

# Ensaio de impacto

## Introdução

Os veículos brasileiros têm, em geral, suspensão mais reforçada do que a dos similares europeus. Não é à toa. As condições de nossas estradas e ruas requerem esse reforço, para que os veículos possam enfrentar, com menores riscos de quebra, os choques provocados pelos buracos e outras irregularidades do asfalto ou do terreno.

Este exemplo serve para mostrar a importância do assunto desta aula.

Estamos falando do **ensaio de impacto**, que se caracteriza por submeter o corpo ensaiado a uma força brusca e repentina, que deve rompê-lo. É bem melhor saber quanto o material resiste a uma carga dinâmica numa situação de ensaio do que numa situação real de uso, concorda?

Agora imagine outra situação: se você colocasse um tijolo de barro, desses comuns, sobre uma mesa com tampo de vidro, com exceção da sujeira, nada mais aconteceria. O vidro suportaria sem problemas a força equivalente ao peso do tijolo.

Mas o que ocorreria se o mesmo tijolo despencasse de uma altura de 2 metros sobre a mesa de vidro? Um desastre, não é mesmo?

O que há de diferente nas duas situações, se a mesa é a mesma, assim como o tijolo, e portanto a força aplicada também é a mesma? A diferença está na **velocidade de aplicação da força**, ou seja, no impacto do tijolo contra o tampo da mesa.

A maioria dos ensaios que estudamos não avalia o comportamento dos materiais submetidos a esforços dinâmicos. No caso da fadiga, embora os esforços sejam dinâmicos, o ensaio correspondente leva mais em conta o fato de serem cíclicos.

Porém, a maioria das máquinas e equipamentos, quando em funcionamento, está submetida a esforços dinâmicos.

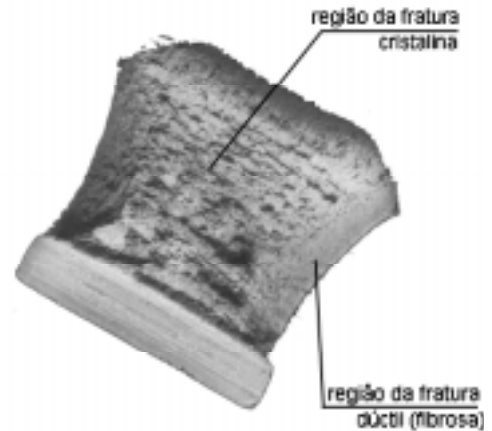
Estudando os assuntos desta aula você irá conhecer os fatores que afetam o comportamento dos metais dúcteis, levando-os à fratura frágil, e os procedimentos para a realização dos ensaios de impacto. E será capaz de identificar as características dos dois tipos de corpos de prova utilizados neste ensaio: o Charpy e o Izod.

## Nossa aula

### Fratura frágil

As fraturas produzidas por impacto podem ser frágeis ou dúcteis. As fraturas frágeis caracterizam-se pelo aspecto cristalino e as fraturas dúcteis apresentam aparência fibrosa.

Os materiais frágeis rompem-se sem nenhuma deformação plástica, de forma brusca. Por isso, esses materiais não podem ser utilizados em aplicações nas quais sejam comuns esforços bruscos, como em eixos de máquinas, bielas etc.



Para estas aplicações são desejáveis materiais que tenham capacidade de absorver energia e dissipá-la, para que a ruptura não aconteça, ou seja, materiais que apresentem **tenacidade**.

Esta propriedade está relacionada com a fase plástica dos materiais e por isso se utilizam as ligas metálicas dúcteis neste tipo de aplicação.

Porém, mesmo utilizando ligas dúcteis, com resistência suficiente para suportar uma determinada aplicação, verificou-se na prática que um material dúctil pode romper-se de forma frágil.

Esta característica dos materiais ficou mais evidente durante a Segunda Guerra Mundial, quando os equipamentos bélicos foram levados a solicitações críticas de uso, despertando o interesse dos cientistas pelo assunto.

### Fatores que influenciam o comportamento frágil dos materiais dúcteis

Um material dúctil pode romper-se sem deformação plástica apreciável, ou seja, de maneira frágil, quando as condições abaixo estiverem presentes:

- velocidade de aplicação da carga suficientemente alta;
- trinca ou entalhe no material;
- temperatura de uso do material suficientemente baixa.

Alguns materiais são mais afetados pela velocidade alta do choque, apresentando uma sensibilidade que é chamada **sensibilidade à velocidade**.

Uma trinca promove concentração de tensões muito elevadas, o que faz com que a maior parte da energia produzida pela ação do golpe seja concentrada numa região localizada da peça, com a conseqüente formação da fratura frágil. A existência de uma trinca, por menor que seja, muda substancialmente o comportamento do material dúctil.

Esta característica do material dúctil, de comportar-se como frágil devido à trinca, é freqüentemente chamada de **sensibilidade ao entalhe**.

A temperatura tem um efeito muito acentuado na resistência dos metais ao choque, ao contrário do que ocorre na resistência estática.

A energia absorvida por um corpo de prova varia sensivelmente com a temperatura do ensaio.

Um corpo de prova a uma temperatura  $T_1$  pode absorver muito mais energia do que se estivesse a uma temperatura  $T_2$ , bem menor que  $T_1$ , ou pode absorver a mesma energia a uma temperatura  $T_3$ , pouco menor que  $T_1$ .

### Em outras palavras:

A existência de trincas no material, a baixa temperatura e a alta velocidade de carregamento constituem os fatores básicos para que ocorra uma fratura do tipo frágil nos materiais metálicos dúcteis.

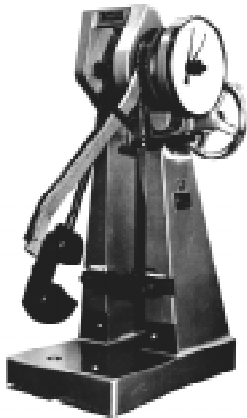
## Descrição do ensaio de impacto

Um dos ensaios que permitem estudar os efeitos das cargas dinâmicas é o ensaio de impacto. Este ensaio é usado para medir a tendência de um metal de se comportar de maneira frágil.

O choque ou impacto representa um esforço de natureza dinâmica, porque a carga é aplicada repentina e bruscamente.

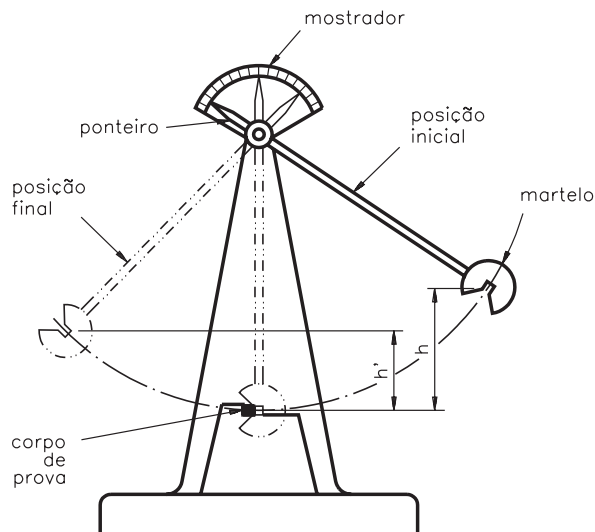
No impacto, não é só a força aplicada que conta. Outro fator é a velocidade de aplicação da força. Força associada com velocidade traduz-se em **energia**.

O **ensaio de impacto** consiste em medir a **quantidade de energia** absorvida por uma amostra do material, quando submetida à ação de um esforço de choque de valor conhecido.



O método mais comum para ensaiar metais é o do golpe, desferido por um peso em oscilação. A máquina correspondente é o martelo pendular.

O pêndulo é levado a uma certa posição, onde adquire uma energia inicial.



Ao cair, ele encontra no seu percurso o corpo de prova, que se rompe. A sua trajetória continua até certa altura, que corresponde à posição final, onde o pêndulo apresenta uma energia final.

A diferença entre as energias inicial e final corresponde à energia absorvida pelo material.

De acordo com o Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade de energia adotada é o joule. Em máquinas mais antigas, a unidade de energia pode ser dada em  $\text{kgf} \cdot \text{m}$ ,  $\text{kgf} \cdot \text{cm}$  ou  $\text{kgf} \cdot \text{mm}$ .

A máquina é dotada de uma escala, que indica a posição do pêndulo, e é calibrada de modo a indicar a **energia potencial**.

**Para recordar:**

A fórmula para o cálculo da energia potencial ( $E_p$ ) é:

$$E_p = m \times g \times h, \text{ onde:}$$

$m$  = massa

$g$  = aceleração da gravidade

$h$  = altura

No ensaio de impacto, a massa do martelo e a aceleração da gravidade são conhecidas. A altura inicial também é conhecida. A única variável desconhecida é a altura final, que é obtida pelo ensaio.

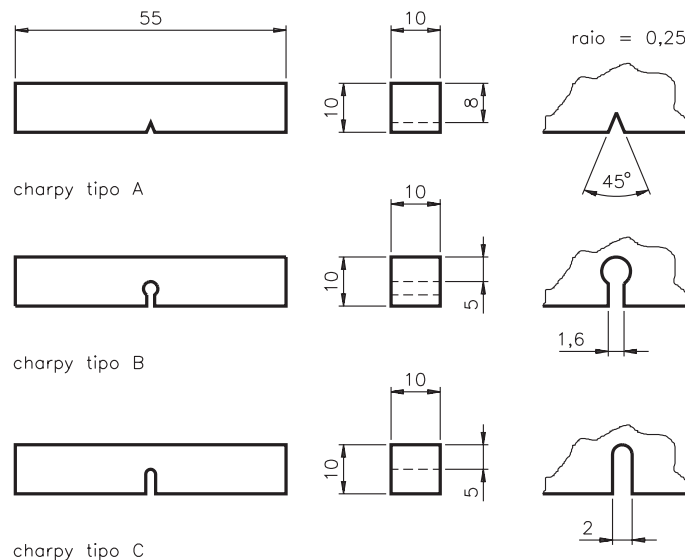
O mostrador da máquina simplesmente registra a diferença entre a altura inicial e a altura final, após o rompimento do corpo de prova, numa escala relacionada com a unidade de medida de energia adotada.

**Corpos de prova**

Nos ensaios de impacto, utilizam-se duas classes de corpos de prova com entalhe: o Charpy e o Izod. Há um tipo especial para ferros fundidos e ligas não ferrosas fundidas sob pressão. Esses corpos de prova seguem especificações de normas internacionais, baseadas na norma americana E-23 da ASTM.

Os corpos de prova Charpy compreendem três subtipos (A, B e C), de acordo com a forma do entalhe.

A figura a seguir mostra as formas e dimensões desses três tipos de corpos de prova e dos respectivos entalhes.

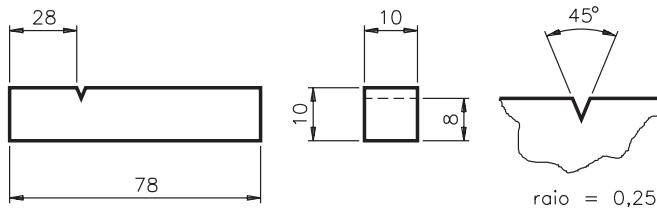


As diferentes formas de entalhe são necessárias para assegurar que haja ruptura do corpo de prova, mesmo nos materiais mais dúcteis.

Quando a queda do martelo não provoca a ruptura do corpo de prova, o ensaio deve ser repetido com outro tipo de corpo de prova, que apresente entalhe mais severo, de modo a garantir a ruptura. Dos três tipos apresentados, o C é o que apresenta maior área de entalhe, ou seja, o entalhe mais severo.

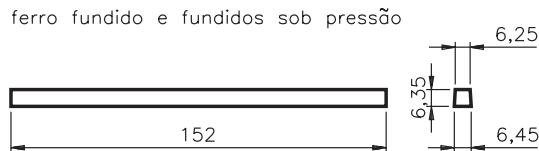
O corpo de prova Izod tem a mesma forma de entalhe do Charpy tipo A, localizada em posição diferente (não centralizada).

izod tipo D

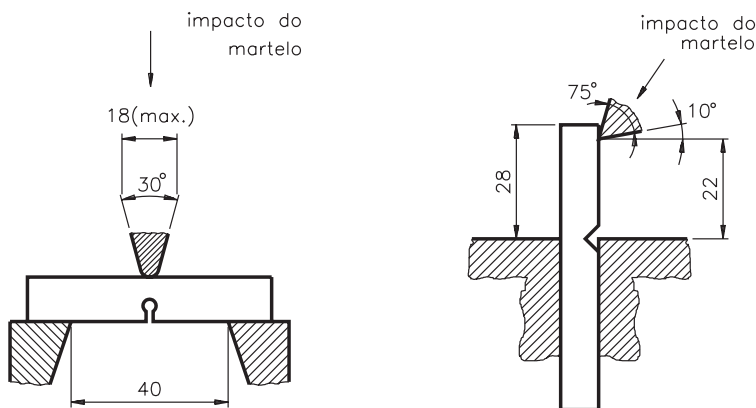


O corpo de prova Charpy é apoiado na máquina e o Izod é engastado, o que justifica seu maior comprimento.

Corpos de prova de ferro fundido e ligas não ferrosas fundidas sob pressão não apresentam entalhe.



A única diferença entre o ensaio Charpy e o Izod é que no Charpy o golpe é desferido na face oposta ao entalhe e no Izod é desferido no mesmo lado do entalhe.



As dimensões do corpo de prova, a forma e o tamanho do entalhe usado determinam um dado estado de tensões que não se distribuem de modo uniforme por todo o corpo de prova, no ensaio. Por isso, esse ensaio não fornece um valor quantitativo da tenacidade do metal.

A energia medida é um valor relativo e serve apenas para comparar resultados obtidos **nas mesmas condições** de ensaio. Isso explica por que os resultados desse ensaio não têm aplicação nos cálculos de projetos de engenharia.

Mesmo tomando-se todos os cuidados para controlar a realização do ensaio, os resultados obtidos com vários corpos de prova de um mesmo metal são bastante diversos. Para chegar a conclusões confiáveis a respeito do material ensaiado, é recomendável fazer o ensaio em pelo menos três corpos de prova.

Tudo o que foi dito até agora sobre o ensaio de impacto pressupõe sua realização à temperatura ambiente. Em condições de temperatura diversas da temperatura ambiente, os resultados deste ensaio variam sensivelmente.

A temperatura, especificamente a baixa temperatura, é um fator de extrema importância no comportamento frágil dos metais. Mas esse é um assunto que fica para a próxima aula. Por enquanto, resolva os exercícios propostos a seguir.

## Exercícios

Marque com um X a resposta correta:

### Exercício 1

“O resultado do ensaio (de impacto) é apenas uma medida da energia absorvida e não fornece indicações seguras sobre o comportamento do metal ao choque em geral, o que seria possível se se pudesse ensaiar uma peça inteira, sob as condições da prática.”

Souza, Sérgio Augusto de. **Ensaio mecânicos de materiais metálicos - Fundamentos teóricos e práticos**. São Paulo, Editora Edgard Blücher Ltda., 5 ed., 1982, página 83.

A afirmativa acima quer dizer:

- a)  que o ensaio de impacto não é útil para prever o comportamento do metal sob impacto;
- b)  que o ensaio de impacto só seria válido caso se pudesse ensaiar a peça inteira;
- c)  que o ensaio de impacto não tem utilidade prática;
- d)  que o resultado do ensaio é uma medida relativa da energia absorvida pelo corpo de prova.

### Exercício 2

O ensaio de impacto caracteriza-se por submeter o corpo ensaiado a:

- a)  um esforço estático e lento;
- b)  um esforço dinâmico e cíclico;
- c)  um esforço estático e brusco;
- d)  um esforço dinâmico e repentino.

### Exercício 3

Os fatores que levam os materiais dúcteis a um comportamento frágil são:

- a)  temperatura, velocidade de aplicação da carga e resistência do material;
- b)  valor da carga, aceleração da gravidade, altura do martelo pendular;
- c)  temperatura, velocidade de aplicação da carga, concentração de tensões;
- d)  energia potencial, altura, existência de trincas no corpo de prova.

### Exercício 4

O resultado do ensaio de impacto é avaliado pela:

- a)  diferença entre a altura inicial e a altura final do martelo pendular;
- b)  diferença entre a energia inicial e a energia final do martelo pendular;
- c)  diferença entre a energia inicial e a energia final do corpo de prova;
- d)  velocidade atingida pelo martelo pendular na aplicação da carga.

### Exercício 5

A única diferença entre o ensaio Charpy e o ensaio Izod é:

- a)  a velocidade de aplicação da carga;
- b)  a temperatura do ensaio;
- c)  a posição de aplicação do impacto;
- d)  o tamanho do entalhe.

