

Exercícios Complementares

Metrologia **Fundamentos, Instrumentos e Aplicações na** **Indústria**

Lidio Teixeira



editora
VIENA

1ª Edição
Baurua/SP
Editora Viena
2016

Capítulo 1

1. O que é Metrologia?

A palavra metrologia tem origem grega, definida etimologicamente por metron, que significa medida, e logos, que quer dizer ciência.

Segundo a definição acima, pode-se entender que a metrologia envolve tudo relacionado ao ato de medir, desde o instrumento, o método, os erros etc., quando se fala em qualquer incerteza, quer dizer que não importam os erros relacionados, pode-se medir a distância entre cidades, com erro de alguns metros, como uma peça de alta precisão, com aproximação de milésimos de milímetros, e quando se fala em qualquer campo de aplicação, significa que está presente em todas as áreas, seja uma oficina de costura ou uma montadora de veículos, um laboratório químico ou a instalação elétrica de uma residência.

2. Cite alguns dos objetivos de utilização da metrologia.

- * Conformidade de matéria-prima e componentes comprados: O Controle Dimensional e também os ensaios físicos e químicos podem detectar se matérias-primas ou componentes adquiridos prontos que serão utilizados no produto final estão de acordo com o especificado. Exemplo: Dimensões de um componente, composição química de um determinado material, resistência mecânica (dureza, tração etc.) de um determinado material, concentração de uma solução etc.
- * Conformidade com a especificação: Assegurar que o produto final, seja ele um prédio, uma peça mecânica ou um barco, seja construído exatamente como especificado em seu projeto, garantindo assim maior qualidade.
- * Intercambiabilidade: Pode-se definir intercambiável como sendo coisas diferentes que podem ser usadas alternadamente sem que o resultado seja prejudicado; em uma produção, significa que qualquer peça fabricada em um lote pode ser montada no conjunto a que se destina, sem prejuízo ao funcionamento, independentemente de onde seja produzida. Exemplo: O grafite da lapiseira que se acaba e precisa ser substituído, a resistência do chuveiro que, após queimada, deve ser trocada, peças recebidas de diversos fornecedores que serão montadas em uma montadora de automóveis são itens intercambiáveis.
- * Avaliação da qualidade: Por meio da medição, podemos saber o estado atual de um processo, para então saber como melhorá-lo.
- * Traduzir a confiabilidade nos sistemas de medição: Garantir que as medições realizadas por um instrumento sejam confiáveis, esse aspecto é garantido por meio da calibração e da rastreabilidade metrológica.

- * Melhoria de vida das pessoas: Pelo fornecimento de produtos de qualidade e capazes de preservar a segurança, a saúde e o meio ambiente.
3. Quais vantagens para as empresas e aos processo o uso da metrologia pode propiciar?
- * Garantia da qualidade do produto final: Reforçando a confiança dos clientes e servindo como um diferencial de mercado, garantindo uma imagem positiva à empresa.
 - * Redução do desperdício de matéria-prima: Por meio da calibração e do controle de componentes comprados, que garantem maior produtividade.
 - * Redução de custos da qualidade: Os custos do processo de controle de qualidade são em geral muito menores do que os custos com desperdício, refugos, retrabalhos, sobras, devoluções, assistência técnica etc., que podem ocorrer quando não se tem o controle de medidas adequado.
4. Dentro de uma empresa, a metrologia pode ser encontrada em várias áreas. Cite alguns ambientes mais comuns de sua utilização nas empresas.
- * Inspeção de recebimento: Setor responsável pelo recebimento de materiais e matérias-primas, aqui a metrologia ajudará a determinar se o material recebido está de acordo com o solicitado.
 - * Controle de qualidade realizada pelo operador: O Controle Dimensional é realizado pelo próprio operário que manufatura o bem em seu local de produção.
 - * Laboratório de Metrologia: Muitas empresas contam com um laboratório, onde é possível fazer medições em um ambiente com temperatura e umidade controladas. Utilizado para medições mais complexas, em caso de dúvidas sobre medidas realizadas no processo ou para controles que necessitem de cuidado especial.
 - * Inspeção final: Realizada ao final do processo para garantir a conformidade com as especificações.
 - * Auditoria de produto: Setor responsável por fazer ensaios imparciais de modo a verificar se os produtos estão sendo produzidos conforme o especificado. Em geral, coleta peças totalmente finalizadas de forma aleatória, para verificar se o processo está de acordo com o planejado.
 - * Ensaios funcionais: Ensaios realizados para verificar se determinado equipamento está funcionando adequadamente.
 - * Manutenção: A equipe de manutenção também realiza medições para verificar o estado atual de um equipamento e/ou detectar falhas.

5. A Metrologia pode ser dividida em três tipos. Quais são eles?

- * A Metrologia Legal: “Parte da metrologia relacionada às atividades resultantes de exigências obrigatórias, referentes as medições, unidades de medida, instrumentos de medição, e métodos de medição, e que são desenvolvidas por organismos competentes.” (INMETRO, 2007). Trata da legislação e fiscalização metrológica.
- * A Metrologia Científica: “Que se utiliza de instrumentos laboratoriais e das pesquisas e metodologias científicas que têm por base padrões de medição nacionais e internacionais para o alcance de altos níveis de confiabilidade metrológica.” (CICMAC, 2015). É aquela responsável pelo estudo e criação de padrões metrológicos.
- * A Metrologia Industrial: “Cujos sistemas de medição controlam processos produtivos industriais e são responsáveis pela garantia da qualidade dos produtos acabados.” (CICMAC, 2015). Refere-se à aplicação prática da metrologia nas indústrias, a realização de medições.

Capítulo 2

1. Comente sobre o Sistema Internacional de Unidades (SI).

O Sistema Internacional de Unidades, conhecido mundialmente como SI (do Francês *Systemé International d'Unités*), foi estabelecido em 1960 pelo CGPM, baseado no sistema métrico decimal definido na França, em 1799, e nos estudos realizados após a Convenção do Metro. Seu objetivo é ser um padrão para as unidades de medida utilizadas globalmente.

O SI estabelece as unidades de medida padrões a serem utilizadas, porém, em alguns casos, temos uma série de unidades alternativas que podem ser utilizadas para representar uma grandeza, adequando assim as unidades ao contexto de sua utilização.

2. O SI é composto de sete unidades de base, elas têm definições únicas e buscam fornecer uma base teórica sólida, de tal forma que permitam realizar medições mais exatas e reprodutivas. Quais são as sete unidades de base do SI?

- * Metro.
- * Kilograma.
- * Segundo.
- * Ampere.
- * Kelvin.
- * Mol.
- * Candela.

3. Complete a tabela com o símbolo da unidade:

Unidade	
Nome	Símbulo
Kilometro.	
Hectometro.	
Decametro.	
Metro	
Decimetro.	
Centimetro.	
Milimetro.	
Micrometro.	
Nanometro.	

4. Cite algumas das unidades que são utilizadas, mas que estão fora do SI.

- * Tempo: Minuto, Hora e Dia.
- * Ângulo plano: Grau, Minuto e Segundo.
- * Área: Hectare.
- * Volume: Litro.
- * Massa: Tonelada.

5. Comente sobre a unidade de medida Polegada.

Uma unidade ainda muito usual no Brasil que deriva dos sistemas inglês e americano é a polegada, apesar de o uso do SI estar regulamentado por lei no Brasil há muitos anos, o uso dessa unidade é comum em diversas áreas, e o valor da polegada é atualmente definido com base no SI.

O símbolo da polegada é “in”, do original em inglês inch, podendo ser utilizado o símbolo “. A polegada se apresenta em duas formas distintas, dependendo de sua aplicação, a polegada ordinária e a polegada fracionária.

Capítulo 3

1. Comente sobre o Vocabulário Internacional de Metrologia (VIM).

Os termos gerais e fundamentais de metrologia estão publicados no documento conhecido como VIM (Vocabulário Internacional de Metrologia: conceitos fundamentais e gerais e termos associados), publicado originalmente em francês e inglês pelo BIPM, e traduzido em diversos idiomas pelos respectivos Institutos Nacionais de Metrologia.

O VIM surgiu na segunda metade do século XX, com vistas a eliminar a chamada síndrome de Babel. Seu principal objetivo é a “harmonização internacional das terminologias e definições utilizadas nos campos da metrologia e da instrumentação” (VIM, 2012). No Brasil, o Inmetro publicou, baseado na 2ª edição do Vocabulaire International de Métrologie (VIM) de 1993, cinco impressões da tradução brasileira. Em 2009, foi publicada uma nova versão baseada na 3ª edição lançada em 2008 e, em 2012, o Inmetro em parceria com o IPQ (Instituto Português da Qualidade), com autorização do BIPM, publicou, baseada na versão original de 2008 publicado pelo JCGM (Joint Committee for Guides in Metrology) do BIPM e com as alterações propostas em seu “Corrigendum” de 2010, a primeira edição luso-brasileira, na qual se baseiam os termos expressos neste livro, essa edição já leva em consideração as recomendações do Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa de 1990.

2. Qual o significado da sigla VIML?

VIML significa Vocabulário Internacional de Termos de Metrologia Legal.

3. Cite alguns termos básicos descritos no VIM e VIML e suas definições.

- * Grandeza: Propriedade de um fenômeno de um corpo ou de uma substância, que pode ser expressa quantitativamente sob a forma de um número e de uma referência.
- * Unidade de medida: Grandeza escalar real, definida e adotada por convenção, com a qual qualquer outra grandeza da mesma natureza pode ser comparada para expressar, na forma de um número, a razão entre as duas grandezas.
- * Valor de uma grandeza: Conjunto formado por um número e por uma referência, que constitui a expressão quantitativa de uma grandeza.

- * Medição: Processo de obtenção experimental de um ou mais valores que podem ser, razoavelmente, atribuídos a uma grandeza.
- * Metrologia: Ciência da medição e suas aplicações.
- * Mensurando: Grandeza que se pretende medir.
- * Método de medição: Descrição genérica de uma organização lógica de operações utilizadas na realização de uma medição.
- * Procedimento de medição: Descrição detalhada de uma medição de acordo com um ou mais princípios de medição e com um dado método de medição, baseada em um modelo de medição e incluindo todo cálculo destinado à obtenção de um resultado de medição.
- * Resultado de medição: Conjunto de valores atribuídos a um mensurando, juntamente com toda outra informação pertinente disponível.

4. Quais procedimentos devem ser adotados para a manutenção dos instrumentos?

- * Limpeza adequada: Antes e após o uso, pesquisas indicam que um grão de poeira pode ter dimensões de alguns micrometros (μm), que acumulados podem interferir nos resultados.
- * Ajuste de zero, ou referenciamento do instrumento: Para garantir que nossa referência de medição esteja correta.
- * Calibração periódica: De acordo com a frequência e ambiente de uso.
- * Manutenção em caso de constatação de defeitos: Recomenda-se sempre antes do uso analisar o instrumento quanto à falta de peças ou comportamento estranho.

5. Cite alguns cuidados que devem ser observados para minimizar os erros de medição.

- * Escolher o instrumento, equipamento ou sistema de medição adequado às características da peça, em especial as suas tolerâncias.
- * Procurar realizar a medição em ambiente com temperatura e umidade adequadas.
- * Verificar o estado do instrumento, inclusive suas referências antes de utilizá-lo.
- * Realizar a limpeza do instrumento e da peça antes de se iniciar a medição.
- * Utilizar uma base firme e rígida quando necessário um apoio para a medição.
- * Verificar se a forma de contato é a mais adequada.
- * Procurar posicionar o instrumento sobre a peça de forma adequada, sempre utilizando força de medição moderada e constante.
- * Posicione-se em relação ao instrumento de forma a evitar o erro de paralaxe.

Capítulo 4

1. Cite o nome de alguns instrumentos usados para medição direta.

- * Régua.
- * Trena.
- * Paquímetro.
- * Calibrador Traçador de Alturas.
- * Micrômetros.

2. Existem muitos instrumentos para medição direta. Comente sobre a régua.

A régua ou escala graduada é o instrumento de medição de comprimento provavelmente mais conhecido, sendo o mais simples para dimensões lineares. As réguas utilizadas na indústria são geralmente fabricadas em aço carbono ou inoxidável, podendo ser flexível ou rígidas, essas últimas possuem maior espessura. É constituída por uma lâmina na qual se encontra gravada sua escala. A graduação da escala pode ser em milímetros, ou até meio milímetros e também polegadas e suas frações, é comum encontrar réguas com várias gravações diferentes, distribuindo-se em ambos os lados e em ambos os cantos.

3. Existe uma grande variedade de paquímetros no mercado, com diversas capacidades. Cite alguns deles e suas especificações.

- * Paquímetro Universal: Modelo convencional, geralmente quadrimensional, com capacidades de 150, 200, 300 mm.
- * Paquímetro com Ajuste Fino: Conta com um dispositivo composto de parafuso e porca que permite a movimentação lenta do cursor.
- * Paquímetro Prismático: A escala e o cursor possuem guias em “V” que permitem que a escala principal e o nônio fiquem no mesmo plano, evitando assim o erro de paralaxe.
- * Paquímetro com Relógio: Em vez do vernier, utiliza-se um relógio acionado por uma cremalheira abaixo da escala, permite leituras mais rápidas e possibilita resolução de até 0,01 mm. Também há modelos com contador mecânico, que dispensam a leitura na escala principal.
- * Paquímetro para Serviços Pesados: Fabricados a partir de 300 mm, são projetados para medição de grandes dimensões, não permitem medição de profundidade e a medição interna pode também ser feita pelos bicos em alguns modelos.
- * Paquímetro para Medição de Profundidade: Composto por um cursor diferenciado, que permite exclusivamente a medição de profundidade com melhor apoio e capacidade que os convencionais.

- * Paquímetros de Medição e Formas Especiais: Dedicados a aplicações específicas, possuem um desenho diferenciado, permitindo o acesso a características não alcançadas com os modelos convencionais.
- * Paquímetro com Escala Dupla: Possui duas escalas perpendiculares entre si, sendo indicado principalmente para a medição de dentes de engrenagem.
- * Paquímetros Digitais: Esses modelos vêm ganhando espaço no mercado, devido a sua facilidade de leitura e maior exatidão, podem ser construídos em todas as formas aqui citadas, sendo que alguns contam com características exclusivas, como corpo em fibra de carbono (modelos maiores), recarregamento da bateria por meio de energia solar, proteção contra fluidos e poeira e saída digital que permite conexão com computador ou outro dispositivo de processamento de dados.

4. O que é um calibrador traçador de alturas?

Esse instrumento baseia-se no mesmo princípio de funcionamento do paquímetro, apresentando a escala fixa com cursor na vertical. É empregado na traçagem de peças, e também pode ser utilizado no controle dimensional, necessitando, em alguns casos, de acessórios adicionais para essa última aplicação. Para a utilização de um traçador de altura, é necessário usar uma superfície de referência horizontal, geralmente um despenho.

O traçador de alturas é largamente empregado em setores produtivos e em laboratórios de metrologia para medição de altura, largura, verificação de paralelismo, planeza, nivelamento etc., além de servir como fixação para outros instrumentos, como os rugosímetros.

5. Cite algumas recomendação e cuidados que vem ser tomados com o micrômetro para obter resultados de medição mais confiáveis.

- * Selecionar o micrômetro mais adequado à aplicação (resolução, exatidão, forma, capacidade).
- * Evitar quedas, choques, oxidação e impurezas.
- * Sempre utilizar a catraca ou fricção no contato com a peça, de forma a obter uma força constante; recomenda-se duas ou três voltas no dispositivo após o encosto, além disso o contato deve ser lento e suave, ou o resultado poderá não ser o mais correto.
- * Nunca remova o micrômetro da peça para realizar a leitura, essa deve ser feita na posição de medição.
- * Não retirar o instrumento com a trava acionada, sob pena de danos ao micrômetro e à peça.
- * Ao guardar o micrômetro, sempre mantenha as pontas ligeiramente afastadas e a trava livre para evitar danos irreversíveis a ele.

- * Faça a limpeza das faces de medição e da peça antes de realizar qualquer procedimento, utilize pano ou papel que não solte fiapos e desengraxante lamente volátil e de baixa toxicidade, pode ser utilizada uma folha de papel limpa para limpar os batentes, nesse caso feche o instrumento sobre a folha utilizando a catraca e movimente-o lateralmente para remover a sujeira, repita o processo de limpeza durante a medição de forma a manter as faces rigorosamente limpas.
- * Evite o erro de paralaxe posicionando-se adequadamente em relação à escala.
- * Para capacidades acima de 300 mm, faça o ajuste do zero na mesma posição em que será utilizado, para evitar erros por deflexão do arco e paralaxe.
- * Quando utilizar um suporte, fixe-o firmemente na parte central do arco.
- * Para que os resultados sejam confiáveis, realize medições sempre na temperatura o mais próximo possível do zero de referência (20 °C).
- * Não exponha o micrômetro ao sol, segure-o sempre pelos protetores térmicos, para que a temperatura das mãos não interfira no resultado.
- * Verifique se as peças estão limpas e não possuem rebarbas que possam danificar o instrumento.
- * Controle periodicamente o ajuste do zero a temperatura de referência (20 °C).
- * Limpe cuidadosamente antes e após o uso, aplique uma fina película de óleo ou vaselina sobre as partes sujeitas a oxidação após o uso.
- * Quando não estiver utilizando o instrumento, guarde-o em seu estojo ou armário, mantendo-o sobre uma superfície macia com borracha ou tecido; evite misturá-lo com outras ferramentas.
- * Não utilize para finalidades diferentes daquelas a que foi construído.

Capítulo 5

1. Comente sobre a medição por comparação.

A medição por comparação é aquela realizada de forma indireta, na qual é feito o ajuste de zero do instrumento em uma referência (um padrão de trabalho, por exemplo), e depois comparando o valor da referência com a leitura do instrumento.

2. Cite o nome de alguns instrumentos usados para medição por comparação e de ângulos.

- * Relógio comparador.
- * Relógio apalpador.
- * Comparadores de diâmetro interno.

3. Descreva as etapas da medição com o comparador de diâmetros internos.

- * 1º passo: A primeira coisa a fazer é determinar a dimensão média a ser medida, com conhecimento desse valor, deve-se então montar as pontas e calços correspondentes, para que esteja dentro do campo de tolerância desejável.
- * 2º passo: Montar o relógio comparador adequado, certificando que haja curso livre para movimento em ambos os sentidos e esteja adequado ao campo de tolerância; quando utilizados relógios digitais, recomenda-se o uso de modelos adequados a esse fim, pois em modelos convencionais pode ser muito difícil perceber as variações do mostrador digital.
- * 3º passo: Montar o dispositivo que será utilizado para efetuar o ajuste do zero, recomenda-se a utilização de um anel padrão, porém, quando há a necessidade de utilização em dimensões variadas, muitas vezes é inviável possuir vários anéis, nesse caso, pode-se utilizar também dispositivos com bloco padrão ou um micrômetro externo fixo a um suporte e fazer seu ajuste com blocos ou hastes padrão.
- * 4º passo: Fazer o ajuste do zero no padrão.
- * 5º passo: Inserir o instrumento no furo desejado e realizar a leitura no relógio.
- * 6º passo: Somar ou subtrair o valor lido no relógio do valor do padrão, obtendo, assim, a medida final.

4. Cite quais são os principais itens a serem observados nos relógios comparadores.

- * Tamanho do mostrador: Existem quatro tamanhos principais de mostrador (diâmetro de 40, 50, 75 e 90 mm aproximadamente).
- * Mecanismo e estrutura: O princípio de funcionamento pode diferir do aqui apresentado de modo a obter várias ampliações e outras características, como mancais de rubi, resistência à água, resistência à poeira etc.
- * Posição do fuso: Pode ser paralelo ou perpendicular ao plano do mostrador, de modo a facilitar a leitura de acordo com sua posição de montagem.
- * Leitura e curso do fuso: Pode variar de acordo com o modelo, chegando a variar entre alguns décimos de milímetros e 100 mm.

5. Cite algumas recomendações e cuidados que devemos ter com os transferidores.

Para garantir melhor confiabilidade nos resultados e aumentar a vida útil do instrumento, recomendam-se alguns cuidados em sua utilização, os quais se assemelham aos de outros instrumentos:

- * Escolha o modelo de transferidor e acessórios adequados a sua aplicação.
- * Limpe o instrumento, os acessórios e a peça antes do uso.
- * Certifique-se de que as faces de medição estão bem apoiadas nas faces da peça; para facilitar a visualização, realize a medição contra a luz.
- * Evite quedas, choques ou outras situações que possam danificar o instrumento.
- * Sempre que não estiver em uso, guarde o transferidor em seu estojo ou local a ele destinado, evite locais úmidos, quentes ou com incidência de calor, proteja com óleo ou vaselina as partes sujeitas a oxidação.
- * Verifique se a peça possui rebarbas ou deformações que possam atrapalhar a medição.
- * Para evitar o erro de paralaxe, posicione-se de frente para o instrumento.

Capítulo 6

1. O que é padrão de medição?

Segundo o VIM (2012, p. 46), um padrão de medição é a “realização da definição de uma dada grandeza, com um valor determinado e uma incerteza de medição associada, utilizada como referência”.

Os padrões podem ser subdivididos em vários tipos, como padrão de medição internacional, nacional, primário, secundário, de referência e de trabalho, este último sendo o mais utilizado em medições rotineiras, por isso esse será o nosso objeto de estudo neste capítulo. O VIM (2012, p. 48) define “padrão de medição de trabalho como padrão de medição que é utilizado rotineiramente para calibrar ou controlar instrumentos de medição ou sistemas de medição”.

2. Os padrões de medição de trabalho podem ser utilizados de diversas formas e em diferentes aplicações. Liste algumas delas.

- * Ajuste do zero de um instrumento: Podemos utilizar padrões para ajustar ou conferir o zero de um instrumento, muitas vezes o ajuste é feito em outra medida, diferente de zero, mas com o mesmo objetivo.
- * Calibração de um instrumento: Por meio de padrões calibrados e usados em condições controladas e seguindo procedimentos adequados, é possível efetuar calibração de instrumentos, ou simplesmente conferir a dispersão de valores em relação à exatidão necessária.
- * Referência para medições por comparação: De forma semelhante ao ajuste do zero, o padrão fornece uma medida conhecida, que servirá como referência na comparação aos valores obtidos em uma peça.
- * Julgamento de tolerância: Os padrões podem ser utilizados para determinar, por meio do simples encaixe da peça no padrão, se ela está dentro ou fora da tolerância, porém sem fornecer a indicação de valores, em uma aplicação conhecida como Julgamento Passa/ Não Passa.

3. O que é pino padrão e para que serve?

Os pinos padrão, geralmente fornecidos em jogos, podem tanto ser utilizados para o controle de medidas, medição indireta, bem como para a calibração e o ajuste de zero de instrumentos. O pino tem forma cilíndrica, possuindo um diâmetro calibrado, o qual será utilizado nas medições.

4. O que é medição indireta?

Outra aplicação muito comum para pinos padrão são as medições indiretas, nas quais eles são utilizados como acessórios para se obter o resultado final de uma medição. Os pinos são utilizados por exemplo na determinação da profundidade de rasgos em ângulo ou para medir a distância entre furos.

5. O que é desempeno?

Os desempenos são superfícies de referência fabricados em ferro fundido ou granito e têm como função servir como superfície de apoio ou referência para medições, são utilizados com diversos instrumentos, como calibradores traçadores de altura, blocos padrão, em máquinas de medir por coordenadas e mesas de medição.

O desempeno possui a superfície superior rasquetada ou lapidada com planeza na faixa de 5 μm que varia conforme seu tamanho.

Capítulo 7

1. O que é um durômetro?

O durômetro é o instrumento de medição destinado à medição de dureza dos materiais. Existem diversas escalas e métodos para medição, consequentemente há uma grande variedade de modelos produzidos por diversos fabricantes, cada um com características específicas e com algumas variações em sua usabilidade. Para utilizar um durômetro, deve-se conhecer as características e peculiaridades de cada equipamento, além dos conceitos básicos de dureza.

2. Como os métodos de ensaio de dureza podem ser classificados?

Os métodos mais comuns são:

- * Penetração: Brinell - HB, Rockwell - HR, Vickers - HV e Knoop - HK.
- * Choque: Dureza Shore (escleroscópica).

3. Qual a vantagem e a desvantagem da dureza Brinell?

Comparada a outros métodos, a esfera do teste Brinell provoca a endentação mais profunda e mais larga. Com isso, a dureza medida no teste abrange uma porção maior de material, resultando em uma média de medição mais precisa, tendo em conta possíveis estruturas policristalinas e heterogeneidades do material. Esse método é o melhor para a medição da macrodureza de um material, especialmente para materiais com estruturas heterogêneas.

4. Por quais motivos as escalas de dureza existentes não são universais, ou seja, não são aplicáveis a todas as peças?

- * Espessura mínima de material: Tanto nos métodos por penetração, como nos por impacto, há limitações com relação à espessura mínima do material a ser ensaiado.
- * Acabamento da superfície: Em algumas escalas, como Vickers e Knoop, é necessário que a superfície seja plana polida, e muitas vezes é preciso a construção de um corpo de prova.
- * Marcas de endentação: Escalas que se utilizam de cargas maiores, como Rockwell e Brinell, deixam uma marca visível na superfície medida, o que muitas vezes pode prejudicar a peça funcional ou esteticamente, fazendo com que muitas vezes seja necessário descartá-la.
- * Forma da peça: Peças grandes, que não possuam superfícies planas paralelas, podem ter limitação quanto ao método de medição a ser utilizado.

- * Material da peça: Alguns materiais não se comportam de forma satisfatória em certos ensaios, inviabilizando a obtenção de resultados confiáveis.
- * Custo do equipamento: Equipamentos com mais recursos, como durômetros Vickers e Knoop, possuem um custo inicial muito maior que modelos Rockwell e Brinell.

5. Como é feita a calibração dos durômetros?

A calibração de durômetros é feita com a utilização de padrões de dureza. Estes possuem um valor de dureza específico, para que seja feita a medição e o ajuste do equipamento.

Capítulo 8

1. Comente sobre as máquinas de medir por coordenadas.

As Máquinas de Medir por Coordenadas (MMC) são instrumentos de medição mais versáteis já desenvolvidos, permitem a mensuração de diversas características, além de possibilitar realizar diversos cálculos, inclusive de tolerâncias geométricas, tudo isso com excelente exatidão, de forma rápida e sem a necessidade de grandes movimentações da peça.

Devido a sua grande versatilidade, uma única MMC acaba em muitos casos substituindo toda uma gama de instrumentos de um laboratório, compensando seu custo inicial um pouco mais alto.

2. Quais são as etapas necessárias antes de começar a medição com uma máquina de medir por coordenadas?

- * Calibração da ponta: Esse procedimento consiste em medir uma esfera padrão, tocando no mínimo 5 pontos sobre sua superfície. O diâmetro exato da esfera deve estar previamente gravado no campo adequado do programa. Por meio dessa medição, o software consegue calcular qual valor deve ser utilizado para compensação da ponta de medição; o resultado será sempre ligeiramente menor que o diâmetro da ponta, pois leva em consideração, também, a inclinação da haste, onde está fixada.
- * Nivelamento: Permite determinar um plano de referência e o alinhamento geométrico de um dos eixos, geralmente o vertical, denominado de Z, é executado pela medição de um plano de referência, que pode ser sobre a peça, sua base de apoio ou dispositivo, o desempenho de granito, por exemplo. O eixo terá direção normal ao plano medido, originando-se nele.

- * Alinhamento: É necessário quando se deseja obter cálculos entre elementos, para isso deve ser medida uma linha na peça, que será assumida como o alinhamento de um dos eixos projetado no plano de nivelamento, geralmente X ou Y; o outro eixo será perpendicular a esse.
- * Origem: Define a origem do sistema de coordenadas utilizado, sendo útil quando é necessário saber a distância de um elemento até a origem; é determinado por um ponto, podendo esse ser o centro de um círculo, uma intersecção ou outro ponto qualquer.

3. Liste as vantagens e as desvantagens das máquinas manuais e das com controle numérico computadorizado (CNC).

- * Manuais:
 - Vantagem: Flexibilidade, custo.
 - Desvantagem: Repetitividade, exatidão, fadiga do operador em lotes grandes.
- * CNC:
 - Vantagem: Movimentação programável, repetitividade, maior exatidão.
 - Desvantagem: Preparação maior, menor velocidade para primeira medição, custo.

4. Em que tipo de medição podem ser usadas as máquinas manuais?

Em medições únicas, processos mais baratos, maior flexibilidade de operação.

5. As máquinas CNC podem ser usadas em que tipo de medição?

Em casos com exigências de exatidão, lotes grandes para inspeção, medições complexas.

Capítulo 9

1. Em que casos o projetor de perfil é utilizado?

O projetor de perfil é largamente empregado na medição de peças pequenas e de perfil complexo ou que, por outro motivo, não possam ser tocadas, por exemplo peças de materiais macios, como borracha, em que seria difícil o emprego de instrumentos comuns.

2. O que são Microscópios de Medição?

Os microscópios de medição são equipamentos de medição ótica, que, assim como os projetores de perfil, são adequados à medição de peças pequenas ou que não possam ser medidas por contato.

A grande vantagem de um microscópio em relação a um projetor é a possibilidade de maior ampliação (podendo chegar a 2000 x) e a imagem mais nítida, o que torna mais fácil a medição de características superficiais das peças; já o projetor de perfil se sai melhor na medição de contornos.

3. O que é projeção diascópica (contorno)?

Na projeção diascópica, a iluminação transpassa a peça que será examinada. Com isso, obtemos na tela uma silhueta escura, limitada pelo perfil que se deseja verificar. Para que a imagem não fique distorcida, o projetor possui diante da lâmpada um dispositivo óptico chamado condensador. Esse dispositivo concentra o feixe de luz sob a peça. Os raios de luz não detidos por ela atravessam a objetiva amplificadora desviados por espelhos planos e passam, então, a iluminar a tela. A projeção diascópica é empregada na medição de peças com contornos especiais, tais como pequenas engrenagens, ferramentas, roscas etc.

4. O que é projeção episcópica (superfície)?

Nesse sistema, a iluminação se concentra na superfície da peça, cujos detalhes aparecem na tela. Eles se tornam ainda mais evidentes se o relevo for nítido e pouco acentuado. Existem vários métodos para que seja possível a observação da superfície da peça, mas todos se baseiam na reflexão da luz na face a ser observada. Esse sistema é utilizado na verificação de rebaixos, circuitos impressos, gravações, acabamentos superficiais, etc.

5. O que fazem as máquinas de medir por processamento de imagem?

Nesse sistema, a iluminação se concentra na superfície da peça, cujos detalhes aparecem na tela. Eles se tornam ainda mais evidentes se o relevo for nítido e pouco acentuado. Existem vários métodos para que seja possível a observação da superfície da peça, mas todos se baseiam na reflexão da luz na face a ser observada. Esse sistema é utilizado na verificação de rebaixos, circuitos impressos, gravações, acabamentos superficiais, etc.

Capítulo 10

1. O que é rugosímetro?

Rugosímetro é o instrumento de medição dedicado à medição de Rugosidade Superficial.

2. O que é rugosidade superficial?

Todas as superfícies, por mais perfeitas que pareçam, são uma herança do método empregado em sua obtenção (torneamento, fresagem, retificação, lapidação, ataques químicos, deposição de camadas, injeção etc.). O processo utilizado deixará marcas características na superfície do material. Essas irregularidades, com perfil periódico ou aperiódico, tendem a formar um padrão ou textura característicos em sua formação. A essa textura damos o nome de Rugosidade Superficial.

3. Cite alguns pontos de influência da rugosidade?

- * Influência na capacidade relativa de carga: Quanto menor a rugosidade, maior será a capacidade de carga, pois a área efetiva de contato será maior.
- * Influência na transmissão de calor: Quanto menor a rugosidade, maior será a transmissão de calor, pois a área efetiva de contato será maior.
- * Qualidade de imagem de componentes ópticos: Altos valores de rugosidade podem distorcer a imagem de lentes e espelhos.
- * Aumento da resistência ao desgaste: Quando a rugosidade for elevada, pode ocorrer um desgaste acentuado, até que os picos mais protuberantes cheguem a um tamanho adequado, então o desgaste será menor.
- * Ajuste de rolamentos em eixos: O ajuste entre peças, principalmente com folgas reduzidas, serão facilitados quando a rugosidade for menor, pois assim teremos uma superfície microscopicamente mais retilínea.
- * Manutenção de filme lubrificante em mancais e cilindros: Uma superfície muito lisa não é capaz de reter o óleo lubrificante, pois este escorrerá pela superfície, porém, se tivermos alguns sulcos, o óleo ficará retido neles.
- * Resistência ao lascamento da aresta de corte: A tendência é que um lascamento ocorra justamente nos pontos de maior rugosidade.
- * Resistência à corrosão: Altos valores de rugosidade facilitam que a umidade se acumule nos sulcos da peça, facilitando assim a corrosão atmosférica.
- * Aspecto estético: Quando a rugosidade for baixa, a superfície terá um aspecto espelhado e uma textura mais lisa, já, se for mais alta, o aspecto será fosco com superfície mais áspera.

4. Quais são as partes do rugosímetro? Descreva cada uma delas.

O rugosímetro é composto basicamente das seguintes partes:

- * Apalpador: É a parte que desliza sobre a superfície, levando os sinais da agulha até o amplificador.
- * Unidade de acionamento: Desloca o apalpador em uma velocidade constante e por uma distância pré-programada.
- * Amplificador: Contém a parte eletrônica principal, com um indicador de leitura que capta os dados da agulha, amplia-os e os calcula no parâmetro selecionado.
- * Registrador: É um acessório do amplificador e fornece a reprodução do corte efetivo da superfície.

5. Comente sobre os rugosímetros portáteis e os de bancada?

Os rugosímetros portáteis são de fácil manuseio e que geralmente vêm com uma unidade de cálculo incorporada. São esses modelos os mais usados no chão de fábrica.

Os rugosímetros de bancada são de alta precisão com uso de software para cálculos. Esses modelos são usados em salas de inspeção e laboratórios.

Capítulo 11

1. Qual o objetivo principal da Metrologia?

O objetivo principal da metrologia dimensional é verificar se as dimensões de determinada peça ou conjunto estão de acordo com o especificado. Essa especificação é representada geralmente em desenhos técnicos por meio das tolerâncias dimensionais e geométricas.

2. O que é Tolerância?

Tolerância é o valor da variação permitida na dimensão de uma peça. Em termos práticos, é a diferença tolerada entre as dimensões máxima e mínima de uma dimensão nominal.

3. O que é Tolerância Dimensional e Geométrica?

A Tolerância Dimensional e Geométrica, também conhecidas como GD & T, do inglês Geometrical and Dimensional Tolerance, junto as tolerâncias de rugosidade, são o que garantem que a peça atenderá à aplicação para que foi projetada, é um referencial para definir o melhor processo de fabricação e controlá-la, e é a forma de assegurar que um produto atenda aos requisitos, e, portanto, tenha qualidade

4. Comente as diferenças entre tolerâncias de forma e de posição?

- * As tolerâncias de forma limitam os afastamentos de um dado elemento em relação à sua forma geométrica ideal.
- * As tolerâncias de posição limitam os afastamentos da posição mútua de dois ou mais elementos por razões funcionais ou para assegurar uma interpretação inequívoca. Geralmente um deles é usado como referência para a indicação das tolerâncias. Se for necessário, pode ser tomada mais de uma referência.

5. Cite alguns exemplos de indicação de tolerância.

- * Medida nominal: É a medida representada no desenho.
- * Medida com tolerância: É a medida com afastamento para mais ou para menos da medida nominal.
- * Medida efetiva: É a medida real da peça fabricada.
- * Dimensão máxima: É a medida máxima permitida.
- * Dimensão mínima: É a medida mínima permitida.
- * Afastamento superior: É a diferença entre a dimensão máxima permitida e a medida nominal.
- * Afastamento inferior: É a diferença entre a dimensão mínima permitida e a medida nominal.
- * Campo de tolerância: É a diferença entre a medida máxima e a medida mínima permitida.