

# Ensaio de cisalhamento

## Introdução

*P*ode ser que você não tenha se dado conta, mas já praticou o cisalhamento muitas vezes em sua vida. Afinal, ao cortar um tecido, ao fatiar um pedaço de queijo ou cortar aparas do papel com uma guilhotina, estamos fazendo o cisalhamento.

No caso de metais, podemos praticar o cisalhamento com tesouras, prensas de corte, dispositivos especiais ou simplesmente aplicando esforços que resultem em forças cortantes. Ao ocorrer o corte, as partes se movimentam paralelamente, por escorregamento, uma sobre a outra, separando-se. A esse fenômeno damos o nome de **cisalhamento**.

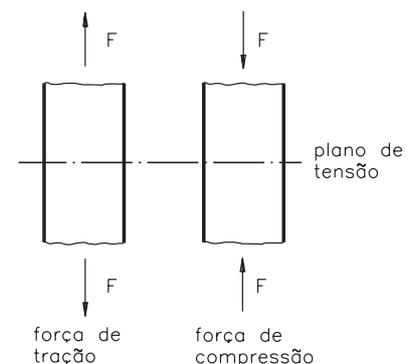
Todo material apresenta certa resistência ao cisalhamento. Saber até onde vai esta resistência é muito importante, principalmente na estamparia, que envolve corte de chapas, ou nas uniões de chapas por solda, por rebites ou por parafusos, onde a força cortante é o principal esforço que as uniões vão ter de suportar.

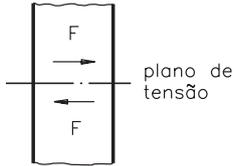
Nesta aula você ficará conhecendo dois modos de calcular a tensão de cisalhamento: realizando o ensaio de cisalhamento e utilizando o valor de resistência à tração do material. E ficará sabendo como são feitos os ensaios de cisalhamento de alguns componentes mais sujeitos aos esforços cortantes.

## Nossa aula

### A força que produz o cisalhamento

Ao estudar os ensaios de tração e de compressão, você ficou sabendo que, nos dois casos, a força aplicada sobre os corpos de prova atua ao longo do eixo longitudinal do corpo.





No caso do cisalhamento, a força é aplicada ao corpo na direção **perpendicular** ao seu eixo longitudinal.

Esta força cortante, aplicada no plano da seção transversal (plano de tensão), provoca o **cisalhamento**.

Como resposta ao esforço cortante, o material desenvolve em cada um dos pontos de sua seção transversal uma reação chamada **resistência ao cisalhamento**.

A resistência de um material ao cisalhamento, dentro de uma determinada situação de uso, pode ser determinada por meio do ensaio de cisalhamento.

### Como é feito o ensaio de cisalhamento

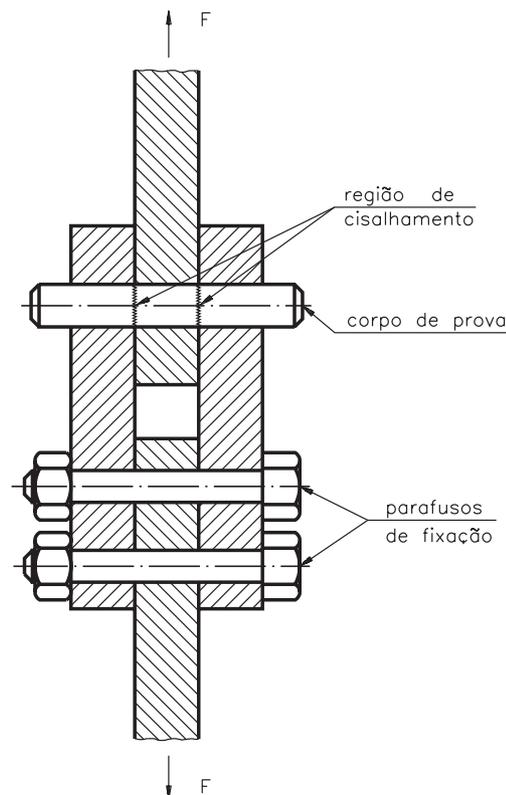
A forma do produto final afeta sua resistência ao cisalhamento. É por essa razão que o ensaio de cisalhamento é mais freqüentemente feito em produtos acabados, tais como pinos, rebites, parafusos, cordões de solda, barras e chapas.

É também por isso que não existem normas para especificação dos corpos de prova. Quando é o caso, cada empresa desenvolve seus próprios modelos, em função das necessidades.

Do mesmo modo que nos ensaios de tração e de compressão, a velocidade de aplicação da carga deve ser lenta, para não afetar os resultados do ensaio.

Normalmente o ensaio é realizado na máquina universal de ensaios, à qual se adaptam alguns dispositivos, dependendo do tipo de produto a ser ensaiado.

Para ensaios de pinos, rebites e parafusos utiliza-se um dispositivo como o que está representado simplificada na figura a seguir.

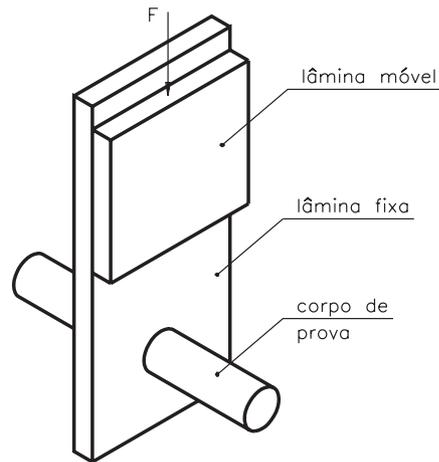


O dispositivo é fixado na máquina de ensaio e os rebites, parafusos ou pinos são inseridos entre as duas partes móveis.

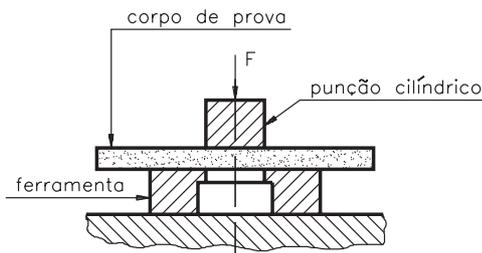
Ao se aplicar uma tensão de tração ou compressão no dispositivo, transmite-se uma força cortante à seção transversal do produto ensaiado. No decorrer do ensaio, esta força será elevada até que ocorra a ruptura do corpo.

No caso de ensaio de solda, utilizam-se corpos de prova semelhantes aos empregados em ensaios de pinos. Só que, em vez dos pinos, utilizam-se junções soldadas.

Para ensaiar barras, presas ao longo de seu comprimento, com uma extremidade livre, utiliza-se o dispositivo abaixo:



No caso de ensaio de chapas, emprega-se um estampo para corte, como o que é mostrado a seguir.



Neste ensaio normalmente determina-se somente a tensão de cisalhamento, isto é, o valor da força que provoca a ruptura da seção transversal do corpo ensaiado. Quer saber mais sobre a tensão de cisalhamento? Então, estude o próximo tópico.

### Tensão de cisalhamento

A tensão de cisalhamento será aqui identificada por TC. Para calcular a tensão de cisalhamento, usamos a fórmula:

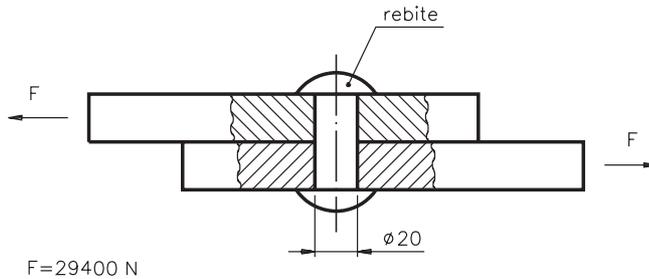
$$TC = \frac{F}{S}$$

onde F representa a força cortante e S representa a área do corpo.

Esta fórmula permite resolver o problema a seguir. Vamos tentar?

## Verificando o entendimento

Observe o desenho a seguir. Ele mostra um rebite de 20 mm de diâmetro que será usado para unir duas chapas de aço, devendo suportar um esforço cortante de 29400 N. Qual a tensão de cisalhamento sobre a seção transversal do rebite?



Resposta: .....

Vamos conferir?

O primeiro passo consiste em calcular a área da seção transversal do rebite, que é dada pela fórmula:

$$S = \frac{\pi \times D^2}{4}$$

Então, a área da seção do rebite é:

$$S = \frac{3,14 \times 20^2}{4} = \frac{1.256 \text{ mm}^2}{4} = 314 \text{ mm}^2$$

Agora, basta aplicar a fórmula para o cálculo da tensão de cisalhamento:

$$TC = \frac{F}{S}$$

Deste modo:

$$TC = \frac{29400 \text{ N}}{314 \text{ mm}^2} = 93,63 \text{ MPa}$$

A realização de sucessivos ensaios mostrou que existe uma relação constante entre a tensão de cisalhamento e a tensão de tração. Na prática, considera-se a tensão de cisalhamento (TC) equivalente a 75% da tensão de tração (T).

Em linguagem matemática isto é o mesmo que:  $TC = 0,75 T$ .

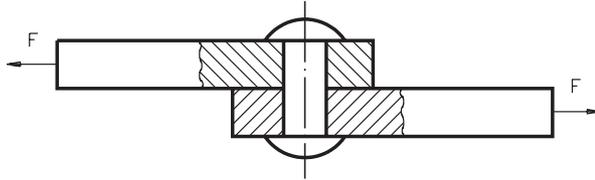
É por isso que, em muitos casos, em vez de realizar o ensaio de cisalhamento, que exige os dispositivos já vistos, utilizam-se os dados do ensaio de tração, mais facilmente disponíveis.

## Uma aplicação prática

O conhecimento da relação entre a tensão de cisalhamento e a tensão de tração permite resolver inúmeros problemas práticos, como o cálculo do número de rebites necessários para unir duas chapas, sem necessidade de recorrer ao ensaio de cisalhamento.

Como fazer isso? Preste atenção.

Imagine que precisemos unir duas chapas, como mostra a ilustração a seguir.



Sabemos que a tensão de cisalhamento que cada rebite suporta é igual a:

$$TC = \frac{F}{S}$$

Ainda não sabemos qual é o número de rebites necessários, por isso vamos chamá-lo de  $n$ . A tensão de cisalhamento será então distribuída pela área de cada rebite, multiplicada pelo número de rebites ( $S \times n$ ).

Conseqüentemente, a fórmula para cálculo da tensão de cisalhamento sobre as chapas será expressa por:

$$TC = \frac{F}{S \times n}$$

Isolando o  $n$ , que é o fator que nos interessa descobrir, chegamos à fórmula para o cálculo do número de rebites:

$$n = \frac{F}{TC \times S}$$

No exemplo que estamos analisando, sabemos que:

- as chapas suportarão uma força cortante ( $F$ ) de 20.000 N
- o diâmetro ( $D$ ) de cada rebite é de 4 mm
- a tensão de tração ( $T$ ) suportada por cada rebite é 650 MPa

Portanto, já temos todos os dados necessários para o cálculo do número de rebites que deverão unir as chapas. Basta organizar as informações disponíveis.

Não temos o valor da tensão de cisalhamento dos rebites, mas sabemos que ela equivale a 75% da tensão de tração, que é conhecida. Então, podemos calcular:

$$TC = 0,75 T \Rightarrow TC = 0,75 \times 650 \Rightarrow TC = 487,5 \text{ MPa}$$

Conhecendo o diâmetro de cada rebite, podemos calcular a área da sua seção transversal:

$$S = \frac{\pi \times D^2}{4} \Rightarrow S = \frac{3,14 \times 4^2}{4} \Rightarrow S = \frac{50,24 \text{ mm}^2}{4} \Rightarrow S = 12,56 \text{ mm}^2$$

Agora, basta transportar os valores conhecidos para a fórmula:

$$n = \frac{F}{TC \times S} \Rightarrow n = \frac{20.000 \text{ N}}{487,5 \text{ MPa} \times 12,56 \text{ mm}^2} \Rightarrow n = \frac{20.000 \text{ N}}{6.123 \text{ MPa} \times \text{mm}^2}$$

Como  $\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$  é igual a MPa, podemos cancelar estas unidades.

Então, o número de rebites será:

$$n = 3,266 \text{ rebites}$$

Por uma questão de segurança, sempre aproximamos o resultado para maior. Assim, podemos concluir que precisamos de 4 rebites para unir as duas chapas anteriores.

Muito bem! É hora de dar uma paradinha, rever o que foi estudado e fazer mais alguns exercícios para reforçar o aprendizado.

### Exercício 1

No cisalhamento, as partes a serem cortadas se movimentam paralelamente por ..... uma sobre a outra.

### Exercício 2

A força que faz com que ocorra o cisalhamento é chamada de força .....

### Exercício 3

Os dispositivos utilizados no ensaio de cisalhamento, normalmente são adaptados na máquina .....

### Exercício 4

Um rebite é usado para unir duas chapas de aço. O diâmetro do rebite é de 6 mm e o esforço cortante é de 10.000 N. Qual a tensão de cisalhamento no rebite?

### Exercício 5

Duas chapas de aço deverão ser unidas por meio de rebites. Sabendo que essas chapas deverão resistir a uma força cortante de 30.000 N e que o número máximo de rebites que podemos colocar na junção é 3, qual deverá ser o diâmetro de cada rebite? (A tensão de tração do material do rebite é de 650 MPa).

## Exercícios