

EQUIPAMENTO DE ENSAIOS CHARPY: ANÁLISE DA INFLUENCIA DA CONCENTRAÇÃO DE CARBONO NA FRAGILIDADE EM AÇOS.

André Rezende de Figueiredo Oliveira¹ (PQ), Mauricio Pereira Bastos¹ (EG),
 Rafael Ferreira Silva¹ (EG), Rodrigo Rubio Ferreira Silva¹ (EG)

¹Centro Universitário UNA Uberlândia.

Área do Conhecimento: Engenharia.

O objetivo deste trabalho foi abordar de forma clara e simplificada o desenvolvimento de um equipamento para realização de ensaios de impacto Charpy. Este equipamento, por sua vez, apresenta-se como um dos ensaios mecânicos de maior praticidade operacional. O ensaio de impacto Charpy também se distingue pela sua ênfase na indústria e em estudos acadêmicos. Este trabalho se propôs também analisar o influencia da concentração de carbono nos aços ABNT 1020 e 1045. Para estes ensaios o equipamento desenvolvido apresentou bons resultados qualitativos e quantitativos. Sendo assim possível relacionar a tenacidade à fratura dos aços com suas respectivas concentrações de carbono. As fraturas foram caracterizadas via Microscopia Eletrônica de Varredura, cujas imagens evidenciam os aspectos dúcteis e frágeis das fraturas dos corpos de prova analisados.

Palavras-chave: Ensaio de Impacto Charpy; Aço ABNT 1020; Aço ABNT 1045; Concentração de Carbono em Aços; Corpos de provas.

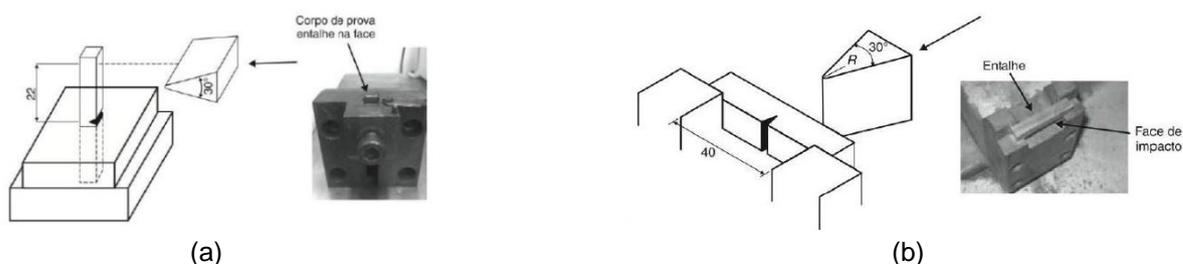
Introdução

O ensaio de impacto é conhecido como o mais antigo dos ensaios mecânicos, ele surgiu em 1896, através do norte-americano S.B. Russel, e melhorado pelo francês Georges Charpy em 1901 que introduziu uma ideia de energia de fratura residual através de um pêndulo padronizado.

Para Williams, M. L. and Ellinger, G. A (1948), o teste de impacto foi fundamental para melhorar a compreensão da alta incidência de fratura frágil em estruturas soldadas de navios e tanques de guerra principalmente nos meses de inverno durante a segunda guerra mundial. Estes fatos ocorriam, pois alguns metais em determinadas faixas de temperatura possuíam comportamento dúctil, e em outras temperaturas fraturavam abruptamente e com pouca deformação plástica.

Segundo Callister (2006), existem dois tipos de ensaios de impacto normalizados: o ensaio de Impacto Charpy e o ensaio de Impacto Izod. O que diferencia um do outro é a posição do entalhe e a posição que o corpo de prova é colocado no equipamento (horizontal e vertical) para receber o impacto, conforme pode ser visto na figura 1.

Figura 1 - Representação esquemática corpos de prova: Izod (a) e Charpy (b).



Fonte: ASTM E23-94a

O teste Charpy é um processo utilizado principalmente para determinar a resposta de determinado material a uma tensão repentina. Neste tipo de ensaio fraturas visível podem ajudar na determinação da natureza da fratura. No caso de fraturas dúcteis a superfície apresenta um

aspecto fibroso ou opaco, enquanto nas fraturas frágeis apresentam um aspecto de uma textura granular (brilhosa), devido a uma característica da fratura frágil por clivagem (CALLISTER, 2008).

Diante deste contexto o presente trabalho teve como objetivo principal o desenvolvimento de um protótipo de ensaio de impacto reduzido modelo Charpy e a análise quantitativa com relação à influência do teor de carbono na fragilidade dos aços ABNT 1020 e 1045 por meio do teste de impacto. Após os ensaios foram feitas também caracterizações das faces das fraturas dos corpos de prova, com o intuito de visualizar microscopicamente a aparência das fraturas, podendo assim haver uma comparação entre os resultados.

Material e Métodos

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), a mesma dispõe de uma energia potencial de impacto de aproximadamente 27J.

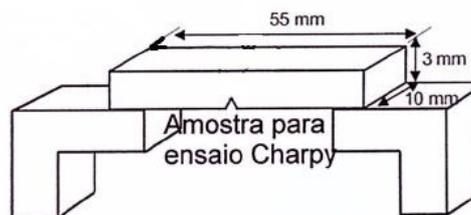
Figura 2 - Máquina de Ensaio de Impacto Charpy utilizada.



Fonte: Autores

Para a realização dos ensaios foram confeccionados seis corpos de provas sendo desses, três de aço ABNT 1020 e os outros três de aço ABNT 1045. Para a obtenção das amostras, utilizou-se o processo de 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. Os corpos de prova confeccionados possuem dimensões padronizadas requeridas pela norma ABNT NBR 6157, a qual estipula secção reduzida de 10 mm x 3 mm, comprimento de 55mm e profundidade do entalhe de 1mm com ângulo de abertura de 45°, conforme pode ser visto na figura 3.

Figura 3 - Esquema ilustrativo das dimensões do corpo de prova com secção reduzida retirada para o ensaio Charpy.



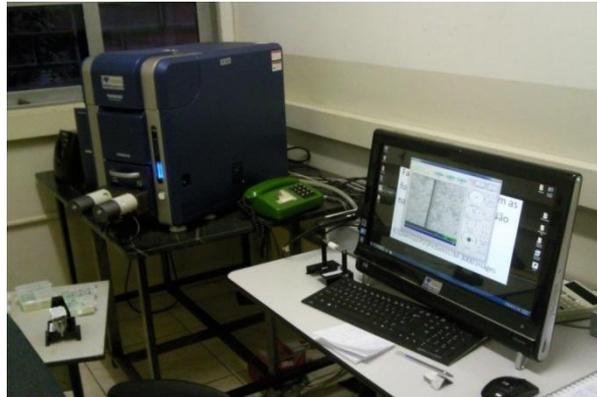
Fonte: Autores

Antes de dar início aos ensaios foi necessária efetuar a calibração do protótipo e através das equações referentes à perda de energia, observou-se que a perda pelo arraste do ponteiro foi

de 0,2 J e a perda pelo atrito dos rolamentos e atrito do ar foi de 0,34 J, provando assim que a máquina estava em condições para a realização dos ensaios, pois os valores obtidos estão abaixo de 2 J, limite de perdas aceito nas normas.

Após a realização dos ensaios as fraturas dos corpos de provas foram caracterizadas via Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV), conforme mostra a figura 4.

Figura 4 - MEV- Fabricante: HITACHI, Modelo: TM-3000.



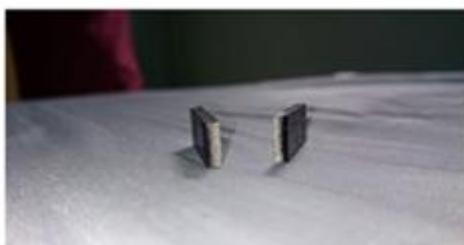
Fonte: Autores

Resultados e Discussão ou Relato de Caso

Os resultados dos ensaios de Impacto Charpy reduzido foram obtidos à temperatura ambiente, aproximadamente 28°C, em dois tipos de aços (ABNT 1020 e ABNT 1045) com diferentes teores de concentração de carbono, 0,2%p. e 0,45%p. respectivamente.

A cada ensaio foram registrados os diferentes valores de energia absorvidas entre os dois tipos de aços, devido a singularidades de cada um dos aços em função de suas microestruturas. A figura 5 mostra os corpos de prova após sofrerem o impacto.

Figura 5 – Gráfico da média e desvio padrão da energia absorvida por cada material.



(a)



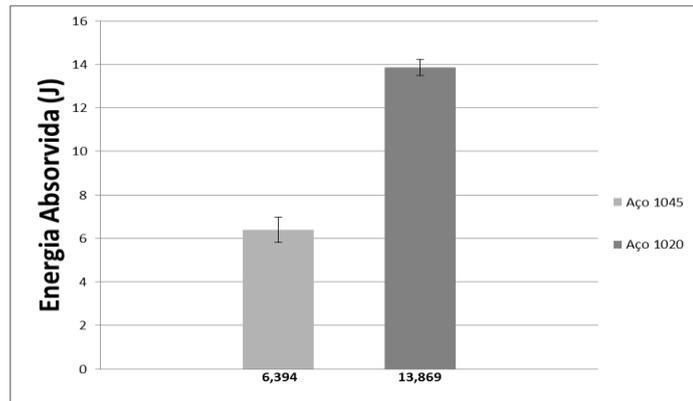
(b)

Fonte: Autores

Durante os ensaios foram obtidos os ângulos de elevação para cada corpo de prova, e conseqüentemente com um ângulo de queda fixo em 155° estipulado no projeto da máquina (energia inicial), desta forma foi possível calcular a energia absorvida para romper os corpos de prova usando a equação da energia absorvida.

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. Tais resultados são mostrados na figura 6.

Figura 6 – Gráfico da média e desvio padrão da energia absorvida por cada material.



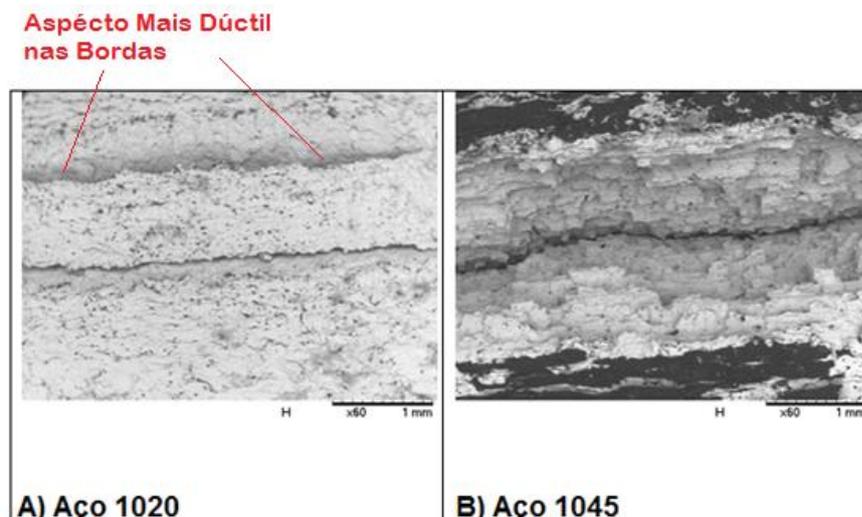
Fonte: Autores

Analisando os resultados dos ensaios obtidos, pode-se notar uma grande diferença de energia absorvida para cada tipo de aço. Essa diferença está relacionada com as suas diferentes microestruturas. O aço ABNT 1020 contém uma menor concentração de carbono, tornando-o mais dúctil, e o aço ABNT 1045 contém uma maior concentração de carbono, tornando-o mais frágil ao impacto, ou seja, quanto menor a concentração de carbono, menor será a fase Fe_3C e maior será a sua fase ferrítica (que absorve mais impacto).

O aço ABNT 1020 é mais dúctil do que o aço ABNT 1045, devido à sua menor concentração de carboneto de ferro (Fe_3C), o Fe_3C é a estrutura mais dura de uma liga ferrosa Fe-C, pois se trata de uma ligação covalente entre átomos de carbono e de ferro (ligações covalentes não absorvem quase nenhuma energia ao impacto).

Com a utilização do Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) pode-se visualizar a microestrutura da fratura de cada material fraturado, ficando evidente a razão da grande diferença de resistência entre os materiais testados.

Figura 7 – Imagem da fratura: (a) Aço 1020 e (b) Aço 1045 (MEV: ampliação de 60 vezes).



Fonte: Autores

A Figura 7.a mostra uma deformação dúctil mais acentuada nas bordas do entalhe. Em uma análise qualitativa pode-se dizer que este tipo de deformação absorve mais energia durante o impacto que as demais. O mesmo tipo de deformação não é observado na fratura do aço ABNT 1045 (Figura 7. b).

Conclusões

- Com base nos experimentos e estudos realizados neste trabalho podemos concluir que:
- A máquina de ensaio Charpy desenvolvida apresenta resultados coerentes com a literatura com relação aos resultados de energia absorvida para os aços ABNT 1020 e 1045;
 - Os resultados apresentam repetitividade (baixo desvio padrão);
 - Com relação aos materiais ensaiados neste trabalho, o Aço ABNT 1020 tem uma maior tenacidade à fratura que o ANBT 1045, pois absorve mais energia ao impacto, devido a sua menor concentração de carbono;
 - A concentração de carbono no aço ABNT 1045 é maior, isto promove uma maior concentração da fase Fe₃C (Cementita), que por sua vez possui ligação covalente, sendo assim mais frágil que a fase Fe-α (Ferrita).

Agradecimentos

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

Referências Bibliográficas

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1980). NBR 6157, Materiais metálicos – determinação da resistência ao impacto em corpos de prova entalados 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, Amauri; SPIM, Jaime Alvares e SANTOS, Carlos Alexandre dos. Ensaios dos materiais. Rio de Janeiro: LTC, 2000.
- SOUZA, Sérgio Augusto de. Ensaios mecânicos de materiais metálicos. Fundamentos teóricos e práticos. São Paulo: Edgard Blücher, 1982.
- WILLIAMS, M. L.; and ELLINGER, G. A., Investigation of Fractured Steel Plates Removed from Welded Ships National Bureau of Standards Rep [S.I.], 1948.