



ENSAIOS MECANICOS DOS MATERIAIS

MECHANICAL TESTING OF MATERIALS

Bruno Garcia Felix¹

Caroline Zanardi Marques²

David Alex Correia Naitzke³

Yuichi Aida⁴

Prof. Me. Paulo Sérgio Barbosa dos Santos⁵

Prof. Me. Sueli Souza Leite⁶

RESUMO: O ensaio de tração consiste em submeter um corpo de prova com geometria definida, a um esforço crescente na direção axial, levando-o a romper. Este ensaio cria um gráfico de tensão por deformação, sendo possível analisar as propriedades mecânicas do material, as quais estão relacionadas a sua capacidade de resistir ou transmitir esforços. O ensaio de impacto, também conhecido como ensaio de choque ou resiliência, é utilizado para analisar o comportamento dúctil ou frágil dos materiais, principalmente dos metais. O subtipo do ensaio de impacto usado será o Charpy, e o resultado deste ensaio será expresso em uma curva da energia absorvida pela temperatura de ensaio; ela varia conforme a

¹ Acadêmico do curso de Engenharia Mecânica no Centro Universitário Toledo de Araçatuba – SP, brunogarcia_felix@hotmail.com

² Acadêmico do curso de Engenharia Mecânica no Centro Universitário Toledo de Araçatuba – SP, caroline.zanardi@hotmail.com

³ Acadêmico do curso de Engenharia Mecânica no Centro Universitário Toledo de Araçatuba – SP, david_nike@hotmail.com

⁴ Acadêmico do curso de Engenharia Mecânica no Centro Universitário Toledo de Araçatuba – SP, yuichi95@outlook.com

⁵ Engenheiro de Controle e Automação, Mestre em Engenharia Mecânica pela UNESP. Docente da UNESP, engpaulo.sbs@gmail.com

⁶ Engenheira Industrial, Mestre em Engenharia Mecânica pela UNESP. Docente do curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário Toledo de Araçatuba – SP, leitess@bol.com.br

tenacidade do material em questão. Diante disto, o objetivo do artigo foi realizar o ensaio de tração e o ensaio de Charpy no aço SAE 1010, para analisar as suas propriedades mecânicas e correlacioná-las com a sua estrutura interna, através da metalografia do material.

Palavras-chave: Ensaio de Tração, propriedades mecânicas, aço, ensaio de impacto, metalografia

ABSTRACT: The traction test consists of submitting a test body with defined geometry, to a growing effort in the axial direction, causing it to rupture. This essay creates a tension graph by deformation, and it is possible to analyze the mechanical properties of the material, which are related to its ability to resist or transmit efforts. The impact test, also known as shock test or resilience, is used to analyze the ductile or fragile behaviour of materials, primarily metals. The subtype of the impact test used shall be the Charpy, and the result of this test shall be expressed in a curve of the energy absorbed by the test temperature; It varies according to the tenacity of the material in question. In the face of this, the purpose of the article was to carry out the traction test and the Charpy test in SAE 1010 Steel, to analyze its mechanical properties and correlate them with its internal structure, through the metallography of the material.

Key words: Traction Test, mechanical properties, steel, impact test, metallography

1. Introdução

Ao longo dos anos diversos pesquisadores buscam através de ensaios o melhor material com a melhor qualidade possível, para oferecer no mercado produtos e matérias primas duráveis e com um alto índice de aproveitamento, e para isso é essencial conhecer as propriedades mecânicas atribuindo a diversas condições de uso, tais como a temperaturas variadas, ao tipo de carga e a frequência que está sujeito a receber, ao desgaste e a vários outros fatores que influenciam no rendimento e na conservação do material. Sendo assim, os ensaios mecânicos são a melhor forma de direcionar esses profissionais para que eles tenham melhores parâmetros de comportamento do material em condições de trabalho, tudo isso em conformidade com as normas técnicas, o estabelecimento e a publicação dessas normas são a Sociedade Americana para Ensaio e

Materiais (ASTM – American Society for Testing and Materials), que possui aceitação no Brasil. A entidade responsável pelas normas padrões no Brasil são a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

As propriedades mecânicas dos materiais são verificadas pela execução de ensaios cuidadosamente programados e reproduzindo o mais fielmente possível o encargo do serviço, embora os valores de propriedades de muitos materiais usados possam ser obtidos de tabelas, um conhecimento da metodologia da execução dos ensaios é muito viável, portanto conhecer os fundamentos básicos de cada ensaio e crucial, é meramente importante. Perante o conceito geral esses ensaios são classificados como ensaios destrutíveis, que são aqueles que deixam algum sinal na peça ou corpo de prova submetido ao ensaio, mesmo que eles não fiquem inutilizados, esses ensaios podem ser realizados em laboratórios.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Objetivos

Realizar o ensaio de tração do aço 1010 e construir por meio da matriz de dados fornecido pelo ensaio, o gráfico tensão e deformação, realizando assim o ensaio de impacto Charpy, levantando resultados que serão analisados e comparados com os resultados encontrados na literatura. Sendo estes, interpretados por meio de ensaio metalográfico do corpo de prova, relacionando assim, a estrutura do material com as suas propriedades mecânicas, observadas graficamente e constatadas através de cálculos.

2.2 Materiais e Métodos

2.2.1 Ensaio de Tração

O ensaio de tração consiste em aplicar uma força uniaxial no material, tendendo-o a alongá-lo até o momento de sua fratura. O corpo de prova é fixado pelas suas extremidades nas garras de fixação da máquina de tração e então submetido a um esforço, aplicando-se uma carga gradativa e registrando cada valor de força correspondente a um diferente tipo de alongamento. Ao termino do ensaio, que se dá na ruptura do material, é obtido um gráfico tensão x deformação. O processo de rompimento do corpo de prova foi conduzido por meio da máquina eletromecânica universal WDW-100E III (SHINJIN).

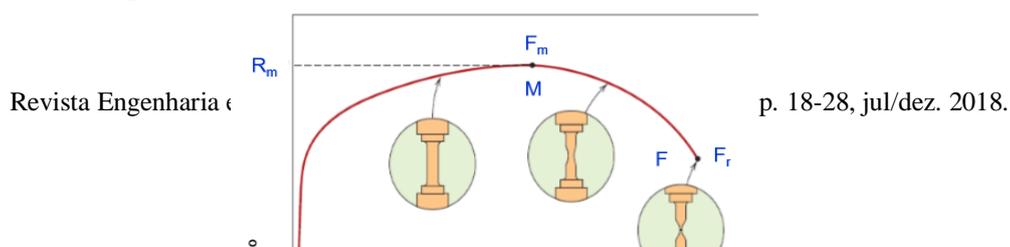


Figura 1 – Gráfico Tensão – Deformação
 Fonte: Adriano Scheid, 2002, p.11

Deve-se calcular cada propriedade mecânica para comparar com resultado obtido no ensaio. Desta forma o Módulo de Elasticidade será obtido pela equação 1.

$$\sigma = E * \varepsilon \rightarrow E = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon}$$

(1)

sendo σ representa a tensão medida Pascal; E representa o Módulo de elasticidade medida em Newtons/mestros²; ε representa a deformação específica, (adimensional) pelo SI, Sistema Internacional de Unidades

A tensão de resistência será obtida pela equação 2:

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

(2)

Sendo F é medida em Newtons; A é medida e metros seguindo o SI

A deformação será obtida pela equação 3:

$$\varepsilon = \frac{L-L_0}{L_0} = \frac{\Delta L}{L_0}$$

(3)

Sendo L comprimento final e L_0 o comprimento inicial representados em metros no SI

A ductilidade será obtida pela equação 4:

$$Al\% = \frac{L-L_0}{L_0} * 100 \rightarrow Al\% = \frac{\Delta L}{L_0} * 100 \rightarrow Al\% = \varepsilon * 100$$

(4)

Sendo $Al\%$ representante do grau de deformação que um material suporta até a fratura.

A tensão de escoamento é obtida traçando-se uma reta à 0,002% da curva elástica.

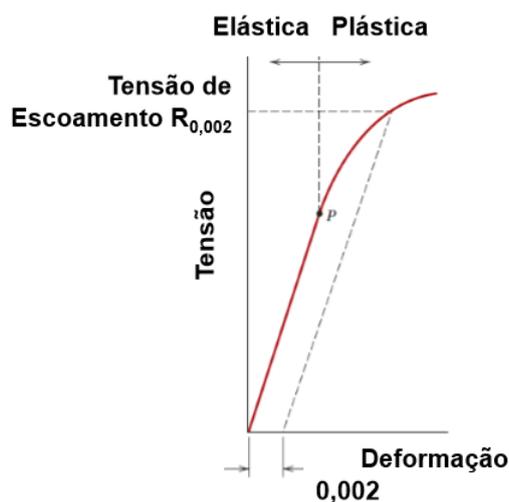


Figura 2 – Tensão de escoamento

Fonte: Adriano Scheid, 2002.

A figura 3A é a representação do corpo de prova utilizado no ensaio de Tração, e a figura 3B a máquina usada para o rompimento do teste.



Figura 3A – Corpo de prova do ensaio de Tração.
Figura 3B – Máquina Universal de Ensaio de Tração.
Fonte: Próprio autor, 2017.

2.3 Ensaio de Impacto

Diversos tipos de materiais precisam passar por ensaios para assim poder medir a qualidade e a confiabilidade dos mesmos, sendo assim o ensaio de impacto é empregado

no estudo da fratura frágil dos metais nas mais diversas empresas, seja na automotiva a aeronáutica. Esse ensaio consiste em medir a quantidade de energia absorvida por um material analisado quando o mesmo sofre uma ação de esforço de choque de um valor conhecido, o corpo de prova padronizado possui um entalhe onde ocorre a fratura. Os materiais podem ser classificados a dois modos: frágeis, os quais absorvem pouca energia, o que resulta em uma deformação pequena. Dúcteis que absorvem mais energia antes da ruptura. Desta forma possuem grande deformação.

Figura 4A – Corpo de Prova do Ensaio de Impacto Charpy.

Figura 4B – Curva de Deformação Genérica.

Fonte: Adriano Scheid, 2002.

2.3.1 Teste Charpy

O ensaio é realizado em um pendulo de impacto, onde o corpo de prova é fixado no suporte, na base da máquina, posicionando-o com a face que possui o entalhe oposta a face de impacto, o martelo do pendulo é assim liberado de uma altura pré-definida pelo técnico, assim causando a ruptura do material instantaneamente. A altura do martelo após o impacto é a medida de energia que o material absorveu.

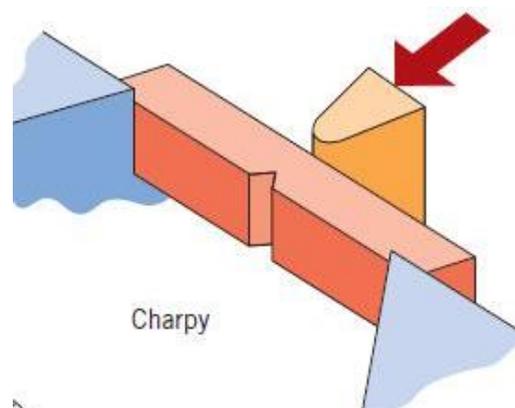
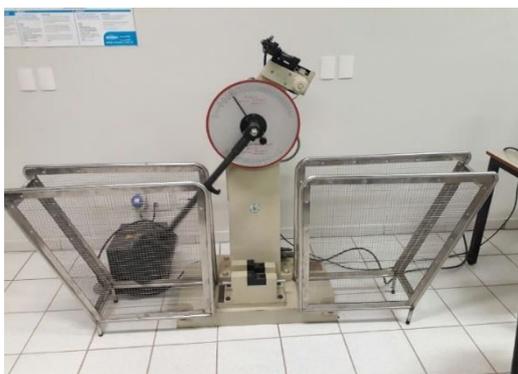


Figura 5 – Máquina de Ensaio de Impacto. Genérica.

Fonte: Próprio Autor, 2017

Figura 6 – Curva de Deformação

Fonte: Adriano Scheid, 2002.

Para o teste Charpy são divididos em três grupos: A, B e C como mostra na figura 7.

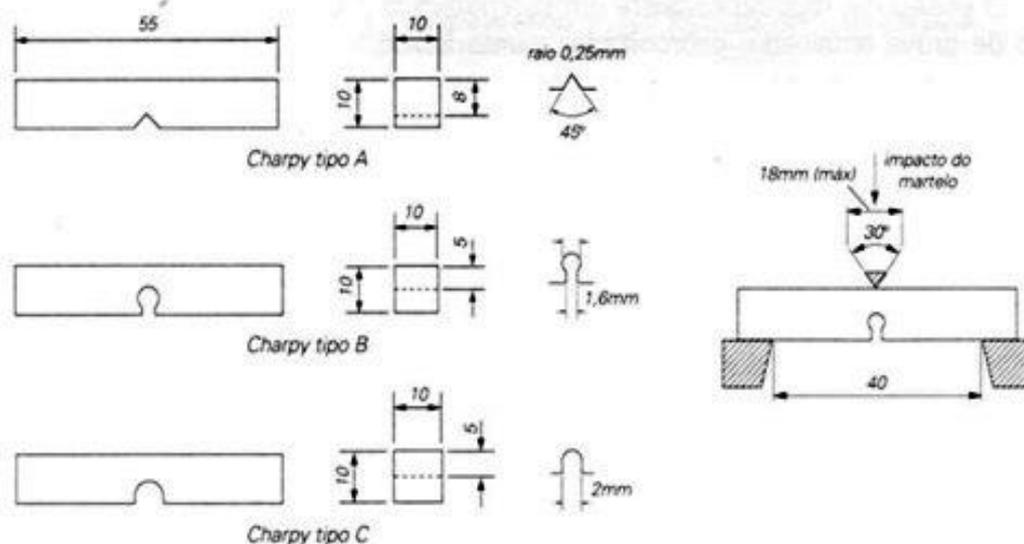


Figura 7 Tipos de Corpo de Prova Charpy,
Fonte: Telecurso 2000, 2000

Com a variação de temperatura, os resultados obtidos podem sofrer uma alteração, tendo em vista que especificamente a baixa temperatura os metais se comportam como frágeis, principalmente nos metais do sistema cúbico de corpo centrado, tendo efeito acentuado na resistência ao impacto, sendo assim a medida que a temperatura diminui o material se rompe com pequena absorção de energia, ao contrário de quando a temperatura aumenta que passa a absorver mais energia deixando o material com uma fratura dúctil.

A figura 8 mostra de forma aproximada como a variação de temperatura influencia na resistência do impacto de aços carbonos com diferentes teores, assim todos de forma que a estrutura é basicamente ferrita e perlita.

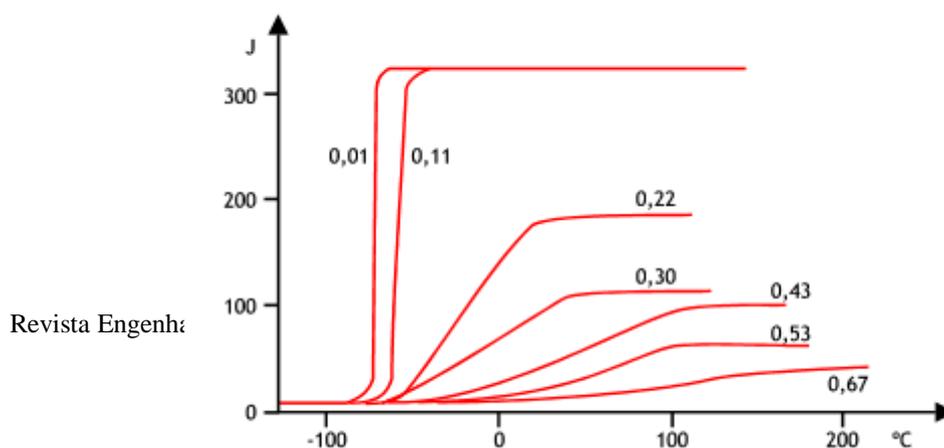


Figura 8 – Variação de temperatura
Fonte: Vitor de Oliveira, 2010.

2.4 Ensaio metalográfica do aço 1010

O primeiro passo do ensaio é o corte de uma pequena parte do corpo de prova, esta amostra deve ser representativa do material e ter um tamanho que permita sua manipulação, próxima a 1 cm².

Com o exemplar em mãos deve-se realizar o embutimento que é usado principalmente para facilitar o manuseio e proteger o material durante o ensaio. Utilizando-se da embutidora que posicionando a amostra dentro desta coloca-se a resina baquelite, que será cozida no processo, envolvendo assim, toda superfície.

Após a sua retirada passa-se para a etapa do lixamento. Que é realizado para retirar a camada afetada pelo corte na amostra, esta é lixada em uma sequência de lixas de abrasivo cada vez mais fino. Fazendo-se uso da lixadeira e empregando as lixas de grana 120, 300, 600 e 1200 respectivamente. É necessário friccionar a peça em cada lixa, porém devemos girá-la formando um ângulo de 90° com a fricção anterior. Este processo é muito importante, pois é o responsável pela qualidade da amostra

Depois do lixamento esta passa pelo polimento em uma politriz está por sua vez possui um disco giratório de tecido que ao ser embebido em alumina, é capaz de retirar os riscos resultantes do lixamento fazendo o polimento da peça e a preparando para o ataque químico.

Com a peça é inserida numa solução de ácido nítrico (2%) e álcool etílico (98%), onde é necessário que a unidade permaneça sem contato com o recipiente durante aproximadamente um minuto e meio. Ao termino do tempo é preciso enxaguá-la em água corrente e seca-la com um secador de cabelos posicionado a 180° com a amostra, para observar se esta possui riscos que impeçam sua análise no microscópio.

2.5 Resultado

Após o termino do ensaio de Tração geramos um gráfico Tensão X Deformação (gráfico 1)

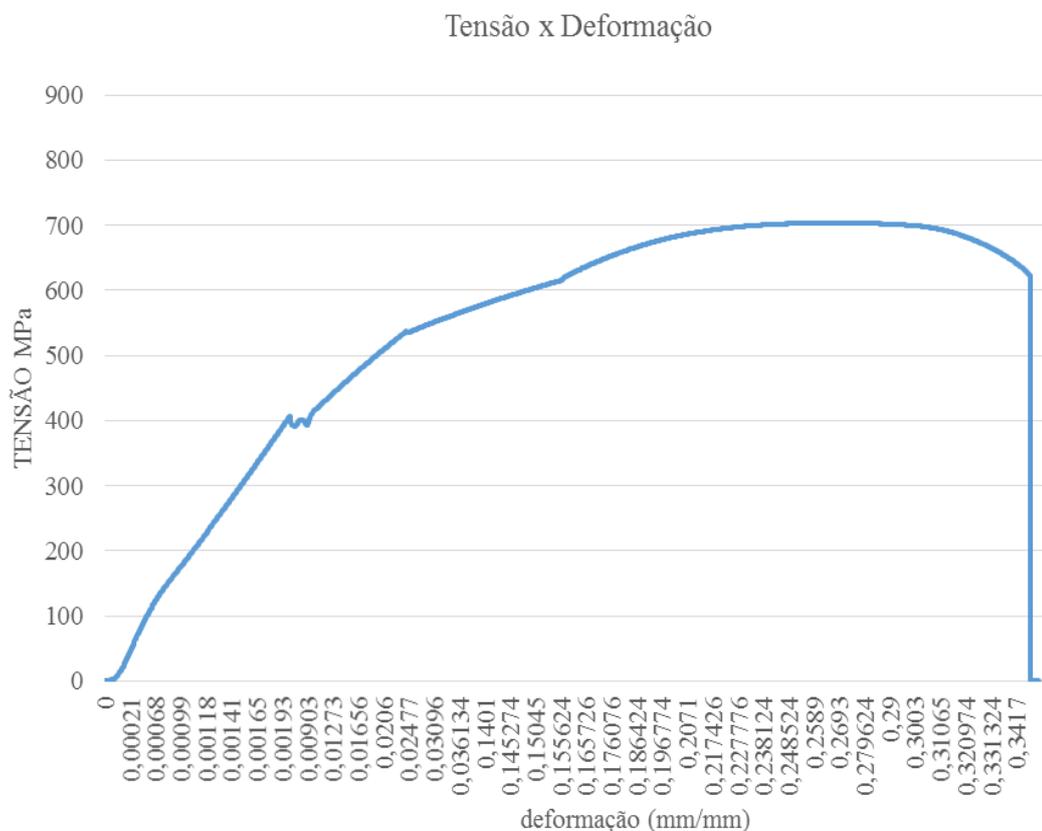


Gráfico 1 – Tensão - Deformação

Fonte: Próprio autor, 2017.

Com o auxílio do gráfico 1 e as devidas formulas correlacionamos nossos resultados com os da literatura, chegando assim a tabela

| CONDIÇÃO | VALORES | | | |
|-------------|------------------------------|-----------------|----------------------------|-----------------------------|
| | Módulo de elasticidade (GPa) | Ductibilidade % | Limite de escoamento (MPa) | Tensão de resistência (MPa) |
| WDW-100EIII | 224.523073 | 17.3 | 392.03 | 703.85 |
| ENSAIO | 200.501763 | 35 | 396.09 | 676.09 |
| LITERATURA | 145 | 28 | 180 | 325 |

Com todas as etapas concluídas do ensaio metalográfico, utilizamos o auxílio do microscópico para análise do aço 1010 e chegamos a seguinte representação.

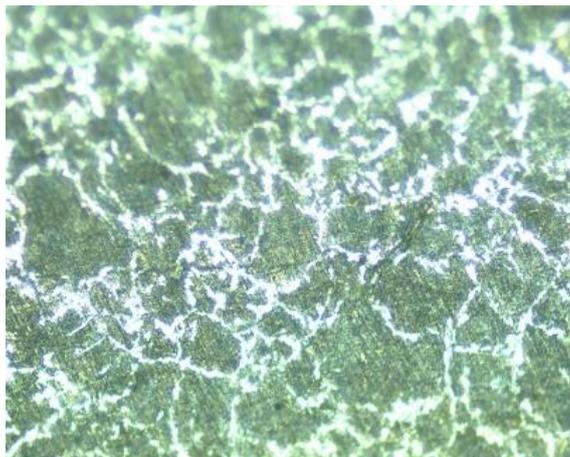


Figura 9 – Metalografia do aço 1010
Fonte: Vítor de Oliveira, 2010.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do nosso ensaio de Tração e usando as devidas fórmulas necessárias constatamos que por nosso corpo de prova não estar devidamente projetado como as normas nos afirmam, notamos que os valores estão coesos. Além disso, pode-se relacionar que a estrutura interna do material, formada pela ligação ferro e carbono do aço, influencia diretamente nas propriedades mecânicas do material.

Quanto maior a temperatura, menor a absorção de energia e maior a probabilidade de o material sofrer fratura frágil.

Apesar de ter obtido resultados aceitáveis, não podemos concluir claramente se o material pode ser considerado rompido como frágil ou dúctil, mesmo tomando cuidados para a realização do ensaio, a temperatura do local ensaiado não foi levada em conta, tornando assim a absorção de energia do corpo de prova variado.

Ensaando a metalografia podemos afirmar que nosso material é assinável, devido à baixa quantidade de carbono presente no aço, podendo assim comprovar nosso ensaio com o auxílio da figura 9.

Depois de várias verificações comprovamos que os componentes presentes nas ligas metálicas afetam muito seu desempenho, sendo assim qualquer indústria necessita de um técnico capaz de avaliar através de testes a qualidade do material utilizado para melhorar assim sua eficiência sua qualidade e sua segurança já que esses materiais podem ser empregados em diversos seguimentos.

4. Referências bibliográficas

Apostila TELECURSO 2000 – Mecânica – “Aula 16: Ensaio de Impacto”.

CIMM, Ensaios Mecânicos. Disponível em:

<https://www.cimm.com.br/portal/material_didatico/6519-ensaios-mecanicos#.WejrT7pFzIU>. Acesso em 19 de out. de 2017.

INFOESCOLA, Propriedades mecânicas. Disponível em:

<<https://www.infoescola.com/fisica/propriedades-mecanicas/>> Acesso em 19 de out. de 2017.

NBRNM 281-1 Materiais metálicos - Parte 1: Ensaio de impacto por pêndulo Charpy 2003.

NBR NM281-2 Materiais metálicos - Parte 2: Calibração de máquinas de ensaios de impacto por pêndulo Charpy 2003.

NBR6157 Materiais metálicos - Determinação da resistência ao impacto em corpos-de-prova entalhados simplesmente apoiados 1988.

Oliveira, Vitor, Propriedades mecânicas dos materiais. Disponível em:

<<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABv0wAL/ensaio-impacto#>>. Acesso em 9 de nov. de 2017

SCHEID, ADRIANO. Técnicas Experimentais em Metalurgia, Ensaios Mecânicos.