

# Ensaaios visuais

## Introdução

**E**ND não é o fim! Na verdade, esta é a sigla que identifica o novo grupo de ensaios que você vai estudar nesta e nas próximas aulas deste módulo: os **ensaaios não destrutivos**.

Esses ensaios caracterizam-se por não deixar marcas no material ensaiado, lembra-se? Por isso podem ser realizados em produtos acabados, sem qualquer risco de inutilizá-los em consequência do ensaio.

Quando vai à feira e escolhe frutas e legumes, você usa a visão para separar, por exemplo, aquela laranja mais bonita e saudável daquela feia e estragada.

Essa atividade simples nada mais é do que um tipo de ensaio não destrutivo: o **ensaio visual**.

Outro exemplo. Você já imaginou quantas peças diferentes existem num automóvel? Cada uma delas tem sua importância, mas sabemos que umas são mais importantes do que outras. Imagine se o sistema de freios falhasse ao ser acionado; causaria, sem dúvida, danos muito mais significativos do que se a tampa do porta-luvas emperrasse. Claro, não é? Por este motivo, é muito importante definir claramente os critérios de aceitação e rejeição de cada componente de um determinado produto, pois isso determina a escolha do tipo de ensaio não destrutivo aplicado a cada material, o que é fundamental para garantir a segurança e o bem-estar dos usuários.

Geralmente, um único tipo de ensaio não abrange toda a extensão da peça ou da parte a ser examinada. Podemos fazer uma comparação. Por exemplo, o exame do próprio corpo humano. Sabemos que num exame de rotina o médico usa vários tipos de END para diagnosticar um problema ou atestar que o paciente se encontra em perfeita saúde.

Que exames são esses? Por exemplo, quando o médico examina a garganta com um palito ou uma lanterninha apropriada, está realizando um exame visual.

Ouvir os batimentos do coração com o estetoscópio, analisar os pulmões por meio de uma chapa radiográfica ou medir a pressão arterial podem fazer parte de um único processo de avaliação da saúde de um paciente. Analisando o resultado de cada um dos exames, o médico tira conclusões e toma decisões.

Voltemos à indústria. Os procedimentos são similares. Vamos iniciar nossa aula de **ensaio visual**. Nas próximas, estudaremos os ensaios por líquidos penetrantes, partículas magnéticas, ultra-som e radiografia industrial.

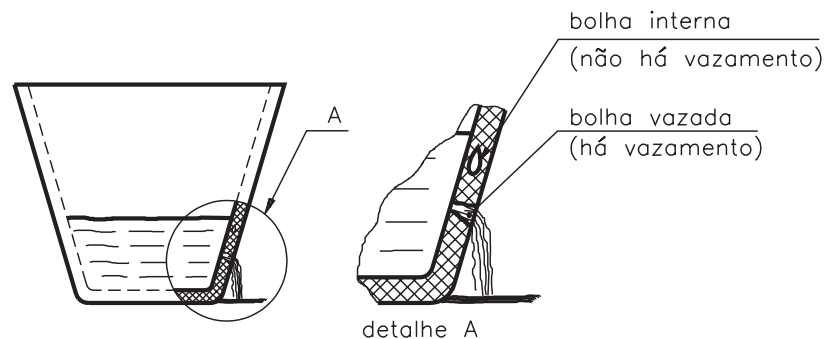
O **ensaio visual dos metais** foi o primeiro método de ensaio não destrutivo aplicado pelo homem. É, com certeza, o ensaio mais barato, usado em todos os ramos da indústria.

Assim, a **inspeção visual exige definição clara e precisa de critérios de aceitação e rejeição do produto** que está sendo inspecionado. Requer ainda inspetores treinados e especializados, para cada tipo ou família de produtos. Um inspetor visual de chapas laminadas não poderá inspecionar peças fundidas e vice-versa, sem prévio treinamento.

### Descontinuidades e defeitos

É importante que fiquem claros, no início desse nosso estudo, os conceitos de descontinuidade e defeito de peças. Esses termos são muito comuns na área de ensaios **não destrutivos**. Para entendê-los, vejamos um exemplo simples: um copo de vidro com pequenas bolhas de ar no interior de sua parede, formadas devido a imperfeições no processo de fabricação, pode ser utilizado sem prejuízo para o usuário. Essas imperfeições são classificadas como **descontinuidades**.

Mas, caso essas mesmas bolhas aflorassem à superfície do copo, de modo a permitir a passagem do líquido do interior para a parte externa, elas seriam classificadas como **defeitos**, pois impediriam o uso do copo.



De modo geral, nos deparamos na indústria com inúmeras variáveis de processo que podem gerar imperfeições nos produtos.

Essas imperfeições devem ser classificadas como descontinuidades ou defeitos. Os responsáveis por essa atividade são os projetistas profissionais, que por meio de cálculos de engenharia selecionam os componentes de um produto que impliquem segurança e apresentem o desempenho esperado pelo cliente.

### Principal ferramenta do ensaio visual

A principal ferramenta do ensaio visual são os olhos, importantes órgãos do corpo humano.

O olho é considerado um órgão pouco preciso. A visão varia em cada um de nós, e mostra-se mais variável ainda quando se comparam observações visuais num grupo de pessoas. Para minimizar essas variáveis, deve-se padronizar fatores como a luminosidade, a distância ou o ângulo em que é feita a observação.

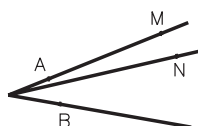
A ilusão de ótica é outro problema na execução dos ensaios visuais. Comprove isso observando as figuras abaixo e fazendo os testes a seguir.



1) Quais traços são mais curtos: os da direita ou os da esquerda?



2) Qual elipse é maior: a de baixo ou a interna superior?



3) Qual distância é maior: entre os pontos A e B ou entre os pontos M e N?

Para eliminar esse problema, nos ensaios visuais, devemos utilizar instrumentos que permitam dimensionar as discontinuidades, por exemplo, uma escala graduada (régua). Repita os testes usando uma régua. Assim, você chegará a conclusões mais confiáveis.

A inspeção visual a olho nu é afetada pela distância entre o olho do observador e o objeto examinado. A distância recomendada para inspeção situa-se em torno de 25 cm: abaixo desta medida, começam a ocorrer distorções na visualização do objeto.

Existem outros fatores que podem influenciar na detecção de discontinuidades no ensaio visual.

- **Limpeza da superfície**

As superfícies das peças ou partes a serem examinadas devem ser cuidadosamente limpas, de tal forma que resíduos como graxas, óleos, poeira, oxidação etc. não impeçam a detecção de possíveis discontinuidades e/ou até de defeitos.

- **Acabamento da superfície**

O acabamento superficial resultante de alguns processos de fabricação – fundição, forjamento, laminação – pode mascarar ou esconder discontinuidades; portanto, dependendo dos requisitos de qualidade da peça, elas devem ser cuidadosamente preparadas (decapadas, rebarbadas, usinadas) para, só então, serem examinadas.

- **Nível de iluminação e seu posicionamento**

O tipo de luz utilizada também influi muito no resultado da inspeção visual. A luz branca natural, ou seja, a luz do dia, é uma das mais indicadas; porém, por problemas de *layout*, a maioria dos exames é feita em ambientes fechados, no interior de fábricas. Utilizam-se, então, lâmpadas elétricas, que devem ser posicionadas atrás do inspetor, ou em outra posição qualquer, de modo a não ofuscar sua vista.

- **Contraste entre a descontinuidade e o resto da superfície**

A descontinuidade superficial de um determinado produto deve provocar um contraste, ou seja, uma diferença visual clara em relação à superfície de execução do exame. Esta característica deve ser avaliada antes de se escolher o exame visual como método de determinação de descontinuidades, para evitar que possíveis defeitos sejam liberados equivocadamente.

### Fique atento

Um fator de fracasso na inspeção visual é a fadiga visual dos inspetores, que observam os mesmos tipos de peças durante longos períodos de trabalho. Para minimizar esse problema, deve-se programar paradas para descanso. Outro recurso é colocar esporadicamente na linha de inspeção peças-padrão, com defeitos mínimos conhecidos, a fim de avaliar o desempenho dos inspetores.

Além do treinamento, estes devem receber acompanhamento oftalmológico. Ele faz parte da qualificação dos inspetores e deve ser realizado periodicamente, para garantir sua acuidade visual.

### Ajudando os nossos olhos

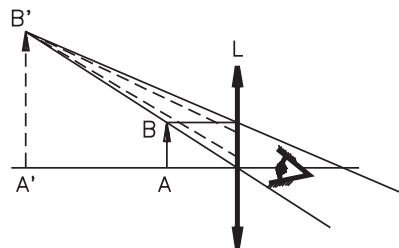
Em certos tipos de inspeções – por exemplo, na parede interna de tubos de pequeno diâmetro e em partes internas de peças –, é necessário usar instrumentos ópticos auxiliares, que complementam a função do nosso olho. Os instrumentos ópticos mais utilizados são:

- Lupas e microscópios;
- Espelhos e tuboscópios;
- Câmeras de tevê em circuito fechado.

Vamos conhecer cada um deles mais de perto.

- **Lupas e microscópios**

As lupas são o instrumento óptico mais usado na indústria. A lupa é uma **lente biconvexa** de pequena distância focal, geralmente de 5 a 10 cm, que produz uma **imagem virtual**, aumentada, do objeto. Assim, quando o inspetor utiliza uma lupa, ele está enxergando a imagem do objeto e não o próprio objeto. Esta imagem virtual é maior e forma-se atrás dele.



esquema da imagem virtual  $A'B'$ , fornecida por uma lupa  $L$  de um objeto  $AB$ .

Existem no mercado lupas com diversos aumentos. As mais comuns variam de 1,5 a 10 vezes de aumento, permitindo observar descontinuidades de até centésimos de milímetro. Algumas possuem uma escala graduada que permite dimensionar as descontinuidades.

Os microscópios são constituídos por conjuntos de lentes denominadas objetivas e oculares. Elas possibilitam ampliar descontinuidades até milhares de vezes.

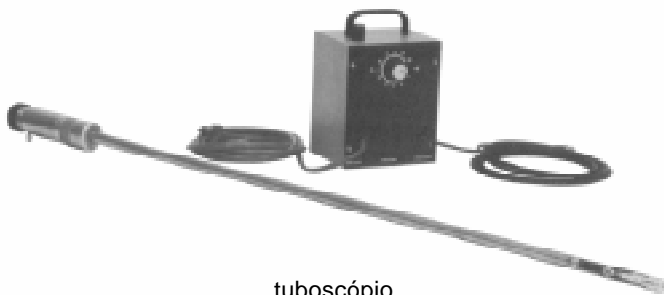


Na maioria dos casos, eles são utilizados na inspeção de peças pequenas, como molas, fios, parafusos, mas em casos especiais podem ser acoplados a peças grandes.

- **Espelhos e tuboscópios**

Um exemplo típico de espelho na inspeção visual, que ocorre no cotidiano, é quando o dentista observa a boca do paciente com aquele espelhinho fixado numa haste metálica. Na indústria, espelhos também são usados para inspeção de cantos, soldas e superfícies onde nossos olhos não alcançam.

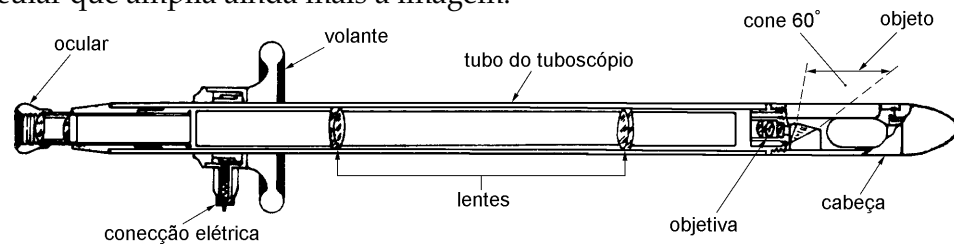
Imagine quão difícil seria observar as paredes internas de tubos longos, de pequeno diâmetro, utilizados na construção de caldeiras e trocadores de calor, ou o interior da câmara de combustão dos motores a explosão. Sem os **tubos-cópios**, não seria possível tal observação.



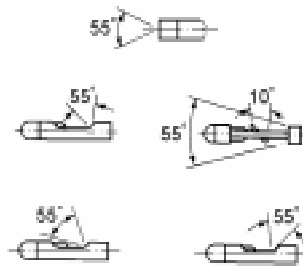
tuboscópio

Tuboscópios são instrumentos ópticos constituídos com os mais variados diâmetros e comprimentos, que geralmente possuem seu próprio dispositivo de iluminação.

Da mesma forma que os microscópios, os tuboscópios também possuem lentes objetivas e oculares. Porém, a imagem do objeto é transmitida através do tubo do tuboscópio até a extremidade do mesmo, onde se encontra uma lente ocular que amplia ainda mais a imagem.



Os tuboscópios podem ser fabricados numa só peça, ou em partes que se encaixam. Uma característica importante para o seu funcionamento é que eles giram em torno do eixo do seu tubo, permitindo uma inspeção visual circunferencial. Isso é possível porque o tuboscópio possui uma peça chamada volante, que permite o giro da cabeça do instrumento para qualquer ângulo.



Os tuboscópios possuem cabeças de diversos formatos e ângulos de incidência, possibilitando inspeções em diversos ângulos.

- **Câmeras de tevê em circuito fechado**

Micromputadores e câmeras de tevê em circuito fechado são acessórios de grande valia nas inspeções visuais.

Uma câmera de tevê acoplada à cabeça de um tuboscópio permite ao inspetor executar o exame de superfícies a grandes distâncias; este recurso deve ser utilizado quando o ambiente em que se encontra a peça, ou a parte dela a ser examinada, não é favorável devido a gases tóxicos, altas temperaturas ou radiação. Outro exemplo é quando se realiza uma inspeção de longa duração e que não pode ser interrompida; nesse caso, o uso de câmeras de tevê é de grande ajuda.

Exemplo disso é a figura ao lado, que mostra o inspetor examinando uma solda de 21 metros de comprimento no interior de um tubo, com um aparelho chamado videoscópio; ele nada mais é do que um tuboscópio, com a sofisticação de estar acoplado a uma câmera de tevê; sua flexibilidade permite maior mobilidade dentro do tubo que está sendo inspecionado.

Agora que você já está por dentro do ensaio visual, resolva os exercícios a seguir.



Marque com um X a resposta correta:

**Exercício 1**

O primeiro método de ensaio não destrutivo aplicado pelo homem foi:

- a) ( ) o ensaio visual pelo tuboscópio;
- b) ( ) o ensaio visual pelo microscópio;
- c) ( ) o ensaio visual dos metais;
- d) ( ) o ensaio visual de raios X.

**Exercício 2**

É exemplo de descontinuidade e defeito simultaneamente:

- a) ( ) bolha de ar no copo que não deixe vaziar o líquido e bolha que o deixe vaziar;
- b) ( ) bolha de ar no copo que deixe vaziar o líquido e bolha que não o deixe vaziar;
- c) ( ) tubo de tinta com trinca que deixe vaziar o produto e tubo que não o deixe vaziar;
- d) ( ) balão de oxigênio que perca o conteúdo e balão que não o perca.

**Exercício 3**

A principal ferramenta do ensaio visual é:

- a) ( ) uma escala com graduação uniforme;
- b) ( ) uma lupa com lente biconvexa;
- c) ( ) o microscópio;
- d) ( ) o olho humano.

**Exercício 4**

Outros fatores que podem distorcer as descontinuidades do ensaio visual são:

- a) ( ) contraste entre a continuidade e o resto da superfície, limpeza e acabamento da superfície;
- b) ( ) limpeza da superfície, acabamento da superfície, nível de iluminação e seu posicionamento, contraste entre a descontinuidade e o resto da superfície;
- c) ( ) limpeza da superfície, acabamento da superfície e iluminação do aparelho;
- d) ( ) iluminação do aparelho, processo de fabricação inadequado e superfície oleosa.

**Exercício 5**

Para inspeção visual de solda em lugares de acesso difícil utiliza-se:

- a) ( ) o microscópio;
- b) ( ) o espelho;
- c) ( ) o radar eletrônico;
- d) ( ) a lupa.