

# Ensaio de torção

## Introdução

**D**iz o ditado popular: “É de pequenino que se torce o pepino!” E quanto aos metais e outros materiais tão usados no nosso dia-a-dia: o que dizer sobre seu comportamento quando submetidos ao esforço de torção?

Este é um assunto que interessa muito mais do que pode parecer à primeira vista, porque vivemos rodeados por situações em que os esforços de torção estão presentes.

Já lhe aconteceu de estar apertando um parafuso e, de repente, ficar com dois pedaços de parafuso nas mãos? O esforço de torção é o responsável por estragos como esse.

E o que dizer de um virabrequim de automóvel, dos eixos de máquinas, polias, molas helicoidais e brocas? Em todos estes produtos, o maior esforço mecânico é o de torção, ou seja, quando esses produtos quebram é porque não resistiram ao esforço de torção.

A torção é diferente da compressão, da tração e do cisalhamento porque nestes casos o esforço é aplicado no sentido longitudinal ou transversal, e na torção o esforço é aplicado no sentido de rotação.

O ensaio de torção é de execução relativamente simples, porém para obter as propriedades do material ensaiado são necessários cálculos matemáticos complexos.

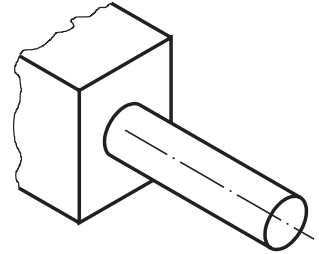
Como na torção uma parte do material está sendo tracionada e outra parte comprimida, em casos de rotina podemos usar os dados do ensaio de tração para prever como o material ensaiado se comportará quando sujeito a torção.

Estudando os assuntos desta aula, você ficará sabendo que tipo de força provoca a torção, o que é momento torsor e qual a sua importância, e que tipo de deformação ocorre nos corpos sujeitos a esforços de torção. Conhecerá as especificações dos corpos de prova para este ensaio e as fraturas típicas resultantes do ensaio.

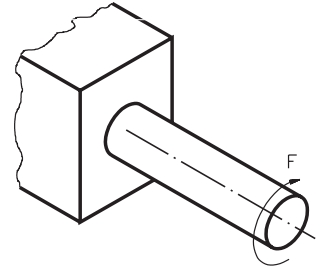
## Nossa aula

## Rotação e torção

Pense num corpo cilíndrico, preso por uma de suas extremidades, como na ilustração ao lado.



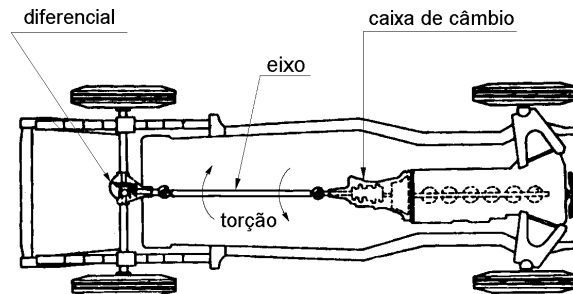
Imagine que este corpo passe a sofrer a ação de uma força no sentido de rotação, aplicada na extremidade solta do corpo.



O corpo tenderá a girar no sentido da força e, como a outra extremidade está engastada, ele sofrerá uma torção sobre seu próprio eixo. Se um certo limite de torção for ultrapassado, o corpo se romperá.

Você está curioso para saber por que este esforço é importante? Quem sabe uma situação concreta o ajude a visualizar melhor. O eixo de transmissão dos caminhões é um ótimo exemplo para ilustrar como atua este esforço.

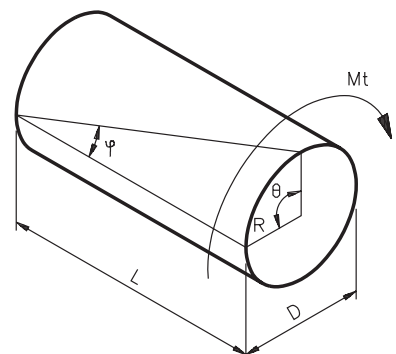
Uma ponta do eixo está ligada à roda, por meio do diferencial traseiro. A outra ponta está ligada ao motor, por intermédio da caixa de câmbio.



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, como mostra a ilustração ao lado.



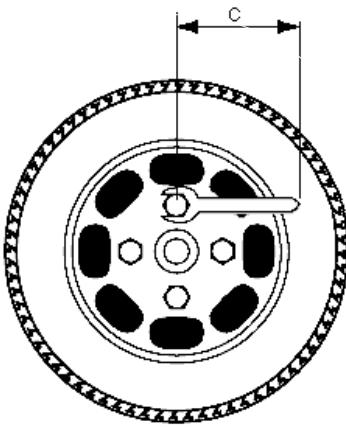
Analise com atenção o desenho anterior e observe que:

- $D$  é o diâmetro do eixo e  $L$ , seu comprimento;
- a letra grega minúscula  $\phi$  (fi) é o ângulo de deformação longitudinal;
- a letra grega minúscula  $\theta$  (teta) é o ângulo de torção, medido na seção transversal do eixo;
- no lugar da força de rotação, aparece um elemento novo:  $M_t$ , que representa o momento torsor.

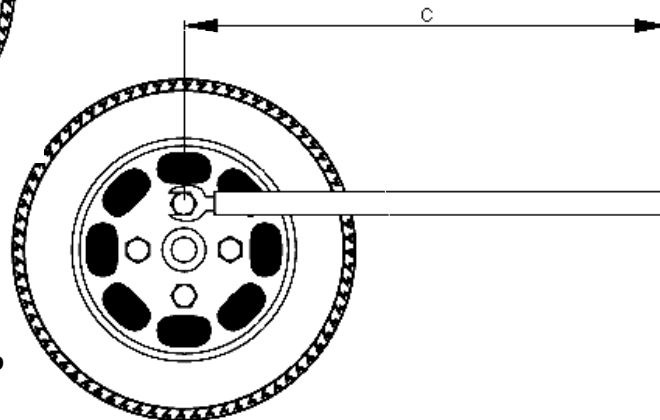
Veja a seguir o que é momento torsor e como ele age nos esforços de torção.

### Momento torsor

Não existe coisa mais chata que um pneu furar na hora errada. E os pneus sempre furam em hora errada! Se já lhe aconteceu de ter de trocar um pneu com uma chave de boca de braço curto, você é capaz de avaliar a dificuldade que representa soltar os parafusos da roda com aquele tipo de chave.



Um artifício simples ajuda a reduzir bastante a dificuldade de realizar esta tarefa: basta encaixar um cano na haste da chave, de modo a alongar o comprimento do braço.



Fica claro que o alongamento do braço da chave é o fator que facilita o afrouxamento dos parafusos, sob efeito do **momento da força** aplicada.

Momento de uma força é o produto da intensidade da força ( $F$ ) pela distância do ponto de aplicação ao eixo do corpo sobre o qual a força está sendo aplicada ( $C$ ).

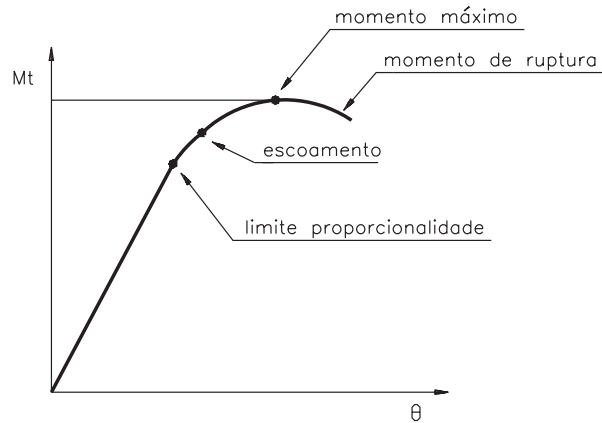
Em linguagem matemática, o momento de uma força ( $M_f$ ) pode ser expresso pela fórmula:  $M_f = F \times C$ .

De acordo com o Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade de momento é o newton metro (Nm).

Quando se trata de um esforço de torção, o momento de torção, ou momento torsor, é também chamado de **torque**.

## Propriedades avaliadas no ensaio de torção

A partir do momento torsor e do ângulo de torção pode-se elaborar um gráfico semelhante ao obtido no ensaio de tração, que permite analisar as seguintes propriedades:



Estas propriedades são determinadas do mesmo modo que no ensaio de tração e têm a mesma importância, só que são relativas a esforços de torção.

Isso significa que, na especificação dos materiais que serão submetidos a esforços de torção, é necessário levar em conta que o máximo torque que deve ser aplicado a um eixo tem de ser inferior ao momento torsor no limite de proporcionalidade.

## Corpo de prova para ensaio de torção

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. Nesses casos, ensaiam-se os próprios produtos.

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. Estes últimos devem ter um mandril interno para impedir amassamentos pelas garras do aparelho de ensaio.

Em casos especiais pode-se usar outras seções.

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.

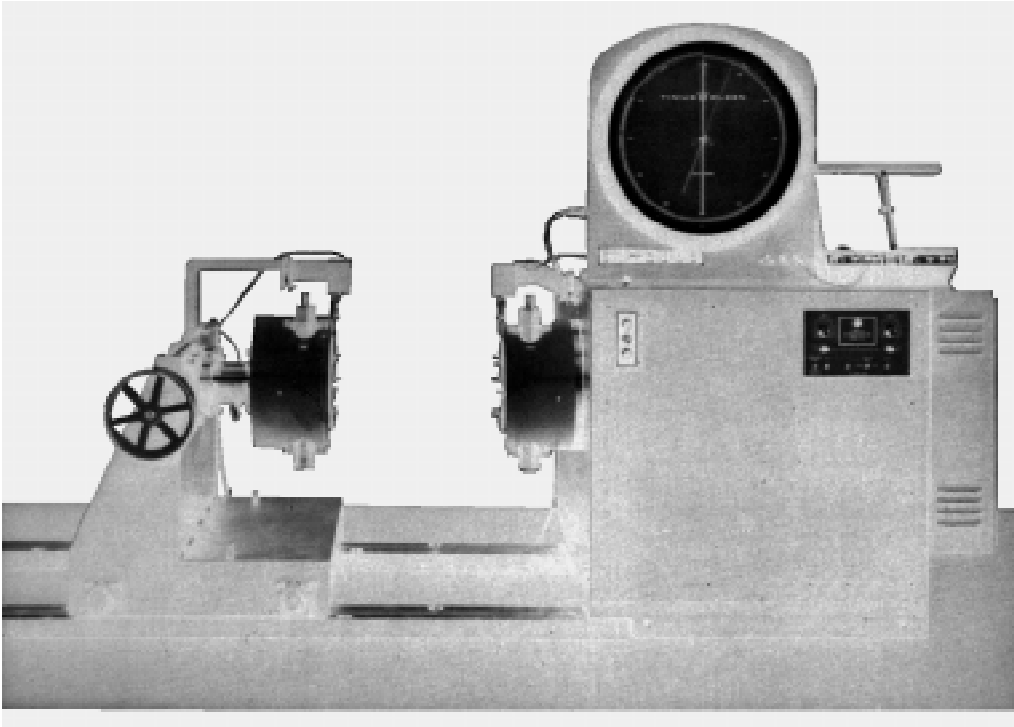
Entretanto, o comprimento e o diâmetro do corpo de prova devem ser tais que permitam as medições de momentos e ângulos de torção com precisão e também que não dificultem o engastamento nas garras da máquina de ensaio.

Por outro lado, também é muito importante uma centragem precisa do corpo de prova na máquina de ensaio, porque a força deve ser aplicada no centro do corpo de prova.

### Equipamento para o ensaio de torção

O ensaio de torção é realizado em equipamento específico: a máquina de torção.

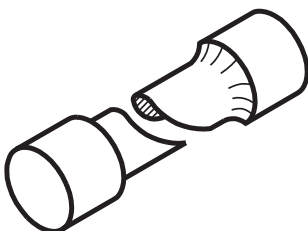
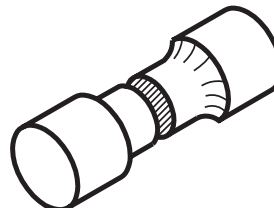
Esta máquina possui duas cabeças às quais o corpo de prova é fixado. Uma das cabeças é giratória e aplica ao corpo de prova o momento de torção. A outra está ligada a um pêndulo que indica, numa escala, o valor do momento aplicado ao corpo de prova.



### Fraturas típicas

O aspecto das fraturas varia conforme o corpo de prova seja feito de material dúctil ou frágil.

Os corpos de provas de materiais dúcteis apresentam uma fratura segundo um plano perpendicular ao seu eixo longitudinal.



Para materiais frágeis, a fratura se dá segundo uma superfície não plana, mas que corta o eixo longitudinal segundo uma linha que, projetada num plano paralelo ao eixo, forma  $45^\circ$  aproximadamente com o mesmo (fratura helicoidal).

Certamente os assuntos que você acabou de estudar estão longe de esgotar a literatura disponível sobre este tipo de ensaio. Dependendo de sua área de trabalho e especialidade, será necessário um aprofundamento. Por ora, resolva os exercícios a seguir, para verificar se os conceitos gerais foram bem entendidos.

## Exercícios

### Exercício 1

Um corpo cilíndrico está sob ação de uma força de torção de 20 N, aplicada num ponto situado a 10 mm do centro da sua seção transversal. Calcule o torque que está atuando sobre este corpo.

### Exercício 2

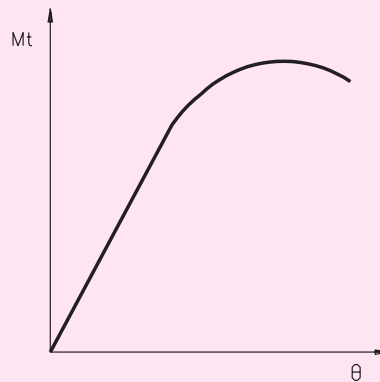
No diagrama abaixo, escreva:

A no ponto que representa o limite de escoamento;

B no ponto que representa o limite de proporcionalidade;

C no ponto que representa o momento de ruptura;

D no ponto que representa o momento máximo.



### Exercício 3

O material frágil, ao ser fraturado na torção, apresenta:

- a) ☐ fratura idêntica ao material dúctil;
- b) ☐ fratura perpendicular ao eixo do corpo de prova;
- c) ☐ fratura formando ângulo aproximado de 45° com o eixo do corpo de prova;
- d) ☐ fratura em ângulo diferente de 45° com o eixo do corpo de prova.

### Exercício 4

O ensaio de torção é realizado .....

- a) ☐ na máquina universal de ensaios;
- b) ☐ na prensa hidráulica;
- c) ☐ em equipamento especial para o ensaio;
- d) ☐ em dispositivo idêntico ao do ensaio de tração.

### Exercício 5

Observe seu ambiente de trabalho e cite três exemplos de equipamentos ou produtos onde o esforço de torção é o principal.