica e descreve os métodos disponíveis e conhecidos para avaliação dos intervalos de calibração.

### 2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Este documento aplica-se à Diois.

### 3 RESPONSABILIDADE

A responsabilidade pela revisão deste documento é da Diois.

### 4 HISTÓRICO DAS REVISÕES

Revisão	Data	Itens revisados
00	JAN/2021	- Documento inicial, com base na tradução livre da ILAC-G24:2007

### 5 DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

Aplicam-se as últimas edições dos seguintes documentos:

ABNT NBR ISO/IEC 17025	Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração
ABNT NBR ISO 9001	Sistemas de gestão da qualidade - Requisitos
ILAC G24:2007	Guidelines for the determination of calibration intervals of measuring instruments
VIM	Vocabulário Internacional de Metrologia - Conceitos Fundamentais e Gerais e Termos Associados. 1ª Edição Luso-Brasileira do VIM 2012



## 6 SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
Cgcre	Coordenação Geral de Acreditação
Diois	Divisão de Acreditação de Organismos de Inspeção
DOQ	Documento Orientativo da Qualidade
IEC	<i>International Electrotechnical Commission (Comissão Eletrotécnica Internacional)</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization (Organização Internacional para Normalização)</i>
ILAC	<i>International Laboratory Accreditation Cooperation (Cooperação Internacional de Acreditação de Laboratórios)</i>
NBR	Norma Brasileira
SQC	Controle Estatístico de Qualidade
VIM	Vocabulário Internacional de Metrologia

## 7 INTRODUÇÃO

7.1 Um aspecto importante para manter a capacidade de um laboratório de produzir resultados de medição rastreáveis e confiáveis é a determinação do período máximo que deve ser permitido entre calibrações sucessivas (recalibrações) dos padrões de referência ou de trabalho e dos instrumentos de medição usados. Vários padrões internacionais levam este aspecto em consideração, por exemplo:

7.1.1 A ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005 [1] contém os seguintes requisitos:

**a) Cláusula 5.5.2:** “Os programas de calibração devem ser estabelecidos para as principais quantidades ou valores dos instrumentos onde essas propriedades têm um efeito significativo nos resultados”.

**b) Cláusula 5.5.8:** “Sempre que praticável, todos os equipamentos sob o controle do laboratório e que requerem calibração devem ser rotulados, codificados ou de outra forma identificados para indicar o status da calibração, incluindo os dados da última calibração e a data ou critério de expiração quando a recalibração é devida”.

**c) Cláusula 5.6.1:** “Todos os equipamentos usados para ensaios e/ou calibrações, incluindo equipamentos para medições subsidiárias (por exemplo, para condições ambientais), tendo um efeito significativo na precisão ou validade do resultado do ensaio, calibração ou amostragem, devem ser calibrados antes de serem colocados em serviço. O laboratório deve ter um programa e procedimento estabelecidos para a calibração de seus equipamentos.”

Nota - Tal programa deve incluir um sistema para selecionar, usar, calibrar, verificar, controlar e manter padrões de medição, materiais de referência usados como padrões de medição e equipamentos de medição e ensaio usados para realizar ensaios e calibrações.



**7.1.2** A ABNT NBR ISO 9001:2000 [10] contém o requisito:

**a) Cláusula 7.6:** “Sempre que necessário para garantir resultados válidos, o equipamento de medição deve:

**a.1)** ser calibrado ou verificado em intervalos especificados, ou antes do uso, contra padrões de medição rastreáveis a padrões de medição internacionais ou nacionais; onde nenhum desses padrões existir, a base usada para calibração ou verificação deve ser registrada”.

Nota - Este documento se concentra na determinação de intervalos de calibração de instrumentos de medição. Os métodos descritos também podem ser usados de maneira apropriada para padrões de referência, padrões de trabalho, etc., que estão sob o controle do laboratório.

**7.2** Em linha com a terminologia do VIM [11], o termo “instrumento de medição” é usado no lugar de “equipamento de medição” neste documento.

**7.3** O objetivo geral de uma calibração periódica é:

- a)** melhorar a estimativa do desvio entre um valor de referência e o valor obtido usando um instrumento de medição, e a incerteza neste desvio, no momento em que o instrumento é realmente usado;
- b)** para assegurar a incerteza que pode ser alcançada com o instrumento de medição; e
- c)** confirmar se houve ou não alteração do instrumento de medição que pudesse trazer dúvidas sobre os resultados entregues no período decorrido.

**7.4** Uma das decisões mais importantes em relação à calibração é “Quando fazer” e “Com que frequência fazer”. Um grande número de fatores influencia o intervalo de tempo que deve ser permitido entre as calibrações e deve ser levado em consideração pelo laboratório. Os fatores mais importantes são:

- a)** incerteza de medição exigida ou declarada pelo laboratório;
- b)** risco de um instrumento de medição exceder os limites do erro máximo permitido quando em uso;
- c)** custo das medidas de correção necessárias quando for descoberto que o instrumento não era apropriado por um longo período de tempo;
- d)** tipo de instrumento;
- e)** tendência ao desgaste e à deriva;
- f)** recomendação do fabricante;
- g)** extensão e severidade do uso;
- h)** condições ambientais (condições climáticas, vibração, radiação ionizante, etc.);
- i)** dados de tendência obtidos de registros de calibração anteriores;
- j)** histórico registrado de manutenção e serviço;
- k)** frequência de verificação cruzada com outros padrões de referência ou dispositivos de medição;
- l)** frequência e qualidade das verificações intermediárias;
- m)** arranjos de transporte e risco; e
- n)** grau de treinamento do pessoal de serviço.

**7.5** Embora o custo da calibração não possa normalmente ser ignorado na determinação dos intervalos de calibração, o aumento das incertezas de medição ou um maior risco em termos de qualidade de medição e serviços decorrentes de intervalos mais longos podem mitigar o custo aparentemente alto de uma calibração.



**7.6** O processo de determinação dos intervalos de calibração é um processo matemático e estatístico complexo que requer dados precisos e suficientes coletados durante o processo de calibração. Parece não haver nenhuma prática recomendada única e universalmente aplicável para estabelecer e ajustar os intervalos de calibração. Isso criou uma necessidade de melhor compreensão da determinação do intervalo de calibração. Como nenhum método é idealmente adequado para toda a gama de instrumentos de medição, alguns dos métodos mais simples de atribuição e revisão do intervalo de calibração e sua adequação para diferentes tipos de instrumentos são abordados neste documento. Os métodos foram publicados com mais detalhes em certas normas (por exemplo, [2]), ou por organizações técnicas respeitáveis (por exemplo, [5], [6], [7]), ou em revistas científicas relevantes.

**7.7** Os métodos podem ser usados para a seleção inicial de intervalos de calibração e o reajuste desses intervalos com base na experiência. Os métodos desenvolvidos em laboratório ou métodos adotados pelo laboratório também podem ser usados se forem apropriados e se forem validados.

**7.8** O laboratório deve selecionar métodos apropriados e documentar aqueles usados. Os resultados da calibração devem ser coletados como dados históricos, a fim de embasar decisões futuras para intervalos de calibração dos instrumentos.

**7.9** Independentemente dos intervalos de calibração determinados, o laboratório deve ter um sistema apropriado para garantir o funcionamento adequado e o status de calibração dos padrões e instrumentos de medição usados entre as calibrações (ver cláusulas 5.5.10 e 5.6.3.3 da ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005).

## **8 ESCOLHA INICIAL DOS INTERVALOS DE CALIBRAÇÃO**

**8.1** A decisão inicial na determinação do intervalo de calibração é baseada nos seguintes fatores:

- a)** a recomendação do fabricante do instrumento;
- b)** extensão e severidade esperadas de uso;
- c)** a influência do meio ambiente;
- d)** a incerteza exigida na medição;
- e)** erros máximos permitidos (por exemplo, por autoridades de metrologia legal);
- f)** ajuste (ou alteração) do instrumento individual;
- g)** influência da quantidade medida (por exemplo, efeito de alta temperatura em termopares);
- h)** dados agrupados ou publicados sobre os mesmos dispositivos ou semelhantes.

**8.2** A decisão deve ser tomada por uma pessoa ou por pessoas com experiência geral em medições, ou dos instrumentos específicos a serem calibrados, e de preferência também com conhecimento dos intervalos usados por outros laboratórios. Uma estimativa deve ser feita para cada instrumento ou grupo de instrumentos quanto ao período de tempo que o instrumento provavelmente permanecerá dentro do erro máximo permitido após a calibração.



## 9 MÉTODOS DE REVISÃO DOS INTERVALOS DE CALIBRAÇÃO

**9.1** Uma vez que a calibração em uma base de rotina tenha sido estabelecida, o ajuste dos intervalos de calibração deve ser possível a fim de otimizar o equilíbrio de riscos e custos conforme declarado na introdução. Provavelmente, será descoberto que os intervalos inicialmente selecionados não fornecem os resultados ideais desejados devido a uma série de razões, por exemplo:

- a) os instrumentos podem ser menos confiáveis do que o esperado;
- b) o uso pode não ser o previsto;
- c) pode ser suficiente realizar uma calibração limitada de certos instrumentos em vez de uma calibração completa, e
- d) a deriva determinada pela recalibração dos instrumentos pode mostrar que intervalos de calibração mais longos podem ser possíveis sem aumentar os riscos, etc.

**9.2** Uma variedade de métodos está disponível para revisar os intervalos de calibração. O método escolhido difere de acordo com:

- a) os instrumentos são tratados de forma individual ou como grupos (por exemplo, pelo modelo do fabricante ou por tipo);
- b) instrumentos ultrapassam a calibração devido ao deslocamento temporal ou ao uso;
- c) instrumentos apresentam diferentes tipos de instabilidades;
- d) instrumentos passam por ajustes; e
- e) os dados estão disponíveis e o histórico de calibração dos instrumentos é importante.

**9.3** A chamada "intuição de engenharia" que fixou os intervalos de calibração iniciais, e um sistema que mantém intervalos fixos sem revisão, não são considerados suficientemente confiáveis e, portanto, não são recomendados.

### 9.4 Método 1: Ajuste automático ou "escada" (tempo de calendário)

**9.4.1** Cada vez que um instrumento é calibrado de forma rotineira, o intervalo subsequente é estendido se for encontrado dentro de 80% do erro máximo permitido que é necessário para a medição, ou reduzido se for encontrado fora desse erro máximo permitido. Esta resposta em "escada" pode produzir um ajuste rápido dos intervalos e é facilmente executada sem esforço administrativo. Quando os registros são mantidos e usados, possíveis problemas com um grupo de instrumentos indicando a necessidade de uma modificação técnica, ou manutenção preventiva, serão conhecidos.

**9.4.2** Uma desvantagem dos sistemas que tratam os instrumentos individualmente pode ser que seja difícil manter a carga de trabalho de calibração suave e equilibrada e que isso requeira um planejamento avançado detalhado.

**9.4.3** Seria inapropriado levar um intervalo a extremos usando este método. O risco associado à retirada de um grande número de certificados emitidos ou ao refazer um grande número de trabalhos pode ser inaceitável.

### 9.5 Método 2: Gráfico de controle (tempo de calendário)

**9.5.1** O gráfico de controle é uma das ferramentas mais importantes do Controle Estatístico de Qualidade (SQC) e bem descrito em publicações (por exemplo, [3], [4]). Em princípio, funciona da seguinte maneira: pontos de calibração significativos são escolhidos e os resultados são plotados em relação ao tempo. A partir desses gráficos, a dispersão dos resultados e o desvio são calculados, sendo o desvio, o desvio médio em um intervalo de calibração ou, no caso de instrumentos muito estáveis, o desvio em vários intervalos. A partir dessas figuras, o intervalo ideal pode ser calculado.



**9.5.2** Este método é difícil de aplicar (na verdade, é muito difícil de aplicar no caso de instrumentos complexos) e pode virtualmente ser usado apenas com processamento automático de dados. Antes que os cálculos possam começar, é necessário um conhecimento considerável da lei da variabilidade do instrumento, ou instrumentos semelhantes. Novamente, é difícil alcançar uma carga de trabalho equilibrada. No entanto, uma variação considerável dos intervalos de calibração daqueles prescritos é permitida sem invalidar os cálculos; a confiabilidade pode ser calculada e, em teoria, pelo menos fornece o intervalo de calibração eficiente. Além disso, o cálculo da dispersão dos resultados indicará se os limites de especificação do fabricante são razoáveis e a análise da deriva encontrada pode ajudar a indicar a causa da deriva.

### **9.6 Método 3: tempo “em uso”**

**9.6.1** Esta é uma variação dos métodos anteriores. O método básico permanece inalterado, mas o intervalo de calibração é expresso em horas de uso, ao invés de meses do calendário. O instrumento é equipado com um indicador de tempo decorrido e retorna para calibração quando o indicador atinge um valor especificado. Exemplos de instrumentos são termopares, usados em temperaturas extremas, testador de peso morto para pressão de gás, medidores de comprimento (ou seja, instrumentos que podem estar sujeitos a desgaste mecânico). A vantagem teórica importante desse método é que o número de calibrações realizadas e, portanto, o custo da calibração varia diretamente com o tempo de uso do instrumento.

Além disso, há uma verificação automática da utilização do instrumento. No entanto, existem muitas desvantagens práticas em usar uma verificação automática, incluindo:

- a)** não deve ser usado quando um instrumento é conhecido por desviar ou deteriorar quando na prateleira ou quando manuseado ou quando sujeito a uma série de ciclos curtos de liga-desliga;
- b)** o custo inicial do fornecimento e instalação de temporizadores adequado é alto e, como os usuários podem interferir com eles, a supervisão pode ser necessária, o que novamente aumentará os custos;
- c)** é ainda mais difícil conseguir um fluxo de trabalho suave do que com os métodos mencionados acima, uma vez que o laboratório (calibração) não tem conhecimento da data em que o intervalo de calibração terminará.

### **9.7 Método 4: Verificação em serviço ou teste da “caixa preta”**

**9.7.1** Esta é uma variação dos métodos 1 e 2 e é particularmente adequada para instrumentos complexos ou consoles de teste. Os parâmetros críticos são verificados com frequência (uma vez por dia ou até mais frequentemente) por equipamento de calibração portátil, ou preferencialmente, por uma “caixa preta” feita especificamente para verificar os parâmetros selecionados. Se o instrumento estiver fora do erro máximo permitido pela “caixa preta”, ele será retornado para uma calibração completa.

**9.7.2** A principal vantagem deste método é que ele fornece disponibilidade máxima para o usuário do instrumento. É muito adequado para instrumentos separados geograficamente do laboratório de calibração, uma vez que uma calibração completa só é feita quando se sabe que é necessária. A dificuldade está em decidir sobre os parâmetros críticos e projetar a “caixa preta”.

**9.7.3** Embora teoricamente o método seja muito confiável, isso é um pouco ambíguo, uma vez que o instrumento pode estar falhando em algum parâmetro não medido pela “caixa preta”. Além disso, as características da própria “caixa preta” podem não permanecer constantes.

**9.7.4** Exemplos de instrumentos adequados para este método são medidores de densidade (tipo de ressonância); Termômetros de resistência Pt (em combinação com métodos de tempo de calendário); dosímetros (fonte incluída); e medidores de nível de som (fonte incluída).



## 9.8 Método 5: Outras abordagens estatísticas

**9.8.1** Os métodos baseados na análise estatística de um instrumento individual ou tipo de instrumento também podem ser uma abordagem possível. Esses métodos estão ganhando cada vez mais interesse, especialmente quando usados em combinação com ferramentas de software adequadas. Um exemplo de tal ferramenta de software e sua formação matemática é descrito por A. Lepek [9].

**9.8.2** Quando um grande número de instrumentos idênticos (ou seja, grupos de instrumentos) devem ser calibrados, os intervalos de calibração podem ser revisados com a ajuda de métodos estatísticos. Exemplos detalhados podem ser encontrados, por exemplo, no trabalho de L.F. Pau [7].

## 9.9 Comparação de métodos

**9.9.1** Nenhum método é idealmente adequado para toda a gama de instrumentos encontrados (consulte a Tabela 1). Além disso, deve-se notar que o método escolhido será afetado se o laboratório pretende introduzir a manutenção planejada. Pode haver outros fatores que afetarão a escolha do método do laboratório. Por sua vez, o método escolhido, afetará a forma dos registros a serem mantidos.

**Tabela 1: Comparação de métodos de revisão de intervalos de calibração**

	<b>Método 1</b> “escada”	<b>Método 2</b> Gráfico de controle	<b>Método 3</b> Tempo “em uso”	<b>Método 4</b> “caixa preta”	<b>Método 5<sup>1)</sup></b> Outras abordagens estatísticas
Confiabilidade	médio	alto	médio	alto	médio
Esforço de aplicação	baixo	alto	médio	baixo	alto
Balanceamento de carga de trabalho	médio	médio	ruim	médio	ruim
Aplicabilidade com relação a dispositivos específicos	médio	baixo	alto	alto	baixo
Disponibilidade de instrumentos	médio	médio	médio	alto	médio

1) Uma melhor classificação é alcançada quando uma ferramenta de software apropriada é usada.





## 10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ISO/IEC 17025:2005  
General requirements for the competence of testing and calibration laboratories
- [2] ISO 10012-1, Edition:1992-01  
Quality Assurance Requirements for Measuring Equipment;  
Management of Measuring Equipment
- [3] Montgomery, D. C.: Introduction to Statistical Quality Control John  
Wiley & Sons, 4th ed., 2000
- [4] ANSI/ASQC B1-B3-1996: Quality Control Chart Methodologies
- [5] Methods of reviewing calibration intervals Electrical Quality Assurance Directorate Procurement  
Executive, Ministry of Defense United Kingdom (1973)
- [6] Establishing and Adjustment of Calibration Intervals NCSL Recommended Practice RP-1, 1996
- [7] Pau, L.F.: Périodicité des Calibrations  
Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications, Paris, 1978
- [8] Garfield, F.M.: Quality Assurance Principles for Analytical Laboratories AOAC Int., 3rd Edition, 2000
- [9] Lepek, A.: Software for the prediction of measurement standards NCSL International Conference,  
2001
- [10] ISO 9001:2000  
Quality management systems - Requirements
- [11] International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology (VIM),  
BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, OIML. Published by ISO, Geneva, Switzerland, 2nd ed., 1993
-