

INFLUÊNCIA DA TAXA DE DEFORMAÇÃO NA TENACIDADE DE CORPOS DE PROVA ENTALHADOS.

Luiz Carlos Santos Subi¹, Maurício de Carvalho Silva³
^{1,3}Engenharia Mecânica, Centro Universitário FEI
 lsantossubi@gmail.com / carvalho.silva@gmail.com

1. Resumo

O objetivo do projeto é analisar a influência da taxa de deformação na tenacidade de corpos de prova entalhados submetidos ao ensaio de tração pela máquina universal de ensaios MTS. Será feito um comparativo com o documento [4] BRAIDOTTI, Felipe Ramos. **Influência da taxa de deformação na determinação da tenacidade através do ensaio de impacto e de tração em impacto.** 2017. 60 f. IC (Graduação em Engenharia Mecânica) – Centro Universitário FEI, SBC. Orientado pelo professor Maurício de Carvalho Silva e verificar o resultado da presença de um concentrador de tensão no corpo de prova.

2. Introdução

Uma das principais funções de um engenheiro é a capacidade de desenvolver equipamentos e inova-los. Para isso é necessário o conhecimento básico das propriedades dos materiais que serão utilizados no desenvolvimento para a escolha do melhor material. O projetista deve então realizar inúmeros testes em laboratórios, como o ensaio de tração [2] (Callister, 2012).

Este ensaio tem como resultado uma curva de tensão pela deformação contendo informações importantes do material como o módulo de elasticidade, as tensões limites como a de escoamento, resistência e a de fratura. Na figura 1 pode-se observar um exemplo desta curva [6] (Ashby, 2007).

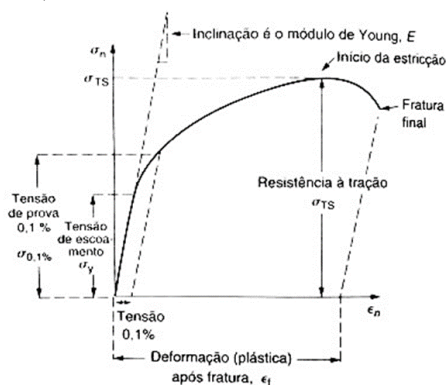


Figura 1 – Curva Tensão x Deformação
 Fonte: [6] (Ashby, 2007, p. 94)

Muitos fatores podem influenciar no resultado destes testes como a temperatura no qual o material se encontra, o tipo de geometria, como até mesmo o carregamento imposto. Pode-se visualizar este efeito na figura 2, onde ilustra a variação da taxa de deformação de um mesmo corpo de prova [5](HERTZBERG, 1996).

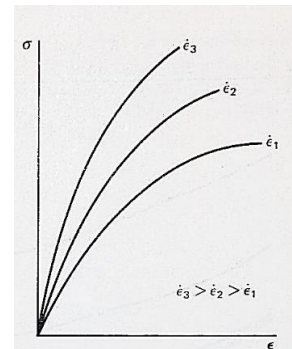


Figura 2– Efeito do aumento da taxa de deformação.
 Fonte: [5] HERTZBERG, 1996, p.49

Um exemplo da geometria é a presença de um entalhe, onde sua presença é capaz de gerar tensões residuais concentradoras. Na figura 3 é demonstrada a influência do mesmo, onde o “L” indica o diâmetro do entalhe no material. Nestes casos, o maior entalhe gerou a menor tenacidade [3] (Djebali et al., 2015).

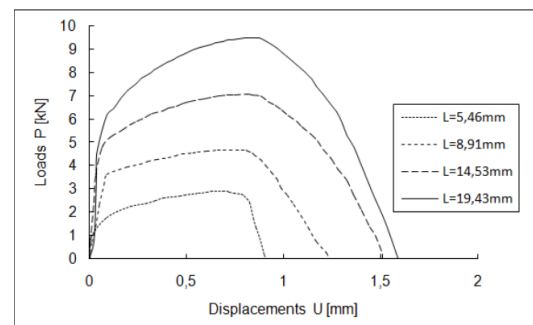


Figura 3 – Curvas carga-deslocamento de corpos de prova com diferentes profundidades de entalhe.
 Fonte: [3] (Djebali et al., 2015).

3. Metodologia

Os corpos de prova utilizados são normalmente seguidos de acordo com a norma [1] ASTM E8M, na figura 4 pode-se observar o desenho do corpo de prova com a presença do entalhe.

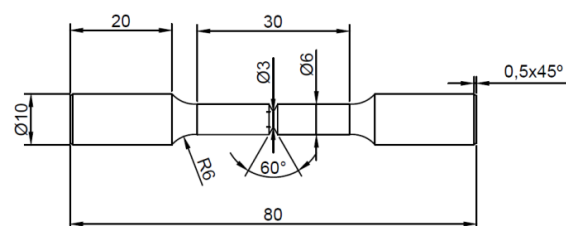


Figura 4 – Desenho do corpo de prova.
 Fonte: Autor

Para realizar os testes foi necessária a utilização da máquina universal de ensaios MTS vista na figura 5. As velocidades propostas para o ensaio de tração foram 10, 15, 20, 100, 500, 1000 e 2000 mm/min, sendo programadas três corpos de prova para cada velocidade.



Figura 5 - Máquina Universal de ensaios MTS.
Fonte: Autor

Os cálculos são baseados em dois métodos, o método da integração da curva obtida dada pela eq. (1) e pelo método da fórmula do módulo de tenacidade dada pela eq. (2) [4] (Braidotti, 2017).

$$\int_0^{Ruptura} ax^6 + b + cx^4 + dx^3 + ex^2 + fx + g \quad (1)$$

$$\left(\frac{SLE+SLR}{2}\right) * etotal \quad (2)$$

Após cálculo, tende-se comparar as curvas para analisar possíveis semelhanças ou não entre as mesmas.

4. Resultados

Com base nas condições impostas na máquina universal de ensaios MTS, teve-se como resultado o gráfico apresentado na figura 6, informando a tensão pela deformação abaixo.

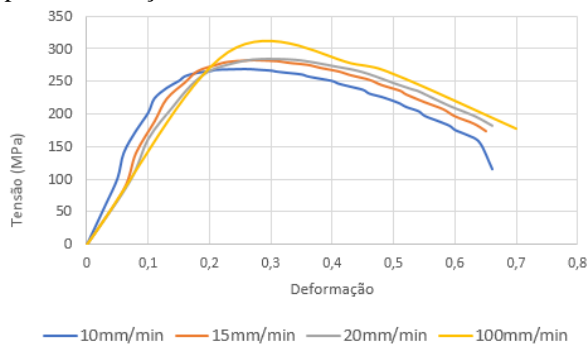


Figura 6 – Ensaios realizados no CLM - Centro de Laboratório da Mecânica.
Fonte: Autor

Com base no gráfico pode-se observar uma pequena mudança na inclinação do módulo de elasticidade, possivelmente atribuída à baixa rigidez geométrica apresentada pelos corpos de prova de entalhes tão severos, ocorrendo uma variação de um corpo para o outro. De acordo com as informações teóricas, deve-se possuir um módulo de elasticidade igual, pois o aço utilizado nos ensaios foram os mesmos. Em relação a sua tenacidade, a curva de maior velocidade apresentou o menor módulo, apresentando aparentemente um comportamento dúctil, não sendo esperado de acordo com a literatura. Estes resultados ainda serão estudados mais detalhadamente, uma vez que esta iniciação científica ainda não apresentou o relatório

parcial por estar numa fase inicial. No gráfico da figura 7, é possível visualizar os ensaios realizados pelo aluno Felipe Ramos Braidotti. Neste caso, com corpos de prova sem entalhes, não foi notada a inconsistência da tenacidade apresentado no presente trabalho. Uma vez que nitidamente foi visto o aumento das resistências, com o aumento da taxa de deformação. Além disso pode-se observar um aumento na ductilidade dos corpos de prova, com a diminuição da taxa de deformação.

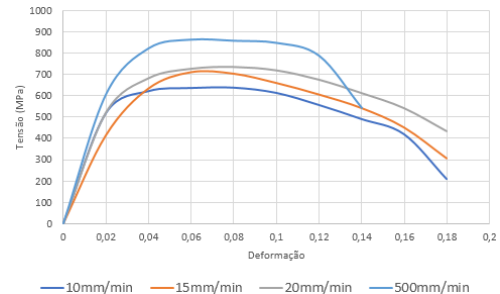


Figura 7 – Ensaio realizados no CLM – Centro de Laboratório da mecânica.
Fonte: [4] (Braidotti, 2017).

5. Conclusões

Pode-se concluir uma mudança na inclinação do módulo de elasticidade possivelmente causada a baixa rigidez geométrica apresentada pelos corpos de prova de entalhes tão severos. Adicionalmente, em relação a sua tenacidade, como a curva de maior velocidade apresentou o menor módulo, ela aparentemente mostra a maior ductilidade e, consequentemente, maior tenacidade, não sendo esperado de acordo com a literatura consultada. Para as próximas etapas será feito ensaios de tração com entalhes menos severos a fim de minimizar os problemas observados.

6. Referências

- [1] AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. *Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials. ASTM E8/E8M*. West Conshohocken, PA, 2011.
- [2] CALLISTER, W.D. *Ciência e Engenharia de Materiais: uma introdução*. Rio de Janeiro: LTC, 705 p, 2008.
- [3] S. Djebali, S. Larbi and A. Bilek. **Tenacity of Sheet Steel ST37-2 by the Essential Work of Fracture Method**. 2015. 8 f. Artigo, Université M. Mammeri de Tizi Ouzou
- [4] BRAIDOTTI, Felipe Ramos. **Influência da taxa de deformação na determinação da tenacidade através do ensaio de impacto e de tração em impacto**. 2017. 60 f. IC (Graduação em Engenharia Mecânica) – Centro Universitário da FEI, São Bernardo do Campo.
- [5] HERTZBERG, R. W., **Deformation and fracture mechanics of engineering materials**. United States of America, 796 p, 1996.
- [6] ASHBY, MICHAEL F.; JONES, DAVID R. H., **Engenharia de materiais**. Rio de Janeiro: CAMPUS, 371 p, 2007.

7. Agradecimentos

Aos técnicos do CLM pela disponibilidade e apoio nos ensaios em laboratório.

¹Luiz Carlos S. Subi -12.218.190-2 - IC do Centro Universitário FEI. Projeto com vigência de 04/18 a 03/19.