

Análise de Transição Dútil Frágil em Corpos de Prova de Aço ABNT 1045 e Alumínio Comercial.

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

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

Palavras-chave

Ensaio de Impacto Charpy; Transição Dútil frágil; Alumínio Comercial, Aço ABNT 1045

1. INTRODUÇÃO

A engenharia e ciência dos materiais tem um importante papel na prevenção e análise de falhas em peças ou em componentes mecânicos. Conhecer o comportamento de um determinado material é uma das principais preocupações dos pesquisadores e engenheiros de aplicação dos materiais das ultimas décadas.

Muitos materiais se submetidos a grandes variações de temperatura apresentam comportamento diferentes das suas propriedades mecânicas convencionais. Segundo Garcia (2008) o interesse neste estudo cresceu durante a Segunda Guerra Mundial, quando se observou que no inverno os navios partiam-se ao meio, apresentando fratura frágil, mesmo estes sendo construídos com materiais de boa ductilidade.

O ensaio de impacto tem como finalidade medir a energia de impacto, algumas vezes também chamada de tenacidade ao entalhe, podendo assim analisar o quanto um material pré-estabelecido tende a se comportar de maneira frágil, por exemplo, na presença de um entalhe ou uma trinca.

Dois ensaios foram padronizados e registrados em normas técnica: O Ensaio de Impacto Charpy e o Ensaio de Impacto Izod, a diferença entre as técnicas está, praticamente, na maneira de como o corpo de prova é apoiado, como ilustrado na Figura 1.

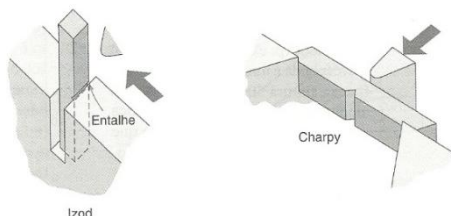


Figura 1: Diferenças entre o ensaio de impacto Charpy (à direita) e Izod (à esquerda).

Fonte: Callister, 2005

Desta forma, este trabalho tem como objetivo a investigação da transição dútil/frágil em dois metais: Alumínio Comercial e Aço ABNT 1045, através da realização de ensaios de impacto Charpy em diferentes faixas de temperaturas e por meio de análises quantitativas e qualitativas dos resultados obtidos.

2. DESENVOLVIMENTO

A máquina utilizada nos Ensaio de Impacto Charpy realizados neste trabalho foi projetada e confeccionada pelo autor e mais cinco estudantes de Engenharia Mecânica da Faculdade UNA Uberlândia ao longo da graduação. A figura 2 mostra o protótipo utilizado na realização dos ensaios, o mesmo dispõe de uma energia potencial de impacto de aproximadamente 27 J.

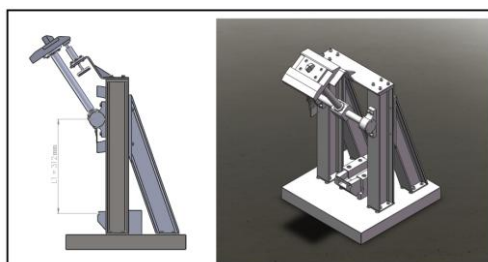


Figura 2: Máquina de Ensaio de Impacto Charpy.

3. METODOLOGIA

Os corpos de prova utilizados foram retiradas a partir do corte de uma placa plana por meio do processo de usinagem, no qual as direções de corte foram padronizadas devido ao efeito anisotrópico que pode ser desenvolvido pelo material durante este processo. A figura 3 mostra as dimensões da placa plana e dos corpos de provas retirados.

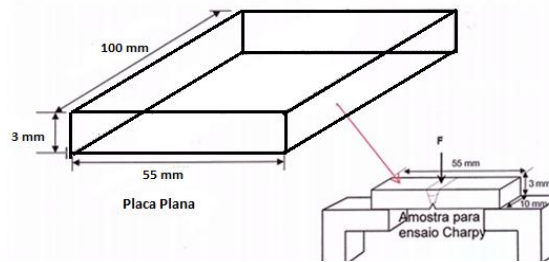


Figura 3: Dimensões de uma placa teste e de uma amostra de um corpo de prova utilizada nos ensaios.

Foram confeccionados seis corpos de prova de aço ABNT 1045 e seis de alumínio comercial, os mesmos apresentam entalhe em forma de “V” localizado na parte central, cujo ângulo de abertura é de 45° e profundidade de 1mm.

Segundo a norma NBR NM 281-2 (2003) para dar início aos Ensaios de Impacto Charpy deve-se primeiramente efetuar a calibração do protótipo. Por meio das equações relacionadas ao dimensionamento e calibração do protótipo obteve-se um desvio de 0,20J de energia para as perdas relacionadas ao arraste do ponteiro e um desvio de 0,34J de energia para as perdas relacionadas ao atrito nos mancais e resistência do ar. Desta forma comprova-se a confiabilidade da máquina na realização dos ensaios, uma vez que é previsto em norma um desvio máximo de 2J de energia para ambos os testes.

Os ensaios foram realizados em duas temperaturas: temperatura ambiente (aproximadamente 28°C); temperatura criogênica (aproximadamente -30°C).

Após a realização dos ensaios foram feitas avaliações das faces de fratura por meio de um Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) modelo TM-3000 fabricado pela HITACHI, o qual se encontra no Laboratório de Ensino e Pesquisa em Usinagem (LEPU) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir dos dados obtidos foram construídos dois gráficos para facilitar a análise das energias absorvidas em função das temperaturas utilizadas nos ensaios (Figura 4).

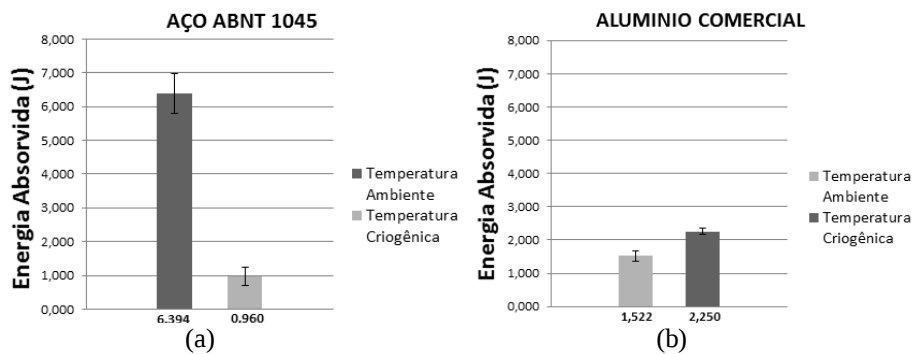


Figura 4: Gráficos das Energias Absorvidas em função das Temperaturas ambiente e criogênica: (a) Aço ABNT 1045; (b) Alumínio Comercial.

No gráfico da Figura 4(a) observa-se que o aço ABNT 1045 ensaiado em temperatura ambiente absorveu mais energia, que Aço ABNT 1045 submetido aos ensaios realizados em temperatura criogênica. O decréscimo considerável na energia absorvida durante o impacto, caracterizando assim um comportamento frágil (fratura por clivagem) para esta temperatura, comportamento esperado para um metal com estrutura cristalina CCC.

Através das imagens MEV para o aço 1045 (Figura 5) pode-se visualizar microscopicamente as fraturas de aparência cristalina (clivagem) (Fig. 5.b) e as fraturas de aparência fibrosa (dúcteis) (Fig. 5.a), comprovando desta forma os resultados obtidos nos ensaios.

Observa-se pela Figura 4(b) que as energias registradas para o alumínio comercial, de forma geral, os CPs ensaiados em temperatura criogênica mantiveram seu comportamento em relação aos ensaios realizados em temperatura ambiente, ou seja, a energia absorvida durante o impacto manteve-se na mesma faixa (entre 1,37 e 2,30 J).

A Figura 6 apresenta as fraturas para Alumínio, onde se observa material com acentuado nível de deformação plástica. Observa-se também que as faces de fratura dos corpos de prova de Alumínio Comercial se mantiveram praticamente idênticas em ambas as temperaturas.

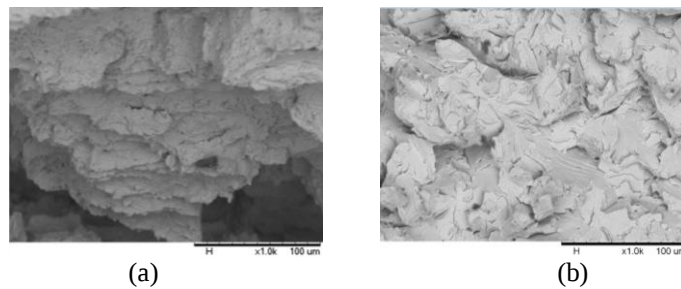


Figura 5: Avaliação MEV das faces de fratura dos corpos de prova: Aço ABNT 1045; ensaiados em temperatura ambiente (a) (28°C) e ensaiados em temperatura criogênica (-30° C).

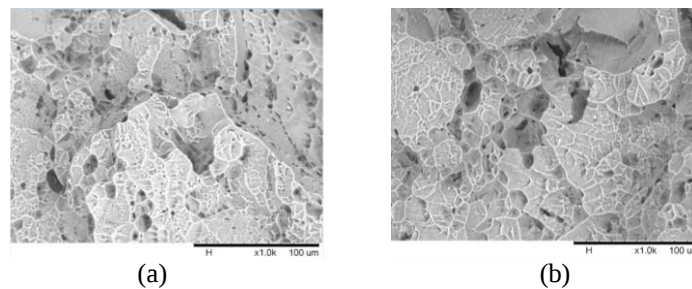


Figura 6: Avaliação das faces de fratura dos corpos de prova: Alumínio Comercial, ensaiados em temperatura ambiente (a) (28°C) e ensaiados em temperatura criogênica (-30° C).

5. CONCLUSÕES

Houve coerência entre os resultados de energia absorvida, tanto nos ensaios realizados em temperatura ambiente quanto naqueles realizados em temperatura criogênica. Além disso, pode-se observar pequena dispersão nos cálculos dos desvios padrão relacionados a esses ensaios, comprovando desta forma o funcionamento do equipamento desenvolvido e garantindo a utilização do mesmo em trabalhos futuros.

Tanto o aço ABNT 1045 quanto o alumínio comercial exibiram comportamentos esperados quando ensaiados em diferentes temperaturas. Tais comportamentos foram comprovados através da correlação feita entre os métodos de determinação experimental das energias absorvidas e caracterização das faces de fratura por meio do Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV), ressaltando dessa forma a importância de se utilizar de vários métodos na análise do mecanismo de transição dúctil-frágil.

A temperatura exata em que houve a transição dúctil-frágil exibida pelo Aço ABNT 1045 não pode ser determinada, pode-se apenas comprovar o mecanismo de transição sofrido por este material. Supõe-se que a variação entre as faixas de temperatura não foi suficiente para tal determinação, desencadeando desta forma novos estudos em cima desta Temperatura de Transição Dúctil-Frágil.

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 (2003). NBR NM 281-2, Materiais metálicos. Parte 2: Calibração de máquinas de ensaios de impacto por pêndulo Charpy. Rio de Janeiro, 2003.
- 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.
- CALLISTER, WILLIAM D. Fundamentals of materials science and engineering: na introduction. 2nd. ed. New Jersey: John Wiley, 2005.
- GARCIA, A.; SPIM, J. A.; SANTOS, C. A. Ensaio dos materiais. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

8. DIREITOS AUTORAIS

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