

Análise de Impacto Charpy em Corpos de Prova de Ferros Fundidos

André Rezende de Figueiredo Oliveira*, Mauricio Pereira Bastos, Rafael Ferreira Silva, Rodrigo Rubio Ferreira Silva.

Laboratório de Ensino e Pesquisa em Usinagem, arfoliveira@ufu.br

Palavras-chave

Ensaio de Impacto Charpy; Ferro Fundido Nodular; Ferro Fundido Cinzento.

1. INTRODUÇÃO

Os ensaios mecânicos permitem a determinação de propriedades mecânicas que se referem ao comportamento do material quando sob a ação de esforços e que são expressas em função de tensões e/ou deformações (Callister, 2006).

Para Garcia et al. (2000), a classificação dos ensaios dos materiais pode ser feita quanto à integridade geométrica e dimensional da peça ou componente, e também com relação à velocidade de aplicação da carga.

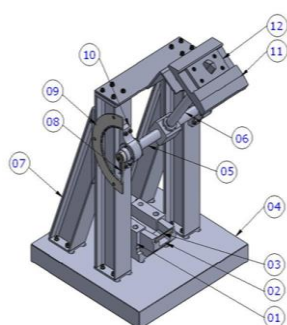
1.1. Ensaio de Impacto

Durante a primeira metade do século XX, um metalúrgico chamado Izod inventou um tipo de ensaio de impacto. O teste envolvia um pêndulo com massa conhecida o qual impactava o corpo-de-prova que estava engastado em posição vertical. Alguns anos depois outro metalurgista, G. Charpy efetuou uma pequena modificação neste ensaio, orientando o corpo-de-prova em uma posição horizontal (SILVA, 2004).

Neste trabalho, foi desenvolvido um equipamento capaz de avaliar energias de impacto pelo modelo Charpy. A máquina foi construída em escala reduzida, e o trabalho propõe estudar materiais frágeis de forma quantitativa e qualitativa. O trabalho tem como objetivo entender e diferenciar as propriedades mecânicas, físicas e microestruturais dos Ferros Fundidos Cinzento e Nodular, como também a resistência de cada um ao impacto.

2. DESENVOLVIMENTO

A máquina utilizada nos Ensaio de Impacto Charpy desenvolvida neste trabalho foi projetada e construída fundamentada nas normas da ABNT NBR NM 281-2 (2003) e NBR 6157 (1980).



Nº do Item	Nome da Peça	Qtd.	Nº do Item	Nome da Peça	Qtd.
1	Base Fixa do Corpo de Prova	1	7	Vigas	4
2	Base Movel do Corpo de Prova	1	8	Ponteiros	2
3	Corpo de Prova	1	9	Escala Graduada	1
4	Base	1	10	Mancais dos Rolamentos	2
5	Eixo dos Mancais	1	11	Martelo	1
6	Haste do Martelo	1	12	Cutelo	1

Figura 1: Principais componentes do dispositivo de Ensaio de Impacto Charpy e sua nomenclatura.



Figura 2: Máquina de Ensaio de Impacto Charpy utilizada.

3. METODOLOGIA

Para a realização dos ensaios foram utilizados corpos de prova de dois tipos de Ferros Fundidos: o Cinzento e o Nodular.

3.1. Materiais

Foram utilizados, para a confecção dos corpos de prova (CPs), Ferros Fundidos em barras de seção circular. Para a obtenção das amostras, utilizou-se usinagem para retirada gradual de material. Esse tipo de operação foi feita de forma cautelosa realizando os cortes sempre na mesma direção, de forma que a anisotropia não interferisse nos resultados. Para o dimensionamento dos mesmos, foi considerada a norma ABNT NBR 6157. Para a realização dos ensaios foram utilizados três CPs de Ferro Fundido Cinzento e outros três de Ferro Fundido Nodular.

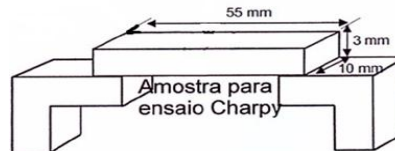


Figura 3: Esquema ilustrativo das dimensões do corpo de prova reduzido do Ferro Fundido.

3.2. Método de Ensaio

Posicionou-se o CP na base a receber o impacto e o mesmo necessita estar centralizado para que o impacto seja corretamente distribuído. O equipamento desenvolvido possui escala em graus, pela qual se registra o ângulo de queda (pré-determinado em projeto em 155°) e os ângulos de elevação após o impacto. Desta forma, se faz necessário a utilização de cálculos para obter a energia absorvida pelo material no processo de impacto, Eq. (1):

$$E_a = m \cdot g \cdot \{ [L1 \cdot (1 - \cos \alpha)] - [L1 \cdot (1 - \cos \beta)] \} \quad (1)$$

Onde:

m = massa do martelo, em quilogramas (kg);

g = aceleração da gravidade, em m/s^2 (salvo indicação em contrário, adotar o valor $9,81 m/s^2$);

$L1$ = centro de percussão, em metros (m);

α = ângulo de queda, pré-determinado em projeto (155°);

β = ângulo de elevação após o impacto.

Visando caracterizar cada material foi utilizado a Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) onde as imagens foram obtidas por elétrons retroespalhados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Realizando os ensaios nos corpos de prova calculou-se, pela equação da energia absorvida a energia necessária para romper cada corpo de prova.

A partir dos resultados da energia absorvida pelos corpos de prova nos três ensaios de cada material foi calculada a média e o desvio padrão para cada um dos dois. Tais resultados são mostrados na Fig. (4).

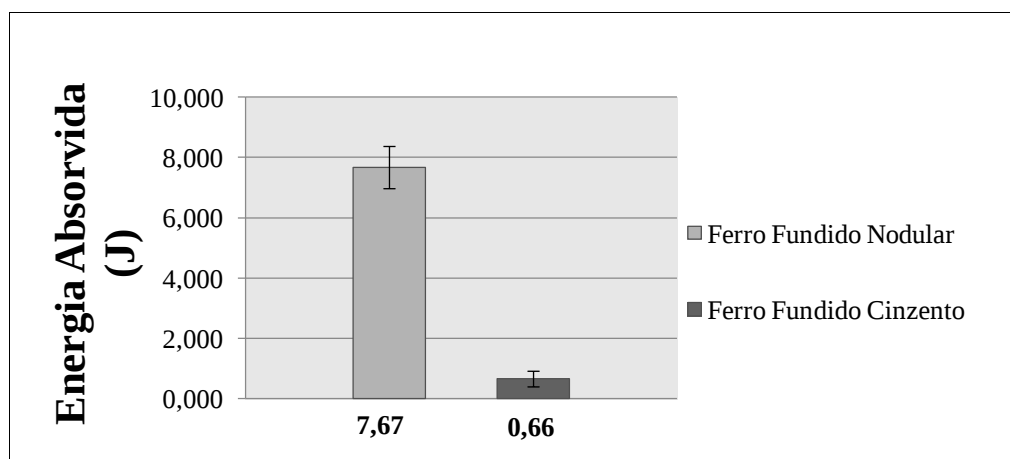


Figura 4: Média e desvio padrão da energia absorvida por cada material.

Para corroborar com os ensaios quantitativos, foram realizadas imagens de microscopia eletrônica de varredura (MEV) nas faces fraturadas, através do qual se pôde visualizar a microestrutura da fratura de cada material (Figuras 5 e 6).

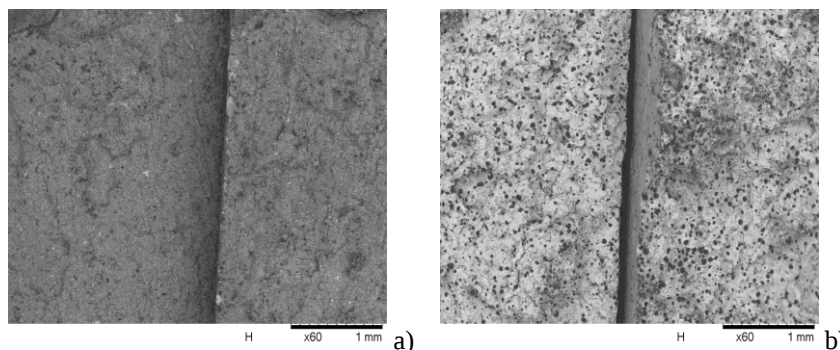


Figura 5: Imagens das Fraturas com ampliação de 60 vezes: Ferro fundido: (a) Cinzento e (b) Nodular

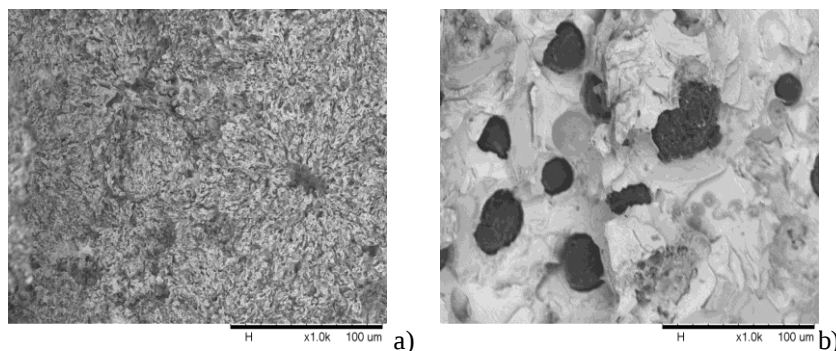


Figura 6: Imagens das Fraturas com ampliação de 1000 vezes: (a) Cinzento e (b) Nodular

5. CONCLUSÕES

O equipamento desenvolvido foi validado, pois os resultados da energia absorvida foram coerentes com a literatura e os valores registrados mostraram baixo desvio padrão. A máquina de ensaio Charpy construída pode ser utilizada para ensaios com vários tipos de materiais, pois foi capaz de diferenciar energias absorvidas por materiais frágeis.

Com relação aos materiais ensaiados neste trabalho, pode-se concluir que Ferro Fundido Nodular de matriz perlítica absorve, aproximadamente, onze vezes mais a energia de impacto do que o Ferro Fundido Cinzento de matriz perlítica.

Pelas imagens do MEV, observa-se que a fragilidade do ferro fundido cinzento se deve a forma com que os veios de grafita se dispõem na estrutura, criando zonas de tensão nas pontas das inclusões gráficas.

6. AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Ensino e Pesquisa em Usinagem (LEPU) da Universidade Federal de Uberlândia pela disponibilização do Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV)

7. REFERÊNCIAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1980). NBR 6157, Materiais metálicos – determinação da resistência ao impacto em corpos de prova entalhados simplesmente apoiados, Rio de Janeiro, 1980.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2003). NBR NM 281-2, Materiais metálicos. Parte 2: Calibração de máquinas de ensaios de impacto por pêndulo Charpy. Rio de Janeiro, 2003.
- CALLISTER, WILLIAM D. Fundamentos da ciência e engenharia de materiais: uma abordagem integrada. Rio de Janeiro: LTC, 2006.
- GARCIA, A.; SPIM, J. A.; SANTOS, C. A. Ensaios dos materiais. Rio de Janeiro: LTC, 2000.
- SILVA, F. “Tenacidade de materiais compósitos não convencionais”. Dissertação de Mestrado, PUC, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Rio de Janeiro: Junho, 2004.

8. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluídos no seu trabalho.