

# Ensaio de embutimento

## Introdução

**É** na estamparia que o ensaio de embutimento encontra sua principal aplicação. E você sabe por quê?

É fácil encontrar resposta a esta pergunta: basta observar alguns objetos de uso diário, como uma panela, a lataria dos automóveis e outras tantas peças produzidas a partir de chapas metálicas, por processos de estampagem.

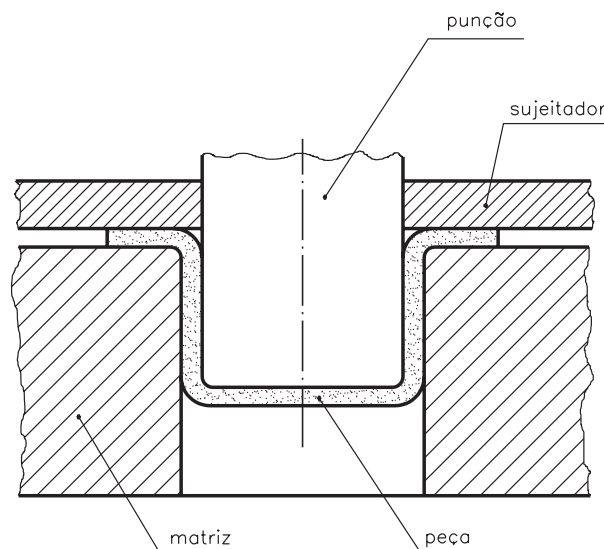
A estampagem é o processo de converter finas chapas metálicas em peças ou produtos, sem fratura ou concentração de microtrincas. As chapas utilizadas neste processo devem ser bastante dúcteis.

Nesta aula, você ficará sabendo como é feito o ensaio de embutimento em chapas, para avaliar sua adequação à operação de estampagem. E conhecerá os dois principais métodos de ensaio de embutimento.

## Nossa aula

### Ductilidade de chapas

A operação de estampagem envolve dois tipos de deformações: o **estiramento**, que é o afinamento da chapa, e a **estampagem** propriamente dita, que consiste no arrastamento da chapa para dentro da cavidade da matriz por meio de um punção. Nessa operação, a chapa fica presa por um sujeitador que serve como guia para o arrastamento.



A ductilidade é a característica básica para que o produto possa ser estampado. E já estudamos diversos ensaios que podem avaliar esta característica – tração, compressão, dobramento etc.

Então, por que fazer um ensaio específico para avaliar a ductilidade?

Existe uma razão para isso: uma chapa pode apresentar diversas pequenas heterogeneidades, que não afetariam o resultado de ductilidade obtido no ensaio de tração. Mas, ao ser deformada a frio, a chapa pode apresentar pequenas trincas em consequência dessas heterogeneidades.

Além de trincas, uma peça estampada pode apresentar diversos outros problemas, como enrugamento, distorção, textura superficial rugosa, fazendo lembrar uma casca de laranja etc. A ocorrência destes problemas está relacionada com a matéria-prima utilizada.

Nenhum dos ensaios que estudamos anteriormente fornece todas as informações sobre a chapa, necessárias para que se possa prever estes problemas.

Para evitar surpresas indesejáveis, como só descobrir que a chapa é inadequada ao processo de estampagem após a produção da peça, foi desenvolvido o ensaio de embutimento. Este ensaio reproduz, em condições controladas, a estampagem de uma cavidade previamente estabelecida.

Os ensaios de embutimento permitem deformar o material quase nas mesmas condições obtidas na operação de produção propriamente dita, só que de maneira controlada, para minimizar a variação nos resultados.

Existem ensaios padronizados para avaliar a capacidade de estampagem de chapas. Os mais usados são os ensaios de embutimento **Erichsen** e **Olsen**, que você vai estudar detalhadamente depois de adquirir uma visão geral sobre a realização dos ensaios de embutimento.

Esses ensaios são qualitativos e, por essa razão, os resultados obtidos constituem apenas uma indicação do comportamento que o material apresentará durante o processo de fabricação.

### Descrição do ensaio



Os ensaios de embutimento são realizados por meio de dispositivos acoplados a um equipamento que transmite força. Podem ser feitos na já conhecida máquina universal de ensaios, adaptada com os dispositivos próprios, ou numa máquina específica para este ensaio, como a que mostramos ao lado.

A chapa a ser ensaiada é presa entre uma matriz e um anel de fixação, que tem por finalidade impedir que o material deslize para dentro da matriz.

AULA  
9

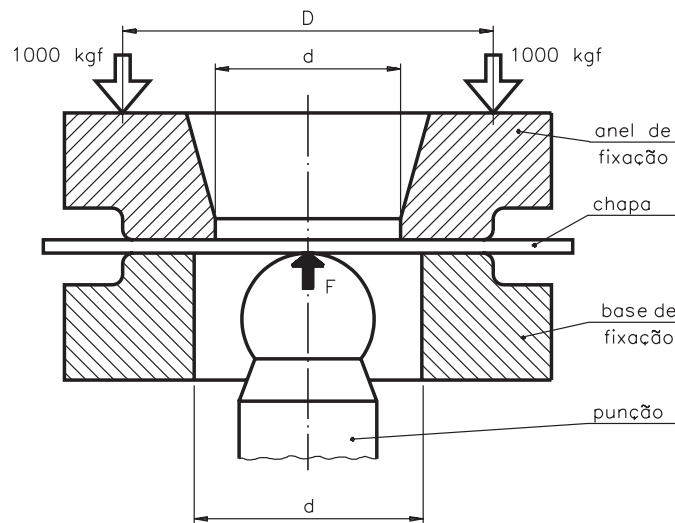
Depois que a chapa é fixada, um punção aplica uma carga que força a chapa a se abaular até que a ruptura aconteça.

Um relógio medidor de curso, graduado em décimos de milímetro, fornece a medida da penetração do punção na chapa. O resultado do ensaio é a medida da profundidade do copo formado pelo punção no momento da ruptura.

Além disso, o exame da superfície externa da chapa permite verificar se ela é perfeita ou se ficou rugosa devido à granulação, por ter sido usado um material inadequado.

### Ensaio Erichsen

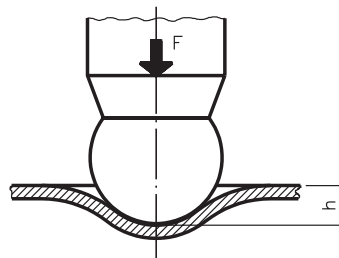
No caso do ensaio de embutimento Erichsen o punção tem cabeça esférica de 20 mm de diâmetro e a carga aplicada no anel de fixação que prende a chapa é de cerca de 1.000 kgf.



O atrito entre o punção e a chapa poderia afetar o resultado do ensaio. Por isso, o punção deve ser lubrificado com graxa grafitada, de composição determinada em norma técnica, para que o nível de lubrificação seja sempre o mesmo.

O momento em que ocorre a ruptura pode ser acompanhado a olho nu ou pelo estalo característico de ruptura. Se a máquina for dotada de um dinamômetro que meça a força aplicada, pode-se determinar o final do ensaio pela queda brusca da carga que ocorre no momento da ruptura.

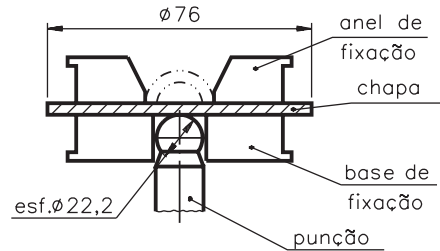
A altura  $h$  do copo é o **índice Erichsen** de embutimento.



Existem diversas especificações de chapas para conformação a frio, que estabelecem um valor mínimo para o índice Erichsen, de acordo com a espessura da chapa ou de acordo com o tipo de estampagem para o qual a chapa foi produzida (média, profunda ou extraprofunda).

## Ensaio Olsen

Outro ensaio de embutimento bastante utilizado é o ensaio Olsen. Ele se diferencia do ensaio Erichsen pelo fato de utilizar um punção esférico de 22,2 mm de diâmetro e pelos corpos de prova, que são discos de 76 mm de diâmetro.



Olsen verificou que duas chapas supostamente semelhantes, pois deram a mesma medida de copo quando ensaiadas, precisavam de cargas diferentes para serem deformadas: uma delas necessitava do dobro de carga aplicado à outra, para fornecer o mesmo resultado de deformação.

Por isso, Olsen determinou a necessidade de medir o valor da carga no instante da trinca.

Isso é importante porque numa operação de estampagem deve-se dar preferência à chapa que se deforma sob a ação de menor carga, de modo a não sobrecarregar e danificar o equipamento de prensagem.

Marque com um X a resposta correta.

### Exercício 1

O ensaio de embutimento serve para avaliar:

- a)  a ductilidade de uma barra;
- b)  a ductilidade de uma chapa;
- c)  a dureza de uma chapa;
- d)  a resistência de uma chapa.

### Exercício 2

O ensaio de embutimento é aplicado no processo de:

- a)  fundição;
- b)  forjaria;
- c)  estamparia;
- d)  usinagem.

## Exercícios

### Exercício 3

No ensaio Erichsen, o único resultado numérico obtido é:

- a) ( ) a profundidade do copo;
- b) ( ) o limite de escoamento;
- c) ( ) a carga de ruptura;
- d) ( ) diâmetro do copo.

### Exercício 4

A principal **diferença** entre os ensaios Erichsen e Olsen é que:

- a) ( ) O Erichsen leva em conta a carga de ruptura e o Olsen, não;
- b) ( ) O Erichsen não leva em conta a carga de ruptura e o Olsen, sim;
- c) ( ) O Erichsen usa um punção esférico e o Olsen, não;
- d) ( ) O Erichsen usa um anel de fixação e o Olsen, não.

### Exercício 5

De acordo com o ensaio Olsen, entre duas chapas que dêem a mesma medida de copo, será melhor para estampar aquela que apresentar:

- a) ( ) mais alta carga de ruptura;
- b) ( ) menor ductilidade;
- c) ( ) maior ductilidade;
- d) ( ) menor carga de ruptura.

