

## ANÁLISE DOS PRINCIPAIS EFEITOS EM UM EIXO LONGITUDINAL SUBMETIDO A ENSAIO DE TORÇÃO

GELINSKI, Alisson.<sup>1</sup>  
MOURA, Douglas.<sup>2</sup>  
SCHERER, Fernando.<sup>3</sup>  
SILVA, Bruna.<sup>4</sup>  
PARIZOTTO, Roberson.<sup>5</sup>

### RESUMO

Pela melhor qualidade e resistências dos materiais usados na fabricação de componentes mecânicos, há necessidade de usar materiais adequados, o projeto poderá ser realizado utilizando-se um material que proporciona reduções de custos para a fabricação, tornando o item mais competitivo no mercado. Este artigo, por meio do uso do livro (BEER, F. P., JOHNSTON Jr. R. Resistência dos materiais/1996), apresenta elementos que descrevem e constituem um momento de torção, que se refere ao giro de uma barra retilínea quando carregada por momentos (ou torques), que tendem a produzir rotação sobre o eixo longitudinal da barra. Além disso, explicar e identificar os materiais que sofrem de momentos de torção, tendo como principais objetivos, aplicar formulas para as deformações e tensões em barras circulares submetidas à torção, analisar o estado e limites de tensão graficamente, e também de eixos de rotação e determinar as potencias que eles transmitem. Peças submetidas à torção são encontradas em muitas aplicações práticas de engenharia. O caso mais comum da aplicação é o de eixos de transmissão, utilizados para transmitir potência de um ponto para outro, como no caso de uma turbina a vapor ligada a um gerador de eletricidade, ou de motores acoplados a maquinas e ferramentas, bem como no caso de transmissão de potência do motor de um carro ao eixo traseiro.

**PALAVRAS-CHAVE:** Torção, Materiais, Eixo, Transmissão, Rotação.

### ANALYSIS OF THE MAIN EFFECTS IN A LONGITUDINAL AXIS SUBMITTED TO TWIST TEST

### ABSTRACT

For the best quality and resistance of the materials used in the manufacture of mechanical components, it is necessary to use suitable materials, design may be made using a material that provides cost savings to manufacture, making it more competitive in the market item. This work through the use of the book (BEER, FP, R. Johnston, Jr. Resistance of Materials / 1996) presents elements that describe and represent a torsional moment, which refers to the turning of a rectilinear bar when loaded briefly ( or torques) which tend to produce rotation about the longitudinal axis of the bar. Also, explain and identify materials that suffer from torsional moments, with the main objectives, apply formulas for strains and stresses in circular bars submitted will twist, analyze the status and voltage limits graphically, as well as rotary axes and determine the potential they convey. Parts subjected to torsion practices are found in many engineering applications. The most common application is the case of the transmission axes. What are used to transmit power from one point to another, such as in a steam turbine connected to an electricity generator, or attached to machinery and tools engines as well as in the case of motor power transmission to a car rear axle.

**KEYWORDS:** Twist , Materials , Shaft , Transmission , Rotation .

## 1. INTRODUÇÃO

Uma peça é submetida a uma tensão ou deformação, em que são sujeitas a ações de conjugados, os mesmo são chamados de momentos de torção, momentos torcionais ou torque. Eles têm mesma intensidade e sentidos opostos. No presente artigo, será realizado uma pesquisa bibliográfica, tendo em vista analisar os principais aspectos que podem levar um eixo longitudinal à ruptura, sendo o mesmo exposto à força de torção. Assim levando em consideração a importância dos ensaios em materiais, sendo possível verificar se os mesmos apresentam propriedades necessárias que os tornam adequados para o uso.

O Ensaio de Torção é fundamentado na aplicação de uma carga rotativa em uma peça, durante o ensaio, registra-se o momento de torção (Mt) contra o ângulo de torção ( $\theta$ ). Eles podem ser conduzidos das seguintes formas:

Torcional: Aplicação apenas de carga torcional; Axial Torcional: aplicação de cargas axiais (tensão ou compressão) e torcionais; Teste de prova: a carga de torção é mantida por um período de tempo.

Com relação aos tipos de fraturas resultantes de um carregamento em torção, em um corpo cilíndrico, sujeito à torção, há tensões máximas de cisalhamento situadas em dois planos perpendiculares entre si, sendo um deles perpendicular e outro paralelo ao seu eixo longitudinal. Assim, a ruptura de um metal dúctil ocorre por deslizamento ao longo dos planos onde se situam tensões máximas de cisalhamento, portanto o aspecto da fratura é plano. Já um metal

<sup>1</sup>Alisson Geliski. Acadêmico do curso de Engenharia Mecânica 6º período. Cascavel- PR. E-mail: alissongelinski@hotmail.com.

<sup>2</sup>Douglas Fernando Moura. Acadêmico do curso de Engenharia Mecânica 6º período. Campina da Lagoa - PR. E-mail: douglasfernandomoura@gmail.com.

<sup>3</sup>Fernando Scherer Dal Molin. Acadêmico do curso de Engenharia Mecânica 6º período. Cascavel - PR. E-mail: fernandodalmo@hotmail.com.

<sup>4</sup>Bruna aparecida Delavy da Silva. Acadêmico do curso de Engenharia Mecânica 6º período. Vera Cruz do Oeste - PR E-mail: brunadelavy@hotmail.com.

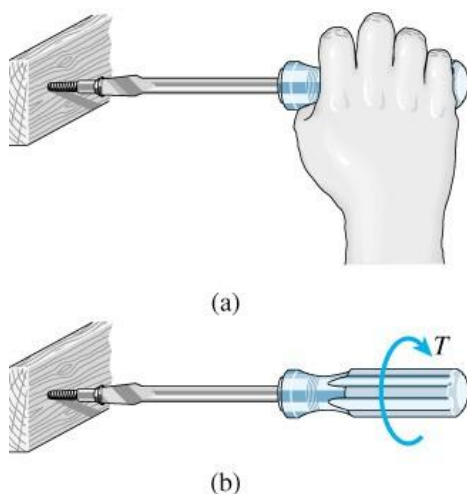
<sup>5</sup>Roberson Roberto Parizotto. Professor Me. Eng Mecânico. E-mail: rparizotto@fag.edu.br.

frágil rompe ao longo de um plano perpendicular à direção da tensão de tração, isto é, uma tensão que faz um ângulo de 45° com o eixo longitudinal do corpo de prova, resultando em uma ruptura em hélice.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO OU FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo (BEER, F. P., JOHNSTON Jr. R. Resistência dos materiais/1996), torção se refere ao giro de uma barra retilínea quando carregada por momentos (ou torques) que tendem a produzir rotação sobre o eixo longitudinal da barra. Ao exemplo disso, temos o torque aplicado em uma chave no aperto de um parafuso.

Figura 1 – Torção de uma chave de fenda devido a um torque T aplicado no cabo.

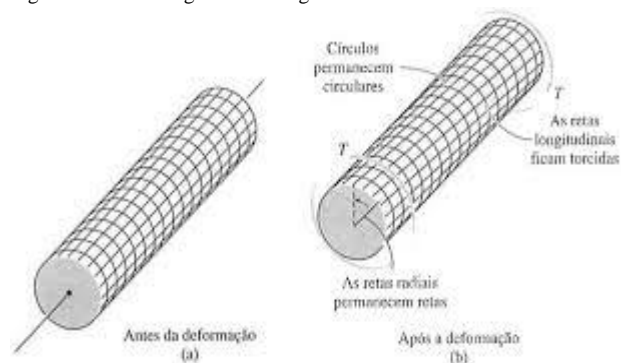


Fonte: pt.wikipedia.org

O (projeto 11/2007) explica que quando o torque é aplicado, os círculos e as retas longitudinais da grelha original marcada no eixo tendem a se distorcer. A torção faz os círculos permanecerem como círculos e cada reta longitudinal da grelha deforma-se em hélice que intercepta os círculos em ângulos iguais. Além disso, as seções transversais do eixo permanecem planas e as retas radiais dessas seções permanecem retas durante a deformação. A partir dessas observações, podemos supor que, se o ângulo de rotação for pequeno, o comprimento do eixo e seu raio permanecerão inalterados.

Se o eixo estiver preso em uma extremidade e for aplicado um torque na outra extremidade, o plano do cilindro em diagonal se distorcerá e assumirá uma forma oblíqua cita o professor M.Sc. Sérgio Luís de Oliveira orientador do trabalho (Projeto de Eixo 11/2007). Nesse caso, uma linha radial localizada na seção transversal a uma distância x da extremidade fixado eixo girará por meio de um ângulo  $\theta(x)$ . O ângulo  $\theta(x)$ , assim definido, é denominado ângulo de torção, ele depende da posição x e varia ao longo do eixo.

Figura 2 – Retas longitudinais da grelha



Fonte: www.caetano.eng.br

## 2.1 FÓRMULAS DA TORÇÃO

Neste item, com base ao autor (BEER, F. P., JOHNSTON Jr. R. Resistência dos materiais/1996) será mostrada a equação que relaciona o torque interno com a distribuição de tensões de cisalhamento na seção transversal de um eixo ou tubo circular.

Para determinar torque em um eixo de transmissão, recordamos da dinâmica elementar que a P associada à rotação de um corpo rígido sujeito a um torque T é.

$$P = T\omega \quad (2.1)$$

Onde  $\omega$  é a velocidade angular do corpo, expressada em radianos por segundo.

Mas  $\omega = 2\pi f$ , onde  $f$  é a frequência do movimento de rotação, isto é o numero de revoluções por segundos. Então substituindo na equação (2.1) temos.

$$P = 2\pi fT \quad (2.2)$$

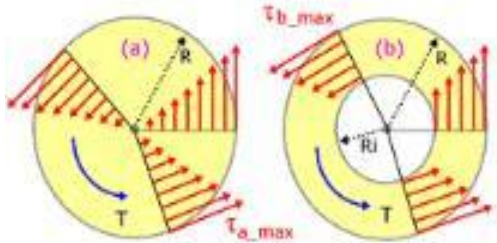
Expressando a frequência em Hz e T em N\*m, a potência será expressa em N\*m/s, isto é, em watts (W). Calculando o valor de T em (2.2), obtemos o torque exercido em um eixo que transmite a potência P a uma frequência de rotação  $f$ .

$$T = \frac{P}{2\pi f} \quad (2.3)$$

A tensão de cisalhamento é determinada na distância intermediária  $\rho$  e na extremidade do raio do elemento a partir das equações a baixo, que são geralmente chamadas de fórmulas de torção:

$$t = \frac{T\rho}{J} \quad ; \quad t_{max} = \frac{Tc}{J} \quad (2.4)$$

Figura 3 – Distribuição de tensão na área da seção transversal.



Fonte: sites.google.com

Onde:

$t_{max}$ : tensão de cisalhamento máxima no eixo, que ocorre na superfície externa do elemento.

T: torque interno resultante que atua na seção transversal.

J: momento de inércia polar da seção transversal.

$\rho$ : medida intermediária entre o centro do eixo e a extremidade do raio.

c: raio externo do eixo.

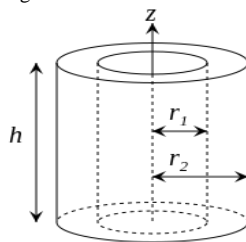
Momento de inércia polar para um eixo sólido:

Certamente este eixo está sofrendo uma deformação, pequena, porém o bastante, então neste item iremos determinar a fórmula para o cálculo do ângulo de deformação de um determinado eixo, seja ele vazado ou inteiriço.

Para o momento de inércia polar para um eixo tubular de raio interno r e raio externo R, temos:

$$j = \frac{\pi}{2} (R^4 - r^4) \quad (2.5)$$

Figura 4 – Eixo Tubular

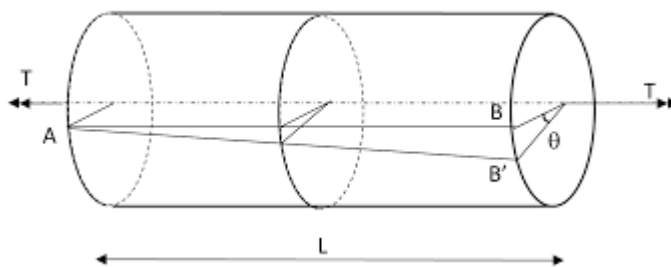


Fonte: pt.wikipedia.org

Já o momento de inércia polar para um eixo maciço é:

$$J = \frac{\pi r^4}{2} \quad (2.6)$$

Figura 5 – Eixo Maciço

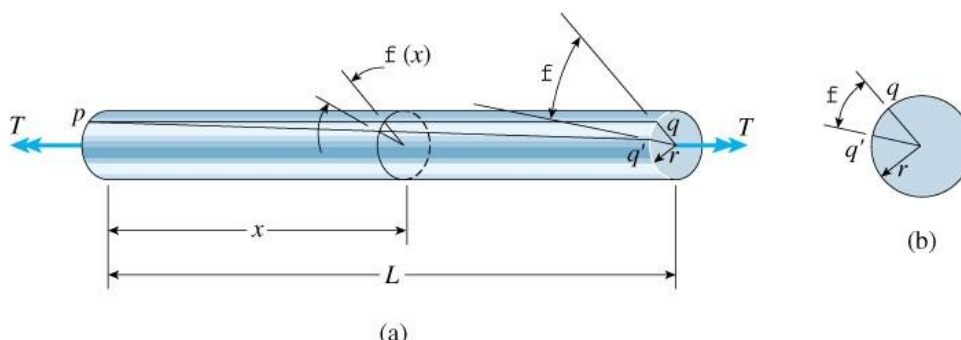


Fonte: www.ufjf.br

### 2.1.1 Deformações de torção de uma barra circular.

Considere uma barra prismática de seção transversal circular girada por torques T agindo nas extremidades

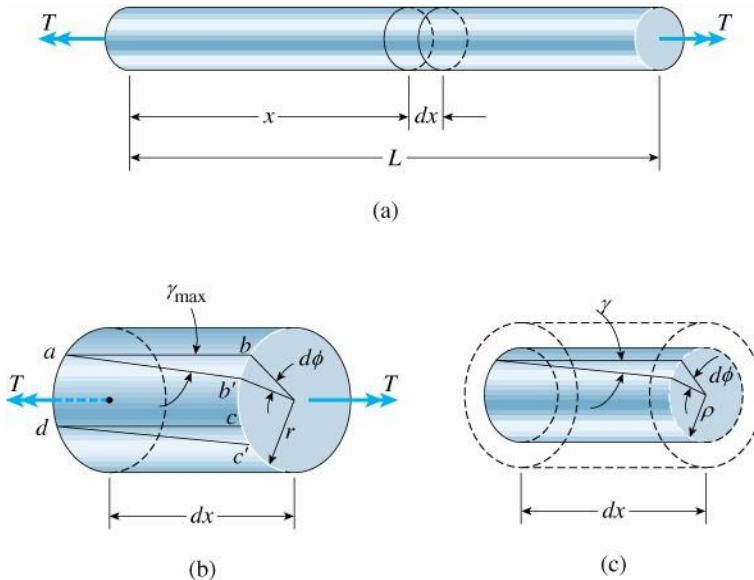
Figura 6- Deformações de uma barra circular em torção pura.



Fonte: BEER, F. P., JOHNSTON Jr. R. Resistência dos materiais/1996.

A definição de Torção Pura condiz que toda a seção transversal está submetida ao mesmo torque interno T. Considerando das condições de simetria, as seções transversais da barra não variam na forma enquanto rotacionam sobre o eixo longitudinal. Em outras palavras, todas as seções transversais permanecem planas e circulares e todos os raios permanecem retos. Caso o ângulo de rotação entre uma extremidade da barra e outra é pequeno, nem o comprimento da barra e nem seu raio irão variar. Se toda a seção transversal da barra tem o mesmo raio e está submetida ao mesmo torque (torção pura). O ângulo  $\phi(x)$  irá variar linearmente.

Figura 7 – Deformação de um elemento de comprimento  $dx$  extraído de uma barra em torção.



Fonte: [www.professores.uff.br](http://www.professores.uff.br)

Os ângulos no canto do elemento, na Figura 3.b não são mais iguais a  $90^\circ$ . O elemento está em um estado de cisalhamento puro e a magnitude da deformação de cisalhamento  $\gamma$  é igual à diminuição no ângulo no ponto a, isto é, a diminuição no ângulo b.a.d da figura, vemos que a diminuição nesse ângulo é:

$$\gamma_{\max} = \frac{bb'}{ab} \quad (2.7)$$

onde  $\gamma_{\max}$  é medido em radianos,  $bb'$  é a distância através da qual o ponto b se move e  $ab$  é o comprimento do elemento (igual a  $dx$ ). Com  $r$  denotando o raio da barra, podemos expressar a distância  $bb'$  como  $rd\phi$ , em que  $d\phi$  também é medido em radianos. Dessa forma a equação anterior fica:

$$\gamma_{\max} = \frac{rd \max \phi}{dx} \quad (2.8)$$

Essa equação relaciona a deformação de cisalhamento na superfície externa da barra com o ângulo de torção. A relação  $d\phi/dx$  é a razão da variação do ângulo de torção  $\phi$  em relação à distância  $x$  medida ao longo do eixo da barra. Vamos denotar  $d\phi/dx$  pelo ângulo  $\theta$  e nos referimos a ele como razão de torção ou ângulo de torção por unidade de comprimento.

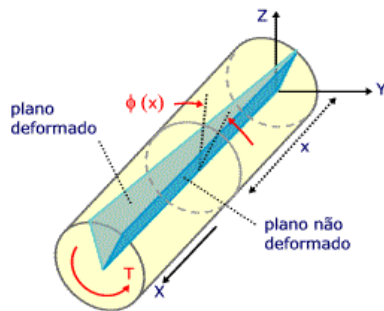
$$\theta = \frac{d\phi}{dx} \quad (2.9)$$

### 2.1.2 Ângulos de torção.

Ocasionalmente, quando dimensionamos o eixo deveremos limitar a torção ou rotação de um eixo quando submetido a torque. O trabalho de torção do (Profº M.Sc. Sérgio Luís de Oliveira.) relata que é importante determinar o ângulo de torção de um eixo, como em um eixo cardam que recebe torque em uma extremidade e tem que transmitir ate o diferencial.

$$\phi = \frac{TL}{JG} \quad (2.10)$$

Figura 8 – Ângulo de Torção



Fonte: www.mspc.eng.br

Onde:

$\phi$ : ângulo de torção de uma extremidade do eixo com relação à outra, medido em radianos;

T: torque interno na extremidade do elemento;

J: momento de inércia polar da seção transversal;

G: módulo de elasticidade ao cisalhamento do material;

L: comprimento do tubo;

Se o eixo estiver sujeito a diversos torques diferentes, ou a área da seção transversal ou ainda o módulo de elasticidade ao cisalhamento mudar abruptamente de uma região para outra, a equação para calcular o ângulo de torção será aplicada a cada segmento do eixo em que essas quantidades sejam constantes.

$$\phi = \sum \frac{TL}{JG} \quad (2.11)$$

### 2.1.3 Ensaio de torção.

Pode se dizer que o ensaio de torção é um processo simples, que tem como principal resultado, o fornecimento de dados importantes sobre propriedades mecânicas dos materiais. Ele demonstra de maneira prática os limites do corpo de prova a ser analisado, sendo desta maneira, muito utilizado em controles de qualidade e pesquisas específicas na engenharia. Um dos objetivos desse processo é testar a fase elástica, plástica e o ponto de ruptura do corpo de prova, assim sendo definindo melhor os seus limites, sua aplicação, ou até redimensionamento da peça.

O Ensaio de Torção é fundamentado na aplicação de uma carga rotativa em uma peça, durante o ensaio, registra-se o momento de torção ( $M_t$ ) contra o ângulo de torção ( $\theta$ ). Ele é muito utilizado nas indústrias na aplicação e verificação de torques.

Os ensaios de torção podem ser conduzidos das seguintes formas: Torcional: Aplicação apenas de carga torcional.

Axial-Torcional: aplicação de cargas axiais (tensão ou compressão) e torcionais -Teste de prova: a carga de torção é mantida por um período de tempo.

Existem duas maneiras de se aplicar tensões de cisalhamento a materiais, um pelo ensaio de torção, já visto anteriormente, e outro por meio de cisalhamento direto ou puncionamento. A fórmula vista em torção é válida somente para corpos perfeitamente elásticos e, se usada para o limite de ruptura obtém-se um resultado maior que o real. Vários métodos para cisalhamento direto são utilizados, mas neles o cisalhamento é sempre acompanhado por uma certa quantidade de dobramento e compressão.

O momento de torção e tensão cisalhante pode ser expresso pelas seguintes equações:

$$M_t = \int_0^R \tau r dS = \frac{\tau}{r} \int_0^R r^2 dS$$

$$\tau = \frac{M_t r}{J}$$

- J - momento de inércia polar ( $m^4$ )

(2.12)

$\tau$  é máxima na superfície da barra:

$$\tau = \frac{16M_t}{\pi D^3}$$

$$\tau = \frac{16M_t D_1}{\pi(D_1^4 - D_2^4)}$$

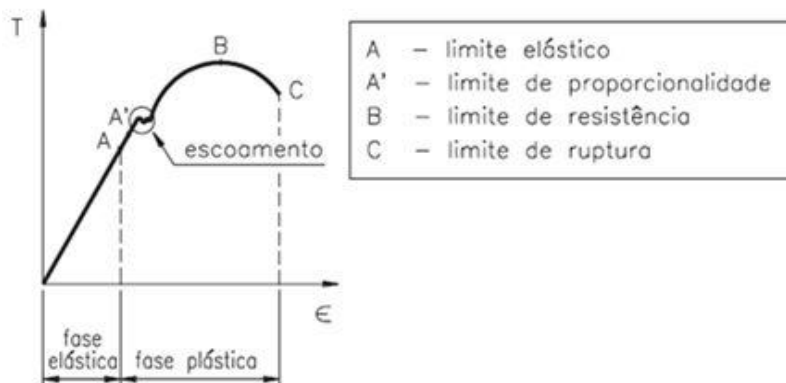
-  $D_1$  e  $D_2$  - diâmetros  
externo e interno

(2.13)

## 2.2 ANÁLISE DIAGRAMA TENSÃO-DEFORMAÇÃO.

Segundo Apostila (“ensaios mecânicos”, Telecurso 2000) outro efeito ao longo do eixo longitudinal é a deformação do material, ou seja, se consideramos um ensaio de tração, podemos analisar comportamento do material por meio do gráfico figura (9), este mostra as relações entre a força aplicadas e as deformações ocorridas durante o desenvolvimento do ensaio, sendo a principal finalidade do ensaio é a relação entre a tensão e a deformação do material

Figura 9 – Diagrama tensão-deformação para um material com fase plástica (Telecurso 2000, Ensaio de Materiais).



Fonte: [www.infoescola.com](http://www.infoescola.com)

Desta maneira, a tensão e dada pela razão entre força aplicada e a área de seção do corpo de prova, no qual é utilizada por meio de convenção a área de seção inicial do corpo de prova para os cálculos. Na apostila “ensaios mecânicos”, Telecurso 2000 a curva obtida no ensaio temos que várias características são comuns para diferentes tipos de materiais que passaram por ensaio. O gráfico este dividido em quatro pontos importantes sendo eles, limite elástico, limite de proporcionalidade limite de resistência e limite de ruptura.

Na teoria (BEER, F. P., JOHNSTON Jr. R. Resistência dos materiais/1996) o limite elástico é quando o material recebe certa carga sem ultrapassar esse ponto, ao retiramos a carga o material retorna a sua forma original, ou seja, segue lei de Hooke (equação 2.14) a qual uma deformação proporcional ( $\epsilon$ ) a uma tensão ( $T$ ) aplicada, obterá assim uma contate ( $k$ ) do material.

$$K=T/\epsilon \quad (2.14)$$

Como a lei de Hooke só vale até determinado valor de tensão, esse máximo valor é conhecido como ponto de proporcionalidade ( $A'$ ) figura 4 na qual não ocorre deformação proporcional a carga que é aplicada, desta forma o material deixa a fase elástica e inicia a fase plástica a qual ocorre deformações permanentes no material sem ocorrer incremento de carga tal fenômeno é conhecido como ponto de escoamento, no qual a um aumento da deformação com valores de carga muito próximos.

Se continuar com aumento da carga as tensões presentes assumiram valores cada vez maiores até atingir o ponto máximo de resistência ou limite de resistência ponto “B” (figura 4), assim sendo, se ainda houver aplicação da carga vai resultar no encruamento do material gerando a quebra do mesmo, tal fato é observado no ponto “c” (figura 4) local da quebra ou cisalhamento do material.

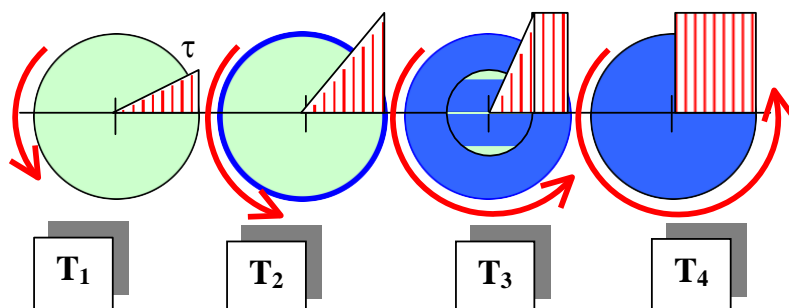
### 2.2.1 Material elasto-plástico.

Comumente utilizados na construção mecânica, os materiais dúcteis (como os aços de baixo teor de carbono), quando ensaiados, comportam-se inicialmente de maneira elástica (além de manter relação linear entre tensão e deformação) para em seguida sofrer a plastificação e escoar, mantendo praticamente constante a tensão enquanto a deformação prossegue crescente até a ruína.

A análise da distribuição de tensões e deformações na torção de eixos fabricados com tal tipo de material nos leva a concluir que, submetido a um torque crescente ( $T_1 \uparrow T_2 \uparrow T_3 \uparrow T_4$ ), a plastificação ocorrerá inicialmente na periferia ( $T_2$ ).

Prosseguindo a crescer o torque ( $T_3$ ), a tensão máxima se manterá estacionária no valor  $\tau_{ESC}$ , causando a plastificação das camadas interiores, que ficam divididas numa região central (núcleo elástico) onde a tensão varia linearmente de zero no centro a  $\tau_{ESC}$ , e um anel plastificado, onde a tensão será constante ( $\tau_{ESC}$ ), até ocorrer a plastificação total ( $T_4$ ), após o que, um aumento do torque provocaria deformações crescentes até a ruína (já que as tensões teriam atingido seu limite máximo).

Figura 10 – Núcleo elástico.



Fonte: <http://www.petmec.uff.br>

Interessante realçar que a parte central de um eixo maciço (onde as tensões são baixas) pouca contribuição terá com respeito ao momento de inércia polar, fazendo com que a tensão máxima seja diminuída no caso dos eixos vazados (largamente utilizados na indústria aeronáutica, onde a questão de pesos é crucial).

## 3. METODOLOGIA

O ensaio de torção é de execução relativamente simples, porém para obter as propriedades do material ensaiado são necessários cálculos matemáticos complexos. Como na torção uma parte do material está sendo tracionada e outra parte comprimida, em casos de rotina pode utilizar os dados do ensaio de tração para prever como o material ensaiado se comportará quando sujeito a torção. O ensaio se baseia em um corpo cilíndrico, engastado por uma de suas extremidades, onde este corpo passe a sofrer a ação de uma força no sentido de rotação, aplicado na extremidade livre do corpo. O corpo tenderá a girar no sentido da força e, como a outra extremidade estará engastado, ele sofrerá uma torção sobre seu próprio eixo. Se certo limite de torção for ultrapassado, o corpo se romperá.

O eixo de transmissão dos caminhões é um ótimo exemplo para ilustrar como atua este esforço. Uma ponta do eixo está ligada à roda, por meio do diferencial traseiro, a outra ponta está ligada ao motor, por intermédio da caixa de câmbio. O motor transmite uma força de rotação a uma extremidade do eixo, na outra extremidade, as rodas oferecem resistência ao movimento. Como a força que o motor transmite é maior que a força resistente da roda, o eixo tende a girar e, por consequência, a movimentar a roda. Esse esforço provoca uma deformação elástica no eixo.

Este ensaio é bastante utilizado para verificar o comportamento de eixos de transmissão, barras de torção, partes de motor e outros sistemas sujeitos a esforços de torção. Quando é necessário verificar o comportamento de materiais, utilizam-se corpos de prova. Para melhor precisão do ensaio, empregam-se corpos de prova de seção circular cheia ou vazada, isto é, barras ou tubos. Normalmente as dimensões não são padronizadas, pois raramente se escolhe este ensaio como critério de qualidade de um material, a não ser em situações especiais, como para verificar os efeitos de vários tipos de tratamentos térmicos em aços, principalmente naqueles em que a superfície do corpo de prova ou da peça é a mais atingida. Entretanto, o comprimento e o diâmetro do corpo de prova devem ser tais que permitam as medições de momentos e ângulos de torção com precisão e também que não dificultem o engastamento nas garras da máquina de ensaio.



#### 4. ANÁLISES E DISCUSSÕES

O estudo de todo comportamento mecânico de um material permite determinar sua resposta a um esforço ou carregamento específico. Neste artigo determinamos o torque máximo obtido em um eixo onde se transmite a potência  $P$  a uma dada frequência de rotação  $f$ . Podemos também verificar nesta pesquisa que o ensaio de torção é fundamentado na aplicação de uma carga rotativa em uma peça, onde pode se obter por equações o momento de torção ( $M_t$ ) e o ângulo ( $\theta$ ) formado durante a torção. O ensaio de torção é muito utilizado nas indústrias na aplicação e verificação de torques, buscando qualidade e segurança.

Pela simetria circunferencial envolvida, tanto sob o aspecto geométrico como quanto ao carregamento, podemos afirmar que as tensões tangenciais despertadas nos diversos pontos da seção transversal serão função apenas da distância  $r$  do ponto em relação ao centro do eixo, onde a tensão deverá ser nula. Admitindo que a deformação por torção do eixo provoque a rotação de uma seção em relação à contígua (e que um certo diâmetro, após girar, permaneça reto, mantendo-se como um diâmetro), podemos afirmar que as deformações por distorção ( $\gamma$ ) variarão linearmente em função da distância ao centro ( $r$ ), e, admitindo ainda, tratar-se de um material elástico, para o qual as tensões  $\tau$  são proporcionais às distorções  $\gamma$ , podemos presumir que as tensões tangenciais  $\tau$  irão variar linearmente com  $r$ .

A escolha da metodologia de ensaio é em função das propriedades mecânicas que se deseja conhecer, do tipo de sollicitação em que a peça ou material vai estar sujeita ou das especificações que o produto deve obedecer, porém para obter as propriedades do material ensaiado são necessários cálculos matemáticos complexos.

A determinação das tensões e deformações em barras de seção transversal diferente da circular recai na solução de equações complexas. No entanto, para o caso especial de barras vazadas, constituídas de chapas de parede fina, montadas na forma de dutos, pode-se conseguir uma solução utilizando-se uma teoria matemática bem mais simples. Tal estudo tem aplicação, com boa aproximação, para o caso de dutos de ventilação, fuselagem de aviões, casco de navios, e outros, quando submetidos à torção.

#### 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a grande busca no mercado por materiais de melhor qualidade e baixo custo, o acesso a novas tecnologias, proporcionou grande importância para a análise dos materiais e aos ensaios mecânicos. Dessa maneira com objetivo de redução de falhas no processo e do tempo conseqüentemente redução dos custos para a fabricação. Dessa maneira por meio de cálculo e análise de material correto chegar o resultado esperado. Tratando de ensaio de Torção, este pode ser facilmente feita a análise do mesmo, pelo ensaio de torção, na qual podemos observar por meio de gráfico de tensão por deformação o comportamento ocorrente em cada ponto material ao longo do eixo longitudinal.

Falhas por torção são diferentes de falhas sob tração no sentido de que há pouca redução localizada de área ou alongamento. Um metal dúctil falha por cisalhamento ao longo dos planos de máxima tensão cisalhante. Geralmente, o plano de fratura é normal ao eixo longitudinal. Um material frágil falha por torção ao longo do plano perpendicular à direção de máxima tensão de tração. Isto resulta numa fratura helicoidal.

Com isto, podemos frisar que há grandes possibilidades de se ter uma ideia bem detalhada e precisa de quais serão os problemas acarretados no pós-projeto, quando o que foi produzido já está na fase de utilização, por meio dos testes de torção aplicados ao material, evitando assim grandes problemas que uma má execução de projeto pode gerar.

#### REFERENCIAS

BEER, F. P., JOHNSTON Jr. R. **Resistência dos materiais**. 3ed. São Paulo, Makron Books, 1996.

**Ensaio mecânico dos Materiais**. Universidade de São Paulo Escola de Engenharia de São Carlos. Disponível em: [http://disciplinas.stoa.usp.br/pluginfile.php/234771/mod\\_resource/content/1/Aula%20-%20Ensaio%20Tor%C3%A7%C3%A3o\\_Compress%C3%A3o%20V3.pdf](http://disciplinas.stoa.usp.br/pluginfile.php/234771/mod_resource/content/1/Aula%20-%20Ensaio%20Tor%C3%A7%C3%A3o_Compress%C3%A3o%20V3.pdf) . Acessado em 29/09/2015.

GERE, J. M. **Mecânica dos Materiais**, Editora Thomson Learning.

HIBBELER, R.C. **Resistência dos Materiais**, 3.º Ed., Editora Livros Técnicos e Científicos, 2000.



13º ENCONTRO  
CIENTÍFICO CULTURAL  
INTERINSTITUCIONAL

MISSÃO DADA É MISSÃO CUMPRIDA

19, 20, 21 E 22 DE OUTUBRO DE 2015



**Projeto de Eixo.** Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAHKcAJ/projeto-eixo>. Acessado em 05/10/2015.

**Torção.** FACULDADE PIO DÉCIMO... Disponível em:  
[http://linux.alfamaweb.com.br/sgw/downloads/38\\_104254\\_Torcao-Notasdeaula.pdf](http://linux.alfamaweb.com.br/sgw/downloads/38_104254_Torcao-Notasdeaula.pdf). Acessado em 04/10/2015.