



Ensaios Mecânicos dos Materiais

Prof. Luiz Eduardo Miranda J. Rodrigues



Aula - 3

Ensaio de Compressão



Conteúdos Abordados Nessa Aula

Aula 3

- ➊ Ensaio de compressão;
- ➋ Propriedades do ensaio de compressão;
- ➌ Normas utilizadas para o ensaio de compressão;
- ➍ Realização do ensaio de compressão;
- ➎ Resultados obtidos no ensaio de compressão.



Definição do Ensaio de Compressão

Aula 3

- O ensaio de compressão é um dos métodos mais importantes dentro da análise dos ensaios mecânicos dos materiais, sendo empregado para avaliar o comportamento de corpos sólidos quando submetidos a esforços que tendem a reduzir suas dimensões ao longo de um eixo.
- Nesse procedimento, o material é posicionado entre duas placas, geralmente metálicas e rígidas, e submetido a uma carga compressiva crescente até que ocorra uma deformação significativa ou, em casos específicos, até sua ruptura.
- Através desse ensaio é possível compreender não apenas a resistência do material frente a forças compressivas, mas também suas características de deformação plástica e elástica, fornecendo informações essenciais para o dimensionamento e a aplicação prática em projetos de engenharia.



Definição do Ensaio de Compressão

Aula 3

- Materiais dúcteis, como os metais, tendem a apresentar um escoamento considerável antes de atingirem a falha, o que permite avaliar a capacidade de suportar cargas sem fraturar imediatamente.
- Já materiais frágeis, como o concreto e a cerâmica, apresentam baixa deformação plástica e ruptura súbita, revelando comportamentos distintos que são capturados de forma clara no ensaio de compressão.
- Essa diferenciação é crucial para que engenheiros e projetistas possam selecionar adequadamente o material conforme as exigências de cada aplicação estrutural ou mecânica.



Definição do Ensaio de Compressão

Aula 3

- Durante o ensaio, são registrados parâmetros como a tensão de compressão, a deformação correspondente e o módulo de elasticidade, que descrevem a rigidez do material.
- Além disso, a análise da curva tensão-deformação obtida permite identificar a região elástica, onde a deformação é reversível, e a região plástica, onde a deformação é permanente.
- Esses dados são de grande relevância para prever o comportamento do material em situações reais de uso, especialmente em componentes que estarão sujeitos a esforços de compressão constantes ou cíclicos.



Definição do Ensaio de Compressão

Aula 3

- O ensaio de compressão, portanto, não se restringe apenas a medir a resistência final de um material, mas também a fornecer uma visão mais ampla de sua resposta mecânica.
- Ele é aplicado tanto em materiais metálicos quanto em não metálicos, servindo como base para o desenvolvimento de novas ligas, para o controle de qualidade industrial e para a validação de cálculos estruturais.
- Dessa forma, sua importância ultrapassa os limites laboratoriais, constituindo um pilar fundamental no campo da resistência dos materiais e da engenharia em geral.



Esforço de Compressão

Aula 3

- O esforço de compressão pode ser definido como a força mecânica que atua sobre um corpo no sentido de reduzir seu volume ou encurtar suas dimensões longitudinais, sendo aplicado em direções opostas e convergentes ao longo de um mesmo eixo.
- Esse tipo de esforço tende a aproximar as partículas internas do material, gerando tensões compressivas que podem resultar tanto em deformações elásticas, reversíveis, quanto em deformações plásticas permanentes, dependendo da intensidade da carga e das propriedades do material analisado.
- A compressão, portanto, está diretamente associada ao comportamento do corpo sob a ação de forças que buscam esmagá-lo ou reduzi-lo, diferindo do esforço de tração, que age no sentido de alongar.



Esforço de Compressão

Aula 3

- ➊ Durante a realização do ensaio de compressão, esse esforço é aplicado de forma controlada por meio de máquinas de ensaio específicas, geralmente hidráulicas ou eletromecânicas, que utilizam duas placas metálicas paralelas para exercer pressão crescente sobre o corpo de prova.
- ➋ O material é posicionado entre essas placas e, à medida que a máquina atua, as forças compressivas são transmitidas de maneira uniforme até que ocorra a deformação.
- ➌ Esse processo permite avaliar a resposta do material a diferentes níveis de tensão, identificando parâmetros como resistência à compressão, módulo de elasticidade e limite de escoamento.



Esforço de Compressão

Aula 3

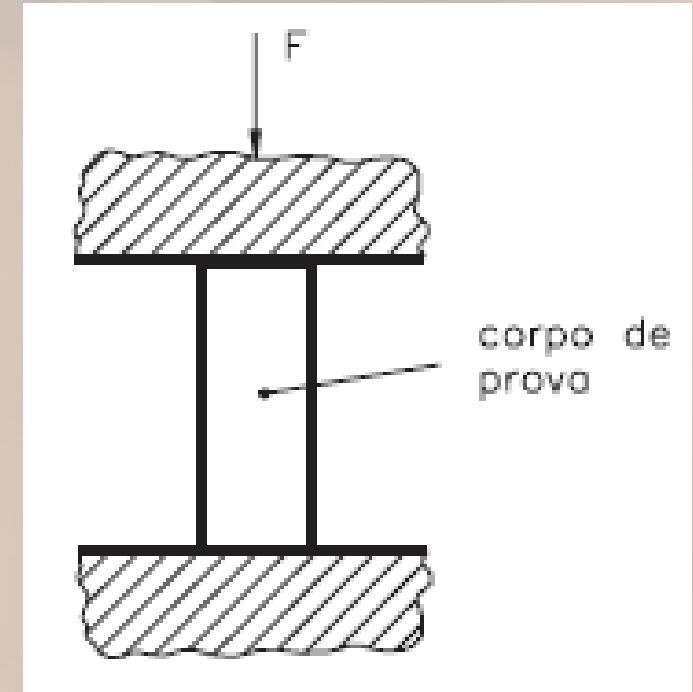
- A aplicação do esforço de compressão no ensaio é gradual e contínua, garantindo que o registro das deformações seja feito com precisão, possibilitando a construção da curva tensão-deformação.
- Essa curva revela o comportamento do material desde a fase inicial, em que a deformação é pequena e reversível, até estágios mais avançados, onde podem ocorrer deformações permanentes ou até mesmo a ruptura.
- Materiais frágeis, como concreto e cerâmica, tendem a suportar altas cargas compressivas, mas rompem de forma brusca, enquanto materiais dúcteis, como metais, apresentam maior capacidade de deformação antes da falha.



Esforço de Compressão

Aula 3

- Assim, o esforço de compressão aplicado durante o ensaio não apenas testa a resistência do material, mas também fornece informações fundamentais para sua aplicação prática.
- Estruturas, componentes mecânicos e elementos de construção frequentemente estão sujeitos a esforços compressivos, e a compreensão desse comportamento em laboratório permite que engenheiros e projetistas desenvolvam projetos mais seguros, confiáveis e adequados às exigências de uso real.





Normas para Realização do Ensaio de Compressão

Aula 3

- NBR 5739 - Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos;
- NBR-7190 - Ensaio de Resistência a compressão;
- NBR-7222-94 resistência à tração indireta, medida no ensaio de compressão diametral;
- NBR 12767 – Rochas para revestimento – determinação da resistência à compressão uniaxial.



Realização do Ensaio de Compressão

Aula 3

- O ensaio de compressão é realizado em laboratório com o objetivo de analisar o comportamento de um material quando submetido a forças que tendem a reduzir suas dimensões ao longo de um eixo.
- Para sua execução, utiliza-se um corpo de prova padronizado, que pode assumir diferentes formas geométricas, como cilindros, cubos ou prismas, dependendo do tipo de material a ser testado.
- Esse corpo de prova é posicionado entre duas placas metálicas rígidas de uma máquina de ensaio universal ou de um equipamento específico de compressão.
- Em seguida, a máquina aplica uma carga compressiva crescente de forma gradual e contínua, garantindo que a transmissão da força seja uniforme sobre a superfície do material.



Realização do Ensaio de Compressão

Aula 3

- Durante o processo, sensores da máquina registram simultaneamente os valores da força aplicada e da deformação correspondente no corpo de prova.
- Esses dados permitem calcular a tensão e a deformação associadas, resultando na construção da curva tensão-deformação, fundamental para compreender o comportamento mecânico do material.
- O ensaio é conduzido até que ocorra a ruptura do corpo de prova, no caso de materiais frágeis, ou até que seja atingida uma deformação significativa, no caso de materiais dúcteis, o que possibilita avaliar tanto a resistência quanto a ductilidade ou a fragilidade da amostra.
- O controle da velocidade de aplicação da carga é um aspecto importante da realização do ensaio, pois garante que os resultados não sejam influenciados por efeitos dinâmicos que poderiam mascarar o real comportamento do material.



Realização do Ensaio de Compressão

Aula 3

- Em materiais como concreto e cerâmica, a ruptura geralmente ocorre de forma abrupta, caracterizada por fissuras e fraturas, enquanto em metais observa-se um processo mais gradual, com deformações plásticas evidentes antes da falha final.
- Essa diferença de comportamento é registrada de maneira clara ao longo da realização do ensaio.
- Assim, o ensaio de compressão é realizado de forma sistemática, permitindo obter parâmetros como a resistência máxima à compressão, o limite de proporcionalidade e o módulo de elasticidade.
- Esses resultados fornecem subsídios essenciais para a aplicação prática dos materiais em projetos estruturais, mecânicos e industriais, assegurando que sua utilização ocorra de maneira adequada e segura frente às solicitações compressivas às quais estarão submetidos em serviço.



Realização do Ensaio de Compressão

Aula 3

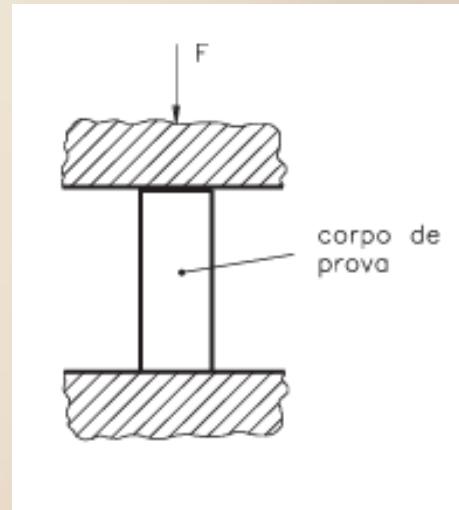
- Assim, o ensaio de compressão é realizado de forma sistemática, permitindo obter parâmetros como a resistência máxima à compressão, o limite de proporcionalidade e o módulo de elasticidade.
- Esses resultados fornecem subsídios essenciais para a aplicação prática dos materiais em projetos estruturais, mecânicos e industriais, assegurando que sua utilização ocorra de maneira adequada e segura frente às solicitações compressivas às quais estarão submetidos em serviço.



Relação entre os Ensaios de Tração e Compressão

Aula 3

- De modo geral, podemos dizer que a compressão é um esforço axial, que tende a provocar um encurtamento do corpo submetido a este esforço.
- Nos ensaios de compressão, os corpos de prova são submetidos a uma força axial para dentro, distribuída de modo uniforme em toda a seção transversal do corpo de prova.





Relação entre os Ensaios de Tração e Compressão

Aula 3

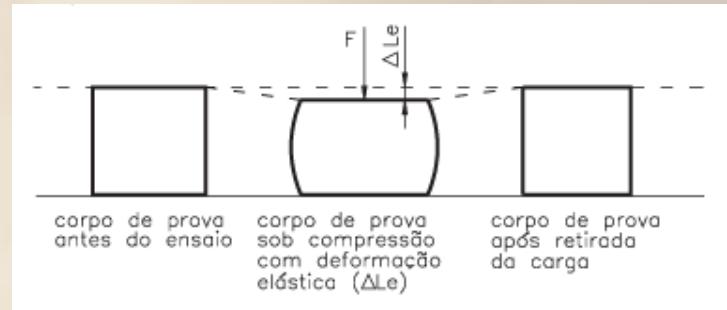
- Do mesmo modo que o ensaio de tração, o ensaio de compressão pode ser executado na máquina universal de ensaios, com a adaptação de duas placas lisas - uma fixa e outra móvel. É entre elas que o corpo de prova é apoiado e mantido firme durante a compressão.
- As relações que valem para a tração valem também para a compressão. Isso significa que um corpo submetido a compressão também sofre uma deformação elástica e a seguir uma deformação plástica.



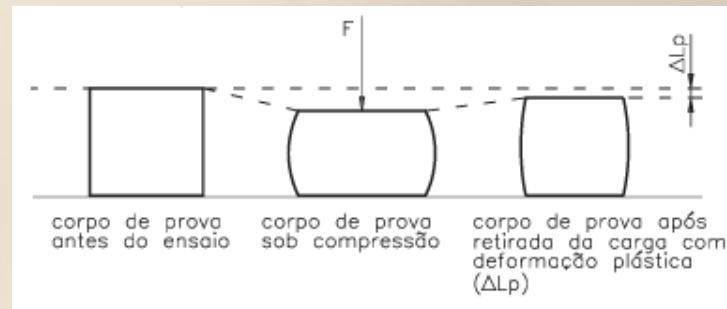
Relação entre os Ensaios de Tração e Compressão

Aula 3

- Na fase de deformação elástica, o corpo volta ao tamanho original quando se retira a carga de compressão.



- Na fase de deformação plástica, o corpo retém uma deformação residual depois de ser descarregado.





Relação entre os Ensaios de Tração e Compressão

Aula 3

- ❖ Nos ensaios de compressão, a lei de Hooke também vale para a fase elástica da deformação, e é possível determinar o módulo de elasticidade para diferentes materiais.
- ❖ Na compressão, as equações para cálculo da tensão, da deformação e do módulo de elasticidade são semelhantes às que já foram demonstradas em aulas anteriores para a tensão de tração.

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$\varepsilon = \frac{L_0 - L_F}{L_0}$$

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$



Limitações do Ensaio de Compressão

Aula 3

- O ensaio de compressão não é muito utilizado para os metais em razão das dificuldades para medir as propriedades avaliadas neste tipo de ensaio.
- Os valores numéricos são de difícil verificação, podendo levar a erros. Um problema que sempre ocorre no ensaio de compressão é o atrito entre o corpo de prova e as placas da máquina de ensaio.
- A deformação lateral do corpo de prova é barrada pelo atrito entre as superfícies do corpo de prova e da máquina.
- Para diminuir esse problema, é necessário revestir as faces superior e inferior do corpo de prova com materiais de baixo atrito (parafina, teflon etc).



Possível Ocorrência de Flambagem

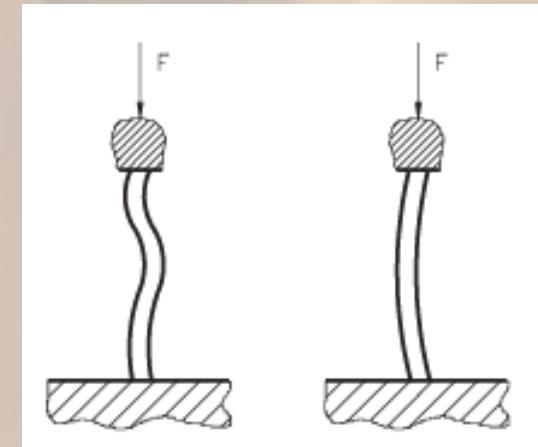
Aula 3

- ➊ Outro problema é a possível ocorrência de flambagem, isto é, encurvamento do corpo de prova. Isso decorre da instabilidade na compressão do metal dúctil.

- ➋ Dependendo das formas de fixação do corpo de prova, há diversas possibilidades de encurvamento, conforme mostra a figura ao lado.

- ➌ A flambagem ocorre principalmente em corpos de prova com comprimento maior em relação ao diâmetro.

- ➍ Por esse motivo, dependendo do grau de ductilidade do material, é necessário limitar o comprimento dos corpos de prova, que devem ter de 3 a 8 vezes o valor de seu diâmetro.





Possível Ocorrência de Flambagem

Aula 3

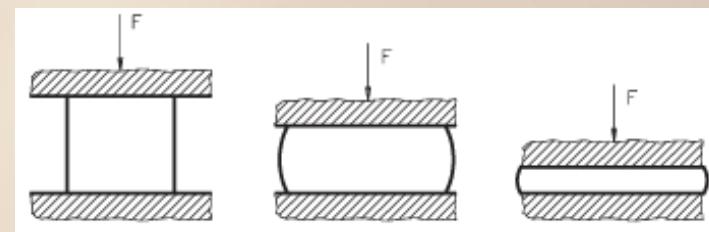
- Em alguns materiais muito dúcteis esta relação pode chegar a 1:1 (um por um).
- Outro cuidado a ser tomado para evitar a flambagem é o de garantir o perfeito paralelismo entre as placas do equipamento utilizado no ensaio de compressão.
- Deve-se centrar o corpo de prova no equipamento de teste, para garantir que o esforço de compressão se distribua uniformemente.



Ensaio de Compressão em Materiais Dúcteis

Aula 3

- ➊ Nos materiais dúcteis a compressão vai provocando uma deformação lateral apreciável.
- ➋ Essa deformação lateral prossegue com o ensaio até o corpo de prova se transformar num disco, sem que ocorra a ruptura.
- ➌ É por isso que o ensaio de compressão de materiais dúcteis fornece apenas as propriedades mecânicas referentes à zona elástica.
- ➍ As propriedades mecânicas mais avaliadas por meio do ensaio são: limite de proporcionalidade, limite de escoamento e módulo de elasticidade.





Ensaio de Compressão em Materiais Frágeis

Aula 3

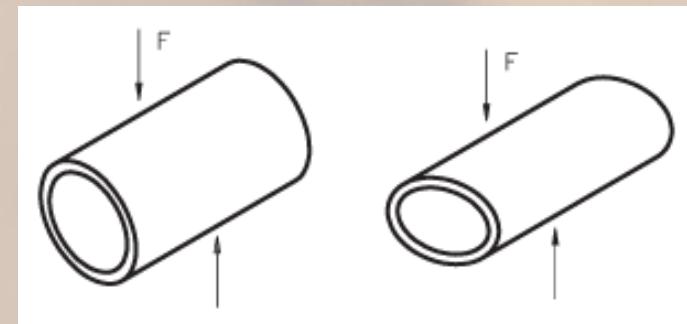
- O ensaio de compressão é mais utilizado para materiais frágeis.
- Uma vez que nesses materiais a fase elástica é muito pequena, não é possível determinar com precisão as propriedades relativas a esta fase.
- A única propriedade mecânica que é avaliada nos ensaios de compressão de materiais frágeis é o seu limite de resistência à compressão.



Ensaio de Compressão em Tubos Acabados

Aula 3

- O ensaio de achatamento em tubos consiste em colocar uma amostra de um segmento de tubo deitada entre as placas da máquina de compressão e aplicar carga até achatar a amostra.
- A distância final entre as placas, que varia conforme a dimensão do tubo, deve ser registrada.
- O resultado é avaliado pelo aparecimento ou não de fissuras, ou seja, rachaduras, sem levar em conta a carga aplicada.
- Este ensaio permite avaliar qualitativamente a ductilidade do material, do tubo e do cordão de solda do mesmo, pois quanto mais o tubo se deformar sem trincas, mais dúctil será o material.

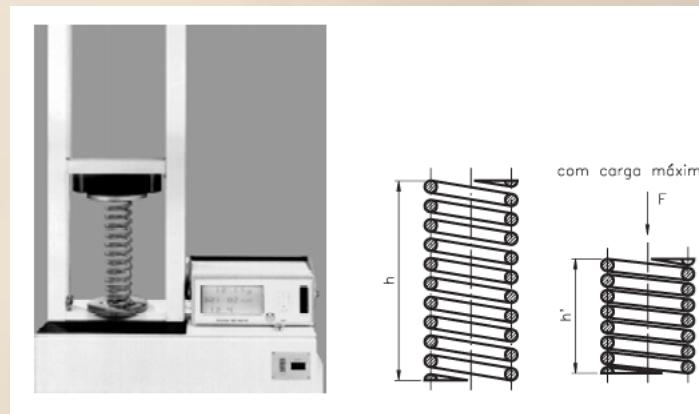




Ensaio de Compressão em Molas

Aula 3

- ➊ Para determinar a constante elástica de uma mola, ou para verificar sua resistência, faz-se o ensaio de compressão.
- ➋ Para determinar a constante da mola, constrói-se um gráfico tensão-deformação, obtendo-se um coeficiente angular que é a constante da mola, ou seja, o módulo de elasticidade.
- ➌ Por outro lado, para verificar a resistência da mola, aplicam-se cargas predeterminadas e mede-se a altura da mola após cada carga.





Exemplo de Aplicação

Aula 3

- Um corpo de prova de aço com diâmetro $d = 20 \text{ mm}$ e comprimento $L = 60 \text{ mm}$ será submetido a um ensaio de compressão. Se for aplicada uma força F de 100.000 N , qual a tensão absorvida pelo corpo de prova (σ) e qual a deformação do mesmo (ε)? O módulo de elasticidade do aço (E) é igual a 210.000 MPa .

Solução:

Cálculo da Área:

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \rightarrow A = \frac{\pi \cdot 20^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi \cdot 400}{4} \rightarrow A = 100 \cdot \pi$$

$$A = 314 \text{ mm}^2$$

Cálculo da Tensão:

$$\sigma = \frac{F}{A} \rightarrow \sigma = \frac{100000}{314}$$

$$\sigma = 318,47 \text{ MPa}$$

Cálculo da Deformação:

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E} \rightarrow \varepsilon = \frac{318,47}{210000}$$

$$\varepsilon = 0,0015165 \text{ mm/mm}$$

Para obter a deformação em valor percentual, basta multiplicar o resultado anterior por 100, ou seja: $0,0015165 \times 100 = 0,15165\%$.

Isso significa que o corpo sofrerá uma deformação de $0,15165\%$ em seu comprimento inicial de 60 mm , ou seja, de $0,09099 \text{ mm}$.

Como se trata de um ensaio de compressão, esta variação será no sentido do encurtamento.

Portanto, o comprimento final do corpo de prova será de $59,909 \text{ mm}$.

Obrigado Pela Atenção

Nos Encontramos na Próxima Aula

