

## ESTUDO DA TENSÃO DE RUPTURA DE AÇO ESTRUTURAL CA-50 COM TIPO DE FRATURA APÓS ENSAIO DE TRAÇÃO PARA DISCIPLINA MECÂNICA DA FRATURA

**Lucas Gabriel A. dos Santos<sup>1</sup>, Mário V. Machado da Silva<sup>2</sup>, Lorena Greice O. da Gama<sup>3</sup>, Ronald Barbosa Lobo<sup>3</sup>, Yury Yashyn F. Lopes Leite<sup>3</sup>, Laercio Gouvea Gomes<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Discente do Instituto Federal do Pará, Belém, Brasil (*lucassantosbiel33@gmail.com*)

<sup>2</sup> Engenheiro de materiais - Instituto Federal do Pará, Belem,

<sup>3</sup> Discentes do Instituto Federal do Pará, Belém, Brasil

<sup>4</sup> Docente do Instituto Federal do Pará, Belém, Brasil

*Resumo:* Este artigo tem como destaque a importância do ensaio de tração de aço, para conhecer as suas propriedades mecânica do referente material estudado, elas são destacadas como: resistência mecânica, ductilidade, tenacidade e fragilidade, dentre outras, quais são responsáveis por projetar diversas estruturas e grandes maquinários mecânicos em geral com certa precisão, para isso realizou-se o ensaio de tração do aço CA50, a fim de verificar as suas devidas propriedades mecânica, por meio de análise gráfica obtida do software da máquina de ensaios universais para saber o ponto de ruptura e escoamento.

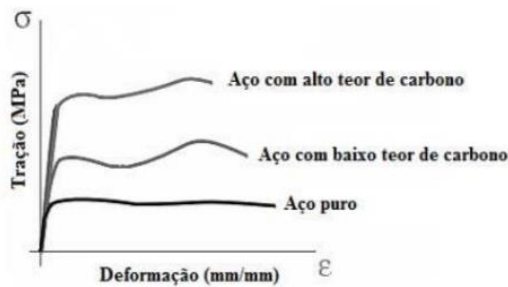
*Palavras-chave:* Ensaio de tração, propriedades mecânicas, ruptura.

### INTRODUÇÃO

Atualmente um dos materiais mais utilizados na construção civil é o aço, isso acontece principalmente, a sua durabilidade e alta resistência. De tal maneira, ele é empregado, principalmente, nas estruturas prediais. O alto desenvolvimento industrial permitiu a criação diferente tipos de soluções e, entre elas, o aço estrutural tem o grande destaque. O aço estrutural vem a ser um material que é destinado a estruturas estáticas e moveis edifícios, pontes, galpões, passarelas e plataformas. Isso, em concreto armado ou em estruturas de aço. As principais características dele são: homogeneidade material, que permite previsibilidade em relação ao comportamento estrutural (tensões, deformações, rupturas); tensão elevada de escoamento e tenacidade; boa soldabilidade, suscetibilidade de corte por chama sem risco de endurecimento. O aço é um material importante para o funcionamento da economia, pois por meio dele têm-se o encadeamento de diversas cadeias produtivas, visto que é aplicado no setor automobilístico, industrial e civil. Dentre os diferentes tipos de aço, há o aço CA-50, o qual é aplicado principalmente para fabricação de eixos em geral, cilindros, equipamentos ferroviários, engrenagens, virabrequins, além de ser importante para a fabricação de produtos na indústria petrolífera e para peças de máquinas que necessitam de elevadas resistências mecânica (AZEVEDO; FARIAS, 2002). Entretanto, para trabalhar corretamente com este ou com os demais matérias metálicos, é necessário

conhecer as suas propriedades, as quais são importantes para realizar trabalhos de projeção estrutural e de componentes mecânicos, evitando assim, falhas. Um método usual para analisar as propriedades do material, como resistência mecânica, elasticidade, ductilidade, dureza, fragilidade, limite de elasticidade e resiliência, é o ensaio de tração, no qual um corpo de prova possuindo formato e tamanho padronizado conforme a NBR 6152, é tracionado por uma carga axial gradativamente crescente, até a sua fratura. (HIBBELER, 2004). Este ensaio revela o comportamento do material em relação a aplicação da carga, por meio do gráfico tensão x deformação, cuja análise é de fundamental importância, pois um produto é formado através da deformação plástica, que ocorre devido as imperfeições presentes na estrutura cristalina dos materiais (CALLISTER, 1999).

No entanto, esta mobilidade de discordâncias dos planos cristalinos, pode ser alterada por fatores como, composição e processamento de obtenção do aço. Havendo então, relação direta entre as características microestrutural do material e suas propriedades mecânicas. E isto, pode ser visto na Figura 1, em que cada tipo de aço, apresentam comportamentos gráficos de tensão por deformação diferentes, de acordo com a porcentagem de carbono (HOWE, 2000).



Figural – Gráfica tensão x deformação para diferentes tipos de aço.

### MATERIAL E MÉTODOS

#### Pesagem, verificação de diâmetro e comprimento do vergalhão

Antes de iniciar o processo do ensaio de tração foi feita a pesagem do material utilizado (Fig. 2A), medição do diâmetro (Figura 2B) e comprimento do vergalhão (Figura 2C).

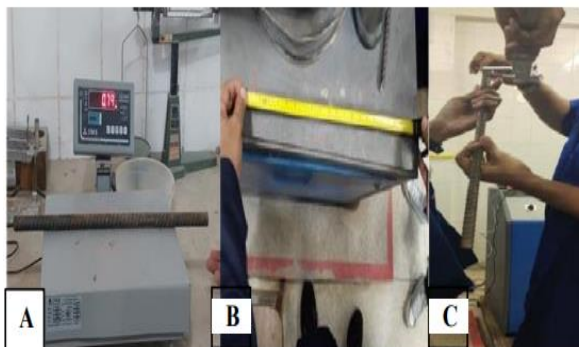


Figura 2– Procedimentos antes do ensaio de tração

Para realização do ensaio, utilizou-se um vergalhão de aço CA-50 de 0,5 mm com 19,5 cm de tamanho (Figura 3), pós-medição do material foi feito o ensaio em Diâmetro 0.5 mm Vergalhão de 19,5 cm A B C prensa universal para determinar o alongamento, o ponto de tensão, deformação e calculando assim a elasticidade do material.



Figura 3 – Dados de diâmetro e comprimento

#### Ensaio de tração

A máquina de ensaios universais (Figura 4A) foi conectada com sensores ao computador que foi responsável por computadorizar o ensaio (Figura 4B), gerando assim, o gráfico de tensão e o de deformação (Figura 4C), além de que forneceu a matriz de dados com as variáveis de com os valores da força e a variação do alongamento, ao longo do experimento.

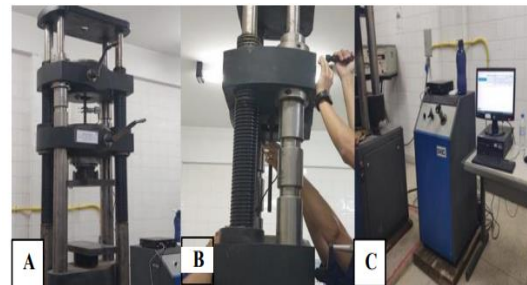


Figura 4 – A) Máquina de tração, B) Colocação do vergalhão na máquina, C) Dados gerados pelo software da máquina.

O gráfico foi feito pela máquina de ensaios universais para visualização das variáveis. Com os dados registrados pela máquina, foi obtido por meio de matriz de dados, onde foram determinadas as variáveis: a tensão nominal e o módulo de elasticidade. Após ensaio mecânico observou-se que amostra apresentou uma fratura dúctil, e fratura do tipo taça cônica (Fig. 5) com clara estricção e zona de escoamento bem definida. O alongamento percentual corresponde ao acréscimo percentual do comprimento final do corpo de prova após o ensaio em relação ao seu comprimento inicial.

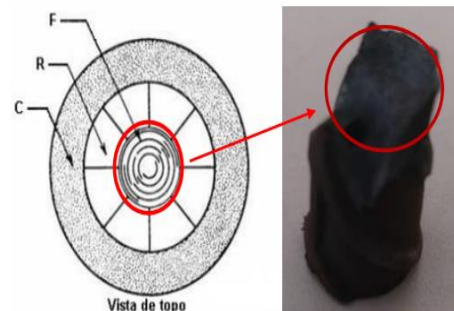


Figura 5 - Material ensaiado e tipo de fratura

Os sensores ligados a um microcomputador responsável por computadorizar o ensaio, e gerar o gráfico tensão e deformação, além de fornecer a matriz de dados com os valores da força e a variação do alongamento, ao longo do experimento, os quais foram usados para realizar o gráfico tensão e deformação no Excel, sendo então, possível compará-los. Com os dados registrados pela máquina, e obtido por meio de uma matriz de dados, determinou-se as seguintes variáveis: a tensão nominal ou de engenharia e o módulo de elasticidade, como mostra respectivamente as Equações (1) e (2). O cálculo do alongamento do corpo de prova fraturado pode ser realizado segundo etapas (equação 1).

$$AL = \frac{l_f - l_0}{l_0} \quad (1)$$

%AL = Alongamento percentual

$l_f$  = Comprimento da fratura

$l_0$  = Comprimento original

$$\text{Tensão } \sigma = P/A_0 \quad (2)$$

Sendo:  $\sigma$  = Tensão; [MPa] P = Força (carga) aplicada; [N]

$A_0$  = Área da seção inicial do corpo onde é diretamente aplicada a carga. [mm<sup>2</sup>]

$$\text{Módulo de Elasticidade } \sigma = E \cdot \varepsilon \quad (3)$$

Sendo:  $\sigma$  = Tensão; [MPa]

E = Módulo de elasticidade;

$\varepsilon$  = Deformação [mm]

Para descobrir a ductilidade, propriedade que representa o grau de deformação que um material suporta até sua fratura, usou a Equação (4):

Ductibilidade:

$$AL\% = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 \quad (4)$$

Sendo: AL% = Alongamento percentual (Ductilidade);

$l_f$  = Comprimento final do corpo-de-prova;

$l_0$  = Comprimento inicial do corpo-de-prova ;

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Seguindo os ensaios estabelecidos nesse artigo foi feito a tabela 1 é fornecida as dimensões obtidas da amostra de aço estrutural, antes e após o ensaio.

Tabela 1 – Dados do Cp Antes e depois do ensaio de tração

Condições	Comprimento	Diâmetro
<b>Inicial</b>	123,20 mm	10,03 mm
<b>Final</b>	126,10 mm	9,52 mm

Podemos observar que o comprimento e o diâmetro inicial da amostra utilizada nos ensaios, ficaram com valores próximos aos que estão estipulados na norma NBR 6152, onde se destaca pouca diferença de valores, por conta dos possíveis erros ocasionais de feito na hora da leitura com paquímetro.

Além disso, devido a tração sofrida pela CP usado, ocorreu o alongamento e a diminuição do diâmetro da amostra em questão, mostrando a estriquição do material. A (figura 6 mostra) o gráfico de tensão x deformação, criado pelo software da máquina de ensaios universais, para obter os valores da tensão e deformação no decorrer do teste.

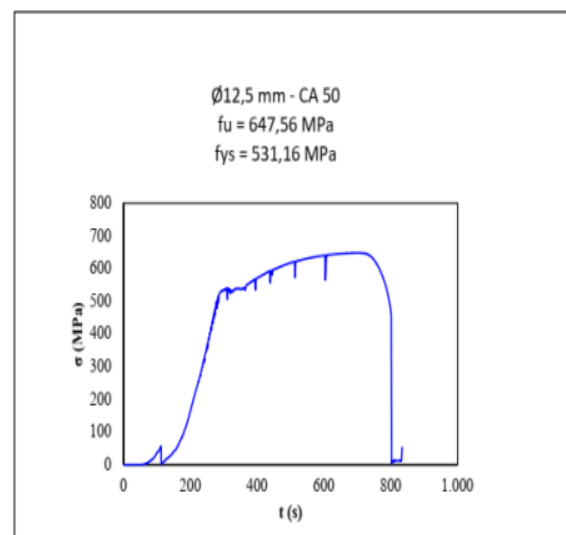


Figura 6 - Gráfico de tensão x deformação aço CA 50

Comparando os gráficos é possível perceber que se assemelham, havendo mínimas discrepâncias nos valores, as quais ocorreram devido a obtenção do dimensionamento da amostra, e o desvio padrão dos

cálculos. A Tabela 2 a seguir, apresenta a comparação dos valores das propriedades mecânicas, entre os cálculos realizados com a matriz de dados e os fornecidos pelo maquinário.

Tabela 2 Comparação dos valores das propriedades mecânicas

Dados	Ductilidade (%)	Tensão de resistência (MPa)	Módulo de elasticidade (GPa)	Limite de escoamento (MPa)
EMIC	20,5	679,71	218,43	552,12
Excel	21,74	689,38	222,30	574,89

## CONCLUSÃO

As melhores características ductilidade e resistência mecânica, aliando esses dois parâmetros, surgem uma infinidade de possíveis aplicações, porém devido ao seu custo mais elevado em relação aos demais só deve ser utilizado em projetos que realmente necessitem dessas propriedades.

Pensando em ductilidade, como já era esperado do vergalhão em conjunto com o ensaio e o estudo direto deve ser utilizada em projetos que se necessita essa propriedade, porém com o cuidado de realizar tratamentos superficiais para elevar a dureza e evitar o desgaste.

Seu custo é relativamente mais baixo, tornando-o competitivo em relação aos demais. Onde o corpo de prova apresentou ruptura de fratura tipo frágil, um alongamento final de 9% um aumento de 1,75 cm durante o ensaio com velocidade de 0,5 mm/min, e 8 mm.

## REFERENCIAS

ABNT NBR 6152, 2002, “Materiais Metálicos: Ensaio de Tração à Temperatura Ambiente”, Rio de Janeiro;

A. G. L. de Azevedo, J. P. Farias, Aplicação da Técnica da Dupla Camada na Soldagem do Aço ABNT 1045, 108 (2002).

CALLISTER, W. D. Ciência e Engenharia dos Materiais: Uma Introdução. Rio de Janeiro: LTC, 1999.

COLPAERT, P. H. Metalografia dos Produtos siderúrgicos comuns. 3. ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda., 1989.

GARCIA, Amauri; SPIM, Jaime Álvares, Carlos Alexandre. Ensaio dos materiais. Livros Técnicos e

HIBBELER, R.C., Resistência dos materiais, 5ª edição, 2004;

HOWE, A.A. Ultrafine Grained Steels: Industrial Perspectives. Materials Science and Technology, 16:11, November-December 2000, p. 1264-12

HIBBELER, R.C., Resistência dos materiais, 5ª edição, 2004;

LEITE, Sueli Souza et al. Ensaio de tração mecânica e análise metalográfica do açoSAE 1045. Revista Engenharia em Ação UniToledo, v. 2, n. 1, 2017.

