



## ESTUDO DO ENSAIO MECÂNICO DE TRAÇÃO UTILIZANDO O EXTENSÔMETRO EXTERNO E INTERNO

Iuri Benedito da Silva Santos, iuribeneditoss@gmail.com<sup>1</sup>  
Fabiano Pinheiro de Amorim, fabiano.87.amorim@gmail.com<sup>2</sup>  
Nelson Cárdenas Olivier, nelson.cardeneas@univasf.edu.br<sup>2</sup>  
Miguel Ângelo de Oliveira Shaw, eng.miguel.shaw@gmail.com<sup>1</sup>  
Anderson Breno Souza, anderson.souza@ufob.edu.br<sup>1</sup>  
André de Mendonça Santos, Andre.mendonca@ufrb.edu.br<sup>3</sup>  
Filipi Marques de Souza, filipi.souza@ufob.edu.br<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Oeste da Bahia, Av. Manoel Novais, 1064, Centro CEP: 476000-000 Bom Jesus da Lapa, Bahia. Telefone: (77) 3421-9700.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Vale do São Francisco, Av. Antônio C. Magalhães, 510 – Country Club, CEP: 48902-300, Juazeiro - BA, Telefone: (74) 2102-7609.

<sup>3</sup> Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Av. Centenário 697, Sim CEP: 44042-280 Feira de Santana, Bahia. Telefone: (75) 3622-9351.

**Resumo.** Este trabalho tem como objetivo analisar o comportamento de ensaios de tração distinguindo o processo de utilização com um extensômetro externo versus os extensômetros internos da Máquina Universal de Ensaios Mecânicos. Para o desenvolvimento do trabalho foram realizados ensaios em corpos de prova preparados seguindo a norma técnica NBR ISO 6892-1: 2018, no Laboratório de Ensaios Mecânicos, pertencente à Universidade Federal do Vale do São Francisco. Por fim, foram obtidos os resultados do deslocamento como o principal ponto de comparação, na qual podem constatar um maior alongamento para o ensaio sem o extensômetro externo. Sendo assim, esta divergência entre os dados dos ensaios pode ser atribuída à localização do sensor do extensômetro, pois no extensômetro interno, deva sofrer algumas deformações por parte dos equipamentos e sendo atribuído ao resultado final.

**Palavras chave:** Ensaios mecânicos. Extensômetro.

### 1. INTRODUÇÃO

Os ensaios mecânicos dos materiais são métodos padronizados que envolvem testes, cálculos, gráficos e consultas a tabelas, tudo isso em concordância com normas técnicas.

Segundo Teixeira e Assis (2017), efetuar um ensaio baseia-se em submeter um objeto já fabricado ou um material que vai ser processado industrialmente a circunstâncias que representam os esforços que vão sofrer nas circunstâncias reais de uso, chegando a limites extremos de solitação. O ensaio mecânico mais importante para a determinação da resistência dos materiais é o ensaio de tração.

Conforme Sapucaia, *et al.*, (2018), o ensaio de tração consiste na aplicação de carga de tração uniaxial crescente em um corpo de prova específico até a ruptura. Mede-se a variação do comprimento (L) como função da carga (P). Trata-se de ensaio amplamente utilizado na indústria de componentes mecânicos, devido à vantagem de fornecer dados quantitativos das características mecânicas dos materiais. Entre as principais, destacam-se: limite de resistência à tração ( $\sigma_u$ ), limite de escoamento ( $\sigma_e$ ), módulo de elasticidade (E), módulo de resiliência ( $\sigma_r$ ), módulo de tenacidade (Ut), ductilidade, coeficiente de encruamento (n) e coeficiente de resistência (k).

Para Garcia, *et al.*, (2012), o ensaio de tração é bastante utilizado como teste para o controle das especificações da entrada de matéria-prima e controle de processo. Os resultados fornecidos pelo ensaio de tração são fortemente influenciados pela temperatura, velocidade de deformação, anisotropia do material, tamanho de grão, porcentagem de impurezas, bem como pelas condições ambientais.

A máquina utilizada nos ensaios de tração é a Máquina Universal de Ensaios, eletromecânica e micro processada EMIC modelo DL 10000. A DL 10000 é uma máquina utilizada para ensaios em compósitos de alta resistência, metais em geral, linha automobilística (produtos acabados) madeira e outros materiais cuja resistência seja abaixo de 100 kN.

Os corpos de prova para o ensaio de tração devem seguir um padrão de forma e dimensões para que os resultados dos testes possam ser significativos. No Brasil é seguida a norma técnica NBR 6892-1: versão corrigida 2018, da ABNT que define formatos e dimensões para cada tipo de teste.

Este trabalho tem como objetivo, comparar os resultados dos ensaios de tração, utilizando um sensor de extensômetro externo versus o extensômetro interno da Máquina Universal de Ensaio Mecânicos, com o intuito de avaliar as consequências nos resultados.

## 2. Metodologia e material

Para a realização deste trabalho de cunho quantitativo, utilizaram-se os seguintes materiais:

- Corpos de prova preparados segundo as normas técnicas convencionais (no país, a norma técnica utilizada para materiais metálicos à temperatura ambiente é a NBR ISO 6892-1: 2018 versão corrigida, da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT);

- Extensômetro externo;

- Máquina Universal de Ensaio EMIC DL 10000.

Os ensaios foram realizados no Laboratório de Ensaio Mecânicos, pertencente à Universidade Federal do Vale do São Francisco, utilizando a Máquina Universal de Ensaio EMIC DL 10000, conforme é apresentada na Fig. 1, a utilização do extensômetro externo e na Fig. 2, a utilização do extensômetro proveniente da máquina (interno), na qual se realizaram os ensaios de tração nos corpos de prova.

Figura 1. Ensaio de tração com extensômetro externo (Fonte: Autor)



Figura 2. Ensaio de tração sem extensômetro externo (Fonte: Autor)



A norma utilizada foi a NBR ISSO 6892-1: 2018 versão corrigida, que fornece ao corpo de prova, uma largura de 12,5 mm, espessura entre 0,1 e 3 mm e comprimento de 200 mm, com a velocidade de avanço da máquina universal de 5 mm/min.

Foram utilizados três corpos de prova para o ensaio com o extensômetro externo e outros três com o extensômetro interno. Os corpos de prova foram submetidos ao ensaio de tração, de forma que dispostos à máquina por duas garras fixadas nas extremidades do corpo de prova, e submetidas a uma força que provoque desde o alongamento até a sua ruptura da seção transversal.

### 3. RESULTADOS

Na Tabela 1, apresentamos os resultados das medições realizadas no laboratório de ensaios mecânicos, no qual foram efetuadas as medições da espessura dos corpos de prova, juntamente com os resultados da média da tensão e da deformação máxima até o cisalhamento. Segundo Garcia, *et al.*, (2012), o cálculo da tensão convencional, nominal ou de engenharia ( $\sigma_C$ ), é dado pela Eq. (1):

$$\sigma_C = \frac{P}{S_0} \quad (1)$$

Em que,

$\sigma_C$  – tensão convencional (Pa);

P – carga aplicada (N);

$S_0$  – seção transversal original (m<sup>2</sup>).

Observar que 1 N/m<sup>2</sup> = 1 Pa e que 1 N/mm<sup>2</sup> = 1 MPa = 1.000.000 Pa.

A deformação convencional ou nominal ( $\epsilon_c$ ) é dada pela Eq. (2):

$$\epsilon_c = \frac{L-L_0}{L_0} = \frac{\Delta L}{L_0} \quad (2)$$

Em que,

$\epsilon_c$  – deformação convencional (mm/mm);

$L_0$  – comprimento inicial de referencia (carga zero) (m);

L – comprimento para cada carga P aplicada (m);

$\Delta L$  – alongamento (m).

Tabela 1 - Propriedades dos materiais ensaiados com extensômetro externo e extensômetro interno.

Propriedades mecânicas	Extensômetro externo	Extensômetro interno
Limite de escoamento (MPa)	299,42 ±1,96	278,63 ±3,63
Módulo de Young (GPa)	53,33 ±0,48	5,12 ±0,72
Módulo de resiliência (N*m/m <sup>3</sup> )	0,84 ±0,26	7,58 ±0,58
Limite de resistência à tração (MPa)	436,80 ±1,63	427,13 ±1,19
Limite de ruptura (MPa)	323,58 ±1,26	300,10 ±3,16
Módulo de tenacidade (N*m/m <sup>3</sup> )	2,07 ±0,97	19,20 ±2,82
Coefficiente de estricção (%)	1,51 ±0,11	11,63 ±0,27
Deformação convencional ( $\epsilon_c$ )	0,0056 ±0,0009	0,0544 ±0,0023

Os resultados obtidos nos ensaios de tração dos corpos de prova são visualizados nos gráficos das Fig. (3) e Fig. (4) da carga x deslocamento, no qual são comparadas as deformações até o limite de escoamento, e a deformação até a ruptura do corpo de prova, nos fornecendo o limite de resistência à tração. Nas Fig. (5) e Fig. (6), são observados como resultados os gráficos da tensão x deformação, e comparados o módulo Young, o módulo de resiliência, o módulo de tenacidade, na qual são obtidos através das áreas dos gráficos.

Figura 3. Curva da carga x deslocamento, com a aplicação do extensômetro externo.

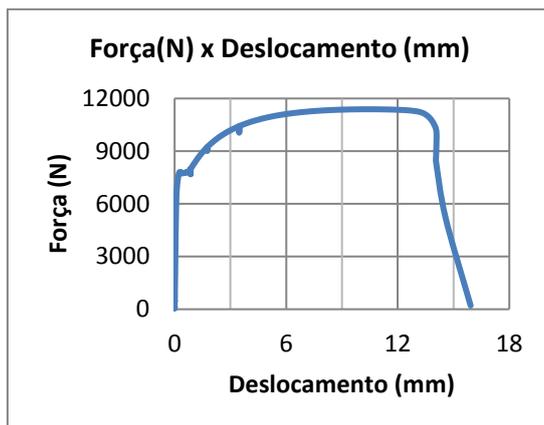


Figura 4. Curva da carga x deslocamento, sem a aplicação do extensômetro externo.

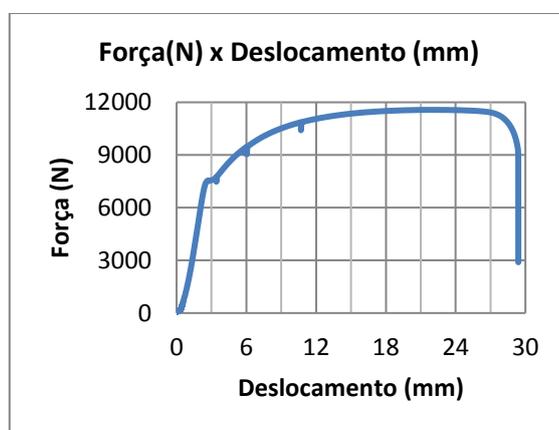


Figura 5. Curva da tensão x deformação, com a aplicação do extensômetro externo.

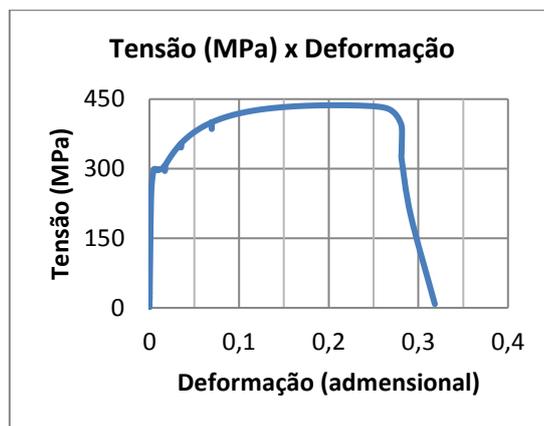
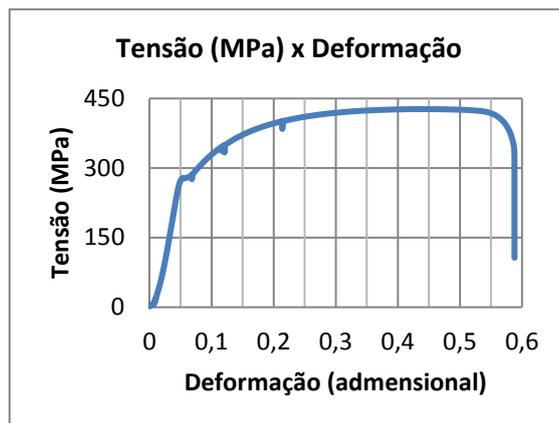


Figura 6. Curva da tensão x deformação, sem a aplicação do extensômetro externo.



Analisando os resultados da Tabela (1), juntamente com os gráficos das Figuras. (3), (4), (5) e (6), compreendemos que, apesar de os corpos de prova terem pertencido e retirado da mesma chapa metálica, ou seja, possui o mesmo material trabalhado, aço SAE 1020, notamos que o Módulo de Elasticidade (ou Young), que é produzido a partir da reação entre a tensão e a deformação do corpo de prova, possui uma discrepância bastante acentuada entre os gráficos das Fig. (5) e Fig. (6) mostrados acima, no qual podemos destacar o ângulo existente entre o eixo da tensão e os dados iniciais dos gráficos até o limite de escoamento.

#### 4. CONCLUSÃO

A partir de uma simples análise entre a comparação da instalação de um extensômetro externo e o extensômetro interno da máquina universal, verificamos as propriedades na qual o ensaio de tração pode nos fornecer. Destacando o deslocamento como o principal ponto de comparação, na qual podemos constatar um maior alongamento para o ensaio sem o extensômetro externo.

Esta divergência entre os dados pode ser atribuída ao local onde o sensor do extensômetro deva estar localizado, na extremidade superior da máquina universal. Pois, para que o deslocamento seja percebido, algumas peças podem sofrer deformações, como as garras na qual é preso o corpo de prova, os parafusos que movimentam a coluna da bancada e a própria coluna superior que sofre uma deformação por flexão. Em contrapartida, ao colocar o extensômetro externo, é perceptível uma menor deformação do corpo de prova, na qual, evidencia em resultados mais precisos para o ensaio.

#### 5. CONCLUSÃO

Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2018. *ABNT NBR ISO 6892-1: versão corrigida: 2018. Materiais metálicos – Ensaio de Tração – Parte 1: Método de ensaio à temperatura ambiente*, 1 ed., p 70.

EMIC, 2015. “Máquina de Ensaio Universal EMIC DL 10000”. 28 junho 2019 <<http://www.emic.com.br>>.

Garcia, Amauri; Spim, Jaime Alvares; Santos, Carlos Alexandre dos., 2012. *Ensaio dos materiais*. LTC, Rio de Janeiro, 2 ed.

Sapucaia, M. B. R; Silva, F. M. A. da; Oliveira, C. A. M. 2018. “Análise em ensaios de tração nas amostras de latão, aço carbono 1020L e aço carbono 1010L”. Em anais do *Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais – CBECiMat2018*. Foz do Iguaçu, Brasil.

Teixeira, Aurélio de Rezende; Assis, Amanda Figueiredo, 2017. “Análise do ensaio de tração em chapas de aço 1020 soldadas por eletrodo revestido”. *Revista de Engenharia Química – JCEC/REQ Journal*, Vol. 3, p 028-030.

#### 6. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.