

*Revista Eletrônica*

# ***AeroDesign***

*Magazine*



**Volume 17 - Número 1 – 2025**

ISSN - 2177-5907

## Ensaio Mecânico de Dobramento

**Gustavo Roberto Cabral Romano**  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
[romano.g@aluno.ifsp.edu.br](mailto:romano.g@aluno.ifsp.edu.br)

**Gustavo Silva Vilar**  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
[g.vilar@aluno.ifsp.edu.br](mailto:g.vilar@aluno.ifsp.edu.br)

**Rafael Orsatti Argarate**  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
[rafael.argarate@aluno.ifsp.edu.br](mailto:rafael.argarate@aluno.ifsp.edu.br)

### Resumo

Este artigo tematiza o processo do ensaio de dobramento. Dessa forma, serão apresentados a descrição do ensaio, seguido da metodologia para a realização do ensaio, assim como os resultados obtidos e suas aplicações na indústria.

### Palavras-chave

Ensaio de Dobramento, Descrição, Metodologia, Resultados, Aplicações na Indústria.

### 1 – Introdução

O ensaio de dobramento é um dos métodos de ensaio mais utilizados na indústria para avaliar a qualidade de uma solda. É um teste relativamente simples que pode fornecer informações cruciais sobre a resistência e a integridade da junta soldada, além de qualificar a solda e o processo de soldagem.

Esse ensaio envolve a aplicação de uma carga em uma determinada região da solda, com o objetivo de curvÁ-la até um determinado ângulo, a fim de avaliar a resistência e a ductilidade da solda.

Este artigo aborda a descrição do ensaio, os diferentes tipos de ensaios de dobramento, a metodologia para a realização do ensaio, sua aplicação e interpretação dos resultados obtidos.

Além disso, serão discutidos os parâmetros mais importantes para garantir a precisão e confiabilidade dos ensaios de dobramento.



Figura 1 - Ensaio de dobramento em aço.

## 2 – Descrição do Ensaio

O ensaio mecânico de dobramento consiste na submissão de um corpo de prova a uma deformação plástica. É um ensaio relativamente simples que pode fornecer informações cruciais sobre a resistência e a integridade da junta soldada, além de qualificar o processo de soldagem e o soldador. Assim sendo, o corpo de prova é colocado sobre dois apoios, que são afastados em uma determinada distância especificada e, assim, é dobrado por um cutelo, aplicando uma força de flexão no centro do corpo, até que um ângulo de dobramento específico seja atingido.

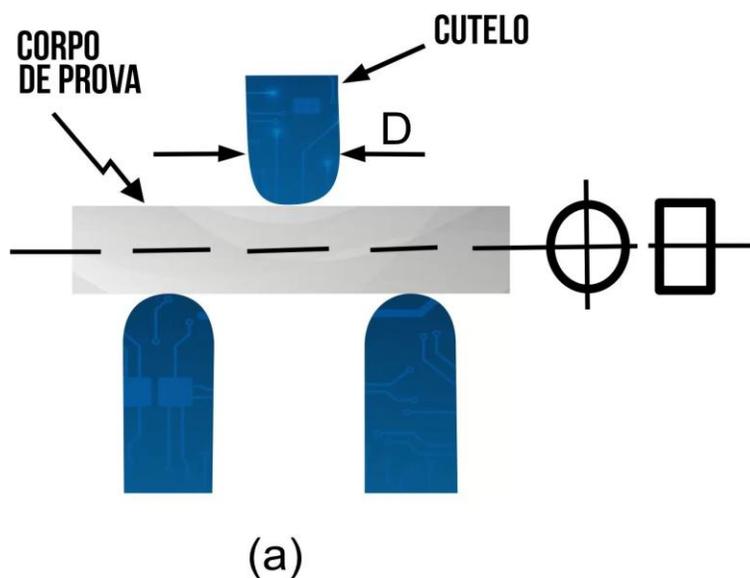


Figura 2 - Identificação dos materiais utilizados no ensaio de dobramento

O processo de ensaio de dobramento envolve a aplicação de uma carga em uma determinada região da solda, com o objetivo de curvÁ-la até um determinado ângulo. O objetivo do ensaio é avaliar a resistência e a ductilidade da solda, bem como identificar defeitos na junta soldada, como trincas, fissuras e porosidade.

O ensaio de dobramento pode ser realizado em diferentes tipos de materiais, como metais e plÁsticos, e pode ser usado em diferentes tipos de juntas soldadas, incluindo juntas de topo, juntas de sobreposição e juntas em T.

Existem diferentes tipos de ensaios de dobramento, dependendo do tipo de junta soldada e do objetivo do ensaio. Os principais tipos de ensaios de dobramento são:

Dobramento lateral transversal: a peça é dobrada em um plano perpendicular à direção da solda, em um ângulo determinado;

Transversal de face: a peça é dobrada em um plano perpendicular à direção da solda, mas a carga é aplicada na face da solda;

Transversal de raiz: a peça é dobrada em um plano perpendicular à direção da solda, mas a carga é aplicada na raiz da solda;

Longitudinal de face: a peça é dobrada em um plano paralelo à direção da solda, mas a carga é aplicada na face da solda;

Longitudinal de raiz: a peça é dobrada em um plano paralelo à direção da solda, mas a carga é aplicada na raiz da solda.

A severidade do ensaio aumenta à medida que o diÁmetro do cutelo diminui. O diÁmetro do cutelo é geralmente determinado pelo diÁmetro do corpo de prova ou sua espessura.

O ensaio de dobramento pode ser conduzido usando um equipamento de dobramento livre ou guiado.

Para garantir a precisão e a confiabilidade dos resultados do ensaio de dobramento, é importante considerar diversos parÁmetros, tais como a geometria da peça, o tamanho do cutelo de dobramento, o ângulo de dobramento, a velocidade de aplicação da carga, entre outros.



Figura 3 - Resultado de um ensaio de dobramento.

É importante citar que há uma diferença entre o ensaio de dobramento e o ensaio de flexão mesmo que muito parecidos.

O ensaio de flexão é usado para medir a força necessária para flexionar um material em uma direção perpendicular ao seu eixo longitudinal. Geralmente, o teste é realizado em uma máquina de ensaio universal e envolve a aplicação de uma força crescente em um ponto central de uma amostra em forma de viga, até que ela se deforme de forma permanente. O teste pode ser realizado em diferentes condições, como flexão em três pontos, flexão em quatro pontos, flexão por carga constante, entre outras.

Por outro lado, o ensaio de dobramento é usado para medir a resistência de um material à ruptura por flexão repetida. Geralmente, o teste envolve a dobra repetida de uma amostra em forma de chapa, até que ela se rompa. A amostra é fixada em duas extremidades e uma força crescente é aplicada em uma terceira extremidade, de forma que a amostra se dobre em um ângulo de 90 graus em cada ciclo. O número de ciclos necessários para romper a amostra é registrado.

Em resumo, enquanto o ensaio de flexão mede a força necessária para deformar um material em uma direção perpendicular ao seu eixo longitudinal, o ensaio de dobramento mede a resistência do material à ruptura por flexão repetida.



Figura 4 - Exemplo de ensaio de flexão

### 3 – Metodologia Para a Realização do Ensaio

A realização do ensaio de dobramento segue um procedimento padrão, que envolve a escolha do material a ser testado, a preparação da amostra e a aplicação de uma carga que dobre a peça em um ângulo específico. O objetivo do ensaio é verificar a capacidade do material de suportar a carga e resistir à deformação permanente.

O primeiro passo na realização do ensaio é selecionar o material adequado para o teste, considerando suas propriedades mecânicas e a aplicação final da peça.

Em seguida, uma amostra do material é preparada, seguindo as especificações da norma técnica aplicável, que define as dimensões, forma e acabamento da peça.

Após a preparação da amostra, esta é fixada em uma máquina de ensaio e uma carga é aplicada em um ponto específico da peça. A carga é aplicada de forma contínua, até que a peça atinja um ângulo de dobra pré-determinado.

A carga e o ângulo de dobra são registrados em um gráfico de força versus deformação, que permite avaliar a curva de resposta do material.

A análise dos resultados do ensaio de dobramento é feita com base na curva de força versus deformação, que fornece informações sobre a capacidade do material de suportar cargas de flexão e resistir à deformação permanente. A partir dessa análise, é possível determinar a resistência à flexão e a ductilidade do material, que são parâmetros importantes na escolha do material para a aplicação final da peça.

O ensaio de dobramento é uma técnica utilizada para avaliar a ductilidade e a resistência à flexão de materiais, como metais e ligas. Existem três tipos de ensaio de dobramento: dobramento livre, dobramento semi guiado e dobramento guiado.

No dobramento livre, a força aplicada atua nas extremidades do corpo de prova e não no ponto onde ocorre o dobramento máximo.

Já no dobramento semi guiado, uma das extremidades do corpo de prova fica presa e a outra sofre a aplicação de força, que também pode ser aplicada em outro local do corpo de prova.

O dobramento guiado é o ensaio mais comum e preferido pelas normas mais populares em soldagem, como ASME, AWS e API. Ele é feito por meio de rolos de apoio e o cutelo, que proporcionam uma guia para a deformação do corpo de prova. Para evitar que o corpo de prova sofra esforços indevidos de tracionamento, é necessário diminuir ao máximo o atrito entre o corpo de prova e os rolos de apoio, utilizando boa lubrificação.

Quanto à velocidade do ensaio, ela não é um fator importante, desde que o ensaio não seja feito tão rápido que possa ser enquadrado como um ensaio dinâmico, como o ensaio de impacto.

O objetivo deste tipo de ensaio é avaliar a capacidade do material de suportar cargas de flexão e resistir à deformação permanente, permitindo determinar a resistência à flexão e a ductilidade do material. Essa técnica é extremamente utilizada na indústria para garantir a qualidade e a durabilidade dos materiais utilizados na produção de peças e componentes.

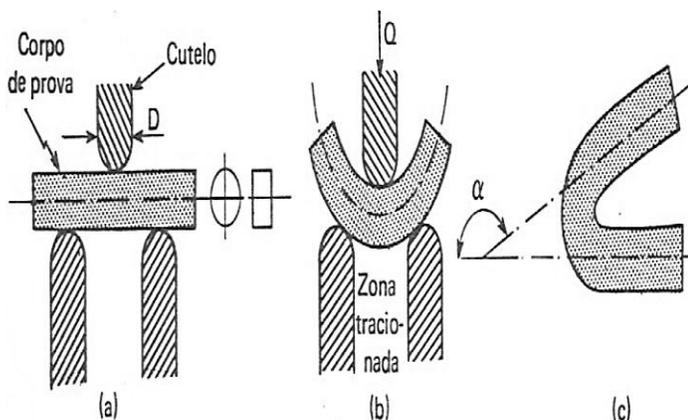


Figura 5 - Ensaio de dobramento.

#### 4 – Resultados Obtidos

O ensaio de dobramento é um método amplamente utilizado para avaliar a resistência à flexão e a ductilidade de materiais, tais como metais e ligas. Os resultados deste ensaio são extremamente importantes, pois permitem determinar a capacidade do material de suportar cargas de flexão e resistir à deformação permanente.

Ao realizar um ensaio de dobramento, é possível obter a curva de força versus deformação, a partir da qual é possível determinar o ponto de ruptura e a capacidade de deformação do material. Esse ponto de ruptura é conhecido como limite de resistência à flexão e é o ponto em que o material se rompe durante o ensaio.

Além disso, a curva permite determinar a ductilidade do material, que é a capacidade de deformação sem fratura. Quanto maior for a deformação sem fratura, maior será a ductilidade do material.

Esse resultado é importante, pois materiais com alta ductilidade são mais indicados para aplicações que exigem resistência a esforços de flexão.

Outro resultado importante do ensaio de dobramento é a análise da qualidade do material, que é determinada a partir da avaliação da homogeneidade do material.

A presença de trincas, por exemplo, indica que o material não é homogêneo, o que pode comprometer sua resistência e durabilidade.

Por fim, o resultado do ensaio de dobramento também permite determinar se o material atende às especificações técnicas e normas regulatórias aplicáveis. Essas normas estabelecem os requisitos mínimos de resistência à flexão e ductilidade.

Sendo assim, os resultados do ensaio de dobramento são fundamentais para garantir a qualidade e a durabilidade dos materiais utilizados em diversos setores da indústria. Com base nesses resultados, é possível determinar se o material é adequado para determinada aplicação e se atende às normas técnicas

e regulatórias aplicáveis, garantindo assim a segurança e eficiência dos produtos e componentes produzidos com esses materiais.



Figura 6 - Material submetido ao ensaio de dobramento

### 5 – Aplicações na Indústria

Seguido da ideia de que o ensaio de dobramento serve para a medição da ductilidade de um material e é um teste muito eficaz na detecção de problemas que possivelmente vão comprometer o comportamento dos materiais na utilização, as principais aplicações desse tipo de ensaio são para barras para construção civil, barras soldadas com a finalidade de qualificação de solda e de soldadores, componentes para uso em microeletrônica e ainda peças como parafusos e pinos.

Dito isso, as principais aplicações são para o uso de barras na construção civil e em peças soldadas.

O ensaio de barras para o uso na construção civil tem extrema importância visto que essas barras são sujeitadas a um dobramento severo durante a aplicação. Para esse tipo de ensaio, utiliza-se o ângulo de dobramento de 180° e o diâmetro do cutelo depende da classificação da barra.

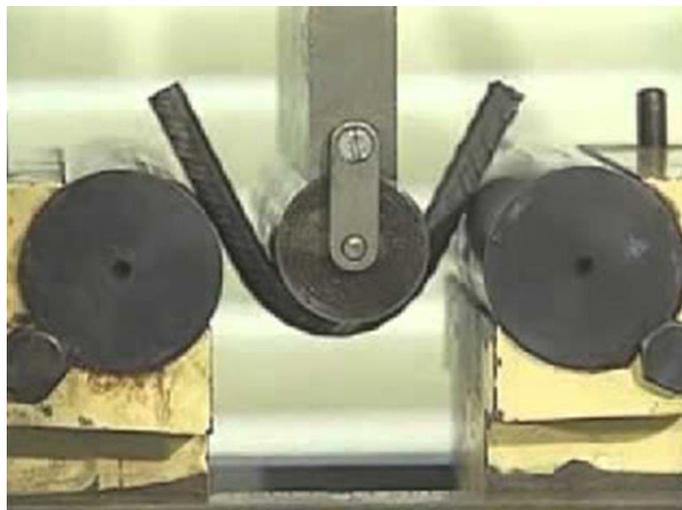


Figura 7 - Ensaio de dobramento de barras de aço.

O objetivo do ensaio de dobramento em peças soldadas é qualificar a solda, soldador e processo de soldagem. O ensaio pode ser livre ou guiado, dependendo do objetivo. É necessário testar a solda em diferentes posições para a qualificação. Os tipos de dobramentos incluem: dobramento lateral transversal, transversal de face, transversal de raiz, longitudinal de face e longitudinal de raiz.

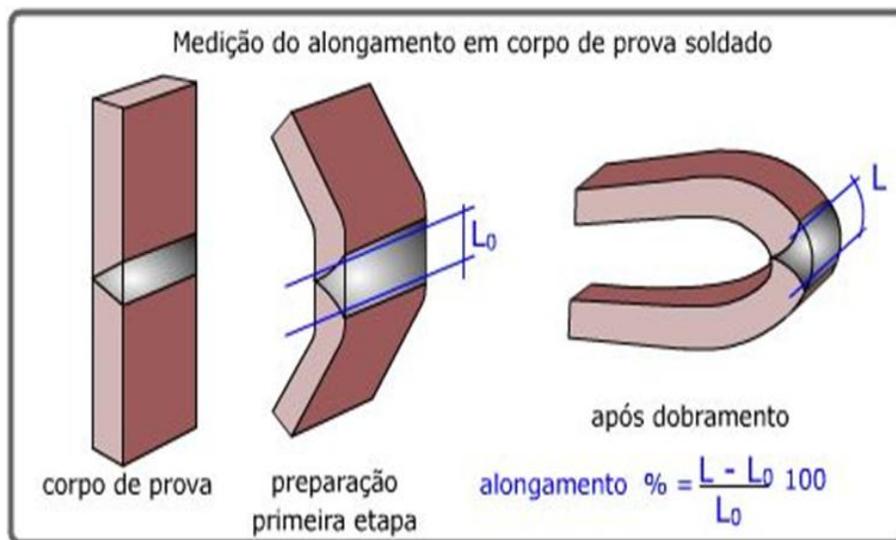


Figura 8 - Medição do alongamento de um corpo de prova soldado.

## 6 – Considerações Finais

Em conclusão, o ensaio de dobramento é uma técnica amplamente utilizada na indústria para avaliar a qualidade das juntas soldadas e dos processos de soldagem. Esse teste mecânico é relativamente simples, mas pode fornecer informações cruciais sobre a resistência e a integridade das peças.

A metodologia para a realização do ensaio de dobramento envolve a seleção do material adequado, a preparação da amostra e a aplicação de uma carga em um ponto específico da peça.

Existem diferentes tipos de ensaios de dobramento, que variam de acordo com o tipo de junta soldada e o objetivo do ensaio. Para garantir a precisão e a confiabilidade dos resultados, é essencial considerar diversos parâmetros, como a geometria da peça, o tamanho do cutelo de dobramento, o ângulo de dobramento e a velocidade de aplicação da carga.

Com a análise dos resultados obtidos do ensaio, é possível identificar defeitos na junta soldada, como trincas, fissuras e porosidade, e avaliar a capacidade do material de suportar cargas e resistir à deformação permanente.

Levando em consideração os fatos supracitados, o ensaio de dobramento é uma técnica valiosa para garantir a qualidade dos produtos e processos industriais.

## 7 – Referências

O que é ensaio de dobramento? Disponível em: <<https://aventa.com.br/novidades/ensaio-de-dobramento>>. Acesso em: 28 mar. 2023.

PROAQT. Ensaios mecânicos dobramento. Disponível em: <<https://www.proaqt.com.br/ensaios-mecanicos-dobramento>>. Acesso em: 28 mar. 2023.

CIMM. A aplicabilidade dos ensaios de dobramento - Inovação e Processos | CIMM. Disponível em: <[https://www.cimm.com.br/portal/noticia/exibir\\_noticia/7526-a-aplicabilidade-dos-ensaios-de-dobramento](https://www.cimm.com.br/portal/noticia/exibir_noticia/7526-a-aplicabilidade-dos-ensaios-de-dobramento)>. Acesso em: 28 mar. 2023.

TOURINHO. Ensaio mecânico: Dobramento. Disponível em: <<https://infosolda.com.br/213-ensaio-mecanico-dobramento/>>. Acesso em: 28 mar. 2023.

Garcia, Amauri *et al.* Ensaio dos materiais. 2ª edição. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

Ensaio de Dobramento . Disponível em: <<https://www.materiais.gelsonluz.com/2017/10/ensaio-de-dobramento.html#:~:text=M%C3%A9todos%20de%20dobramento&text=O%20dobramento%20semiguiado%20%C3%A9%20realizado>>. Acesso em: 28 mar. 2023.

SOMEH. O que é ensaio de dobramento e para que serve? - Someh Engenharia. Disponível em: <<https://someh.com.br/o-que-e-ensaio-de-dobramento-e-para-que-serve/>>. Acesso em: 28 mar. 2023.

LTDA, T. E. E C. O método de ensaio de dobramento em materiais metálicos. Disponível em: <<https://revistaadnormas.com.br/2022/04/05/o-metodo-de-ensaio-de-dobramento-em-materiais-metalicos>>.