



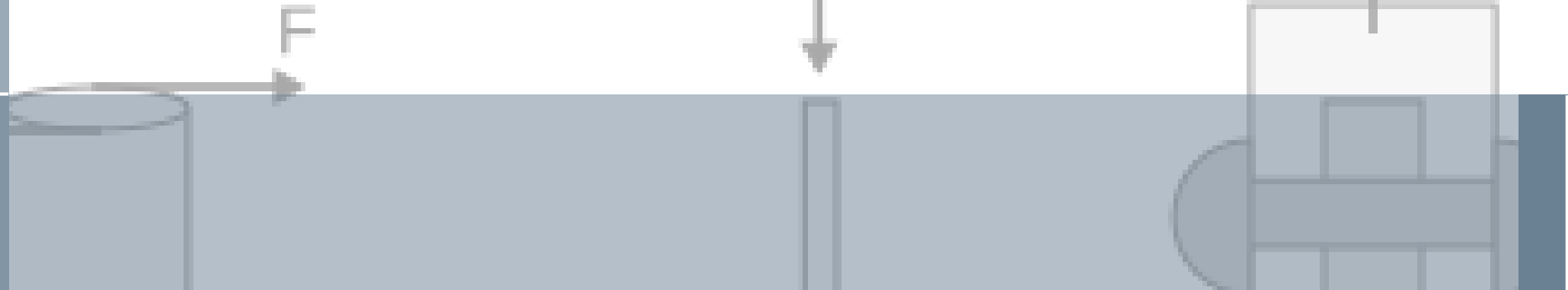
Universidade de São Paulo

(b) Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto
Departamento de Materiais Dentários e Prótese

(c)

Torção, Microdureza, Flexão e Compressão

Profa. Dra. Andréa Cândido dos Reis



Propriedades Mecânicas

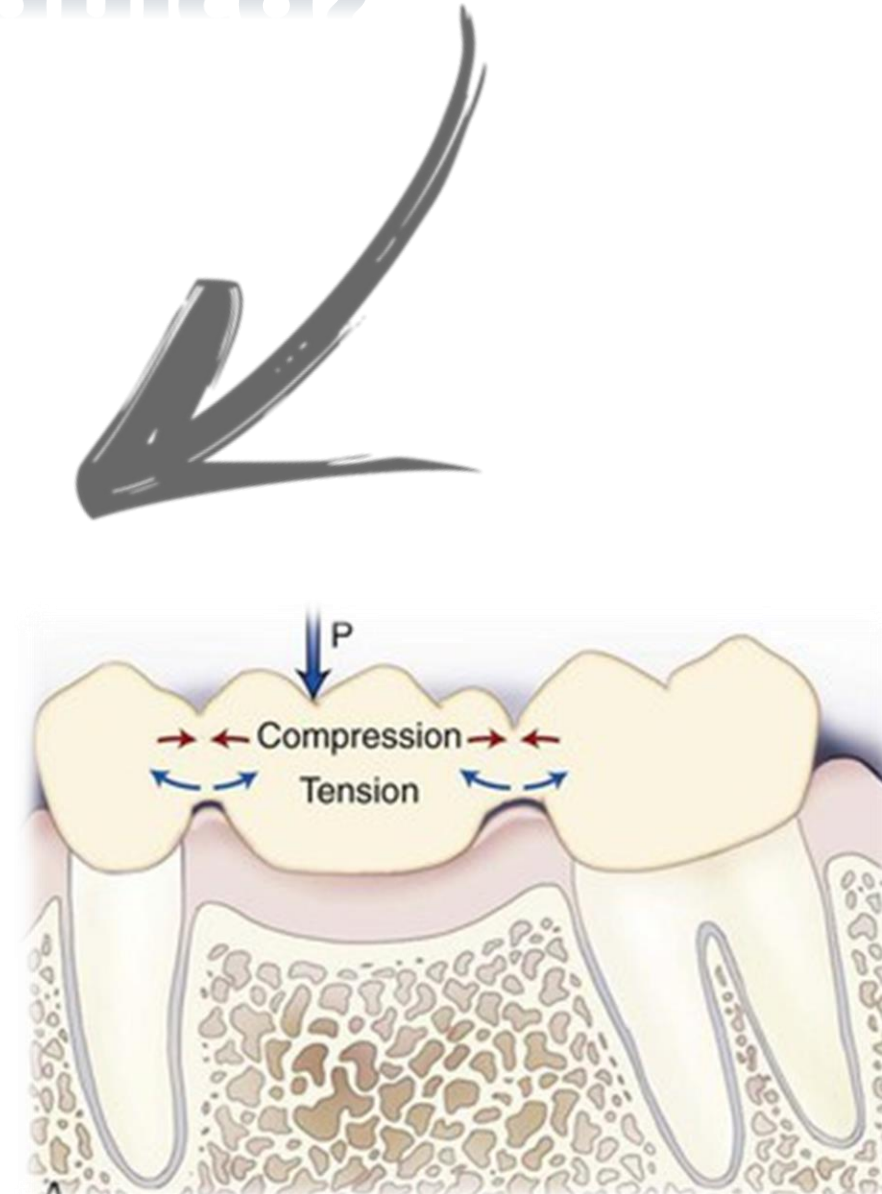
Propriedades Estruturais: seleção e manipulação dos materiais

Características físicas, químicas, mecânicas e biológicas

Propriedades combinadas

Testes laboratoriais e clínicos

Evitar deformações e fraturas



Propriedades Mecânicas

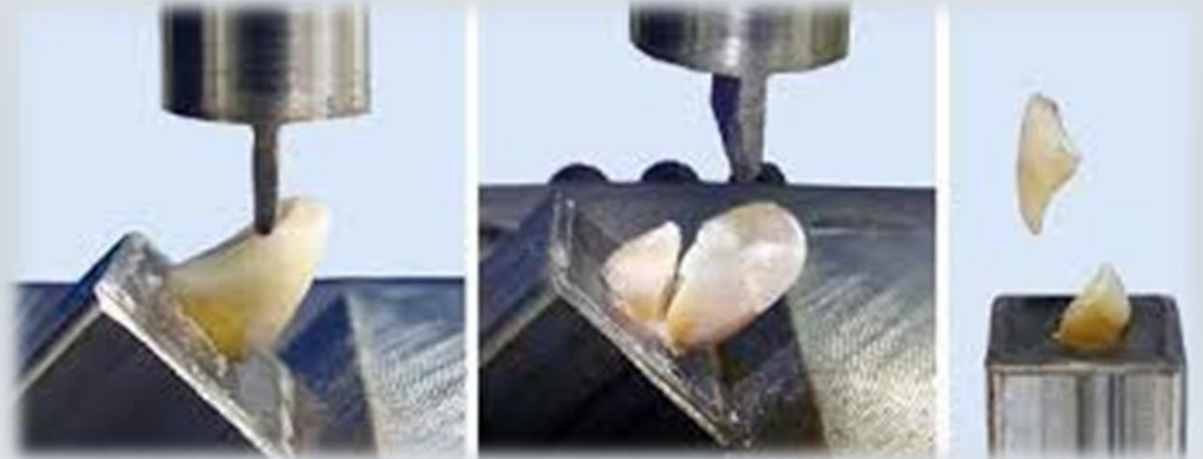
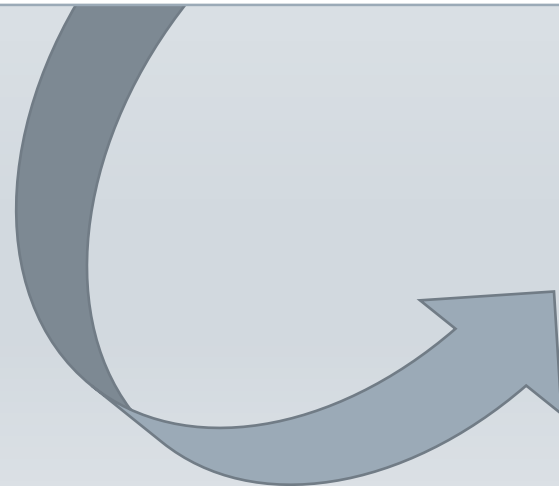
São definidas pelas Leis da Mecânica, ciência física que trata de energia e forças, e de seus efeitos nos corpos

Todas as propriedades mecânicas são medidas da resistência do material à deformação ou fratura sob uma força aplicada

Resistência

Propriedade mecânica do material que garante que a estrutura atenda às funções para as quais foi desenhada de maneira adequada, segura e por um razoável período.

Capacidade de resistir às tensões induzidas, sem que ocorra deformações permanentes ou fraturas.

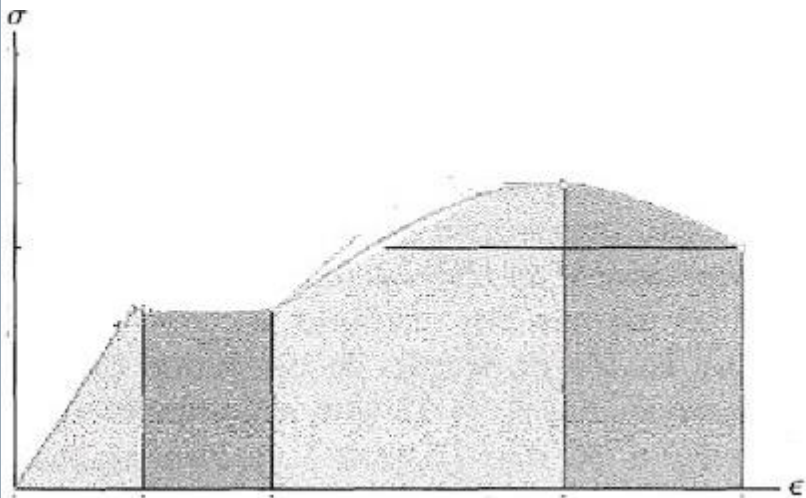


Propriedades Mecânicas

Deformação elástica ou reversível

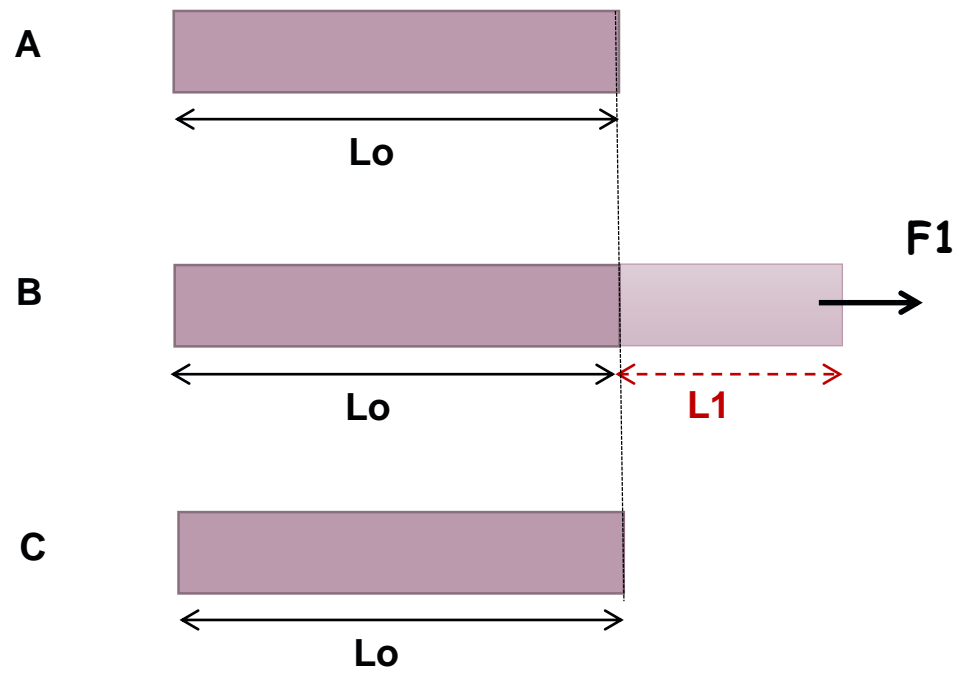
Deformação plástica ou irreversível

Combinação de Deformação elástica e Deformação plástica

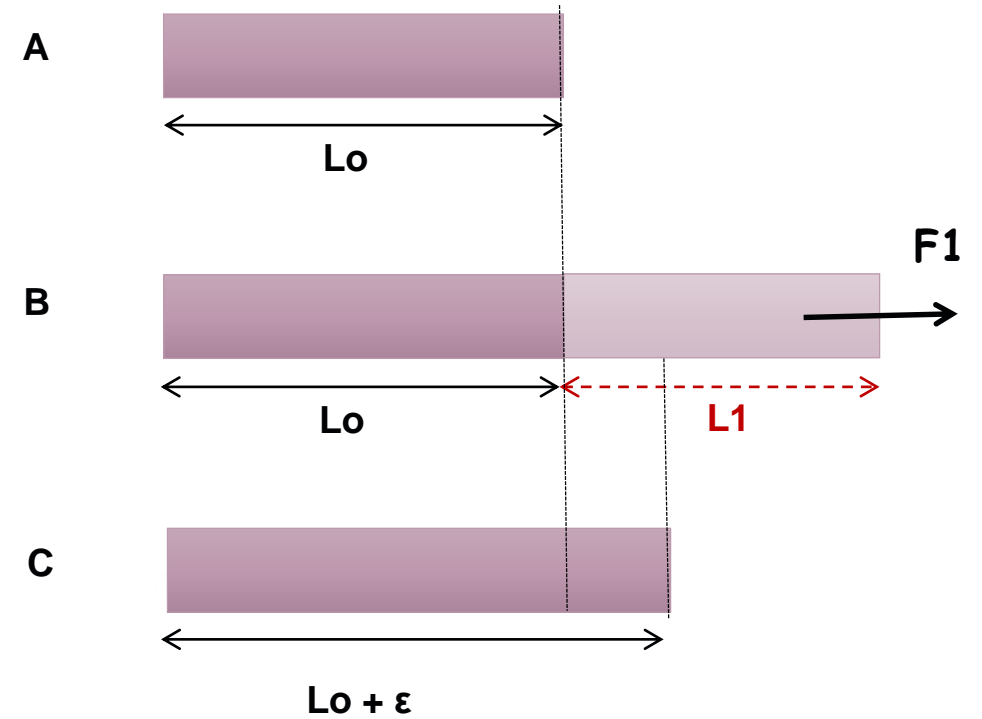


Deformação

Elástica

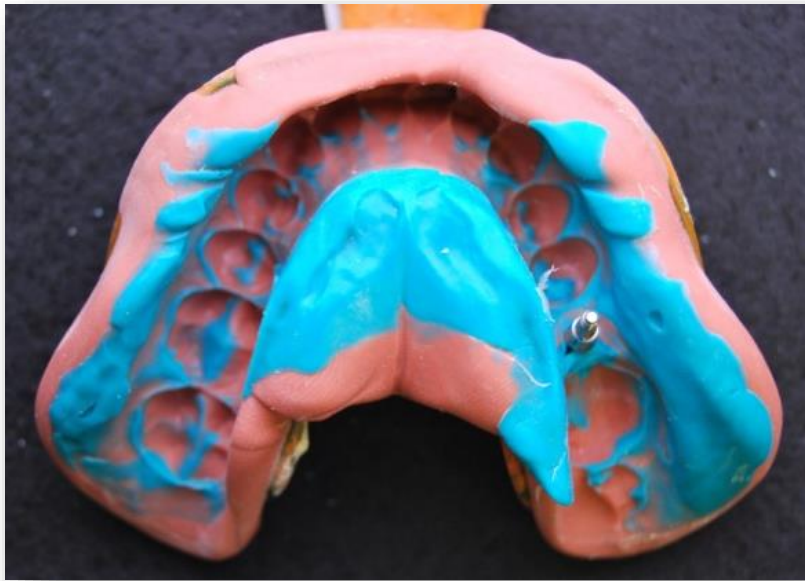


Plástica



Deformação

Elástica



Materiais de Moldagem

Deformação

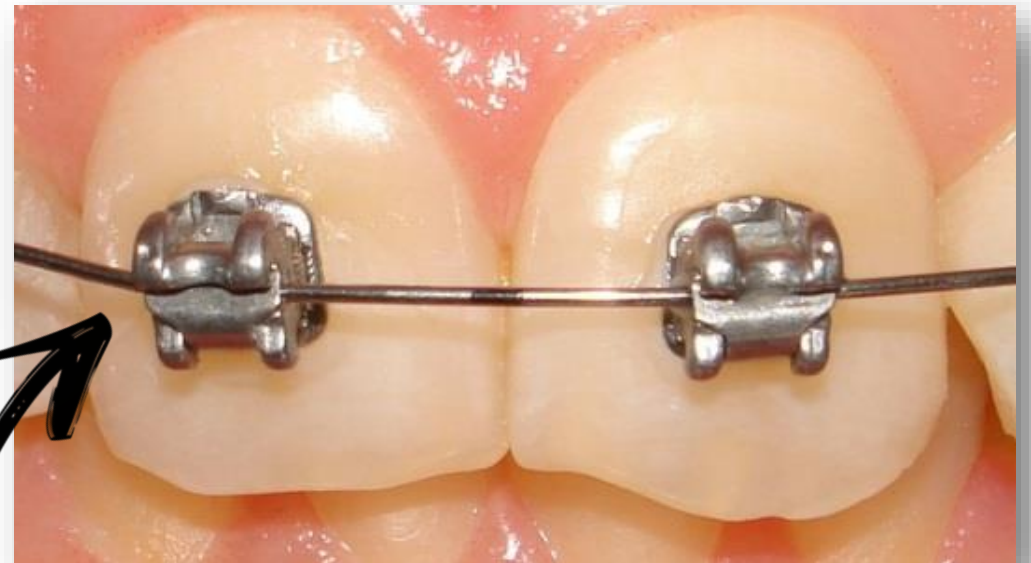
Elástica



Grampos de Prótese Parcial Removível

Deformação

Plástica



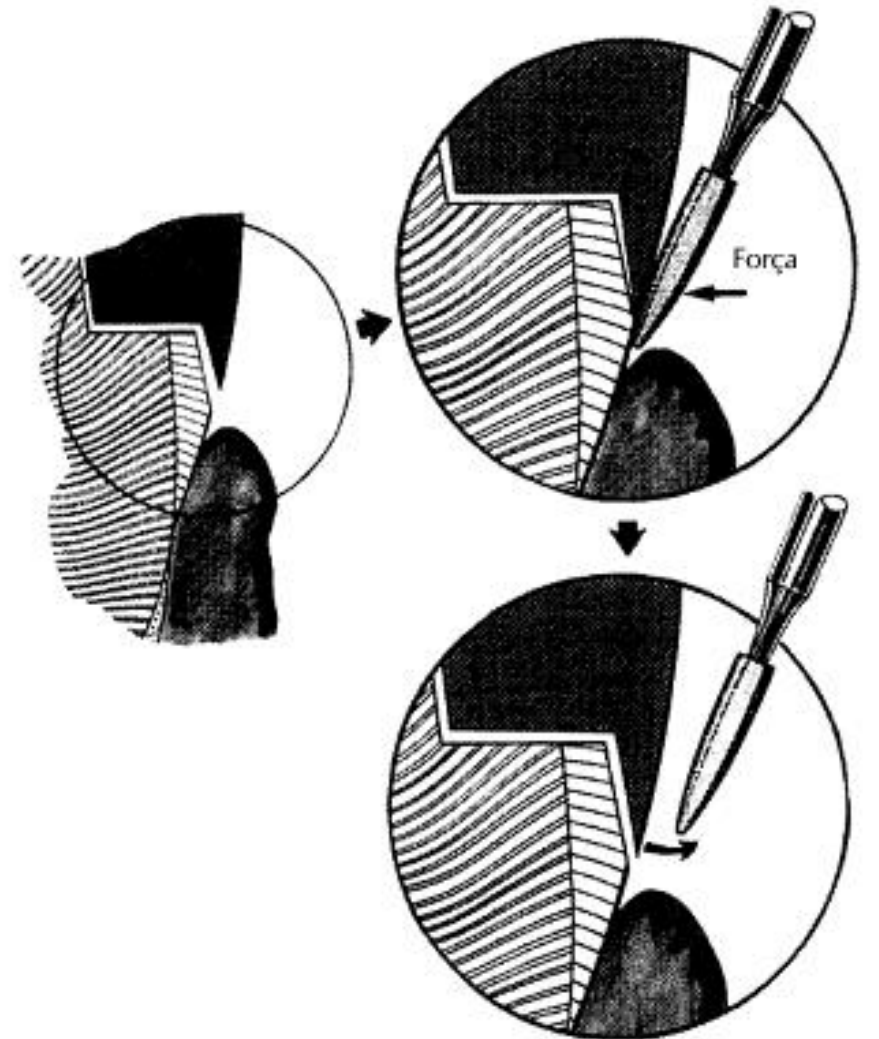
Fios Ortodônticos

Deformação

Plástica



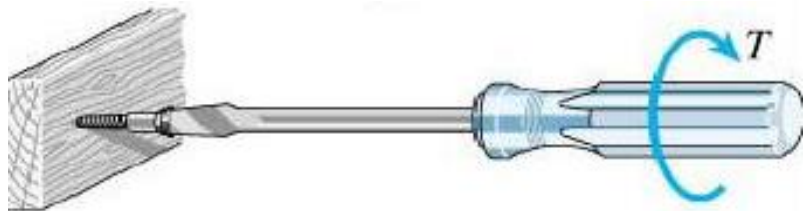
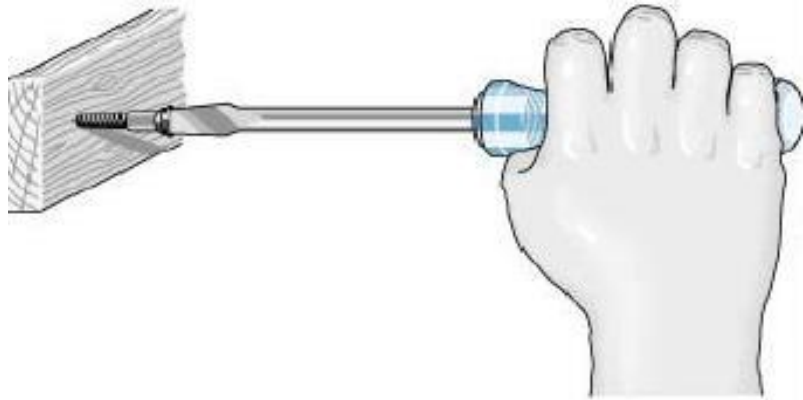
Restaurações Metálicas



Ensaio de Torção

DEFINIÇÃO

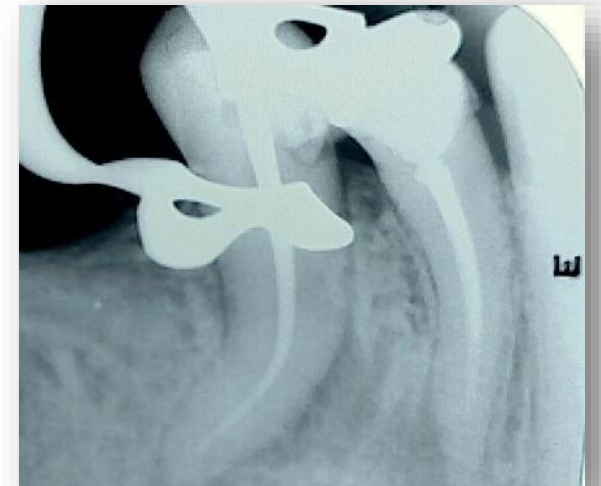
Aplicação de uma carga rotativa em um corpo de prova geralmente cilíndrico



O ensaio de Torção é de execução relativamente simples

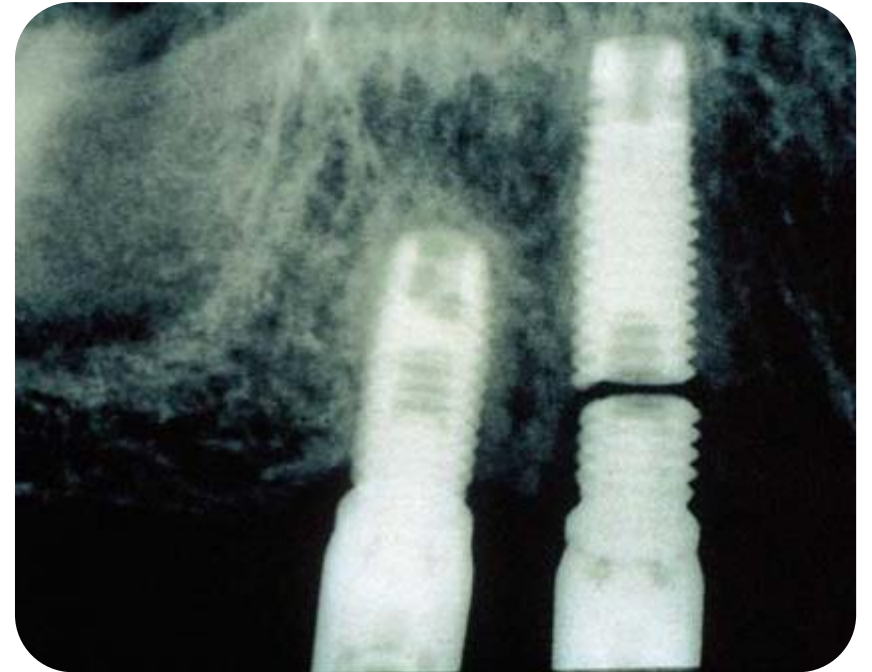
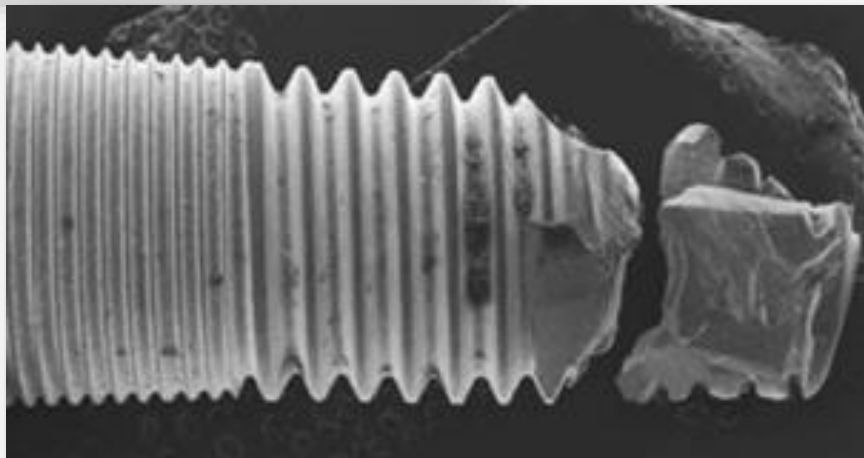
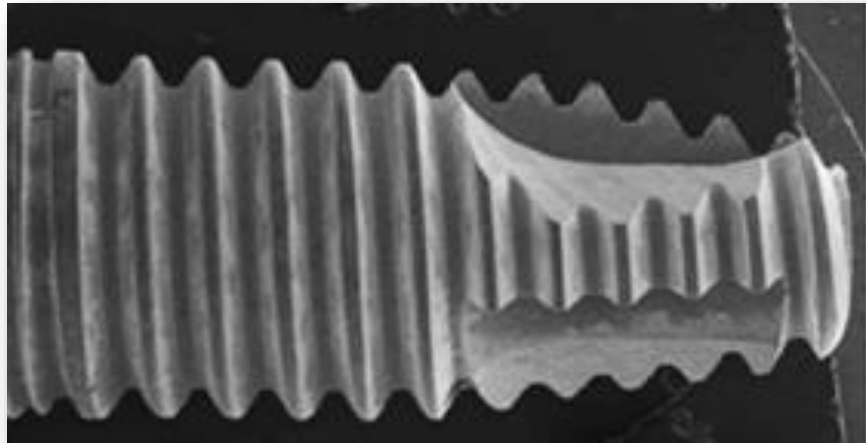
Na Odontologia...

Endodontia



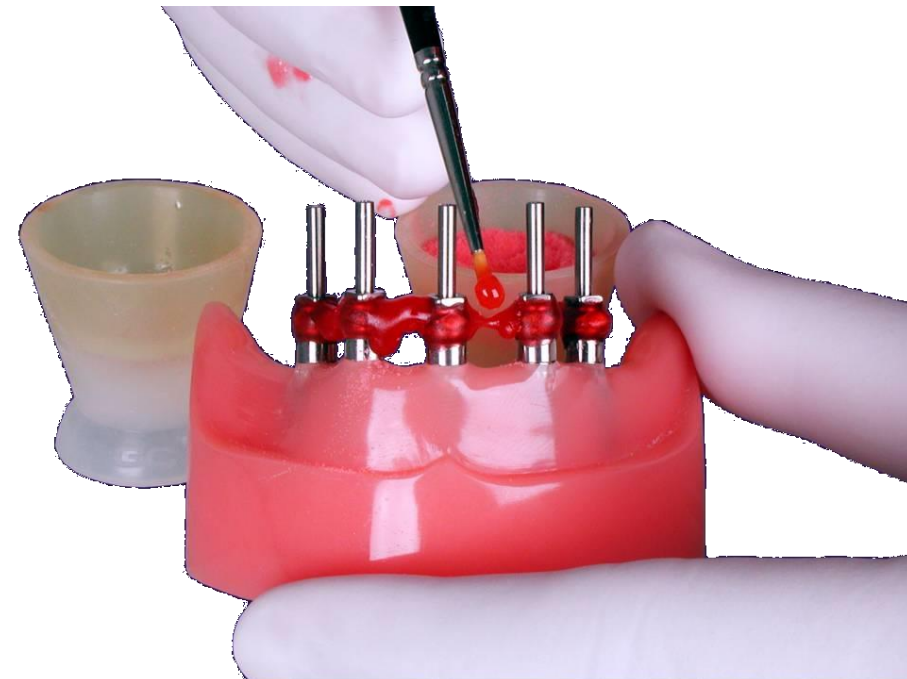
Na Odontologia...

Implantodontia



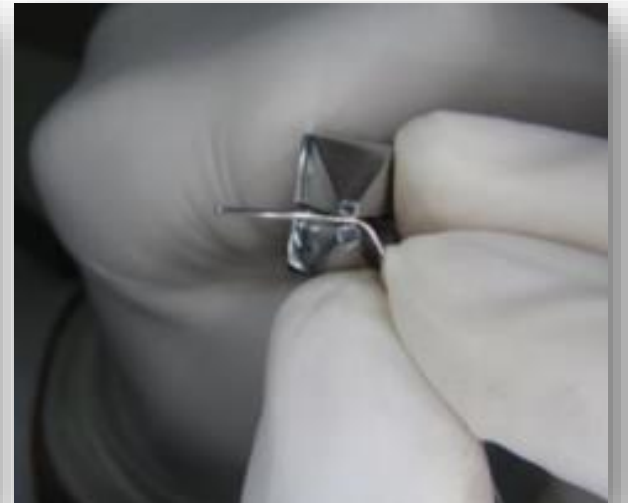
Na Odontologia...

Implantodontia



Na Odontologia...

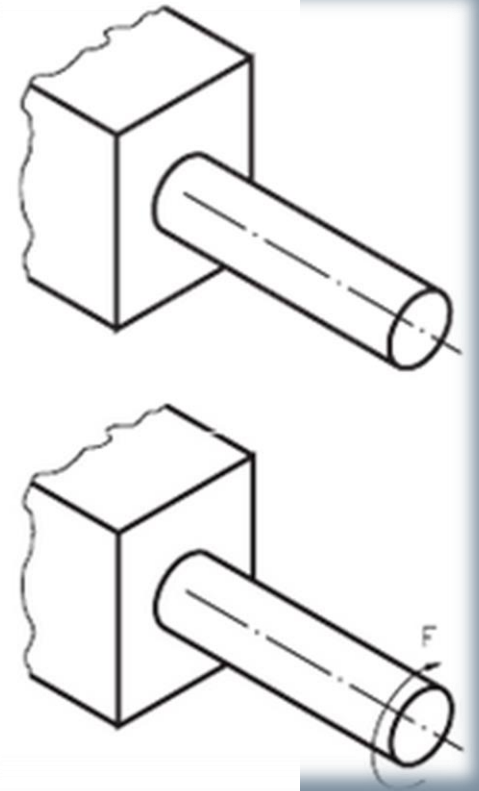
Ortodontia



Ensaio de Torção

ROTAÇÃO E TORÇÃO

- ✓ Corpo cilíndrico preso por uma das extremidades
- ✓ Ação no sentido de rotação na extremidade livre
- ✓ O corpo tenderá a girar no sentido da força e, como a outra extremidade está presa, ele sofrerá uma torção sobre seu próprio eixo.



Se um certo limite de torção for ultrapassado, o corpo se romperá.

Ensaio de Torção

MOMENTO TORSOR OU TORQUE

$$\text{Momento de Força} = F \times C$$

Onde:

F = intensidade da Força

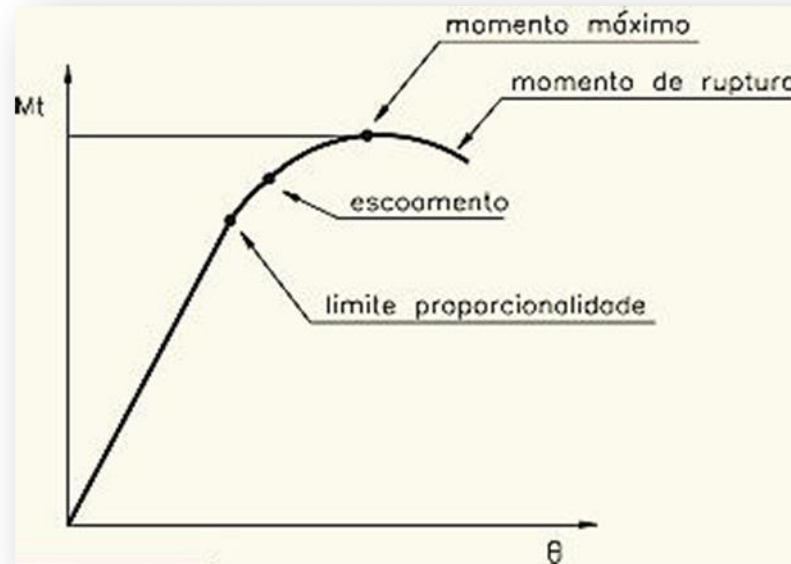
C= distância do ponto de aplicação ao eixo do corpo sobre o qual a força é aplicada

Unidade: newton metro (Nm)

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

Ensaio de Torção

PROPRIEDADES AVALIADAS



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

Ensaio de Torção

CORPO DE PROVA

- ✓ Circular
- ✓ Normalmente as dimensões não são padronizadas, pois raramente se escolhe este ensaio como critério de qualidade de um material
- ✓ O comprimento e o diâmetro devem permitir as medições de momentos e ângulos de torção com precisão

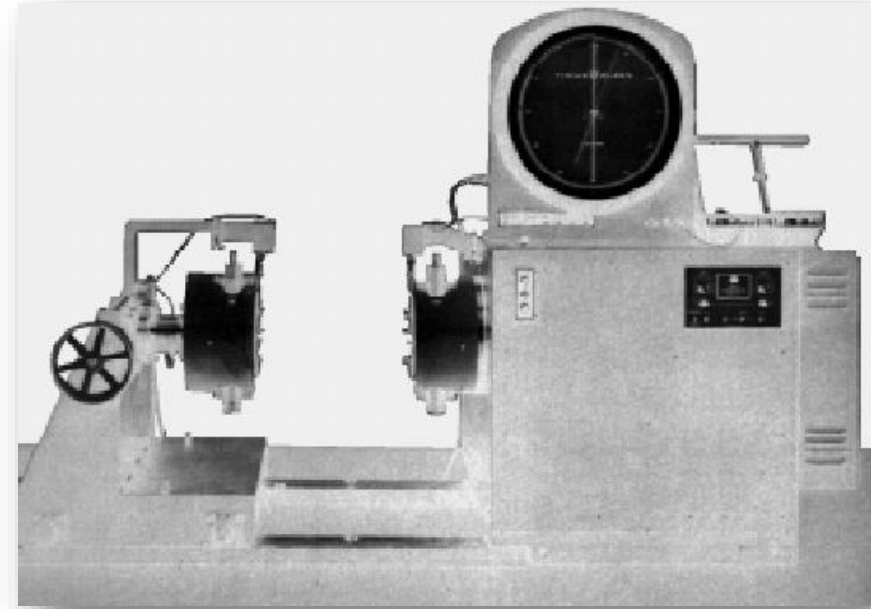
Importante: Centralizar de forma precisa o corpo de prova na máquina de ensaio, porque a força deve ser aplicada no centro.

Ensaio de Torção

EQUIPAMENTO

➤ Máquina de torção

Duas partes às quais o corpo de prova é fixado.



- Porção giratória 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.

Ensaio de Torção

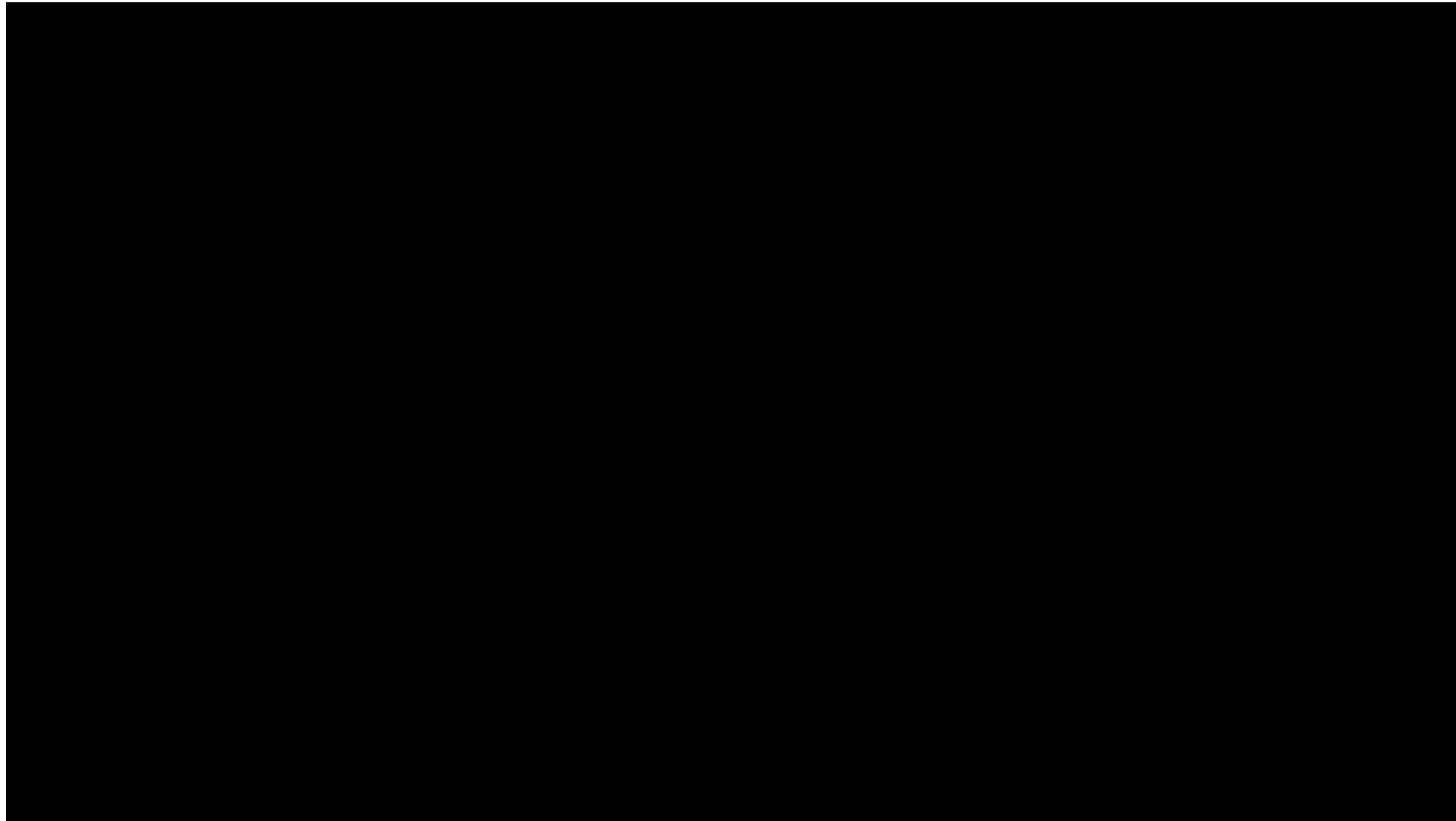
FRATURAS TÍPICAS

O aspecto das fraturas varia conforme o tipo de material do corpo de prova: dúctil ou frágil.

- Materiais dúcteis: Fratura perpendicular ao eixo longitudinal.
- Materiais frágeis: Fratura não plana, 45° (fratura helicoidal)



Ensaio de Torção



Ensaio de Microdureza

DEFINIÇÃO

Propriedade de um material que permite a ele resistir à deformação plástica, usualmente por penetração.

O termo dureza também pode estar associado à resistência à flexão, risco, abrasão ou corte.



Ensaio de Microdureza

Por que utilizar este ensaio?

Conhecer a resistência ao desgaste

Controle de qualidade

Prever a durabilidade relativa do material



Na Odontologia...

Restaurações



Na Odontologia...

Próteses



Dureza Cerâmica > Esmalte



Dureza Cerâmica > Resina

CUIDADO!!
Desgaste dos dentes antagonistas

Na Odontologia...

Materiais Odontológicos



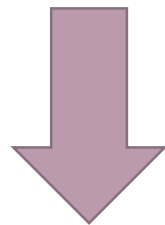
Desgaste Dental



Ensaio de Microdureza

DEFINIÇÃO

Consiste na impressão de uma pequena marca (endentação), na superfície do material, pela aplicação de pressão com uma ponta de penetração (endentador)



A medida é dada em função das características da marca de impressão e da carga aplicada



Microdurômetro

Ensaio de Microdureza

VANTAGENS

- Rapidez de execução
- Baixo custo dos equipamentos envolvidos

MÉTODOS DE MEDIÇÃO

- Risco (escala de dureza MOHS)
- Ressalto (método SHORE)
- Penetração (BRINNEL, VICKERS, KNOOP, ROCKWELL)

Dureza por risco (Dureza MOHS)

- ✓ Mais utilizado na área de mineralogia;
- ✓ Consiste em uma escala de 10 minerais padrões, onde o mais duro é o diamante e risca todos os demais.



Dureza por rebote (SHORE)

- ✓ Usada para a determinação de dureza de peças grandes.
- ✓ Exemplos: Borrachas, polímeros e elastômeros.



Dureza por penetração

- ✓ Um pequeno endentador é forçado contra a superfície do material a ser testado;

A profundidade ou tamanho da endentação resultante é medida; quanto mais macio o material mais larga ou profunda é a endentação, e menor o número de dureza

Dureza Brinell

Empregado para se determinar a dureza dos

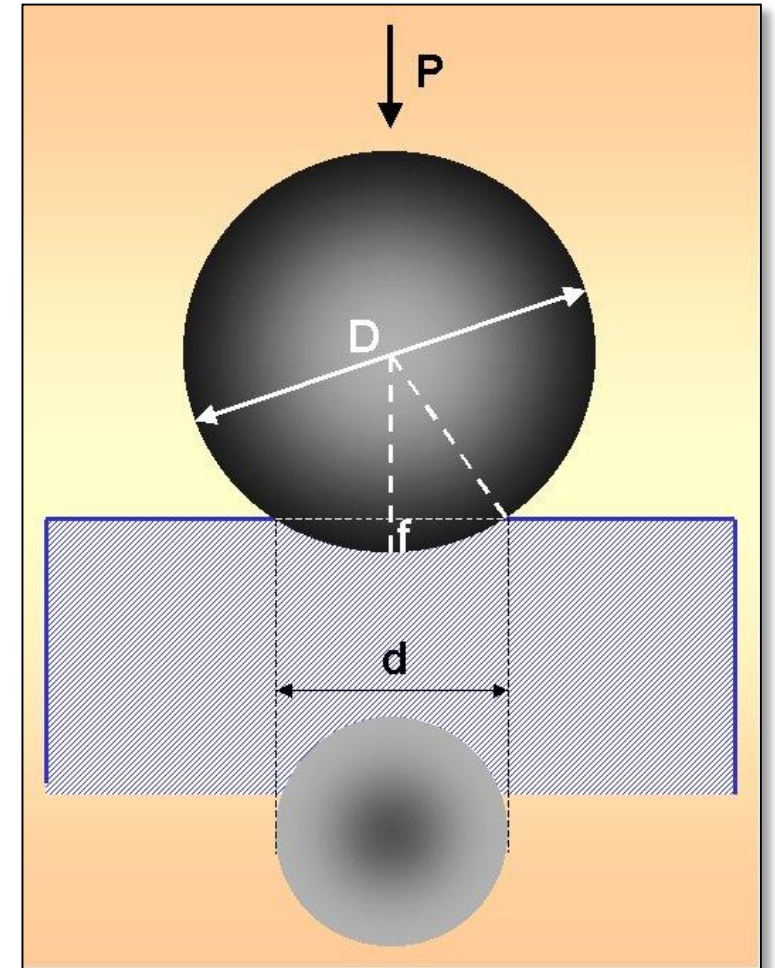
metais



Quanto menor a penetração



Mais duro o material

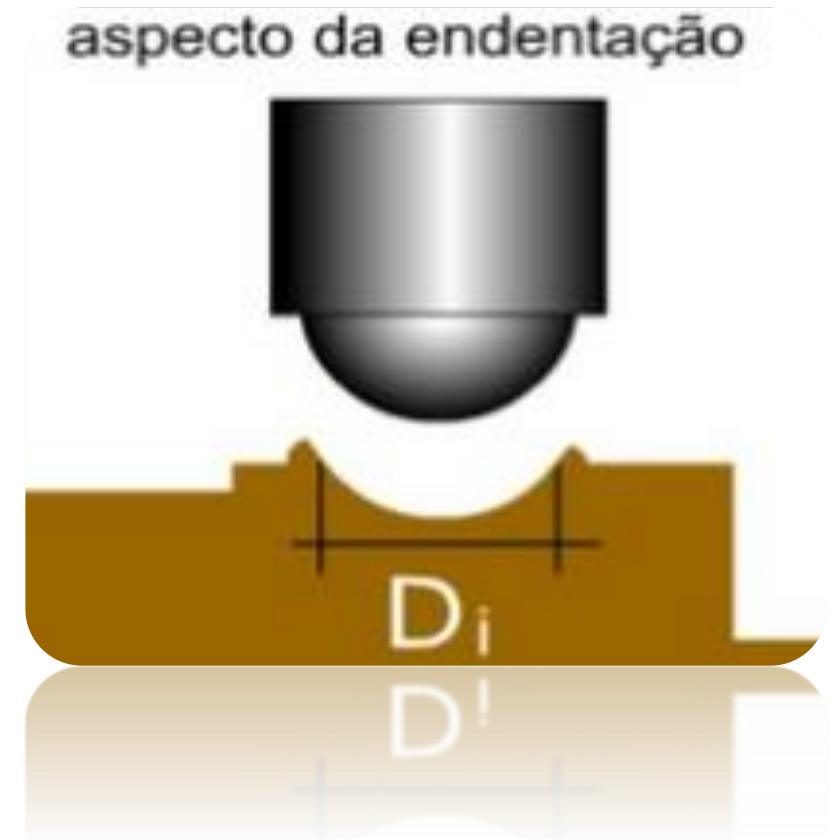


Dureza Brinell

Devido ao tamanho da impressão formada o ensaio pode ser considerado destrutivo

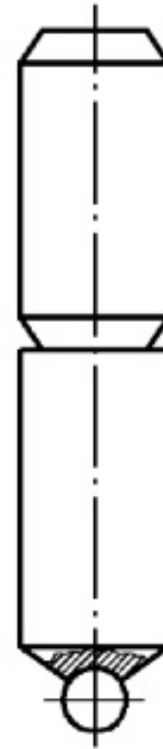


A superfície do corpo de prova deve ser lisa, plana e estar bem apoiada na superfície

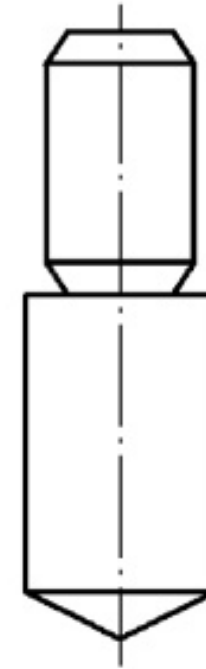


Dureza Rockwell

- ✓ Uma esfera de aço ou ponta de diamante cônica é usada



Penetrador esférico

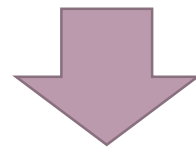


Penetrador cônico

Dureza Rockwell

- ✓ Semelhante à dureza Brinell

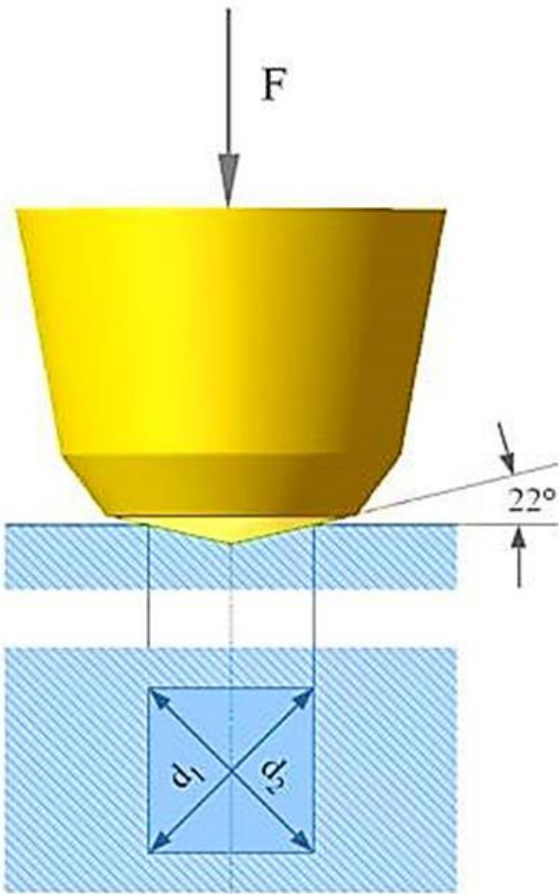
Ao invés de mensurar o diâmetro da penetração, a profundidade é medida



O teste de Brinell, assim como o de Rockwell, não são adequados para materiais frágeis ou friáveis

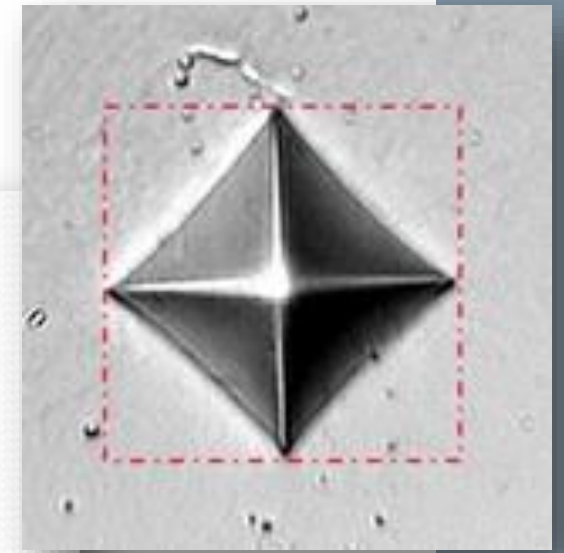
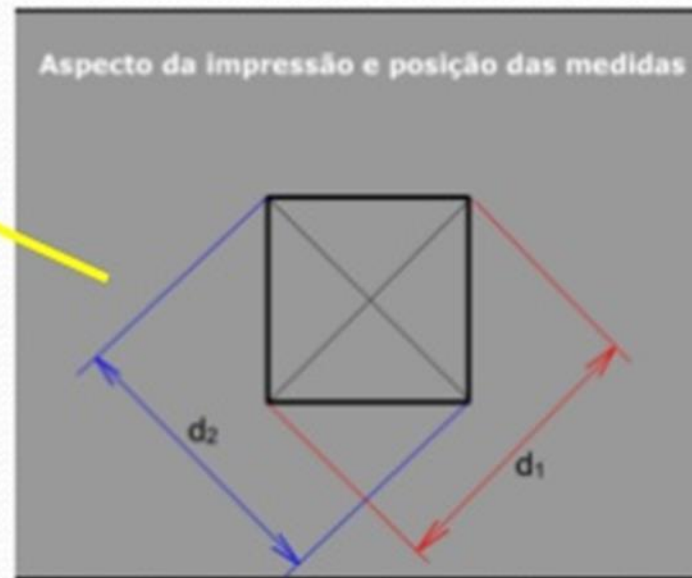
Dureza Vickers

Relaciona carga aplicada com a área superficial da impressão



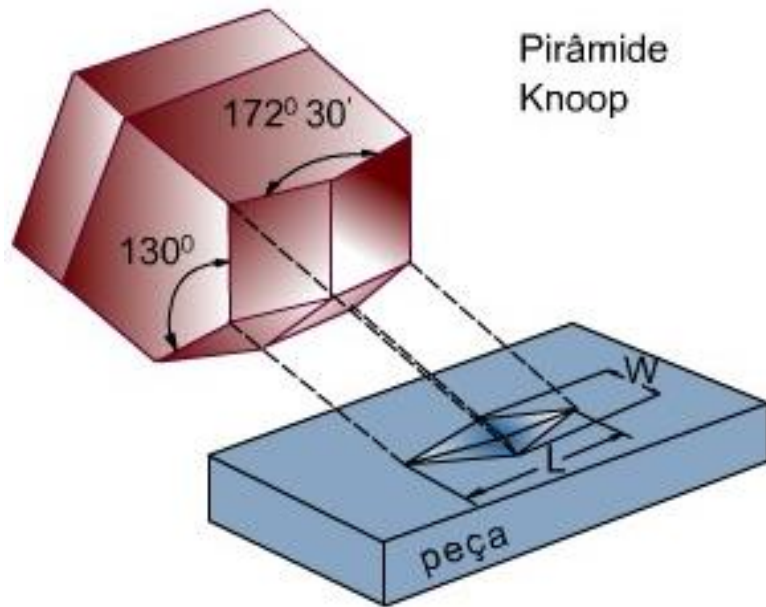
- Penetrador: Pirâmide de diamante de base quadrada
- Carga normalmente aplicada de 10 a 15 segundos
 - Valor: Símbolo HV
- As duas diagonais da endentação deixadas na superfície do material são medidas com uma régua acoplada ao durômetro ou microscópio

Ensaio Vickers



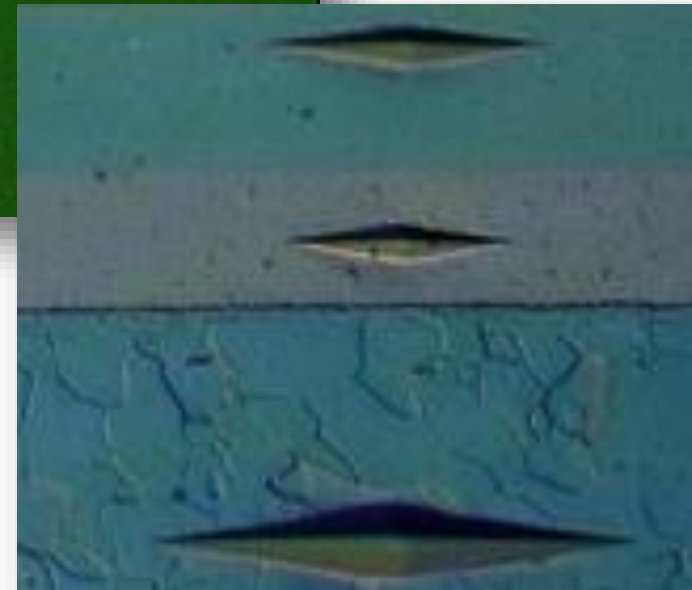
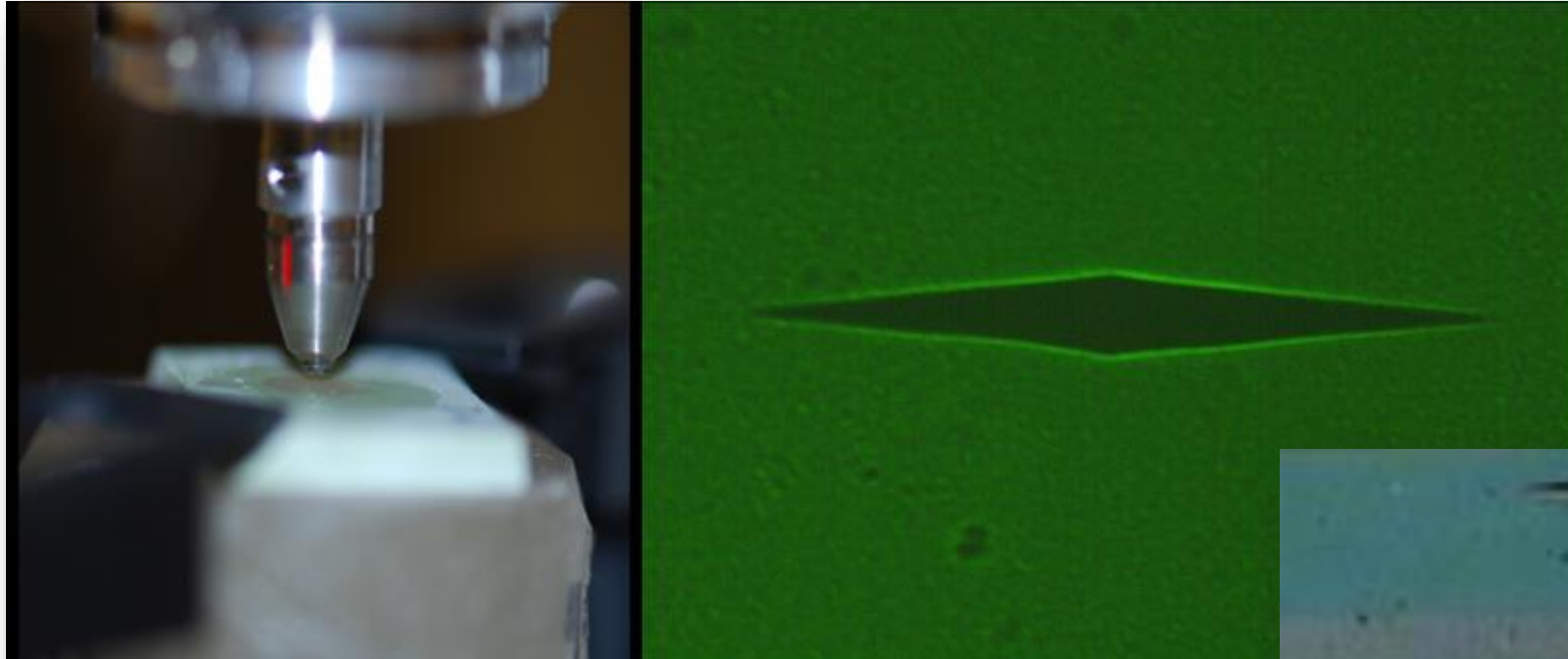
Dureza Knoop

Relaciona carga aplicada com a área superficial da impressão

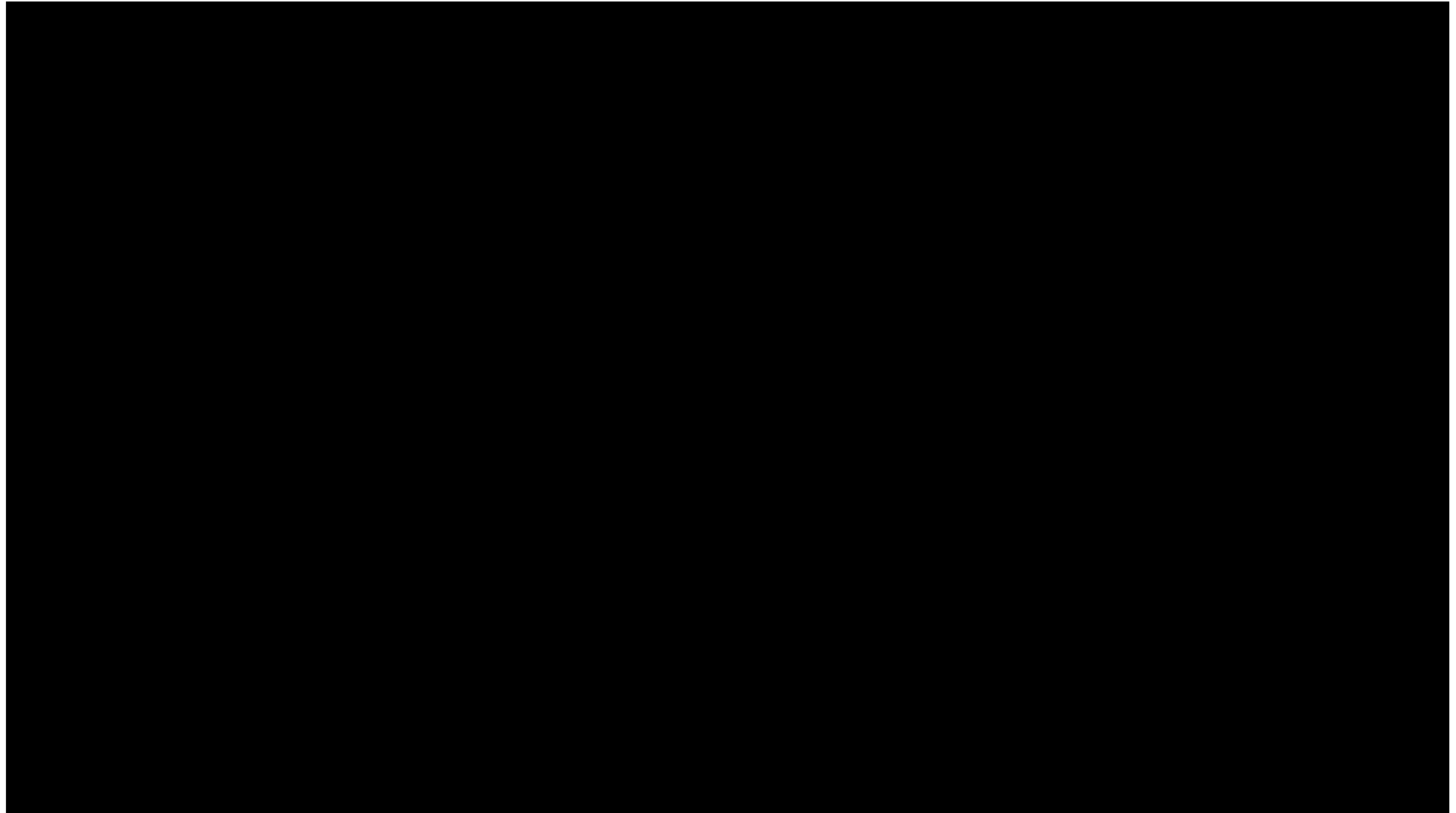


- Penetrador: Pirâmide alongada - losango
- Impressão: diagonal maior e menor apresentam uma relação de 7:1
- Permite a determinação de dureza de materiais muito frágeis

Ensaio Knoop



Ensaio de Microdureza

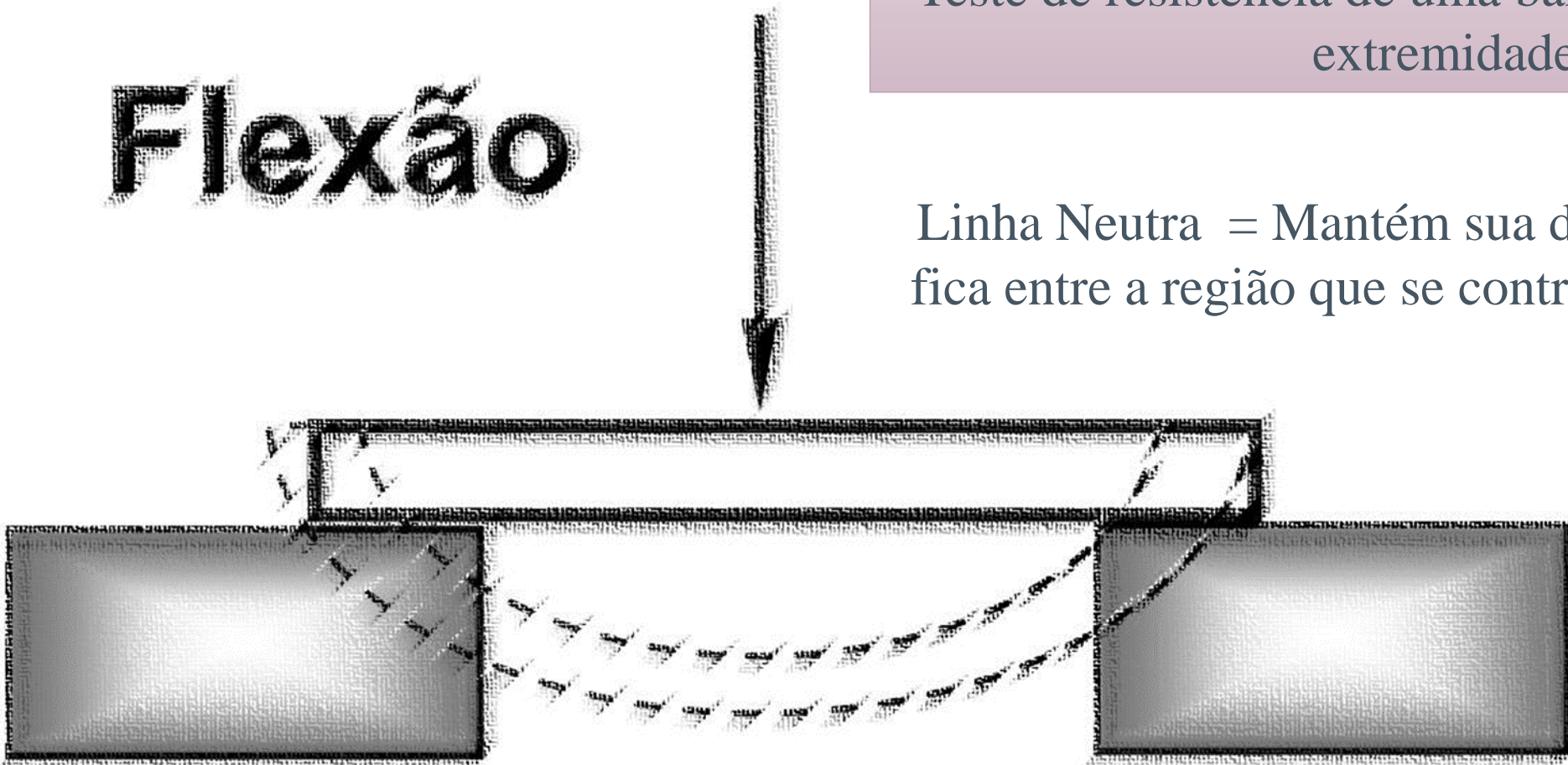


Ensaio de Flexão

Teste de resistência de uma barra apoiada em duas extremidades

Flexão

Linha Neutra = Mantém sua dimensão inalterada; fica entre a região que se contrai e a que se alonga.



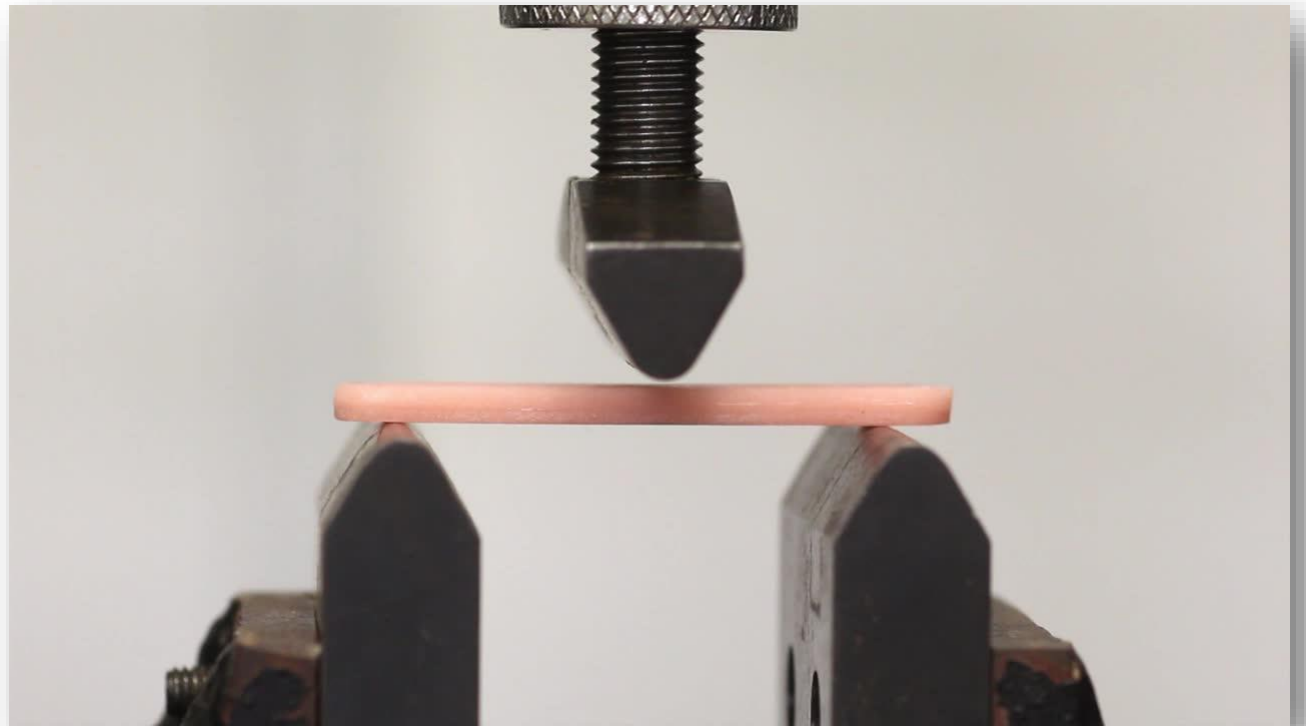
Na Odontologia...

Próteses



Na Odontologia...

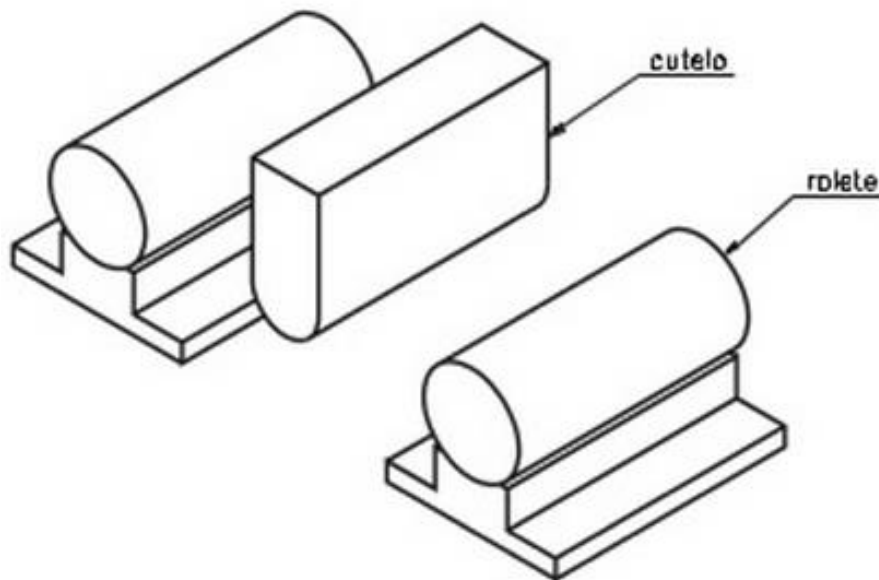
Próteses



Ensaio de Flexão

Flexão → Força provoca deformação elástica no material

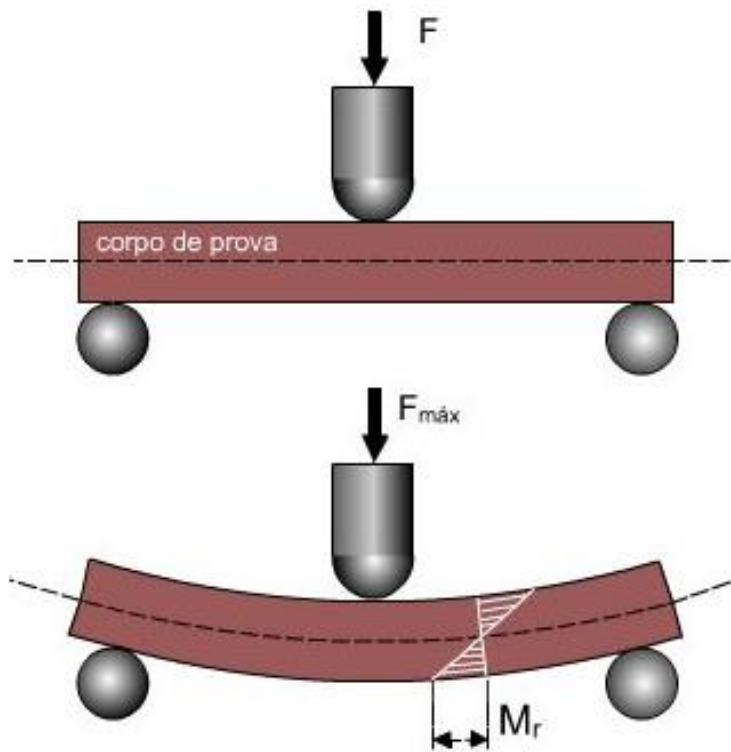
Dobramento → Força provoca deformação plástica no material



Flexão e dobramento:
Utilizam o mesmo ensaio

Ensaio de Flexão

O ensaio de flexão pode ser realizado em materiais frágeis e resistentes.



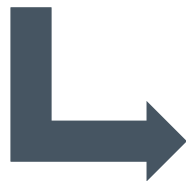
- Nos materiais frágeis a flexão é medida através da carga que é utilizada para provocar a fratura do corpo de prova.

Unidade: Megapascal (Mpa)

Ensaio de Flexão

Propriedades Mecânicas Avaliadas

- Uma dessas propriedades é a tensão de flexão

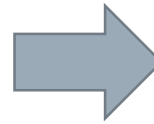


Momento Fletor

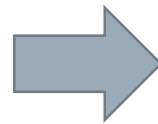
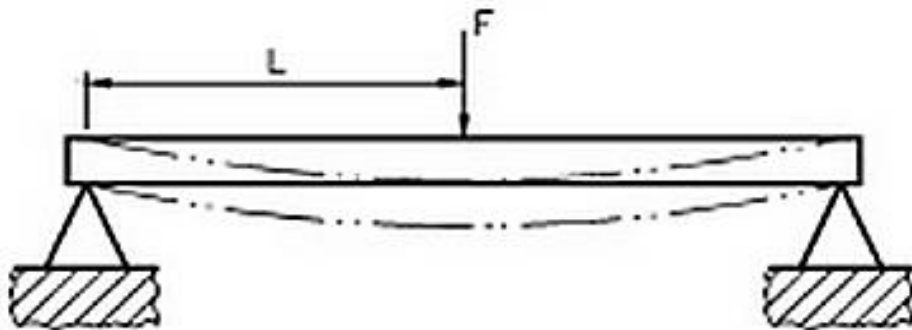
MOMENTO: *Produto da força pela distância do ponto de aplicação da força ao ponto de apoio.*

Ensaio de Flexão

Momento Fletor



Esforço próximo ao apoio, flexão da barra é pequena

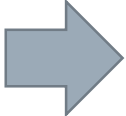
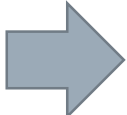


Esforço no ponto central da barra, flexão da barra é máxima

Ensaio de Flexão

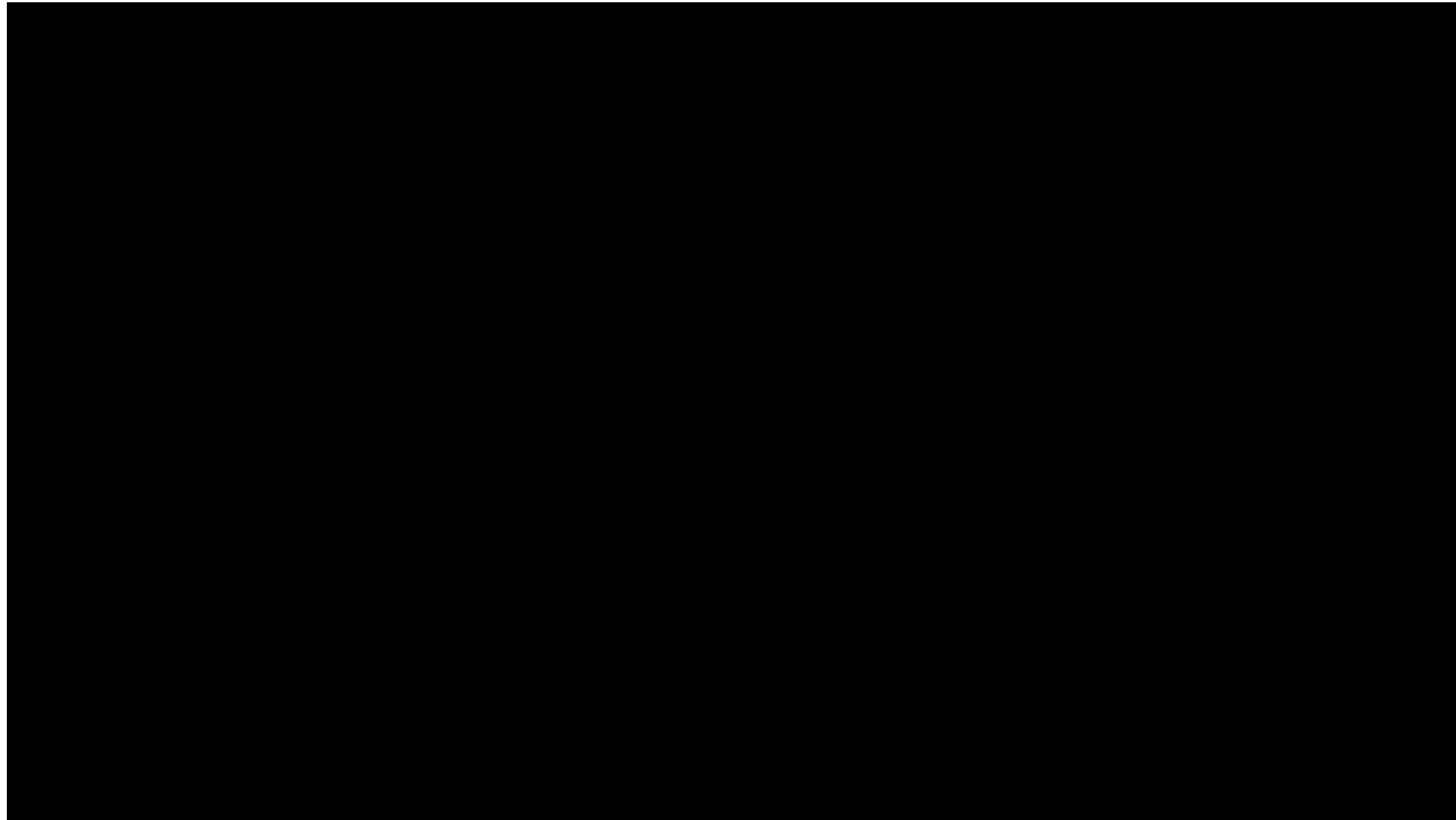
No ensaio de flexão a força é sempre aplicada na região média do corpo de prova e se distribui uniformemente

Para obter a tensão de flexão é necessário calcular o momento fletor:

- Considera-se a metade do valor da força  $F/2$
- E a metade do comprimento útil do corpo de prova  $L/2$

$$\text{Momento Fletor: } M = FL/4$$

Ensaio de Flexão



Ensaio de Compressão

DEFINIÇÃO



- Conjunto de forças aplicadas na mesma direção;
- Sentidos opostos;
- Uma superfície é fixa e a outra é movimentada em direção ao ponto de fixação;

Na Odontologia...

Materiais Restauradores

Escolha de um material restaurador

Tecidos de suporte de cavidade bucal

Bruxismo

Fraturas



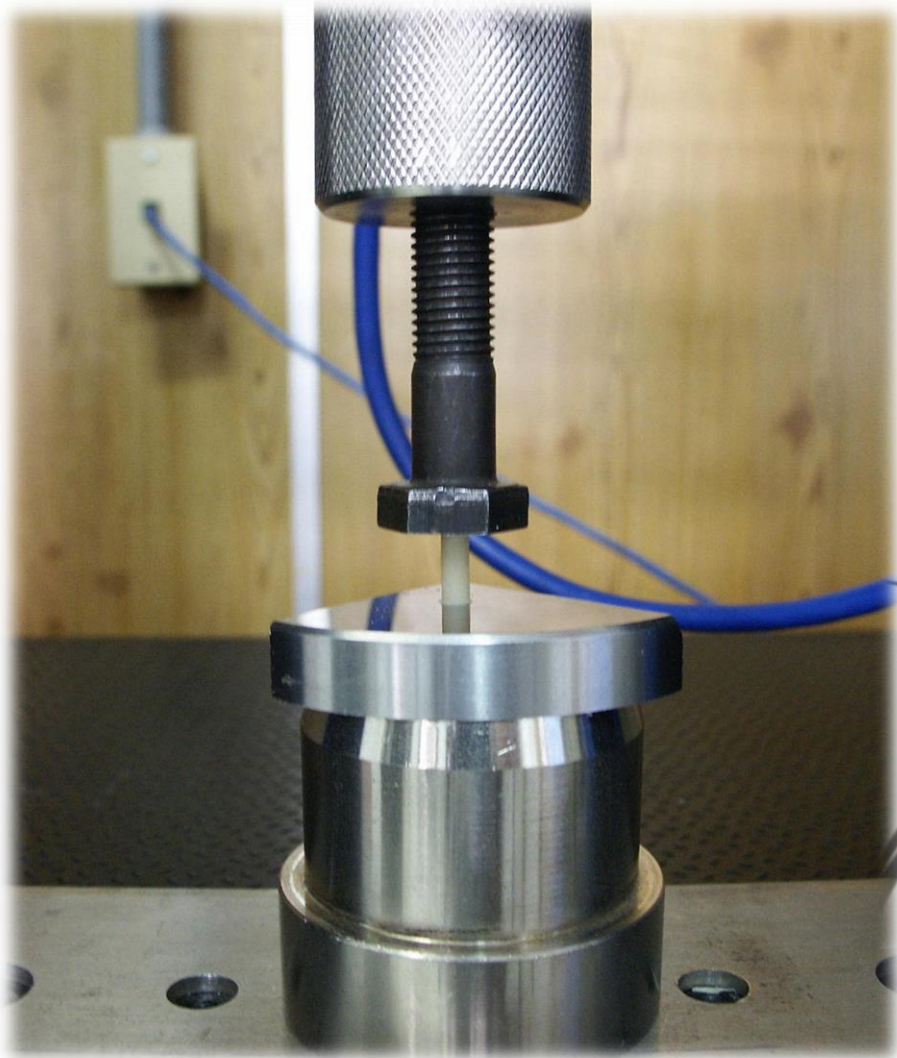
Na Odontologia...

Revestimentos

Gessos



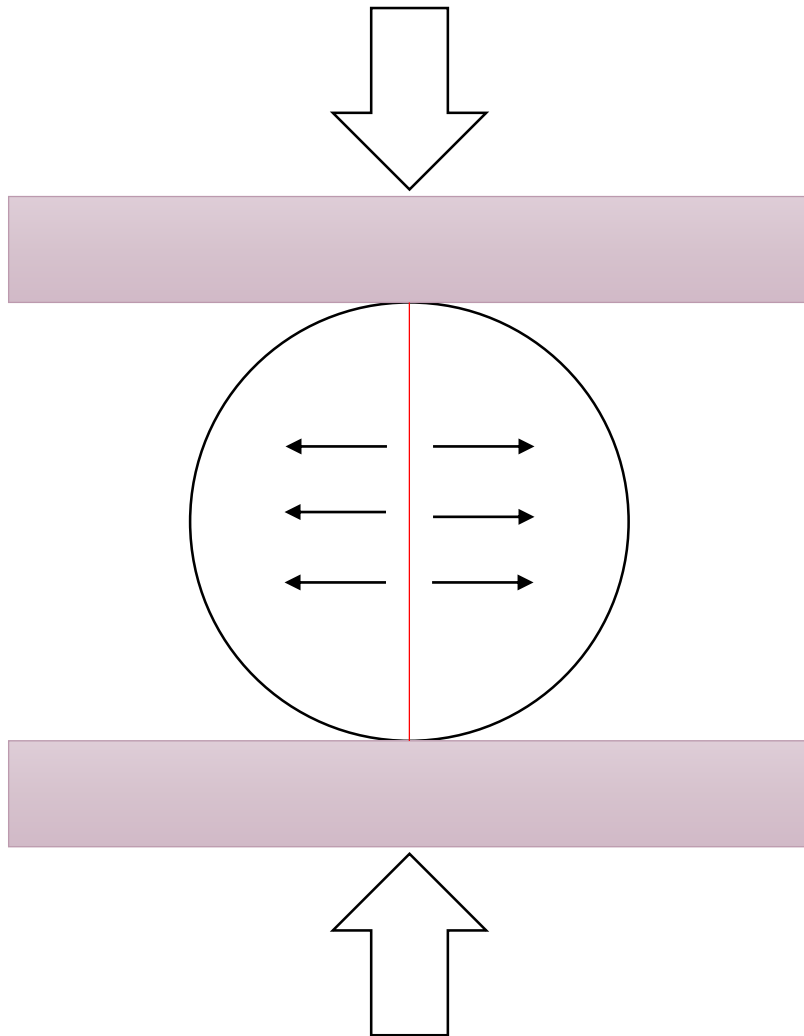
Ensaio de Compressão



Para calcular a tensão de compressão, a força aplicada deve ser dividida pela área da secção transversal do material, perpendicular ao eixo de aplicação da força.

Máquina Universal de Ensaios

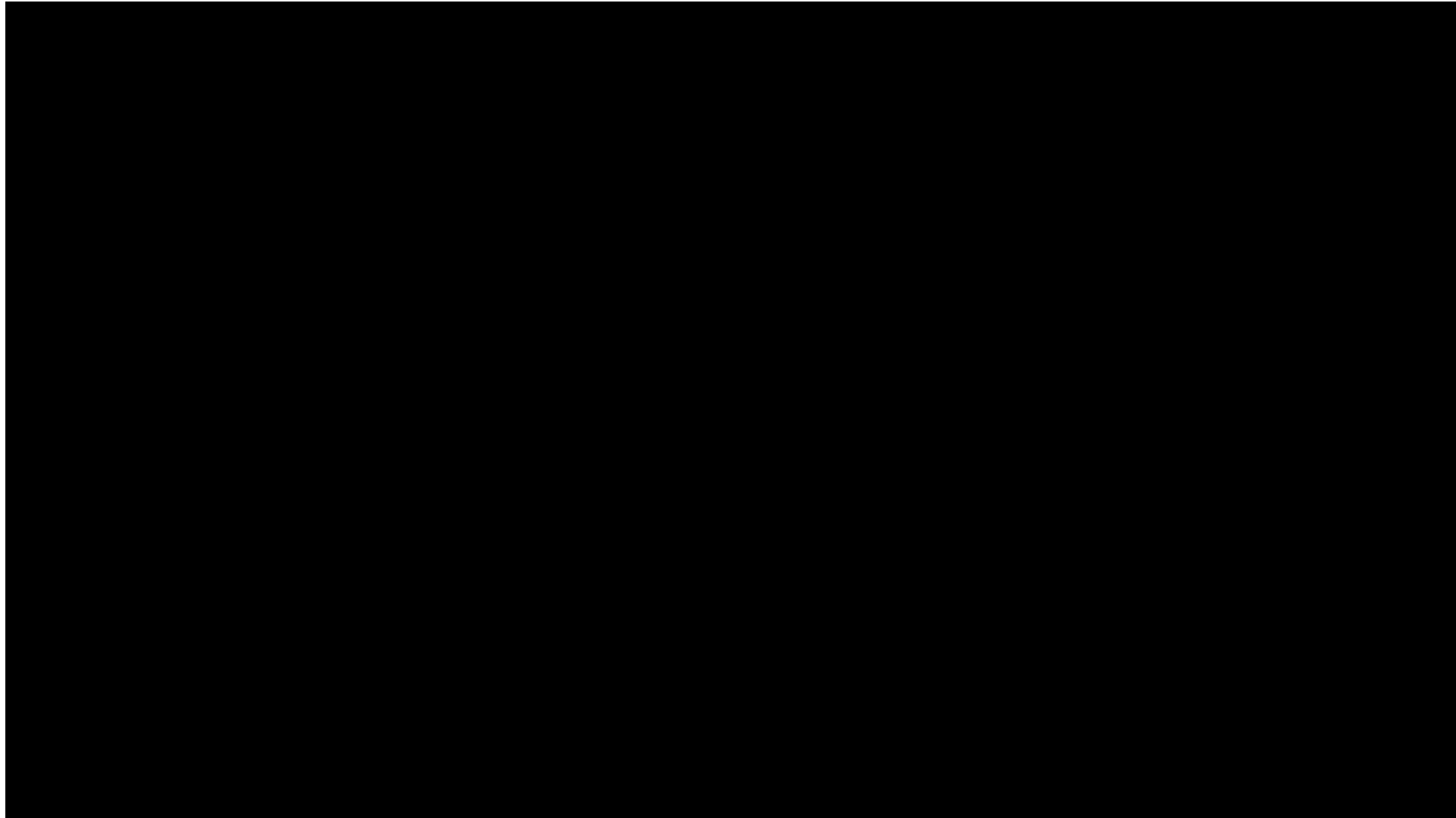
Ensaio de Compressão



Compressão Diametral

- Materiais que são frágeis e geralmente pouco resistentes à tração

Ensaio de Compressão





mariana.lima.valente@usp.br
andreare@forp.usp.br