

ANÁLISE DE ENSAIOS DE TRAÇÃO EM CORPO DE PROVA DE AÇO SAE 1020

Evandro Bertoldi, evandro.bertoldi@unijui.edu.br¹

¹UNIJUI, Av. Gomercindo Saraiva, 1066, Centro, Saldanha Marinho, CEP 98250-000, RS, Brasil.

Resumo: O ensaio de tração consiste em submeter um corpo de prova a um esforço que tende a esticá-lo ou alongá-lo até a ruptura, no qual o corpo de prova deve ser de formato padronizado para que seu resultado possa ser comparado ou reproduzido. Esse ensaio permite verificar a resistência do material, além de determinar a curva de escoamento e ruptura, e também é possível verificar se o material possui alguma falha proveniente de sua fabricação ou beneficiamento. O ensaio prático a ser realizado trata-se do ensaio de tração em corpo de prova padronizado tendo como objetivo demonstrar o método e procedimento desse tipo de ensaio na obtenção das propriedades mecânicas de materiais. Desenvolveu-se o ensaio em corpo de prova com entalhe e sem entalhe a fim de verificar a diferença entre resistências, no qual, teoricamente, o corpo de prova com entalhe deve aumentar a resistência, alongando menos e diminuindo a estricção. A partir do desenvolvimento do ensaio de tração verificou-se que a deformação aumentou de acordo com a força aplicada, obtendo-se deformação elástica e plástica. Verifica-se que com a realização do ensaio de tração, pode-se determinar o emprego ou a utilização de um determinado material através da sua capacidade de solitação e conhecendo as condições de trabalho. Evidencia-se que o corpo de prova com entalhe obteve uma fratura característica de material frágil, encontrando-se um limite de resistência a tração de 423 N/mm^2 , limite de escoamento de $331,8 \text{ N/mm}^2$, alongamento de 13,5% e estricção de 34,9%. Quanto ao corpo de prova sem entalhe, após o ensaio, obteve uma superfície do tipo meio copo ou meia taça, encontrando-se um limite de resistência a tração de $462,3 \text{ N/mm}^2$, limite de escoamento de $417,1 \text{ N/mm}^2$, alongamento de 34,8% e estricção de 45,7%.

Palavras-chave: Ensaio de tração, Limite de resistência, Deformação.

1. INTRODUÇÃO

Diante da necessidade do homem de buscar explicações para muitas das questões técnicas que este enfrentava ao longo do seu crescimento, foram criadas máquinas e operações de testes, dentre eles o teste de tração.

De acordo com alguns autores (Van Vlack, 1984 e William et al., 2000), ensaios mecânicos são importantes para determinar os parâmetros dos materiais em condições de trabalho. Dentre as principais solitações mecânicas para fabricação, encontram-se a tração, a compressão, o cisalhamento, e a flexão. As principais propriedades mecânicas dos materiais são obtidas pelo ensaio de tração, onde os corpos de prova são alongados por uma força de tração uniaxial, até a ruptura do material, nas quais são medidas a tensão e a deformação correspondente.

Bluhm *et al.* (1965) descreve que a facilidade na execução e a reprodutividade dos resultados colocam o ensaio de tração como um dos mais importantes meios de se determinar propriedades mecânicas dos materiais em engenharia.

Segundo Neto (2013), o ensaio de tração como ensaio mecânico, pode ser considerado como um dos melhores ensaios visando à relação custo-benefício uma vez que o seu custo efetivo, tomadas as devidas condições e exigências, pode ser muito menor que outros ensaios de mesmo cunho.

De acordo com Souza (1982), o ensaio de tração consiste na aplicação de uma carga de tração uniaxial em um corpo de prova, geralmente padronizado, onde se pode afirmar que as deformações são uniformemente distribuídas ao longo de todo um corpo de prova específico até a ruptura. A uniformidade da deformação permite ainda obter medições precisas da variação dessa deformação em função da força aplicada. Essa variação é de extrema importância para o engenheiro, que por meio de pontos ou de uma reta dada pela máquina determina a curva tensão *versus* deformação do material. Porém ao se alcançar o ponto de tensão máxima suportada pelo material, a uniformidade na deformação termina devido ao aparecimento do fenômeno de estricção, ou diminuição da seção do corpo de prova, para metais com certa ductilidade. A ruptura se dá na faixa estreita do material, menos que defeitos internos promovam a ruptura em algum ponto fora dessa região, o que é de rara ocorrência.

Segundo Nery (2012), o ensaio de tração é de usual utilização em engenharia a fim de obterem-se informações básicas sobre as propriedades dos materiais. Neste ensaio um corpo de prova, que pode possuir diferentes geometrias, é submetido à aplicação de uma carga uniaxial crescente, onde são obtidas informações simultaneamente sobre seu comportamento durante o tempo de ensaio, no qual o produto desse ensaio é uma curva tensão *versus* deformação.

Garcia (2000) menciona que na Engenharia, o ensaio de tração é amplamente utilizado na determinação de dados quantitativos das características mecânicas dos materiais, como o limite de resistência a tração e de escoamento, módulo de elasticidade, módulo de resiliência, módulo de tenacidade, ductilidade, coeficiente de encruamento e de resistência.

Quanto à curva tensão *versus* deformação, Meyer *et. al.* (1982) descreve que a inclinação da região linear é o módulo de elasticidade, ou módulo de Young. O módulo de elasticidade é uma medida de rigidez do material. Quanto maior o módulo de elasticidade, menor a deformação elástica resultante da aplicação de uma determinada carga. Uma vez que o módulo de elasticidade é necessário para o cálculo da deflexão de vigas e outros componentes, ele se torna um valor importante para projetos.

Esse tipo de ensaio mostra-se de muita importância na indústria, pois tanto o superdimensionamento como o subdimensionamento de produtos, podem trazer consequências graves. O primeiro porque gera desperdício de material, maior consumo de energia e baixo desempenho. O segundo porque o produto vai falhar e, além do prejuízo, pode causar sérios acidentes, com danos irreparáveis.

Tem-se como principal objetivo o estudo da resistência de um determinado material e a análise do seu comportamento quando submetido à tração a partir de ensaios práticos e aplicação de equações para realizar os cálculos das variáveis. Esse estudo complementa a análise exigida em grande parte das empresas metalúrgica, assim como a qualificação de um material perante exigência de empresas e projetos. Dessa maneira, pretende-se identificar e conhecer as propriedades mecânicas do aço SAE 1020, por se tratar de um material comumente utilizado na indústria, através de corpos de prova com entalhe e sem entalhe a fim de verificar a diferença entre as resistências, demonstrando a sua ruptura. Pretende-se também, estudar o procedimento do ensaio de tração e analisar através de gráficos o comportamento do material e as suas propriedades mecânicas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Conceitos do Ensaio de Tração

Os ensaios de tração avaliam diversas propriedades mecânicas dos materiais, normalmente auxiliando na escolha do elemento certo para determinado projeto. O procedimento experimental consiste na deformação de uma amostra de determinado material até a sua fratura. Essa fratura se dá devido à aplicação de tração, gradativamente crescente e uniaxialmente ao longo do eixo mais comprido de um corpo de prova. De acordo com Holt (2000), os corpos de prova podem ter secção retangular ou circular, conforme ilustrado na Fig. 1.

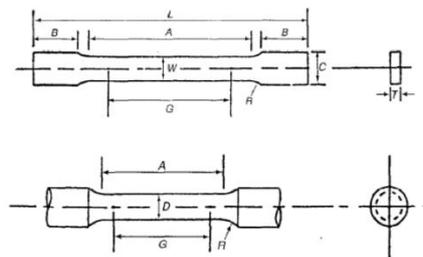


Figura 1. Tipos mais usados de corpos de prova para ensaio de tração.

As especificações do corpo de prova são normalizadas, dependendo do material e das condições de realização do ensaio. Como exemplo, com base na NBR ISO 6892:2002, para materiais metálicos com espessura ou diâmetro acima de 4 mm a serem ensaiados à temperatura ambiente, os corpos de prova circulares devem ter a relação entre o comprimento original G e o diâmetro D especificada pela Eq. (1).

$$G = 5,65 \sqrt{\frac{\pi \cdot D^2}{4}} \quad (1)$$

De acordo com Callister (2002), a máquina onde se realiza o ensaio de tração, cujo esquema está apresentado na Fig. 2, é projetada para alongar o corpo de prova a uma taxa constante, que é preso por suas extremidades nas garras de

fixação do dispositivo da máquina. Além disso, executa uma medição, simultaneamente ao processo, da carga instantânea aplicada (com uma célula da carga) e dos alongamentos resultantes com auxílio de um extensômetro.

Segundo Ensaio de Tração (2004) é importante que se repita o mesmo ensaio em pelo menos dois corpos de prova idênticos, para que por comparação dos valores obtidos possa-se garantir a resposta do equipamento. O corpo de prova é fixado por meio de garras numa máquina de ensaios que aplica esforços crescentes na sua direção axial, sendo medidas as variações no comprimento. Os esforços ou cargas são medidas na própria máquina, e, normalmente, o corpo de prova é levado à ruptura.

Segundo Callister (2002), durante os ensaios, a deformação do corpo de prova fica confinada à região central, que é mais estreita e possui uma seção reta uniforme ao longo do seu comprimento, conforme observado na Fig. 2.

A Fig. 2 apresenta o comportamento da curva tensão *versus* deformação de engenharia até a fratura. O limite de resistência à tração (LRT) encontra-se no ponto máximo da tensão e os detalhes circulares representam a deformação elástica, a deformação plástica uniforme, a estrição e a fratura que é o momento de rompimento do material.

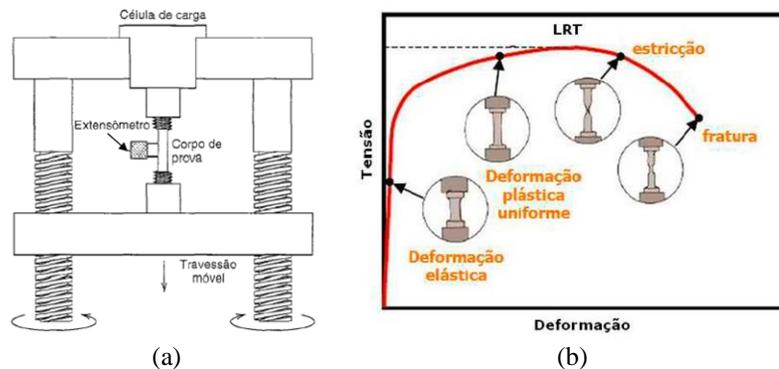


Figura 2. a) Desenho esquemático de máquina de ensaio de tração b) Curva Esquemática Força *Versus* Alongamento.

Os resultados dos ensaios de tração são registrados por um computador, mostrando gráficos na forma de carga ou força em função do alongamento. Os valores e suas representações dependem do tamanho da amostra a ser testada, pois a carga aplicada para o alongamento será determinada através disso. Para minimizar esses fatores geométricos, a carga e o alongamento são normalizados de acordo com os seus respectivos parâmetros de tensão e deformação. De acordo com Dieter (2000) a tensão de engenharia (σ) e a deformação de engenharia (ϵ) são definidas pela Eq. (2) e (3).

$$\sigma = \frac{F}{S_0} \quad (2)$$

Sendo:

σ = Tensão;

F = Força (carga) aplicada;

S_0 = Área da seção inicial do corpo onde é diretamente aplicada a carga.

$$\epsilon = \frac{(L - L_i)}{L_i} = \frac{\Delta L}{L_i} \quad (3)$$

Sendo:

ϵ = Deformação;

L_i = Comprimento inicial/original (antes da aplicação da carga);

L = Comprimento instantâneo (no momento da ruptura o comprimento final é denominado L_f).

Quando um corpo de prova é submetido a um ensaio de tração, é fornecido um gráfico que mostra as relações entre a força aplicada e as deformações ocorridas durante o ensaio. Em ensaios de tração convencionou-se que a área da seção utilizada para os cálculos é a da seção inicial (S_0). Aplicando essa relação obtêm-se os valores de tensão que relatados num gráfico demonstram as relações entre tensão e deformação no decorrer do ensaio. Em função do material ensaiado têm-se diferentes comportamentos das curvas tensão *versus* deformação conforme apresentado na Fig. 3.

A elasticidade de um material é a sua capacidade de voltar à forma original em ciclo de carregamento e descarregamento. A deformação elástica é reversível, ou seja, desaparece quando a tensão é removida. A deformação elástica é consequência da movimentação dos átomos constituintes da rede cristalina do material, desde que a posição relativa desses átomos seja mantida.

Conforme mencionado por Callister (2002), uma peça de aço, por exemplo, sob efeito de tensões de tração ou de compressão sofre deformações, que podem ser elásticas ou plásticas. Até certo nível de tensão aplicada, o material trabalha no regime elástico, isto é, segue a lei de Hooke e a deformação linear específica é proporcional ao esforço aplicado, conforme Fig. 3. A proporcionalidade pode ser observada no trecho retilíneo do diagrama tensão-deformação, ou seja, até o ponto P da Fig. 3, e a constante de proporcionalidade é denominada de módulo de elasticidade. Ultrapassado o limite de proporcionalidade, tem lugar a fase plástica. O valor constante dessa tensão é uma importante característica e é denominada resistência ao escoamento (σ_e). O limite de resistência ao escoamento é calculado a partir de uma pré-deformação específica, geralmente 0,2% para o aço, traçando uma reta paralela à região retilínea da curva tensão-deformação conforme demonstrado na Fig. 3.

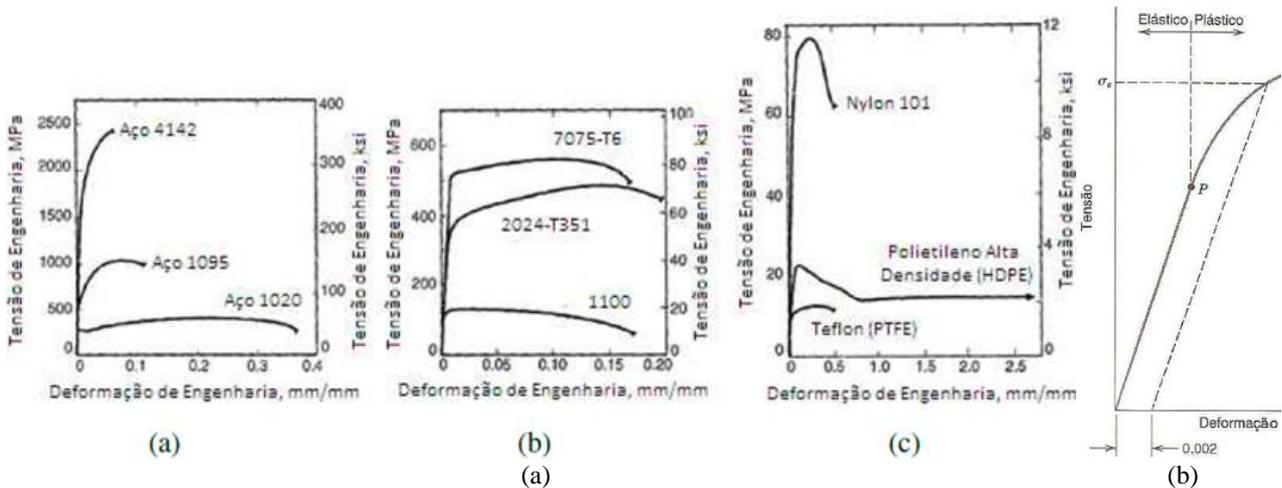


Figura 3. a) Curvas de tensão-deformação de ensaios de tração para (a) três aços, (b) três ligas de alumínio e (c) três plásticos b) Comportamento tensão-deformação típico para um metal.

A relação entre os valores da tensão e da deformação linear específica, na fase elástica, é o módulo de elasticidade. A expressão matemática para o cálculo dessa constante é dada pela Eq. (4).

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \tag{4}$$

Sendo:

E = Módulo de elasticidade

σ = Tensão aplicada

ϵ = Deformação linear específica

Quanto à estrição, a mesma é representada conforme Eq. (5).

$$Z = \frac{S_0 - S_f}{S_0} \tag{5}$$

Sendo:

Z = Estrição;

S_0 = Área inicial do corpo de prova;

S_f = Área final do corpo de prova.

A tensão verdadeira representa-se conforme Eq. (6).

$$\tau = \frac{F}{S_0} \quad (6)$$

Sendo:

τ = Tensão verdadeira;

F = Força aplicada pela máquina;

S_0 = Área inicial do corpo de prova.

Finalmente, na Eq. (7), é representada a deformação verdadeira.

$$\varphi = L_n \frac{H_f}{H_i} \cdot (-1) \quad (7)$$

Sendo:

φ = Deformação verdadeira;

H_f = Altura final do corpo de prova;

H_i = Altura inicial do corpo de prova.

Para a realização do ensaio de tração utilizou-se para os corpos de prova o material SAE 1020, e equipamentos e materiais conforme segue:

- Máquina de ensaios universal Wolpert com capacidade de 60t;
- Paquímetro digital e traçador de altura Mitutoyo;
- Computador conectado a máquina de ensaios para a geração dos gráficos;
- Fita veda rosca para fins de lubrificação e tinta Prússia a base de azul metileno.

Na Fig. 4 ilustra-se a máquina de ensaios universal e o traçador de altura citados anteriormente.

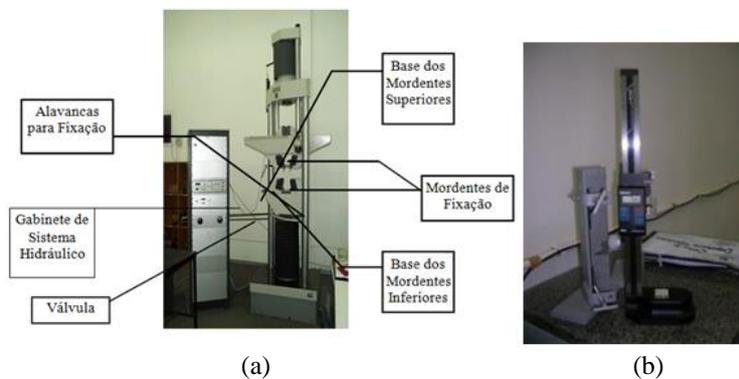


Figura 4. a) Máquina de ensaios universal Wolpert b) Traçador de altura Mitutoyo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O ensaio de tração consiste em submeter o corpo de prova a uma força que tende a alongá-lo e esticá-lo até a ruptura. Geralmente, o ensaio é realizado em corpos de prova com formas e dimensões padronizadas, para que os resultados obtidos possam ser comparados ou, se necessários reproduzidos. A norma que regulamenta todos os tipos de corpos de prova para esse tipo de ensaio é a NBR 6152 (2002).

Pintou-se o corpo de prova com tinta à base de azul metileno, e com o auxílio de um traçador de altura, fizeram-se duas marcações a uma distância de 50 mm. Esta marcação é importante, pois a partir dela determina-se o alongamento final do corpo de prova.

Após marcado o corpo de prova, fixou-se o mesmo em uma máquina de ensaios que aplica esforços crescentes na sua direção axial, sendo medidas as deformações correspondentes. Os esforços ou cargas são medidas na própria máquina, e emitidas a um computador, no qual, normalmente, a amostra é levada à ruptura.

Após o ensaio, mediu-se o comprimento final do corpo de prova, a fim de conhecer o alongamento final do mesmo. Com esse tipo de ensaio, pode-se afirmar que as deformações promovidas no material são uniformemente distribuídas em todo o seu corpo, pelo menos até ser atingida uma carga máxima próxima do final do ensaio e, como é possível

fazer com que a carga cresça numa velocidade razoavelmente lenta durante todo o teste, o ensaio de tração permite medir satisfatoriamente a resistência do material.

A fim de verificar a diferença entre resistências, fez-se um entalhe em um dos corpos de prova. Entalhe este que teoricamente deveria aumentar a sua resistência mecânica, alongando menos e diminuindo a estrição. Para o início do ensaio, observou-se que a máquina universal de ensaios trabalha com uma velocidade de 13,3 mm/min. Na Fig. 5 é representado o corpo de prova e suas fases durante o ensaio de tração e o corpo de prova ensaiado com o surgimento do fenômeno estrição.

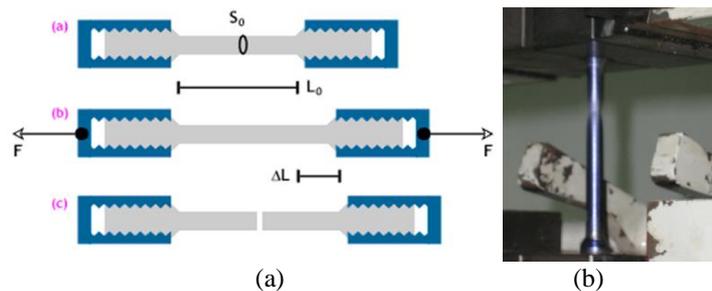


Figura 5. a) Corpo de prova e suas fases durante o ensaio de tração b) Corpo de prova ensaiado com o surgimento do fenômeno estrição.

Primeiramente, realizou-se o ensaio de tração em corpo de prova sem entalhe com as seguintes dimensões:

- Diâmetro inicial: $\phi 10$ mm;
- Comprimento inicial: 72,5 mm.

Realizou-se no corpo de prova, uma marcação com distância de 50 mm para a verificação do alongamento, obtendo-se um diâmetro final após o ensaio de 5,38 mm.

A seguir, na Tab. 1, apresentam-se os resultados do ensaio prático do corpo de prova sem entalhe. É possível verificar que com o aumento da força aplicada (F) para tracionar o corpo de prova, consequentemente os valores de deslocamentos (ΔL), tensão (τ) e deformação (ϵ) aumentaram até o surgimento da estrição e posterior ruptura do corpo de prova ensaiado. Com a finalidade de visualizar a variação desses valores durante o ensaio prático, na Tab. 1 é representado somente uma parte dos valores encontrados.

Tabela 1. Resultados do ensaio prático com indicação das forças, deslocamentos, tensão e deformação do corpo de prova sem entalhe.

ΔL (mm)	F (N)	τ (N/mm ²)	ϵ (mm)
0	0	0	0
0,032	5928,058	233,9684	0,064
0,093	6514,688	257,1215	0,186
0,154	7101,319	280,2747	0,308
0,215	7811,451	308,3021	0,43
0,246	8521,583	336,3296	0,492
0,277	9293,466	366,7943	0,554
0,338	10065,35	397,2589	0,676
0,399	10682,85	421,6306	0,798
0,47	11300,36	446,0023	0,94
0,541	12041,37	475,2483	1,082
0,613	12782,38	504,4944	1,226

Na Fig. 6 representa-se o resultado do ensaio de tração em corpo de prova sem entalhe a partir da curva força *versus* deslocamento, no qual são representados todos os valores da força aplicada (F) e deslocamentos (ΔL), ou seja, são mostrados de forma gráfica os valores na deformação elástica, deformação plástica, estrição e fratura.

Na Fig. 7 representa-se o resultado do ensaio de tração em corpo de prova sem entalhe a partir da curva tensão *versus* deformação, no qual são representados todos os valores da tensão (τ) e deformação (ϵ), ou seja, são mostrados de forma gráfica os valores na deformação elástica, deformação plástica, estrição e fratura.

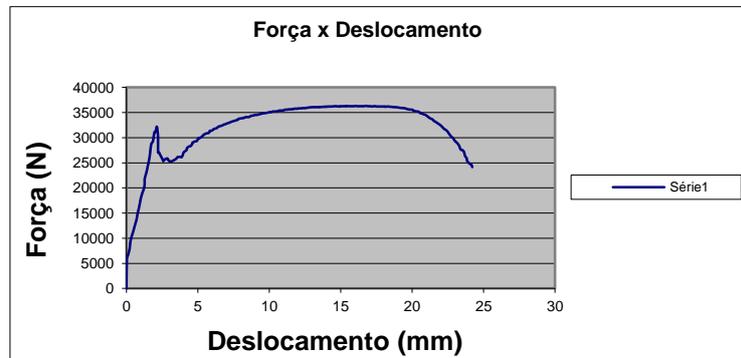


Figura 6. Gráfico representando a curva força *versus* deslocamento do corpo de prova sem entalhe.

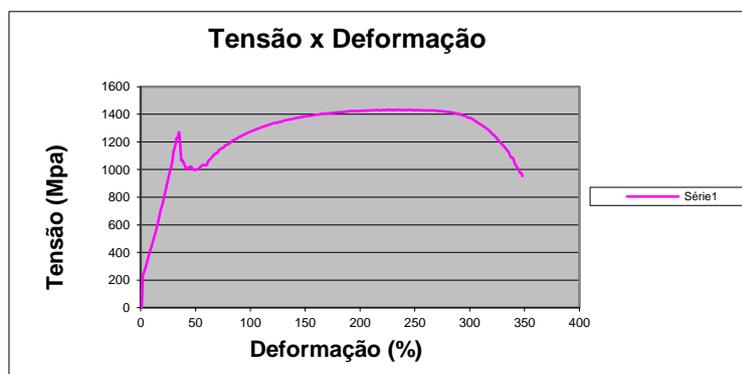


Figura 7. Gráfico representado a curva tensão *versus* deformação verdadeira do corpo de prova sem entalhe.

Após realizado o ensaio de tração em corpo de prova sem entalhe, realizou-se o mesmo ensaio em corpo de prova com entalhe. Para o corpo de prova com entalhe apresentam-se as dimensões abaixo:

- Diâmetro inicial: $\phi 10$ mm;
- Diâmetro do entalhe: $\phi 8,55$ mm;
- Comprimento inicial: 71,8 mm.

Realizou-se no corpo de prova, uma marcação com distância de 50 mm para a verificação do alongamento, obtendo-se um diâmetro final após o ensaio de 6,51 mm.

A seguir, na Tab. 2, apresentam-se os resultados do ensaio prático do corpo de prova com entalhe. É possível verificar que com o aumento da força aplicada (F) para tracionar o corpo de prova, conseqüentemente os valores de deslocamentos (ΔL), tensão (τ) e deformação (ϵ) aumentaram até o surgimento da estrição e posterior ruptura do corpo de prova ensaiado. Observa-se que para o ensaio de tração no corpo de prova com entalhe, obtiveram-se aproximadamente os mesmos valores de deslocamentos (ΔL) e deformação (ϵ) a partir de força aplicada (F) e tensão (τ) consideravelmente menor comparado ao corpo de prova sem entalhe. Com a finalidade de visualizar a variação desses valores durante o ensaio prático, na Tab. 2 é representa somente uma parte dos valores encontrados.

Na Fig. 8 representa-se o resultado do ensaio de tração em corpo de prova sem entalhe a partir da curva força *versus* deslocamento, no qual são representados todos os valores da força aplicada (F) e deslocamentos (ΔL), ou seja, são mostrados de forma gráfica os valores na deformação elástica, deformação plástica, estrição e fratura. Observa-se a partir dos resultados, que os valores de força máxima aplicada ($F_{m\acute{a}x.}$) e deslocamentos (ΔL) do ensaio de tração em corpo de prova com entalhe são menores em relação ao ensaio de tração em corpo de prova sem entalhe.

Na Fig. 9 representa-se o resultado do ensaio de tração em corpo de prova sem entalhe a partir da curva tensão *versus* deformação, no qual são representados todos os valores da tensão (τ) e deformação (ϵ), ou seja, são mostrados de forma gráfica os valores na deformação elástica, deformação plástica, estrição e fratura. Observa-se a partir dos resultados, que os valores de tensão (τ) e deformação (ϵ) do ensaio de tração em corpo de prova com entalhe são menores em relação ao ensaio de tração em corpo de prova sem entalhe.

Tabela 2. Resultados do ensaio prático com indicação das forças, deslocamentos, tensão e deformação do corpo de prova com entalhe.

ΔL (mm)	F (N)	τ (N/mm ²)	ϵ (mm)
0,02	0	0	0,04
0,051	185,252	7,1844871	0,102
0,132	370,504	14,3689742	0,264
0,214	494,005	19,1586194	0,428
0,255	617,506	23,9482645	0,51
0,295	864,508	33,5275548	0,59
0,367	1111,51	43,1068838	0,734
0,438	1420,26	55,0810161	0,876
0,499	1729,02	67,0551483	0,998
0,56	2253,9	87,4111693	1,12
0,631	2778,78	107,76719	1,262
0,703	3025,78	117,346519	1,406

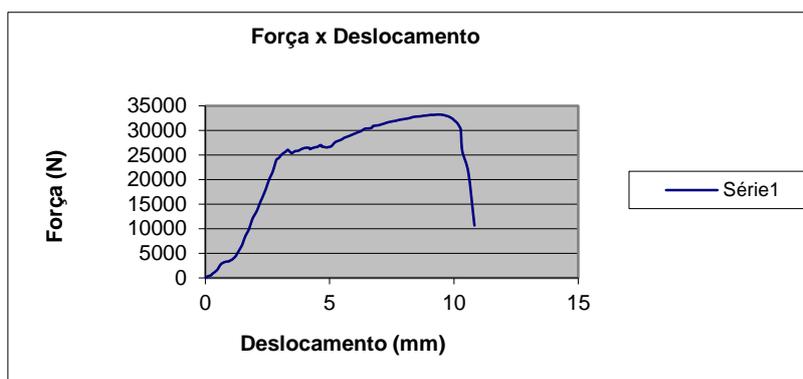


Figura 8. Gráfico representando a curva força *versus* deslocamento do corpo de prova com entalhe.

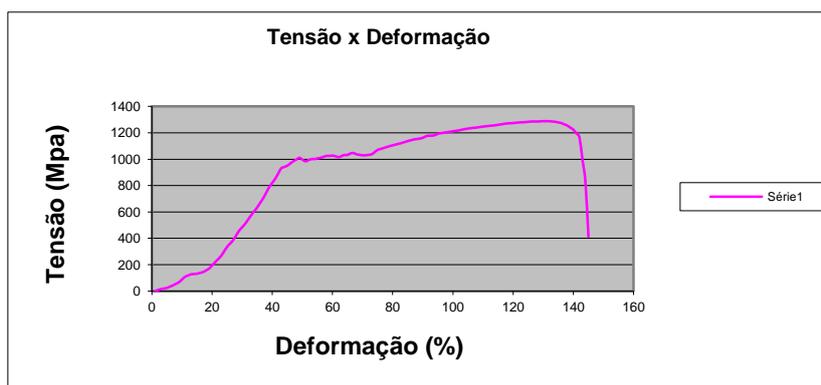


Figura 9. Gráfico representando a curva tensão *versus* deformação verdadeira do corpo de prova com entalhe.

A partir dos resultados obtidos anteriormente, verifica-se no corpo de prova sem entalhe, após o ensaio, uma superfície do tipo meia taça ou meio copo. O resultado do ensaio do corpo de prova sem entalhe é apresentado na Tab. 3, no qual são mostrados os valores de força máxima aplicada ($F_{m\acute{a}x.}$), área inicial do corpo de prova (S_0), resistência à tração, tensão de escoamento, alongamento e estricção.

Quanto ao corpo de prova com entalhe, observa-se uma fratura característica de material frágil. O resultado do ensaio do corpo de prova com entalhe é apresentado na Tab. 4, no qual são mostrados os valores de força máxima aplicada ($F_{m\acute{a}x.}$), área inicial do corpo de prova (S_0), resistência à tração, tensão de escoamento, alongamento e estricção.

A partir dos resultados apresentados anteriormente, verifica-se a diferença nos valores encontrados nos ensaios de tração em corpo de prova sem entalhe e com entalhe, no qual é possível observar que o corpo de prova com entalhe apresentou a diminuição da resistência à tração, limite de escoamento, alongamento e estrição.

Tabela 3. Resumo dos resultados do ensaio prático em corpo de prova sem entalhe.

$F_{m\acute{a}x}$	36309,36 N
S_0	78,53 mm ²
$LR = F_{m\acute{a}x}/S_0$	462,362 N/mm ²
Resistência a Tração	Tensão de Escoamento
462,362 N/mm ²	417,114 N/mm ²
Alongamento	Estricção
$\Delta L = 17,4 \text{ mm} = 34,8\%$	$\varnothing_F = 5,38 = 45,71\%$

Tabela 4. Resumo dos resultados do ensaio prático em corpo de prova com entalhe.

$F_{m\acute{a}x}$	33221,824 N
S_0	78,53 mm ²
$LR = F_{m\acute{a}x}/S_0$	423,046 N/mm ²
Resistência a Tração	Tensão de Escoamento
423,046 N/mm ²	331,831 N/mm ²
Alongamento	Estricção
$\Delta L = 6,76 \text{ mm} = 13,5\%$	$\varnothing_F = 6,51 \text{ mm} = 34,90\%$

4. CONCLUSÕES

O ensaio de tração realizado em corpos de prova permitiu de forma clara, identificar e conhecer as propriedades mecânicas dos materiais dúcteis. O ensaio obteve sucesso e demonstrou de forma objetiva e didática a ruptura de um material de prova comumente encontrado em diversas áreas do setor mecânico. Não foram identificadas possíveis fontes de erros nos dados em virtude do bom resultado obtido.

Além disso, o ensaio de tração permitiu conhecer o comportamento do material, através de um corpo de prova, durante o ensaio prático, e também foi possível a aplicação de equações para realizar o cálculo das propriedades mecânicas.

A partir da metodologia utilizada no ensaio de tração, conseguiu-se obter um melhor entendimento no que diz respeito a ensaios de tração e análise do comportamento do material por meios de gráficos, conseguindo-se assim, identificar as propriedades mecânicas do aço SAE 1020 para o corpo de prova com entalhe e sem entalhe, verificando a diferença nos resultados encontrados entre os corpos de prova. Verificou-se que com a realização do ensaio de tração, é possível determinar o emprego ou a utilização de um determinado material através da sua capacidade de solicitação e conhecendo as condições de trabalho.

Através desse desenvolvimento, verificou-se que com o aumento da força aplicada (F) para tracionar o corpo de prova, os valores de deslocamentos (ΔL), tensão (τ) e deformação (ϵ) também aumentam até o surgimento da estrição e posterior ruptura do corpo de prova ensaiado. A partir dos resultados obtidos, observou-se que para o ensaio de tração no corpo de prova com entalhe, obtiveram-se valores de força máxima aplicada ($F_{m\acute{a}x}$), deslocamentos (ΔL), tensão (τ) e deformação (ϵ) consideravelmente menores comparado ao corpo de prova sem entalhe.

Evidencia-se que o corpo de prova com entalhe obteve uma fratura característica de material frágil e o corpo de prova sem entalhe, após o ensaio, obteve uma superfície do tipo meio copo ou meia taça. Além disso, verificou-se a diferença nos valores encontrados nos ensaios de tração em corpo de prova sem entalhe e com entalhe, no qual é possível observar que o corpo de prova com entalhe apresentou a diminuição da resistência à tração, limite de escoamento, alongamento e estrição.



**4ª Semana Internacional de
Engenharia e Economia FAHOR**
Horizontina - RS - Brasil
5 a 7 de Novembro de 2014



5. REFERÊNCIAS

- ABNT NBR 6152, 2002, “Materiais Metálicos: Ensaio de Tração à Temperatura Ambiente”, Rio de Janeiro.
- Bluhm, J. I. e Morrisey, R. J., 1965, “Fracture in a Tensile Specimen”. First International Conference on Fracture, Sendai, Japão, pp. 1739-1780.
- Callister, Jr. e William, D., 2002, “Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução”, Editora LTC, Rio de Janeiro, 5ed.
- Dieter, G. E., 2000, “Mechanical Behavior Under Tensile and Compressive Loads” In: American Society for Material, ASM Handbook, Mechanical Testing and Evaluation, Ohio, ASM International, vol.08.
- “Ensaio de Tração”, 2004, Disponível em: <<http://www.gps.dema.fem.unicamp.br/PDF/EnsaioTracao.pdf>> UNICAMP, Campinas, Acesso em: 3 set. 2014.
- Garcia, A., 2000, “Ensaaios dos Materiais”. LTC, Rio de Janeiro, 1. Ed.
- Holt, J. M., 2000, “Uniaxial Tension Testing”, In: American Society for Material, ASM Handbook, Mechanical Testing and Evaluation, Ohio, ASM International, vol.08.
- Meyer, M. A. e Chawla, K. K., 1982, “Princípios de Metalurgia Mecânica”. Edgard Blucher, São Paulo, 1. Ed.
- Nery, F. V., 2012, “Avaliação de Danos via Ensaio de Tração do Aço Inoxidável Ferrítico AISI 444”. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Metalúrgica, Escola de Minas-Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal de Ouro Preto.
- Neto, R. M. L., 2013, “Ensaio de Tração”. IEM-Instituto de Engenharia Mecânica, LEN-Laboratório de Ensaaios Destrutivos e Não-Destrutivos, Universidade Federal de Itajubá.
- Projeto NBR 6152, 2002, “Materiais Metálicos, Ensaio de Tração a Temperatura Ambiente”. Rio de Janeiro.
- Souza, S. A., 1982, “Ensaaios Mecânicos de Materiais Metálicos”. Edgard Blucher, São Paulo, 5. Ed.
- Van Vlack, L., 1984, “Princípios de Ciência e Tecnologia dos Materiais”, Editora Campos Ltda, Rio de Janeiro, 4. Ed.
- William, D e Callister, Jr., 2000, “Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução”, LTC Editora, Rio de Janeiro, 5. Ed.

6. RESPONSABILIDADE AUTORAL

O autor é o único responsável pelo conteúdo deste trabalho.

STEEL SAE 1020 SPECIMEN TRACTION TEST ANALYSIS

Evandro Bertoldi, evandro.bertoldi@unijui.edu.br¹

¹UNIJUI, Av. Gomercindo Saraiva, 1066, Centro, Saldanha Marinho, CEP 98250-000, RS, Brasil.

Abstract: *The testing consists in submit a specimen to a strength that tends to stretch or lengthen it until the rupture, in which the specimen must have a standardized form so the result can be compared or reproduced. This test allows to verify the material resistance, and to determine the runoff curve and rupture, and it is also possible to check if the material has any manufacturing or beneficiation failure. The practicing testing to be made is the traction test in standardized specimen aiming to demonstrate the method and procedure of this type of test in material mechanical properties obtaining. It was developed the test in specimen with notch and no notch to verify the differences between resistances, in which, theoretically, the specimen with notch must increase the resistance, lengthening less and decrease the yield. From the traction test development it was verified that the deformation increased according to the strength applied, obtaining the elastic and plastic deformation. It is verified that with the traction test, the use or utilization of a specific material can be determined by its request capacity and knowing the work conditions. It is evident that the specimen with notch had a characteristic fracture of fragile material, having a resistance traction limit of 423 N/mm², outflow limit of 331,8 N/mm², elongating of 13,5%, yield of 34,9%. As the no notch specimen, after the test, had a half glass type surface, having a resistance traction limit of 462,3 N/mm², outflow limit of 417,1 N/mm², elongating of 34,8% and yield of 45,7%.*

Keywords: *Traction Test, Resistance limit, Deformation.*