

INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SÃO PAULO

Ensaio Mecânicos de Materiais

Aula 12 – Ensaio de Impacto

Prof. MSc. Luiz Eduardo Miranda J. Rodrigues

Tópicos Abordados Nesta Aula

- Ensaio de Impacto.
- Propriedades Avaliadas do Ensaio.
- Tipos de Corpos de Prova.

Definições

O ensaio de impacto se caracteriza por submeter o corpo ensaiado a uma força brusca e repentina, que deve rompê-lo.

A maioria dos ensaios estudados anteriormente 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.

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.



Absorção de Energia

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.

Fatores que Influenciam a Ruptura Frágil de 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.

Sensibilidade a Velocidade e ao Entalhe

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.

Descrição do Ensaio

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.

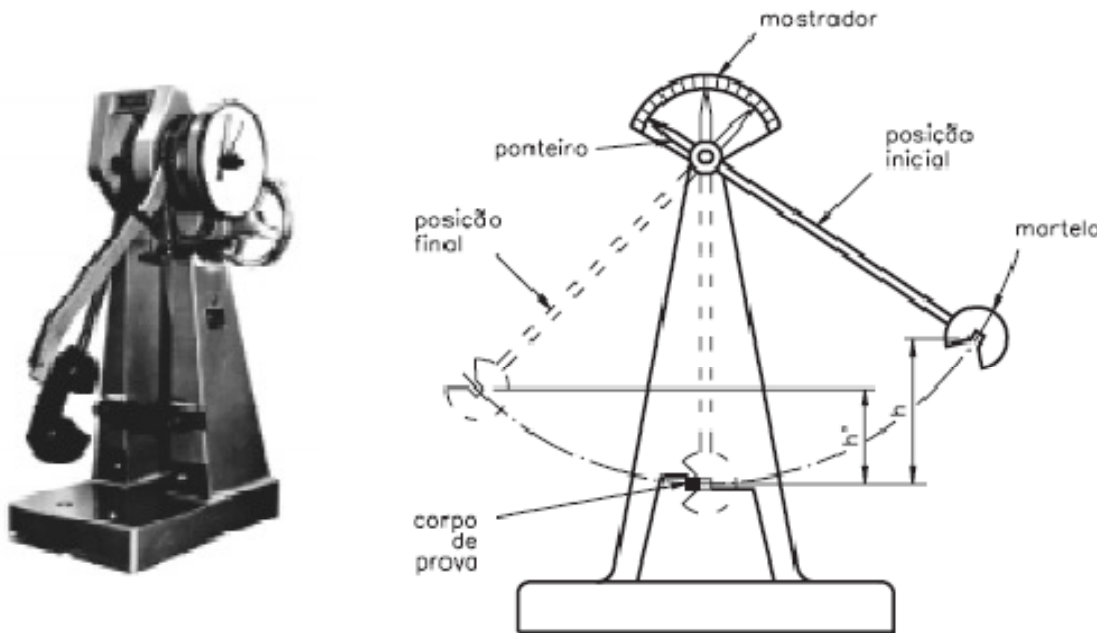
O choque ou impacto representa um esforço de natureza dinâmica, porque a carga é aplicada repentina e bruscamente.

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.

Equipamento de Ensaio

O método mais comum para 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.

Diferença de Energias

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.

Variáveis do Ensaio

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.

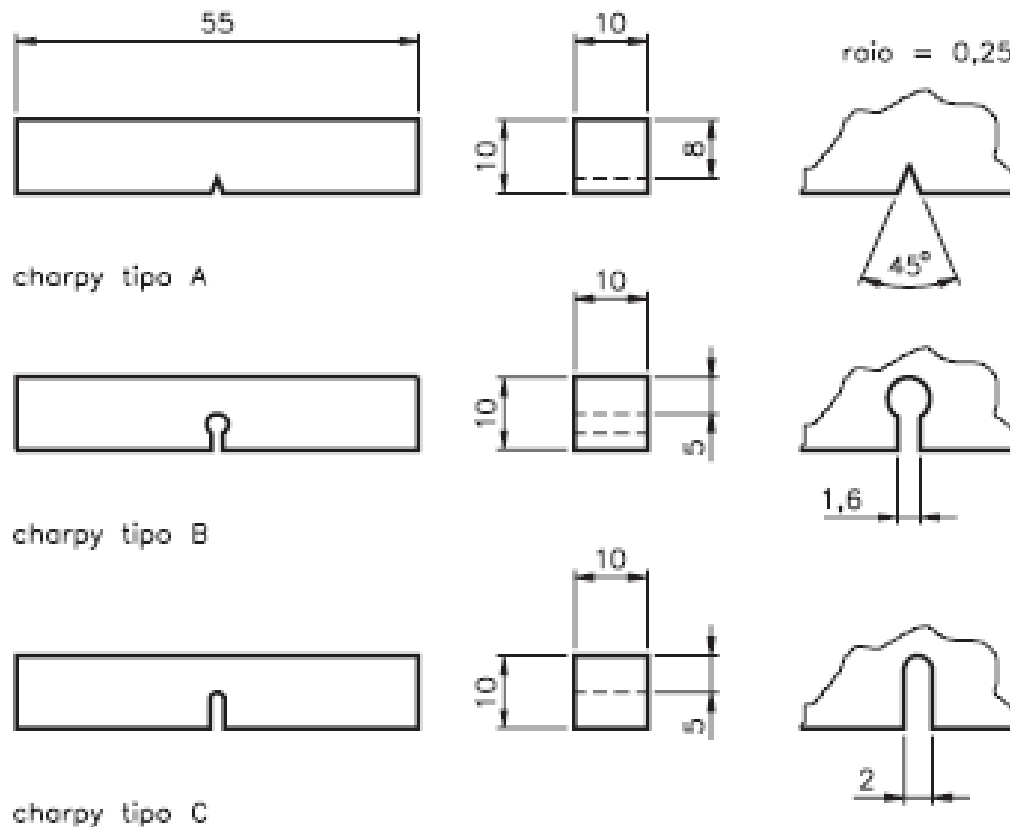
Corpos de Prova

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.

Modelos de Corpos de Prova Charpy

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



Influência do Entalhe

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

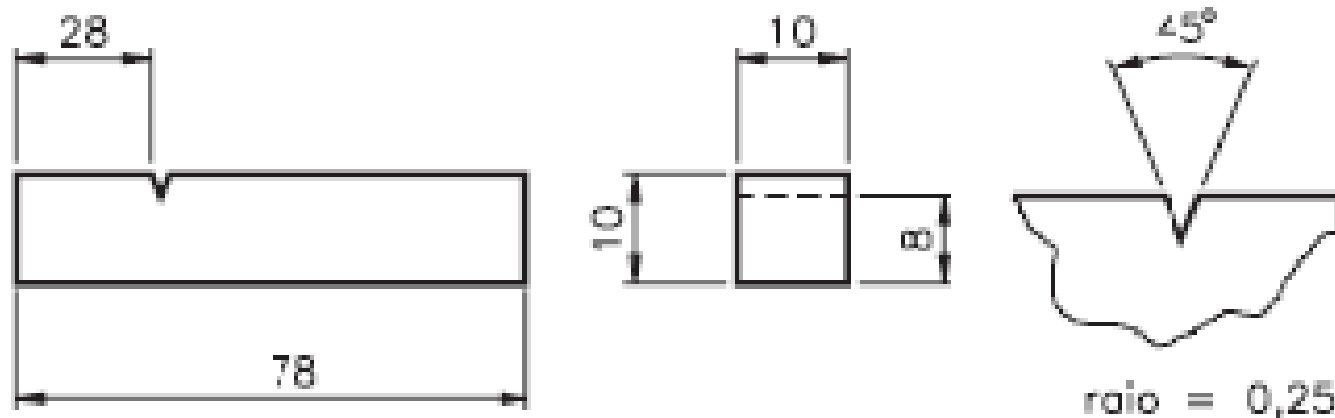
Quando a queda do martelo não provoca a ruptura do corpo de prova, o ensaio deve ser repetido com outro tipo de corpo de prova, que apresente entalhe mais severo, de modo a garantir a ruptura.

Dos três tipos apresentados, o C é o que apresenta maior área de entalhe, ou seja, o entalhe mais severo.

Modelos de Corpos de Prova Izod

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

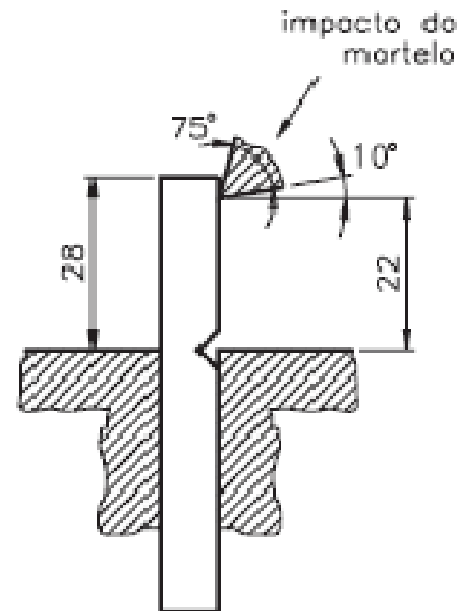
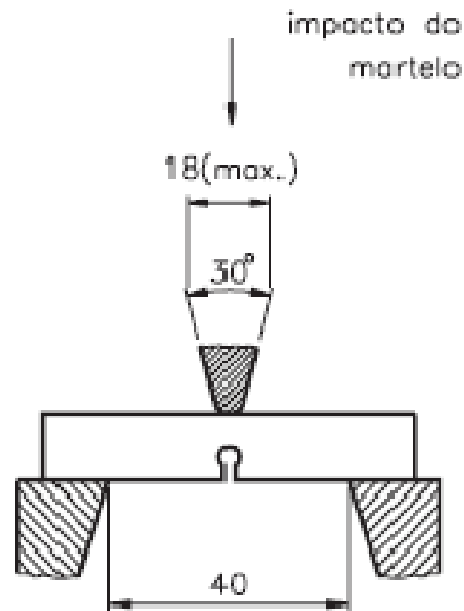
izod tipo D



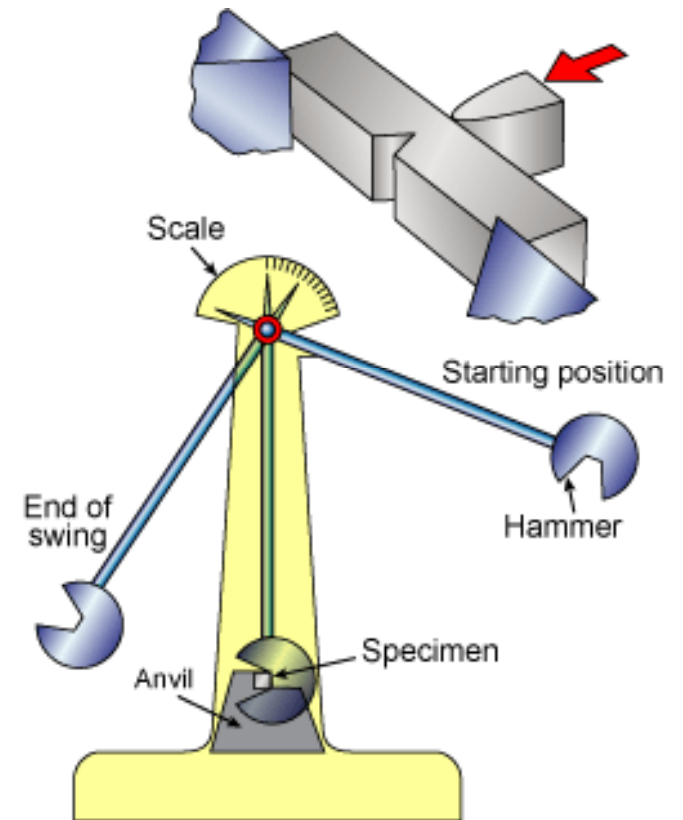
Diferenças entre Charpy e Izod

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

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.



Teste de Impacto Charpy



Teste de Impacto Izod

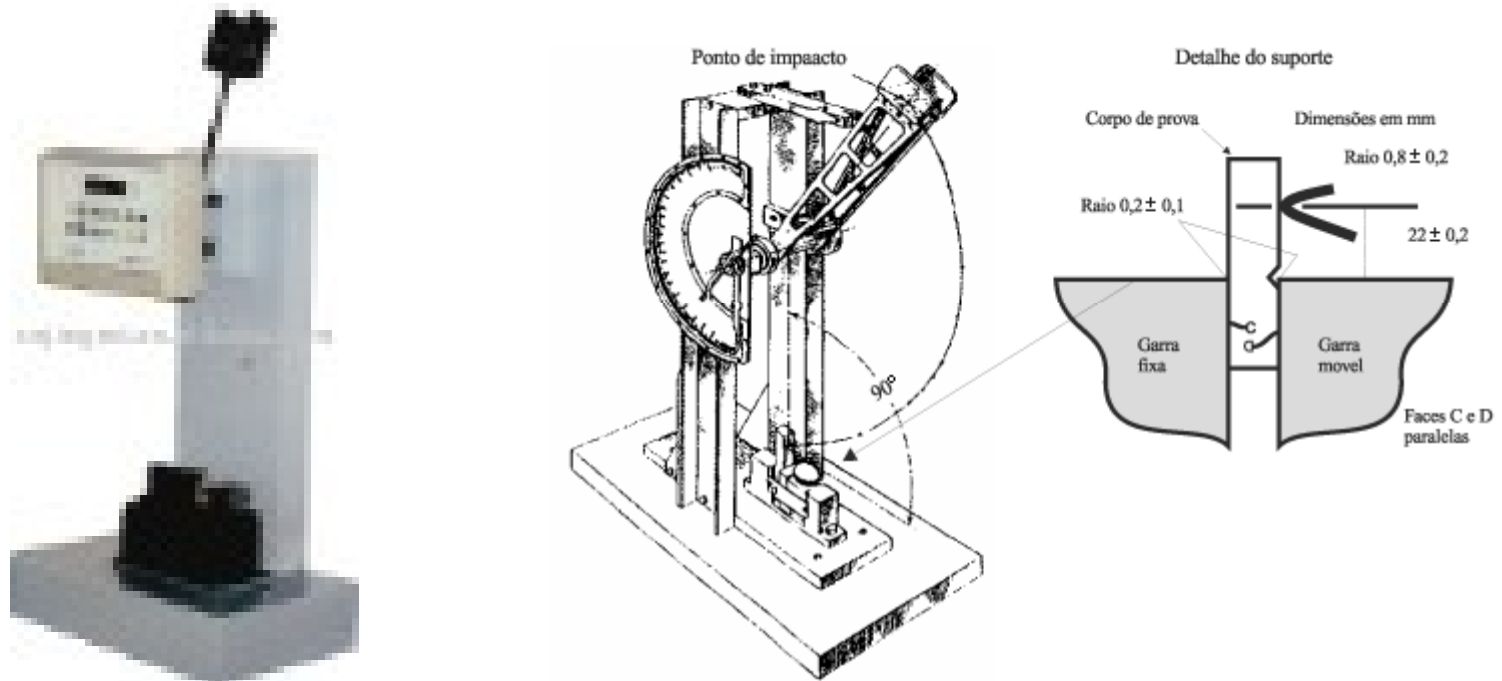


Figura 2. Representação esquemática do ensaio IZOD. Ref. ASTM D256

Análise de Resultados

- ▶ O ensaio de impacto deve consistir de no mínimo três corpos retirados de uma mesma posição e de uma mesma peça de teste.
- ▶ Os critérios de avaliação dos resultados, variam de norma para norma. Adicionalmente nenhum valor individual poderá ser menor que o mínimo especificado.

Equipamentos de Ensaios

- ▶ As máquinas de teste para impacto seguem regulamentações padrões quanto à energia nominal, fixação do corpo de prova e forma de apresentação de resultados.

A máquina deve ser compatível com o tipo de material a testar. Parâmetros importantes como a rigidez do sistema de teste e a precisão do sistema de fixação (centro de impacto coincidente com o centro de percussão) devem ser observados para que as perdas de energia por deformação ou vibração da máquina não alterem os resultados do teste.

Normas Utilizadas

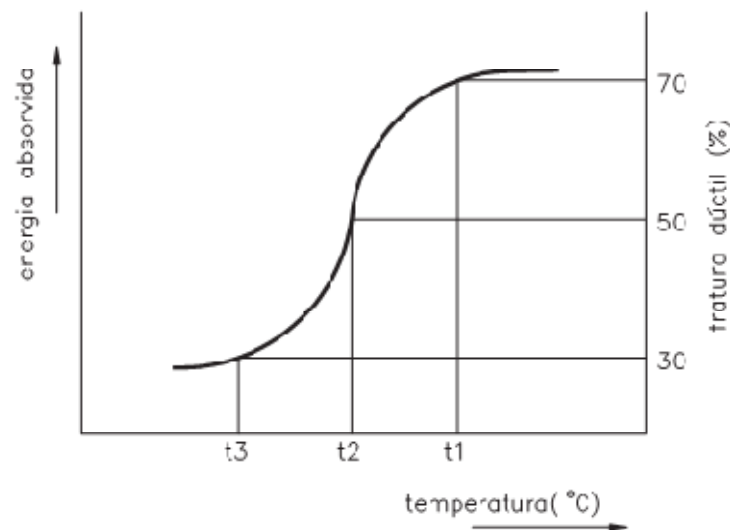
- ▶ NBRNM 281-1 (11/2003) ; NBR NM281-2 (11/2003) ; NBR6157 (12/1988)
- ▶ E23-05; F2231-02/1;
- ▶ ISO 148-1, ISO 148-3, ISO/TR 7705, ISO 5754
- ▶ DIN 50115; DIN 51222
- ▶ DIN EN 10045-1; DIN EN 10045-2; DIN EN ISO 14556
- ▶ ISO 5754:1978

Ensaio a Baixas Temperaturas

- ▶ O ensaio de impacto é largamente utilizado nas indústrias naval e bélico, e, em particular, na construção que deverão suportar baixas temperaturas. A temperatura influência muito a resistência de alguns materiais ao choque.
- ▶ Ao ensaiar os metais ao impacto, verificou-se que há uma faixa de temperatura relativamente pequena na qual a energia absorvida pelo corpo de prova cai apreciavelmente. Esta faixa é denominada *temperatura de transição*.

Influência da Temperatura

- ▶ Pode-se representar a temperatura de transição graficamente. Dessa maneira o comportamento do material quanto ao tipo de fratura (frágil ou dúctil) pode ser visualizado.



Intervalo de Temperaturas

- ▶ A temperatura T_1 corresponde à fratura 70% dúctil e 30% frágil. A temperatura T_3 corresponde à fratura 30% dúctil e 70% frágil. E a temperatura T_2 é o ponto no qual a fratura se apresenta 50% dúctil e 50% frágil. O intervalo de temperatura de transição corresponde ao intervalo entre T_1 e T_3 .

Propriedades dos Materiais

- ▶ Nem todos os metais apresentam uma transição dúctil-frágil. Os metais que apresentam estrutura cúbica de face centrada (CFC), que incluem ligas de alumínio e ligas de cobre, permanecem dúcteis mesmo a temperaturas extremamente baixas. Entretanto, metais com estrutura cúbica de corpo centrado (CCC) e hexagonal compacta (HC) apresentam a transição dúctil-frágil. Para esses metais, a temperatura de transição depende tanto da composição química da liga quanto da microestrutura.

Fatores que Influenciam na Temperatura de Transição

- ▶ Tratamento térmico
- ▶ Tamanho de grão
- ▶ Encruamento
- ▶ Impurezas
- ▶ Elementos de Liga
- ▶ Processos de Fabricação
- ▶ Retirada do corpo de prova

Resfriamento do Corpo de Prova

- ▶ Os corpos de prova utilizados para o ensaio devem ser resfriados até a temperatura desejada.
- ▶ Um modo de obter o resfriamento consiste em mergulhar o corpo de prova em um tanque contendo nitrogênio líquido, por aproximadamente 15 minutos. Outra forma é por meio de uma mistura de álcool e gelo seco, que permite atingir temperatura até 70°C negativos.
- ▶ O tempo máximo para romper o corpo de prova após o resfriamento é de 5 segundos.

Próxima Aula

- Ensaio de Fluência.