

# 4. CISALHAMENTO

---

PROF. LUIZ HENRIQUE DE ALMEIDA NEIVA

Ouro Preto – MG

# Sumário

---

- 4.1 Força Cortante e Tensão Cisalhante
- 4.2 Cisalhamento puro
- 4.3 Tensões em um plano oblíquo ao eixo
- 4.4 Tensão e deformação no cisalhamento
- 4.5 Lei de Hooke no cisalhamento
- 4.6 Relações entre  $E$ ,  $G$  e  $\nu$
- 4.7 Ligações Parafusadas

# Referências

---

- Hibbeler, R. C  
**Resistência dos Materiais**
- Notas de aula do Prof. Alberto Leal  
**Resistência dos Materiais I-A**
- Notas de aula do Prof. Jaime Martins  
**Resistência dos Materiais e Estruturas**

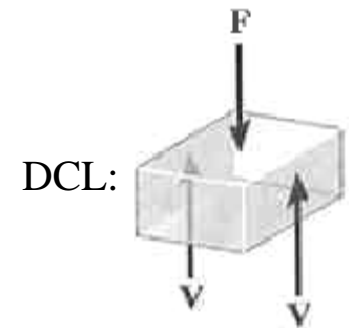
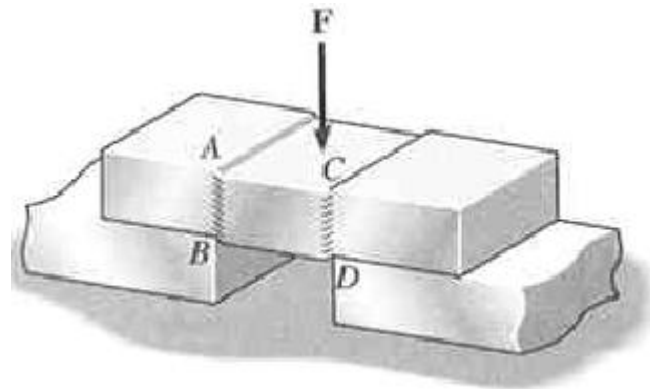
# 4.1 Força Cortante e Tensão Cisalhante

---

Quando as forças atuam de forma *tangente* à seção transversal do corpo, ocorre as **tensões de cisalhamento**.

A tensão de cisalhamento média distribuída sobre cada área seccionada é:

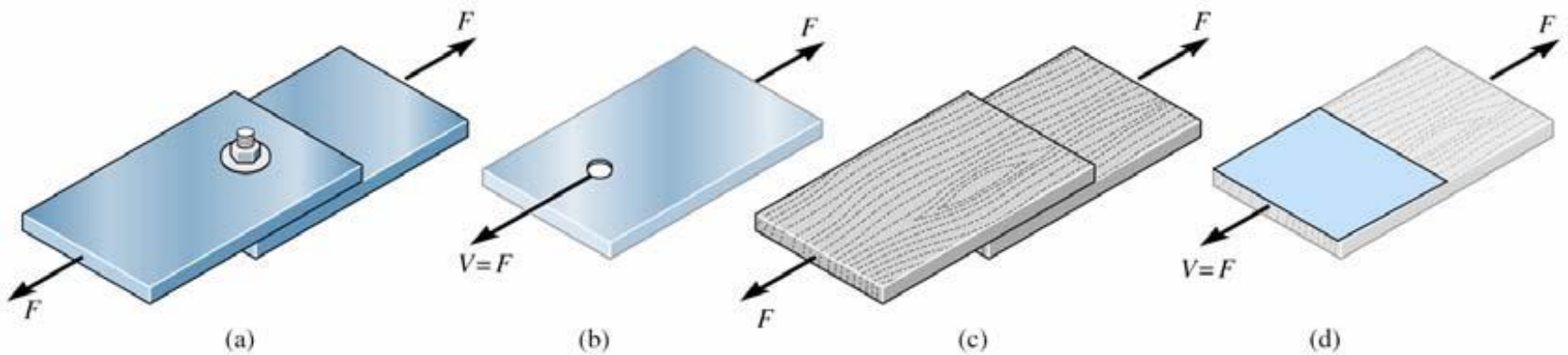
$$\tau = \frac{V}{A}$$



Onde:  $V$  é a força cortante interna resultante na seção determinada pelas equações de equilíbrio e  $A$  é a área da seção

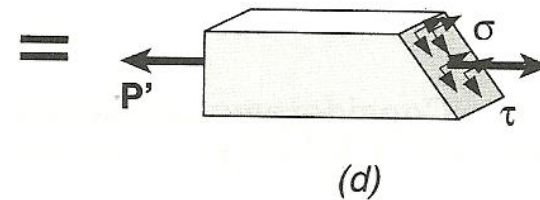
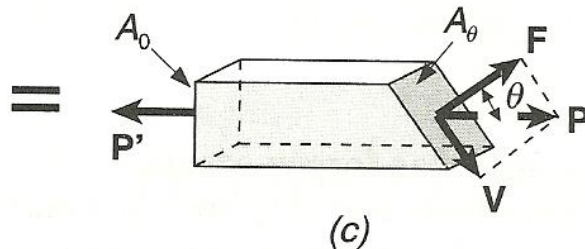
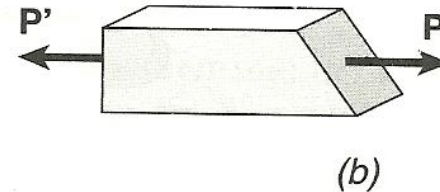
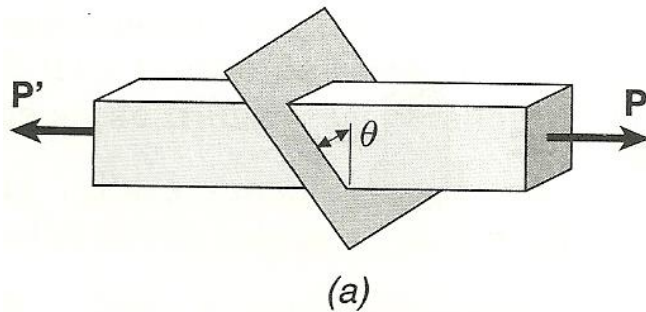
## 4.2 Cisalhamento puro

Se em uma área atua apenas força cortante, ela fica solicitada por cisalhamento puro.

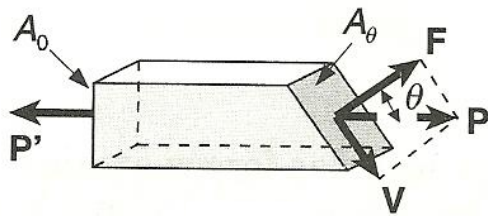


## 4.3 Tensões em um plano oblíquo ao eixo

Pode-se estudar as tensões existentes em um plano que tenha determinada inclinação ao eixo da seção.



## 4.3 Tensões em um plano oblíquo ao eixo

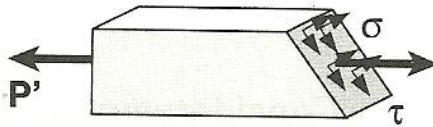


$$F = P \cdot \cos \theta$$

$$V = P \cdot \sin \theta$$

$$A_0 = A_\theta \cos \theta$$

$$A_\theta = \frac{A_0}{\cos \theta}$$



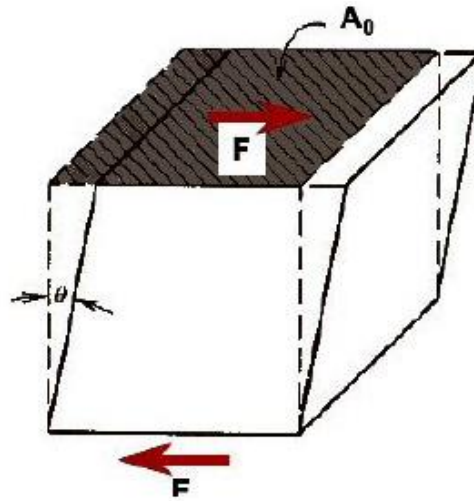
$$\sigma = \frac{F}{A_\theta} \quad \rightarrow \quad \sigma = \frac{P \cdot \cos \theta}{A_0 / \cos \theta} \quad \rightarrow \quad \sigma = \frac{P}{A_0} \cos^2 \theta$$

$$\tau = \frac{V}{A_\theta} \quad \rightarrow \quad \tau = \frac{P \cdot \sin \theta}{A_0 / \cos \theta} \quad \rightarrow \quad \tau = \frac{P}{A_0} \sin \theta \cos \theta$$

# 4.4 Tensão e deformação no cisalhamento

---

Solicitando-se um material ao cisalhamento puro, pode-se estabelecer a relação entre a tensão e a deformação de cisalhamento.

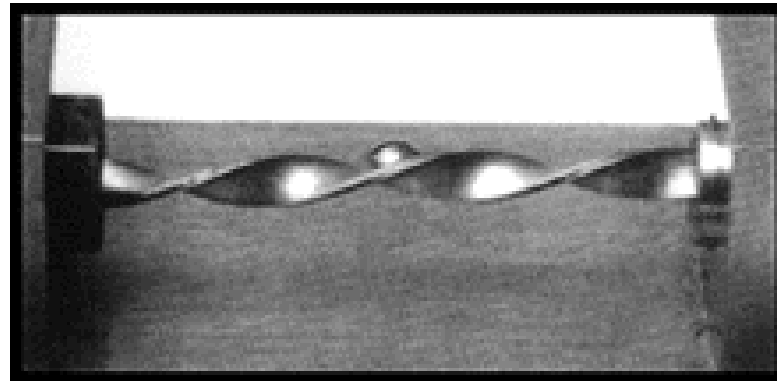




## 4.4 Tensão e deformação no cisalhamento

---

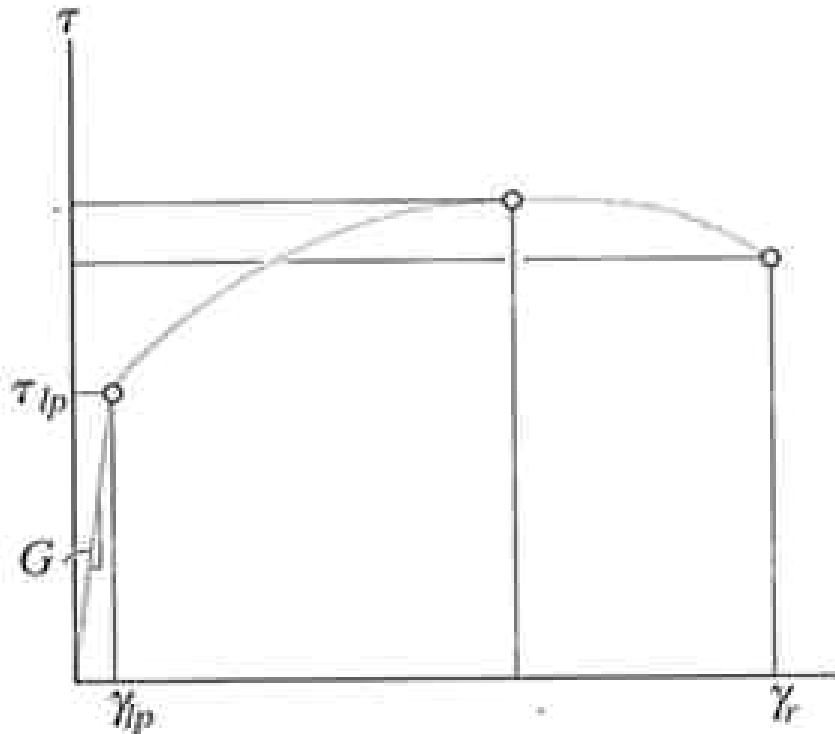
Através de um ensaio de torção, é estudado o comportamento de um material submetido a cisalhamento puro.



# 4.5 Lei de Hooke no cisalhamento

---

O Diagrama tensão deformação de cisalhamento é:



Para um material na fase elástica, a Lei de Hooke para cisalhamento é dada por:

$$\tau = G \cdot \gamma$$

onde  $G$  é o módulo de elasticidade ao cisalhamento e  $\gamma$  é a deformação por cisalhamento.

## 4.6 Relações entre $E$ , $G$ e $\nu$

---

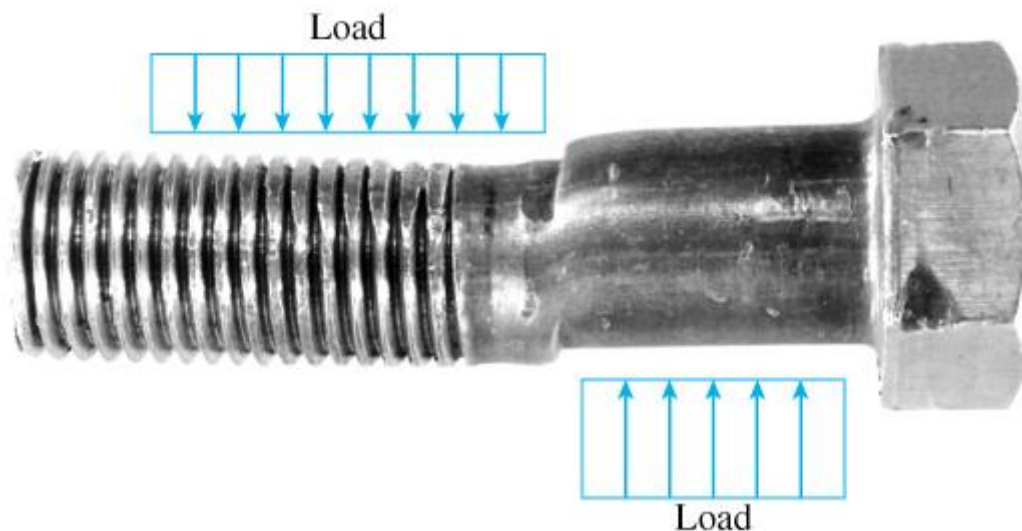
O módulo de cisalhamento  $G$  pode ser relacionado com o módulo de elasticidade longitudinal  $E$  através do coeficiente de Poisson,  $\nu$ :

$$G = \frac{E}{2 \cdot (1 + \nu)}$$

## 4.7 Ligações Parafusadas

---

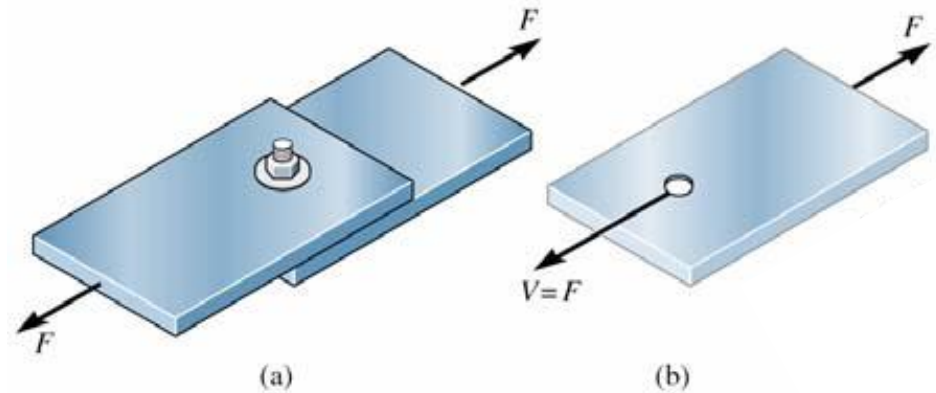
Por hipótese, a tensão de cisalhamento é uniformemente distribuída na seção transversal do parafuso. A falha num parafuso solicitado por cisalhamento puro é do tipo:



## 4.7 Ligações Parafusadas

Na ligação abaixo tem-se um parafuso que transmite a força de uma chapa para a outra. A tensão de cisalhamento média na seção transversal do parafuso é:

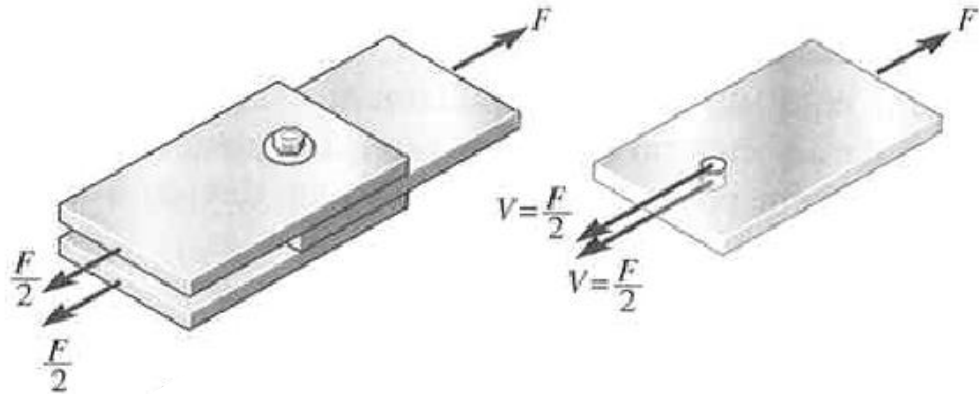
$$\tau = \frac{V}{A} = \frac{F}{A}$$



## 4.7 Ligações Parafusadas

Na ligação abaixo têm-se duas áreas de corte, então a força deve ser dividida por 2:

$$\tau = \frac{V}{A} = \frac{F}{2 \cdot A}$$



## 4.7 Ligações Parafusadas

---

Generalizando-se, para um parafuso com  $n$  de seções de cortes, tem-se para a tensão cisalhante:

$$\tau = \frac{F}{n \cdot A}$$

É interessante observar que a força produz tensão normal ( $\sigma$ ) nas chapas e tensão cisalhante ( $\tau$ ) nos parafusos.