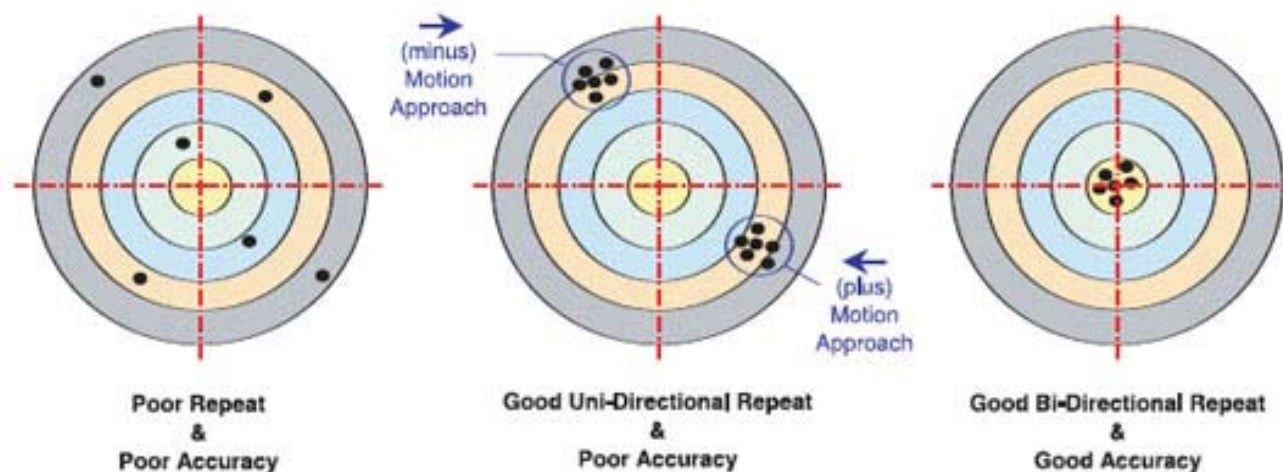


Calibração

Fonte: Simone Acosta

Fatores para minimizar erros

- Sensor apropriado
- Verificar a exatidão de cada elemento
- Cabeamento correto
- Verificar ruído elétrico
- Calibração



Calibração de Sistema de Medição

Um sistema de medição (SM) de boa qualidade deve ser capaz de operar com pequenos erros. Seus princípios construtivos e operacionais devem ser projetados para minimizar erros sistemáticos e aleatórios ao longo da sua faixa de medição, nas suas condições de operação nominal.

Entretanto, por melhores que sejam as características de um SM, este sempre apresentará erros, seja por fatores internos, seja por ação das grandezas de influência externas.

A perfeita caracterização das incertezas associadas a estes erros é de grande importância para que o resultado da medição possa ser estimado de maneira segura.

Operações Básicas para Qualificação de Sistemas de Medição

Calibração

Através do procedimento experimental denominado **calibração** é possível correlacionar os valores indicados pelo sistema de medição e sua correspondência com a grandeza sendo medida. Esta operação é extremamente importante e é realizada por um grande número de entidades credenciadas espalhadas pelo país. Como exemplo, através de uma calibração é possível estabelecer:

- a relação entre temperatura e tensão termoelétrica de um termopar;
- uma estimativa dos erros sistemáticos de um manômetro;
- o valor efetivo de uma massa padrão;
- a dureza efetiva de uma placa "padrão de dureza";
- o valor efetivo de um "resistor padrão".

O resultado de uma calibração permite tanto o estabelecimento dos valores do mensurando para as indicações, como a determinação das correções a serem aplicadas.



Calibração

Uma calibração também pode determinar outras propriedades metroológicas como, por exemplo, os efeitos das grandezas de influência sobre a indicação, ou o comportamento metroológico de sistemas de medição em condições adversas de utilização (em temperaturas elevadas ou muito baixas, na ausência de gravidade, sob radiação nuclear etc).

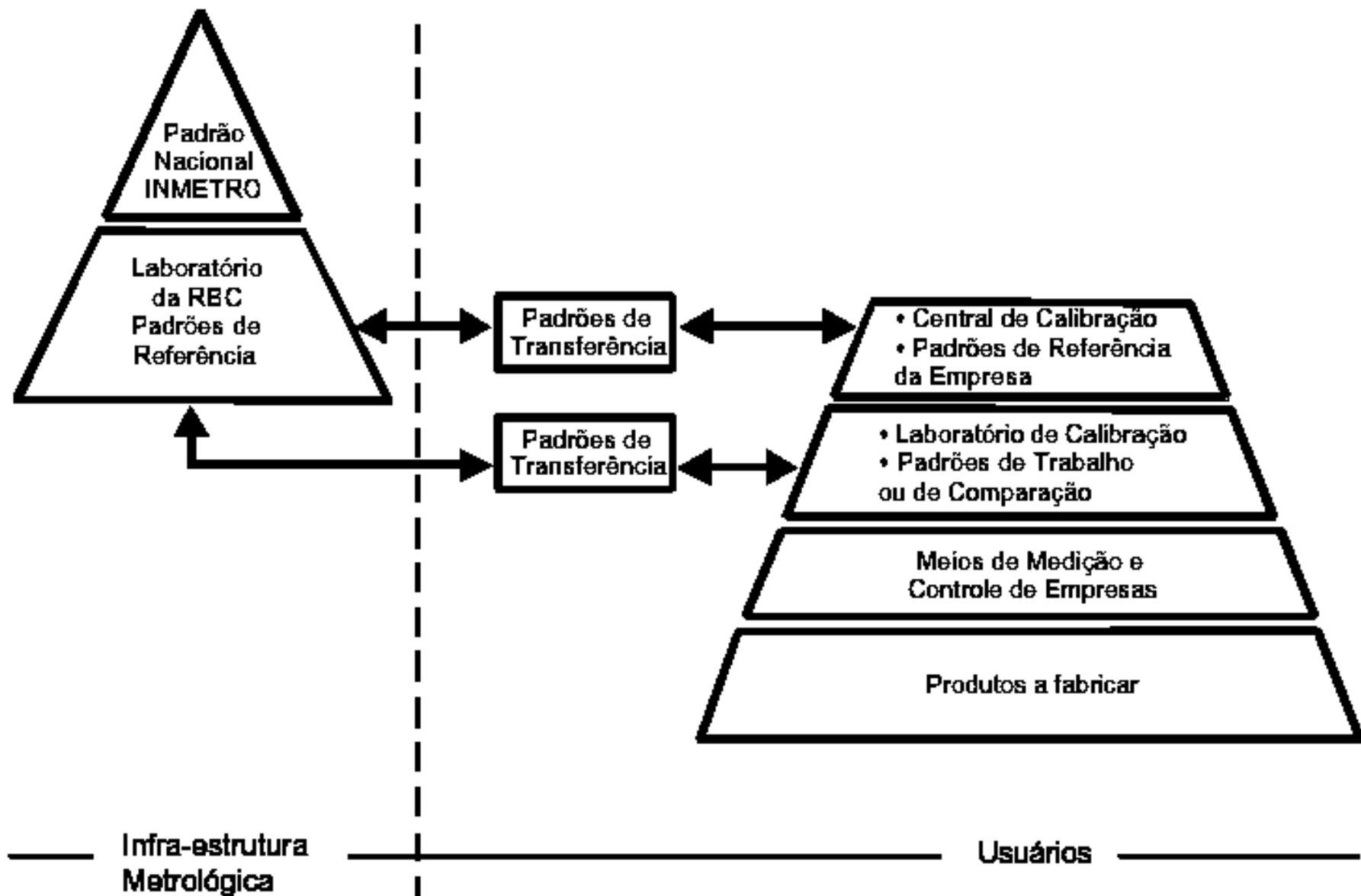
O resultado da calibração geralmente é registrado em um documento específico denominado certificado de calibração ou, algumas vezes, referido como relatório de calibração. O certificado de calibração apresenta várias informações acerca do desempenho metroológico do sistema de medição analisado e descreve claramente os procedimentos realizados. Frequentemente, como seu principal resultado, apresenta uma tabela, ou gráfico, contendo, para cada ponto medido ao longo da faixa de medição: a) estimativas da correção a ser aplicada e b) estimativa da incerteza associada à correção.

Em função dos resultados obtidos, o desempenho do SM pode ser comparado com aquele constante nas especificações de uma norma técnica, ou outras determinações legais, e um parecer de conformidade pode ser emitido.

Calibração

A calibração pode ser efetuada por qualquer entidade, desde que esta disponha dos padrões rastreados e pessoal competente para realizar o trabalho. Para que uma calibração tenha validade oficial, é necessário que seja executada por entidade legalmente credenciada. No Brasil, existe a **Rede Brasileira de Calibração (RBC)**, coordenada pelo INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. Esta rede é composta por uma série de laboratórios secundários, espalhados pelo país, ligados a Universidades, Empresas, Fundações e outras entidades, que recebem o credenciamento do INMETRO e estão aptos a expedir certificados de calibração oficiais.

Hoje, com as tendências da globalização da economia, a competitividade internacional das empresas é uma questão crucial. A qualidade dos serviços e dos produtos da empresa têm que ser assegurada a qualquer custo. As normas da série ISO 9000 aparecem para disciplinar a gestão das empresas para melhorar e manter a qualidade de uma organização. A calibração tem o seu papel de grande importância neste processo, uma vez que um dos requisitos necessários para uma empresa que se candidate à certificação pelas normas ISO 9000, é que os sistemas de medição e padrões de referência utilizados nos processo produtivo, tenham certificados de calibração oficiais.



Ajuste

Operação complementar, normalmente efetuada após uma calibração, quando o desempenho metrológico de um sistema de medição não está em conformidade com os padrões de comportamento esperados. Trata-se de uma "regulagem interna" do SM, executada por técnico especializado. Visa fazer coincidir, da melhor forma possível, o valor indicado no SM, com o valor correspondente do mensurado submetido. São exemplos:

- alteração do fator de amplificação (sensibilidade) de um SM por meio de um potenciômetro interno;
- regulagem do "zero" de um SM por meio de parafuso interno.

No caso de medidas materializadas, o ajuste normalmente envolve uma alteração das suas características físicas ou geométricas. Por exemplo:

- colocação de uma "tara" em uma massa padrão.

Após o término da operação de ajuste, é necessário efetuar uma recalibração, visando conhecer o novo comportamento do sistema de medição, após os ajustes terem sido efetuados.

Regulagem

É também uma operação complementar, normalmente efetuada após uma calibração, quando o desempenho metrológico de um sistema de medição não está em conformidade com os padrões de comportamento esperados.

Envolve apenas ajustes efetuados em controles externos, normalmente colocados à disposição do usuário comum. É necessária para fazer o SM funcionar adequadamente, fazendo coincidir, da melhor forma possível, o valor indicado com o valor correspondente do mensurado submetido.

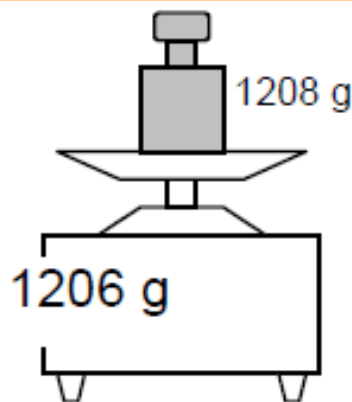
São exemplos:

- Alteração do fator de amplificação (sensibilidade) de um SM por meio de um botão externo;
- Regulagem do "zero" de um SM por meio de um controle externo indicado para tal.

Métodos de Calibração

Calibração Direta

Na calibração direta o mensurado é aplicado sobre o sistema de medição por meio de medidas materializadas, cada qual com seu valor verdadeiro convencional suficientemente conhecido. São exemplos de medidas materializadas: blocos padrão (comprimento), massas padrão, pontos de fusão de substâncias puras, entre outras. É necessário dispor de uma coleção de medidas materializadas suficientemente completa para cobrir toda a faixa de medição do instrumento. As indicações dos sistemas de medição são confrontadas com cada valor verdadeiro convencional e a correção e sua incerteza são estimadas por meio de medições repetitivas.



$$E = I - VVC$$

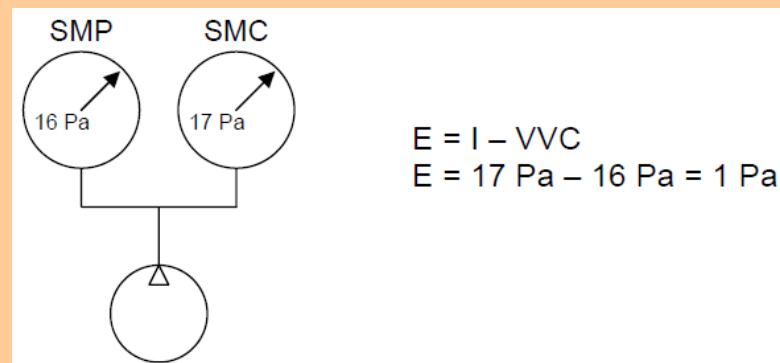
$$E = 1206 \text{ g} - 1208 \text{ g} = -2 \text{ g}$$

Métodos de Calibração

Calibração Indireta

Não seria fácil calibrar o velocímetro de um automóvel utilizando a calibração direta. O conceito de medida materializada não se aplica à velocidade. As constantes físicas naturais, como a velocidade de propagação do som no ar ou nos líquidos, ou mesmo a velocidade da luz, são inapropriadas para este fim. A solução para este problema passa pela calibração indireta.

O mensurado é gerado por meio de um dispositivo auxiliar, que atua simultaneamente no sistema de medição a calibrar (SMC) e também no sistema de medição padrão (SMP), isto é, um segundo sistema de medição que não apresente erros superiores a 1/10 dos erros do SMC. As indicações do SMC são comparadas com as do SMP, sendo estas adotadas como VVC, e os erros são determinados.



Padrões para Calibração

Para que o valor da medida materializada, ou o indicado pelo SMP, possa ser adotado como valor verdadeiro convencional (VVC), é necessário que seus erros sejam sensivelmente menores que os erros esperados no SMC. Tecnicamente, **quanto menores os erros do padrão melhor**. Economicamente, quanto menores os erros do padrão, mais caro é. Procurando buscar o equilíbrio técnico-econômico, adota-se como padrão um elemento que, nas condições de calibração e para cada ponto de calibração, apresente incerteza não superior a um décimo da incerteza esperada para o sistema de medição a calibrar.

Excepcionalmente, em casos onde é muito difícil ou caro de se obter um padrão 10 vezes superior ao SMC, usa-se o limite de $1/5$ ou até mesmo $1/3$ para a razão entre as incertezas do SMP e o SMC. Estes últimos devem ser analisados com cuidado para que a incerteza da calibração não venha a ser muito elevada.

Em função da mudança do comportamento do instrumento com a velocidade de variação do mensurado, distinguem-se a calibração estática e a dinâmica. Apenas nos instrumentos de ordem zero (ganho) a calibração estática coincide com a dinâmica. Nos demais casos, é necessário determinar a resposta do SM para diversas frequências de variação do mensurado.

Procedimento Geral de Calibração

A calibração de sistemas de medição é um trabalho especializado e exige amplos conhecimentos de metrologia, total domínio sobre os princípios e o funcionamento do sistema de medição a calibrar (SMC), muita atenção e cuidados na sua execução e uma elevada dose de bom senso. Envolve o uso de equipamento sofisticado e de alto custo.

Recomenda-se sempre usar um procedimento de calibração documentado, segundo exigências de normas NBR/ISO. Quando tais procedimentos de calibração não existirem, devem ser elaborados com base em informações obtidas de normas técnicas, recomendações de fabricantes e informações do usuário do SM em questão, complementados com a observância das regras básicas da metrologia e no bom senso. A seguir, apresenta-se uma proposta de roteiro geral a ser seguido para a calibração de um SM qualquer. Esta proposta deve ser entendida como orientativa apenas, devendo ser analisado caso a caso a conveniência de adotar, modificar ou acrescentar as recomendações sugeridas.

Quando trata-se de um trabalho não rotineiro, de cunho técnico-científico, e muitas vezes de alta responsabilidade, é fundamental que sejam registrados todos os eventos associados com o desenrolar da atividade, na forma de um *memorial de calibração*.

Esta proposta de roteiro genérico de uma calibração está estruturada em oito etapas:

Etapa 1- Definição dos objetivos:

Deve-se definir claramente o destino das informações geradas. A calibração poderá ser realizada com diferentes níveis de abrangência dependendo do destino dos resultados. Por exemplo:

- dados para ajustes e regulagens: o estudo se restringirá a apenas alguns poucos pontos da faixa de medição do SMC;
- levantamento da curva de erros para futura correção: definidas as condições de operação, deve-se programar uma calibração com grande número de pontos de medição dentro da faixa de medição do SMC, bem como, realizar grande número de ciclos para reduzir a incerteza nos valores da tendência ou da correção ;
- dados para verificação: o volume de dados a levantar tem uma intensidade intermediária, orientada por normas e recomendações específicas da metrologia legal;
- avaliação completa do SMC: compreende, na verdade, diversas operações de calibração em diferentes condições operacionais (ex: influência da temperatura, tensão da rede, campos eletromagnéticos, vibrações, etc);

Etapa 2 - Identificação do Sistema de Medição a Calibrar (SMC)

É fundamental um estudo aprofundado do SMC: manuais, catálogos, normas e literatura complementar, visando:

- identificar as características metrológicas e operacionais esperadas. Deve-se procurar identificar todas as características possíveis, seja do sistema como um todo ou seja dos módulos independentes;
- conhecer o modo de operação do SMC: na calibração é necessário que se utilize o sistema corretamente e para isso é necessário conhecer todas as recomendações dadas pelo fabricante. Operar o sistema apenas com base na tentativa pode levar a resultados desastrosos;
- documentar o SMC: a calibração será válida exclusivamente para o instrumento analisado, sendo portanto necessário caracteriza-lo perfeitamente (número de fabricação, série, modelo, etc);

Etapa 3 - Seleção do Sistema de Medição Padrão (SMP)

Com base nos dados levantados na etapa anterior, selecionar, dentre os disponíveis, o SMP apropriado, considerando:

- a incerteza do SMP nas condições de calibração idealmente não deve ser superior a um décimo da incerteza esperada para o SMC. É importante observar que se estas estão expressas em termos percentuais, é necessário que ambas tenham o mesmo valor de referência, ou que seja efetuada as devidas compensações;
- faixa de medição: o SMP deve cobrir a faixa de medição do SMC. Vários SMP's podem ser empregados se necessário;

Etapa 4 - Preparação do Experimento

Recomenda-se efetuar o planejamento minucioso do experimento de calibração e das operações complementares, com a finalidade de reduzir os tempos e custos envolvidos e de se evitar que medições tenham que ser repetidas porque se “esqueceu” um aspecto importante do ensaio. O planejamento e a preparação do ensaio envolvem:

- executar a calibração adotando procedimento de calibração segundo documentado em normas específicas;
 - quando o procedimento documentado não existir, realizar estudo de normas e manuais operativos, recomendações técnicas, de fabricantes e ou laboratórios de calibração;
 - estudo do SMP: para o correto uso e a garantia da confiabilidade dos resultados, é necessário que o executor conheça perfeitamente o modo de operação e funcionamento do SMP;
 - esquematização do ensaio: especificação da montagem a ser realizada, dos instrumentos auxiliares a serem envolvidos (medidores de temperatura, tensão da rede, umidade relativa, etc) e da seqüência de operações a serem seguidas;
 - preparação das planilhas de coleta de dados: destinadas a facilitar a tomada dos dados, reduzindo a probabilidade de erros e esquecimentos na busca de informações;
- ➤ montagem do experimento, que deve ser efetuada com conhecimento técnico e máximo cuidado;

Etapa 5 - Execução do Ensaio

Deve seguir o roteiro fixado no procedimento de calibração. É importante não esquecer de verificar e registrar as condições de ensaio (ambientais, operacionais, etc). Qualquer anomalia constatada na execução dos trabalhos deve ser anotada no memorial de calibração, com identificação cronológica associada com o desenrolar do experimento. Estas informações podem ser úteis para identificar a provável causa de algum efeito inesperado que possa ocorrer.

Etapa 6 - Processamento e Documentação dos Dados:

Todos os cálculos realizados devem ser explicitados no memorial. A documentação dos dados e resultados de forma clara, seja como tabelas ou gráficos, é fundamental.

Etapa 7 - Análise dos Resultados

A partir da curva de erros, e dos diversos valores calculados para a faixa de medição, determinam-se, quando for o caso, os parâmetros reduzidos correspondentes às características metrológicas e operacionais. Estes valores são comparados às especificações do fabricante, usuário, normas, e dão lugar a um parecer final. Este parecer pode ou não atestar a conformidade do SMC com uma norma ou recomendação técnica, apresentar instruções de uso e restrições das condições em que o SMC pode ser utilizado, etc.

A partir do memorial, gera-se o *Certificado de Calibração*, que é o documento final que será fornecido ao requisitante, no qual constam as condições e os meios de calibração, bem como os resultados e os pareceres.

A norma NBR ISO 10 012-1 "Requisitos da Garantia da Qualidade para Equipamentos de Medição" prevê que os resultados das calibrações devem ser registrados com detalhes suficientes de modo que a rastreabilidade de todas as medições efetuadas com o SM calibrado possam ser demonstradas, e qualquer medição possa ser reproduzida sob condições semelhantes às condições originais.

As seguintes informações são recomendadas para constar no Certificado de Calibração:

- a) descrição e identificação individual do SM a calibrar;
- b) data da calibração;
- c) os resultados da calibração obtidos após, e quando relevante, os obtidos antes dos ajustes efetuados;
- d) identificação do(s) procedimento(s) de calibração utilizado(s);
- e) identificação do SM padrão utilizado, com data e entidade executora da sua calibração, bem como sua incerteza
- f) as condições ambientais relevantes e orientações expressas sobre quaisquer correções necessárias ao SM a calibrar;
- g) uma declaração das incertezas envolvidas na calibração e seus efeitos cumulativos;
- h) detalhes sobre quaisquer manutenções, ajustes, regulagens, reparos e modificações realizadas;
- i) qualquer limitação de uso (ex: faixa de medição restrita);
- j) identificação e assinaturas da(s) pessoa(s) responsável(eis) pela calibração bem como do gerente técnico do laboratório;
- k) identificação individual do certificado, com número de série ou equivalente.

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº 0251

DATA: 02/03/1995

VALIDADE DE CALIBRAÇÃO: 6 MESES

1. OBJETIVO

Calibração de um manômetro “WIKA”, a fim de conhecer as características metrológicas e compará-las com as especificações do fabricante.

2. MANÔMETRO A CALIBRAR (SMC)

Proprietário: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Fabricante: YYYYYYYYYYYYYYYYYYYYYYYYYYYY

Número de Fabricação: 1174902

Faixa de Indicação: 0 a 40 bar

Valor de uma Divisão: 0,2 bar

Tipo: Bourdon, mecânico

Estado de Conservação: Bom

Índice de Classe (segundo o fabricante): kl. 0,6 ($\pm 0,6$ % do VFE)

3. SISTEMA DE MEDIÇÃO PADRÃO (SMP)

Máquina de Peso Morto (Manômetro de Êmbolo);

Fabricante: Budenberg Gauge Co. Limited (Inglaterra);

Número de Série (fabricante): 10334/12;

Número de Registro (CERTI): RL 0136;

Faixas de Medição: 1 a 55 kgf/cm² com resolução de 0,01 kgf/cm²;

10 a 550 kgf/cm² com resolução de 0,1 kgf/cm²;

Incerteza do sistema de medição padrão (SMP): $\pm 0,04\%$ para a faixa de 0 a 55 kgf/cm²; $\pm 0,1 \%$ para a faixa de 0 a 550 kgf/cm²;

Rastreável aos padrões primários conforme Certificado de Calibração N^o 121/92, emitido pelo INMETRO em 07/10/92, com validade até 07/10/95.

4. PROCEDIMENTO DO ENSAIO

A calibração foi realizada montando-se o manômetro a calibrar na máquina de peso morto, através da qual foram os valores de pressões previamente estabelecidos, realizando-se as leituras das indicações no manômetro a calibrar.

Foram realizados 3 (três) ciclos de medição, a fim de registrar também a Repetitividade (95%) do manômetro.

Na calibração foi adotado procedimento de calibração CERTI – código PC-SSS, de acordo com especificações da norma DIN 16005.

Condições de ensaio:

- Temperatura ambiente: $21,0 \pm 0,05$ °C
- Pressão atmosférica: $1022,0 \pm 0,5$ mbar

5. CALIBRAÇÃO PRÉVIA E AJUSTAGEM REALIZADA

Foi realizada a calibração prévia do manômetro e constatou-se que o mesmo apresentava erros sistemáticos (tendência) elevados, conforme se pode observar a seguir:

SMP - sistema de medição padrão

MANÔMETRO (bar)	SMP (bar)	ERRO SISTEMÁTICO (% do Valor Final de Escala)
02,00	01,75	0,6
06,00	05,70	0,8
14,00	13,55	1,1
22,00	21,40	1,5
30,00	29,30	1,8
38,00	37,25	1,9
40,00	39,25	1,9

Foi realizada a ajustagem do manômetro, a fim de minimizar os erros sistemáticos apresentados pelo mesmo.

6. ANÁLISE DOS RESULTADOS

a) Erro sistemático máximo (tendência máxima)

$T_{d\text{máx}} = 0,10 \text{ bar ou } 0,25\% \text{ do VFE}$

b) Repetitividade (95%) máxima:

$R_{e\text{máx}} = (95\%) \pm 0,14 \text{ bar ou } \pm 0,35\% \text{ do VFE}$

c) Erro de linearidade pelo método dos mínimos quadrados:

Erro máximo = $\pm 0,04 \text{ bar ou } \pm 0,10\% \text{ do VFE}$

d) Incerteza do sistema de medição a calibrar (SMC)

$(T_d = R_e) = \pm 0,19 \text{ bar ou } \pm 0,48\% \text{ do VFE}$

Obs: VFE=Valor Final de Escala=40 bar

7. CONCLUSÃO

A incerteza do manômetro é igual a $\pm 0,02 \text{ bar ou } \pm 0,5\% \text{ do VFE}$

8. PARECER

O manômetro satisfaz as tolerâncias estabelecidas pela norma DIN 16005, enquadrando-se como manômetro de classe de erro kl 0,6 ($\pm 0,6\%$ do VFE)

DADOS BRUTOS				
PTOS	SMC a calibrar	CICLOS SMP padrão		
		1	2	3
01	2,00	2,05	2,00	2,06
02	6,00	6,03	6,05	6,08
03	10,00	10,02	9,99	10,01
04	14,00	14,03	14,00	14,02
05	18,00	18,00	17,98	18,02
06	22,00	22,04	22,03	22,00
07	26,00	25,98	25,95	25,97
08	30,00	29,05	29,93	29,05
09	34,00	33,92	33,96	33,93
10	38,00	37,90	27,88	37,92
11	40,00	39,92	29,94	39,95

Unidade de Leitura no Sistema de Medição Padrão (SMP): bar
 Unidade de Leitura no Sistema de Medição a Calibrar (SMC): bar

TABELA DADOS PROCESSADOS						
PTOS	MEDIDA MÉDIA SMC	VALOR VERDADEIRO CONVENCIONAL	TENDÊNCIA		REPETITIVIDADE (±)	
			ABS	% VFE	ABS	% VFE
01	2,00	2,04	-0,04	-0,10	0,14	0,35
02	6,00	6,05	-0,05	-0,13	0,11	0,28
03	10,00	10,01	-0,01	-0,03	0,07	0,18
04	14,00	14,02	-0,02	-0,05	0,07	0,18
05	18,00	18,00	0,00	0,00	0,09	0,23
06	22,00	22,02	-0,02	-0,05	0,07	0,18
07	26,00	25,97	0,03	0,08	0,07	0,18
08	30,00	29,94	0,06	0,15	0,05	0,13
09	34,00	33,94	0,06	0,15	0,09	0,23
10	38,00	37,90	0,010	0,25	0,09	0,23
11	40,00	39,94	0,06	0,15	0,07	0,18

Convenção: ABS: Valor Absoluto VFE: Valor Final de Escala = 40,00
 Unidade de Análise: bar

O que significa Certificado ISO 9001:2000 ?

Consiste em uma avaliação geral do sistema da qualidade das empresas por uma entidade especializada e independente. Após as visitas de auditoria (normalmente três a cinco dias) os auditores informarão à empresa se esta atende às exigências dos requisitos ISO 9001:2000.

Os seguintes documentos compõem a família ISO 9001:2000 :

NBR ISO 9001:2000 : Sistemas de gestão da qualidade - Requisitos

NBR ISO 9004:2000 : Sistemas de gestão da qualidade – Diretrizes para melhorias de desempenho

NBR ISO 19011:2002 : Diretrizes para auditorias de sistema de gestão da qualidade e/ou ambiental

ABNT NBR ISO 10012:2004 : Comprovação Metrológica para Equipamentos de Medição

NBR ISO 9000:2000 : Sistemas de gestão da qualidade – Fundamentos e vocabulário

NBR ISO 9001:2000 e metrologia

As empresas que pretendem se qualificar conforme a NBR ISO 9001:2000 tem que demonstrar proficiência em metrologia nos itens:

Generalidades - O fornecedor deve estabelecer e manter procedimentos documentados para controlar, calibrar e manter os equipamentos de inspeção, medição e ensaios (incluindo software de ensaio) utilizados pelo fornecedor para demonstrar a conformidade do produto com os requisitos especificados. Os equipamentos de inspeção, medição e ensaios devem ser utilizados de tal forma, que assegurem que a incerteza das medições seja conhecida e consistente com a capacidade de medição requerida.

Procedimento de controle - O fornecedor deve:

- Determinar as medições a serem feitas e a exatidão requerida e selecionar os equipamentos apropriados de inspeção, medição e ensaios com exatidão e precisão necessárias
- Identificar todos os equipamentos de inspeção, medição e ensaios que possam afetar a qualidade do produto e calibrá-los e ajustá-los a intervalos prescritos ou antes do uso, contra equipamentos certificados que tenham uma relação válida conhecida com padrões nacional ou internacional reconhecidos. Quando não existirem tais padrões, a base utilizada para calibração deve ser documentada

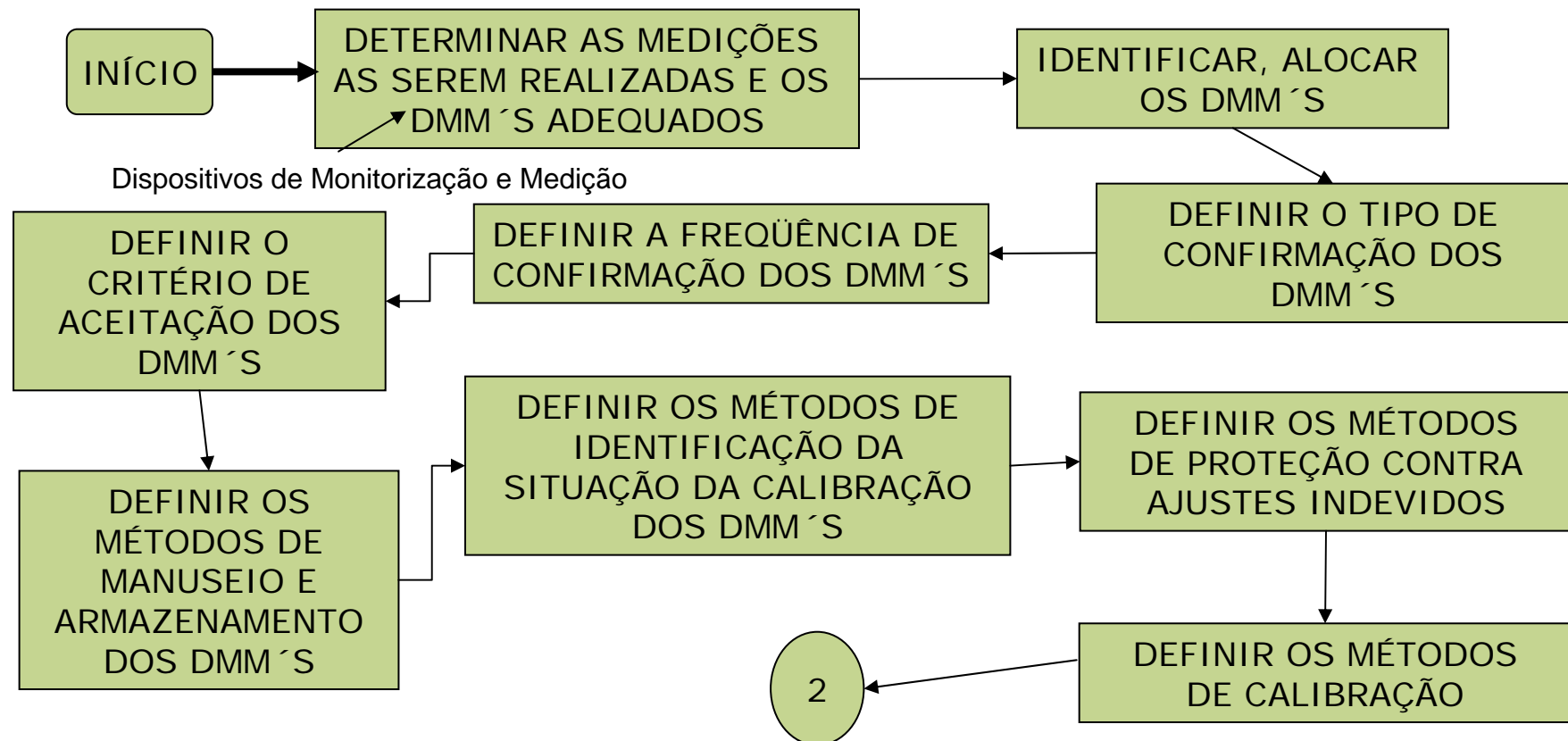
- Definir os procedimentos empregados para a calibração de equipamentos de inspeção, medição e ensaios, incluindo detalhes como: tipo do equipamento, identificação única, localização, frequência de conferência, método de conferência, critérios de aceitação e a ação a ser tomada quando os resultados forem insatisfatórios
- Identificar equipamentos de inspeção, medição e ensaios com um indicador adequado, ou registros de identificação aprovados, para mostrar a situação da calibração
- Manter registros de calibração para os equipamentos de inspeção, medição e ensaios

- Avaliar e documentar a validade dos resultados de inspeção e ensaios anteriores quando os equipamentos de inspeção, medição ou ensaios forem encontrados fora de calibração
- Assegurar que as condições ambientais sejam adequadas para calibrações, inspeções, medições e ensaios que estejam sendo executados
- Assegurar que o manuseio, preservação e armazenamento dos equipamentos de inspeção, medição e ensaios sejam tais, que a exatidão e a adequação ao uso sejam mantidas
- Proteger as instalações de inspeção, medição e ensaios, incluindo tanto materiais e equipamentos como software para ensaios, contra ajustes que possam invalidar as condições de trabalho.

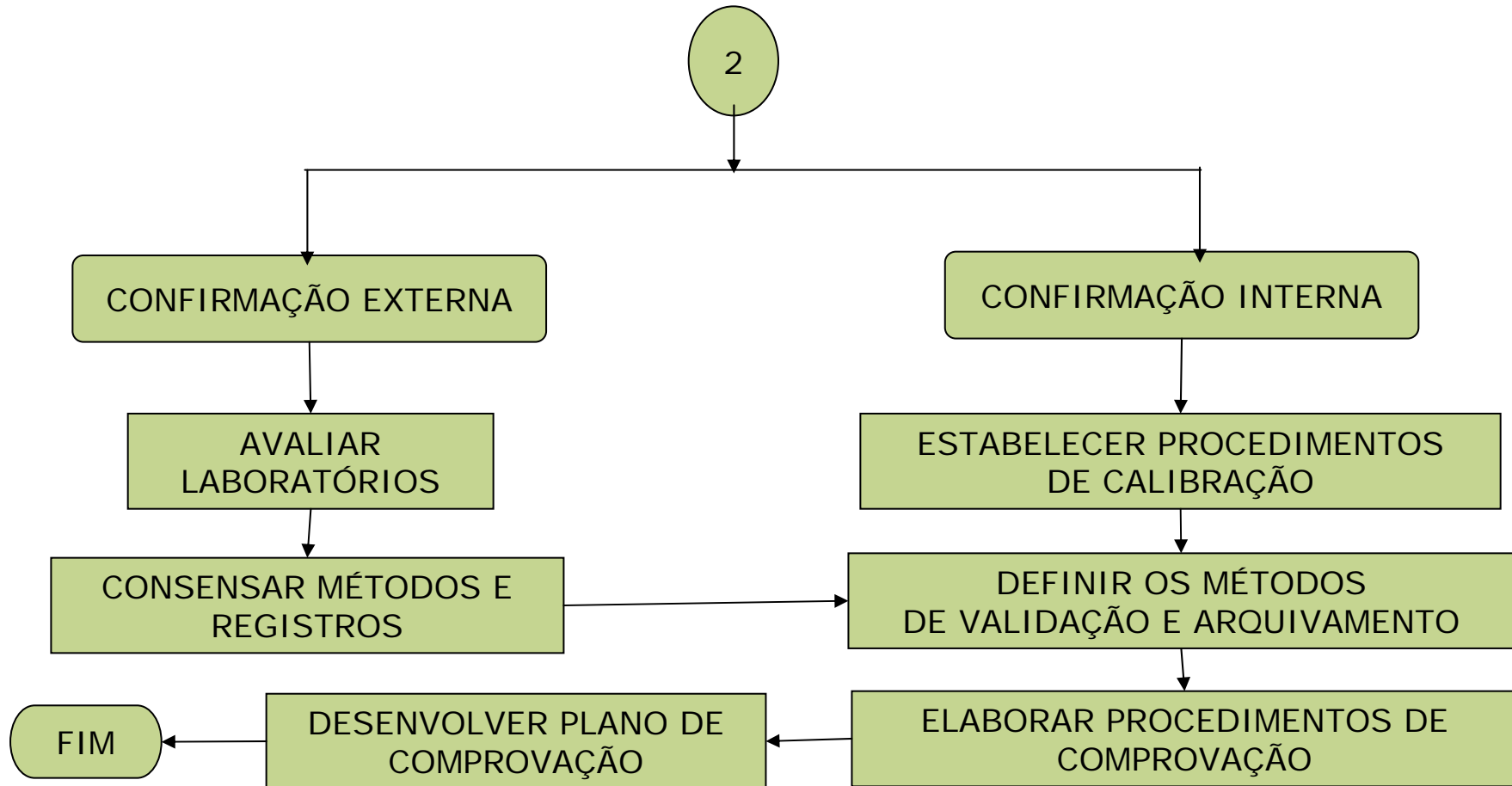
Nota: O sistema de comprovação metrológica para equipamentos de medição da ABNT NBR ISO 10012 pode ser usado como orientação.

Comprovação Metrológica

Fluxuograma Básico



Fluxuograma Básico



Seleção de Instrumento de Calibração

Qual a grandeza e a unidade do mensurando?

Qual o princípio de medição mais adequado?

Qual a resolução mais adequada para que o instrumento seja capaz de discriminar as variações do processo?

A incerteza total do processo é consistente com as minhas necessidades de medição?

FREQÜÊNCIA DE CALIBRAÇÃO

Os instrumentos devem ser submetidos à confirmação metrológica em intervalos prescritos ou antes do uso. Estes intervalos são comumente chamados de periodicidade ou freqüência de calibração.

FREQÜÊNCIA INICIAL

Não existe norma ou regra fixa para a escolha das freqüência iniciais de calibração. Esta escolha é comumente tomada em função de experiências do metrologista ou de outras empresas. Mas certos fatores podem ser considerados, tais como:

- Recomendações do fabricante
- Freqüência de utilização
- Severidade ambiental
- Grau de exatidão e criticidade da medida a ser efetuada
- Regulamentos ou normas governamentais

MÉTODOS DE AJUSTE DAS FREQUÊNCIAS

A Norma **ISO 10012-1/1993** em seu anexo A apresenta cinco métodos para ajuste de frequência, que são:

- Ajuste automático ou Escalonado
- Gráfico de controle
- Histórico
- Tempo de Uso
- Ensaio em serviço ou “caixa preta”

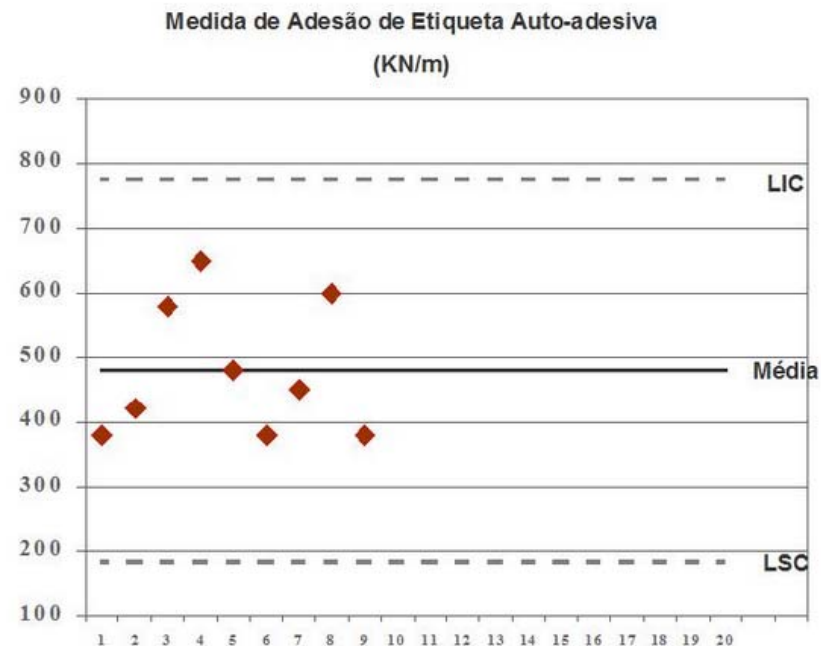
MÉTODOS DE AJUSTE DAS FREQUÊNCIAS

AJUSTE AUTOMÁTICO OU ESCALONADO

A frequência é ajustada a cada calibração em função dos limites de erro estabelecidos. Indicado para o método de gerenciamento individual.

GRÁFICO DE CONTROLE

Uma carta de controle é estabelecido para o parâmetro selecionado. Requer processamento automático de dados e conhecimento prévio da variabilidade do equipamento



MÉTODOS DE AJUSTE DAS FREQUÊNCIAS

TEMPO DE USO

A frequência é estabelecida em horas de uso. É um método de difícil gerenciamento e com elevado custo para implantação.

ENSAIO EM SERVIÇO OU “CAIXA PRETA”

Um parâmetro específico é monitorado por um dispositivo de calibração portátil ou “Caixa preta”. É um método pouco utilizado.

Recomendações para Intervalos Iniciais de Calibração

INSTRUMENTO/PADRÃO	INTERVALOS DE CALIBRAÇÃO (MESES)
1. MASSA, VOLUME, DENSIDADE Massas padrão Balanças Balanças Padrão Hidrômetros Densímetros	24 12 a 36 12 36 12 a 24
2. PRESSÃO Manômetros Máquinas de Peso Morto Barômetros Vacuômetros Transdutores de Pressão	6 a 12 24 a 36 6 a 12 6 a 12 12
3. FORÇA Transdutores de Força (Células de Carga) Anéis Dinamométricos Máquinas de Tração-Compressão (Hidráulicas) Máquina de Peso Morto	12 a 24 24 12 a 24 24 a 60
4. TORQUE Torquímetro	12