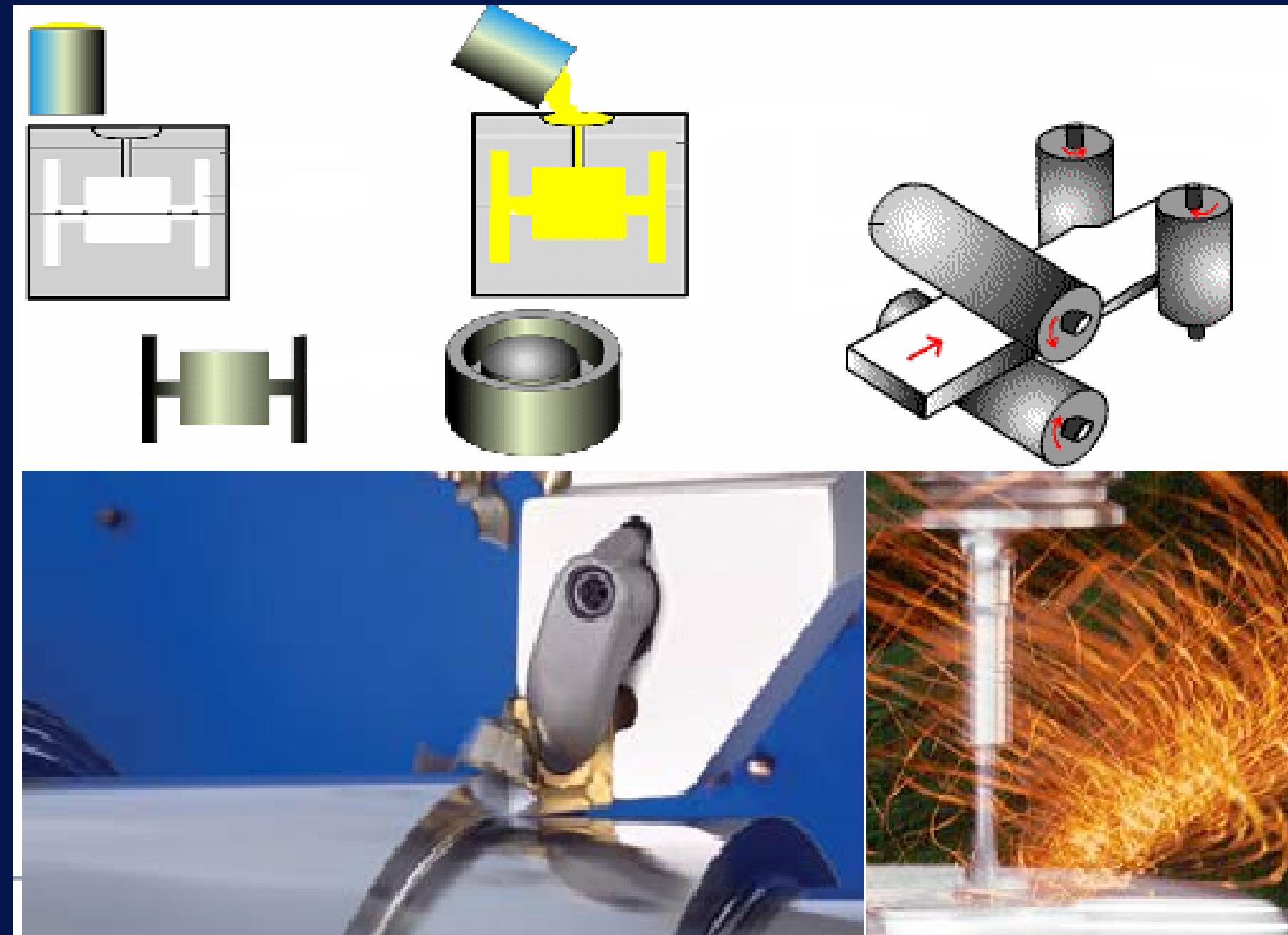


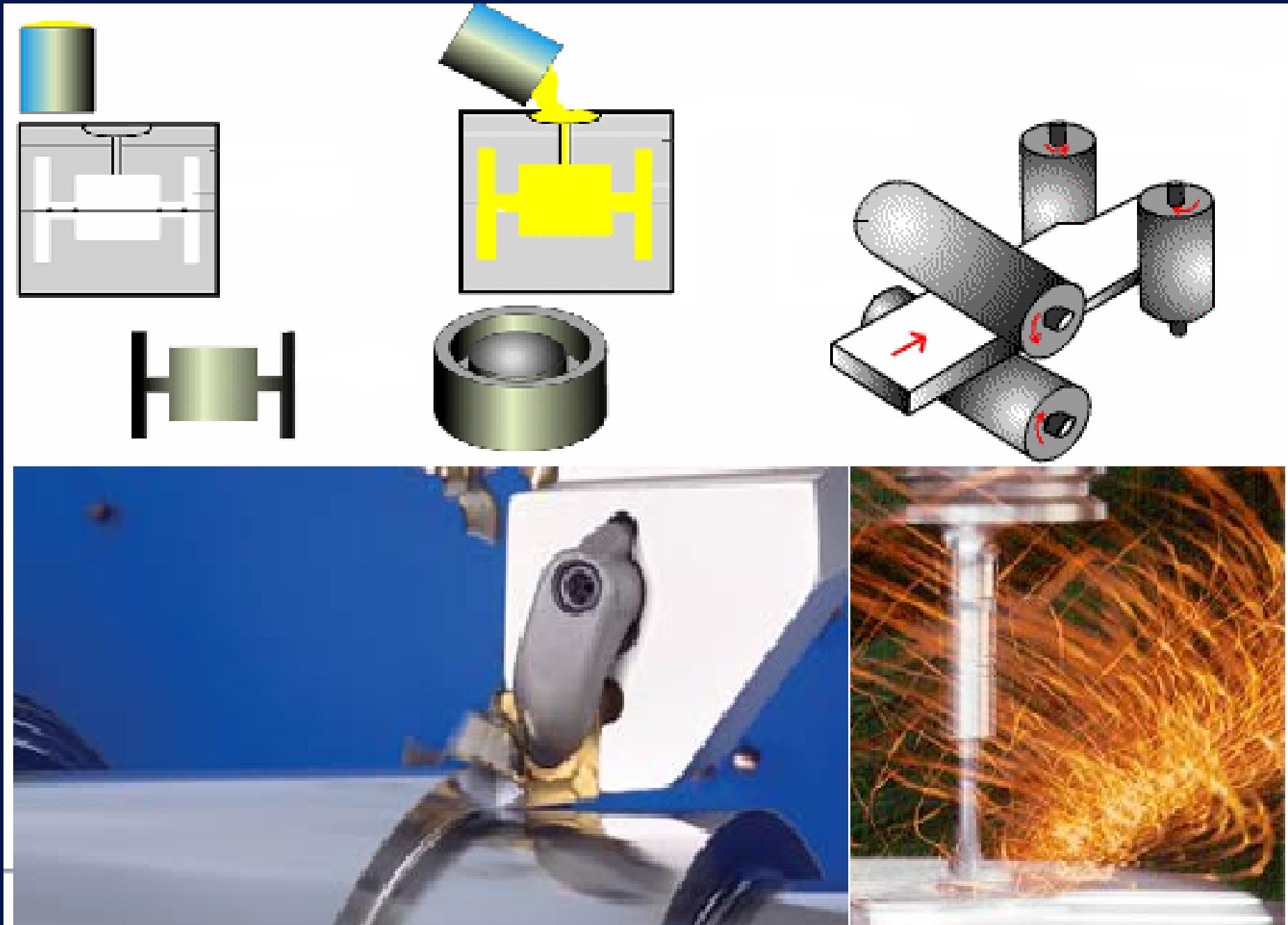
# PROCESSOS DE FABRICAÇÃO



# PROCESSOS DE FABRICAÇÃO

---

- A fabricação pode ser definida como a arte e a ciência de transformar os materiais em produtos finais utilizáveis e num contexto de economia de mercado – vendáveis. A nível industrial a fabricação está evidentemente relacionada a diversas outras atividades técnicas.
- Fabricar é transformar matérias-primas em produtos acabados, por uma variedade de processos.



# PROCESSOS DE FABRICAÇÃO

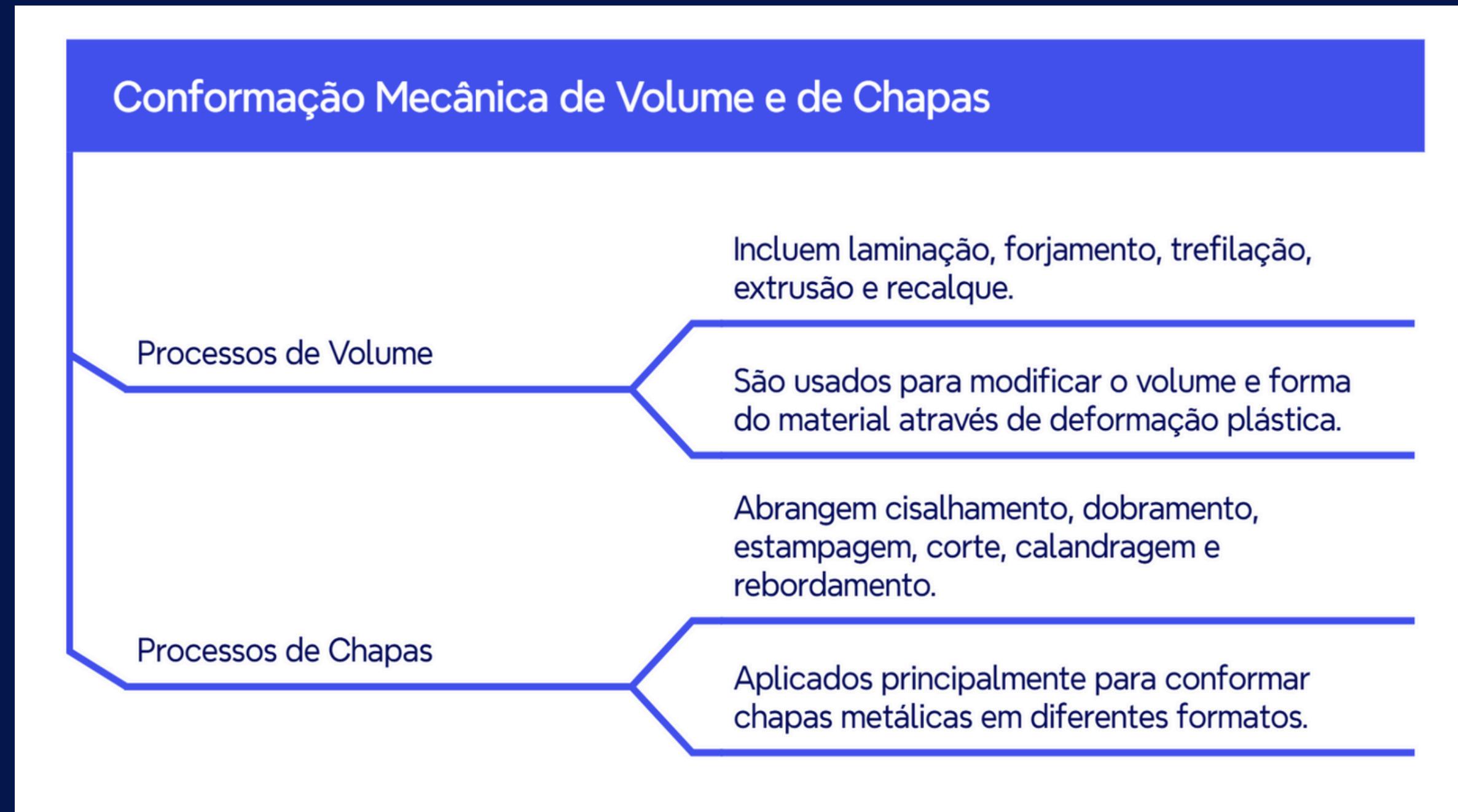
---

## Introdução

Os processos de transformação dos metais e ligas metálicas em peças para utilização em conjuntos mecânicos são inúmeros e variados: você pode **fundir**, **conformar mecanicamente**, **soldar**, utilizar a **metalurgia do pó**, **usinar** e utilizar a **manufatura aditiva** e, assim, obter a peça desejada.

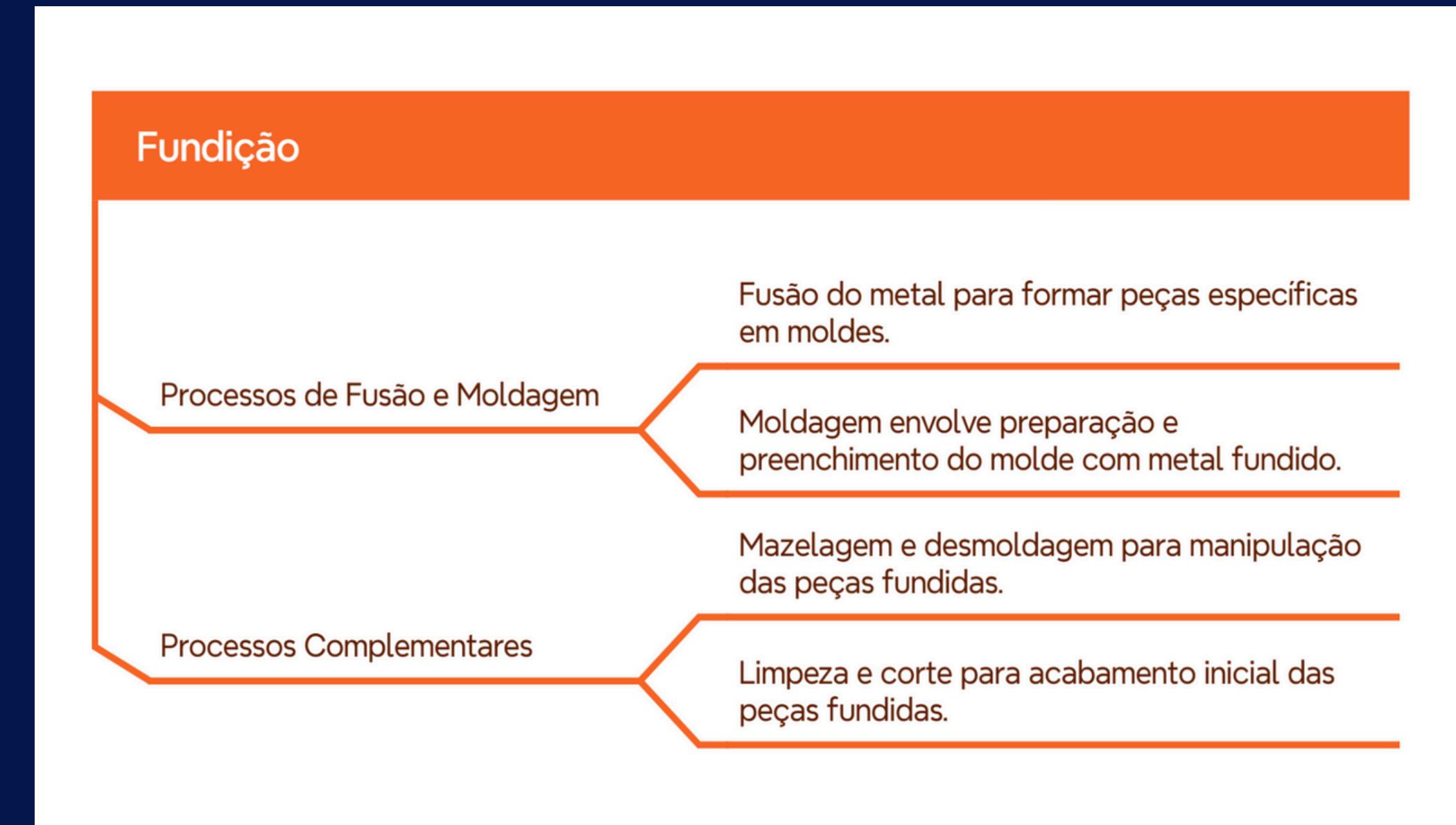
# PROCESSOS DE FABRICAÇÃO

---



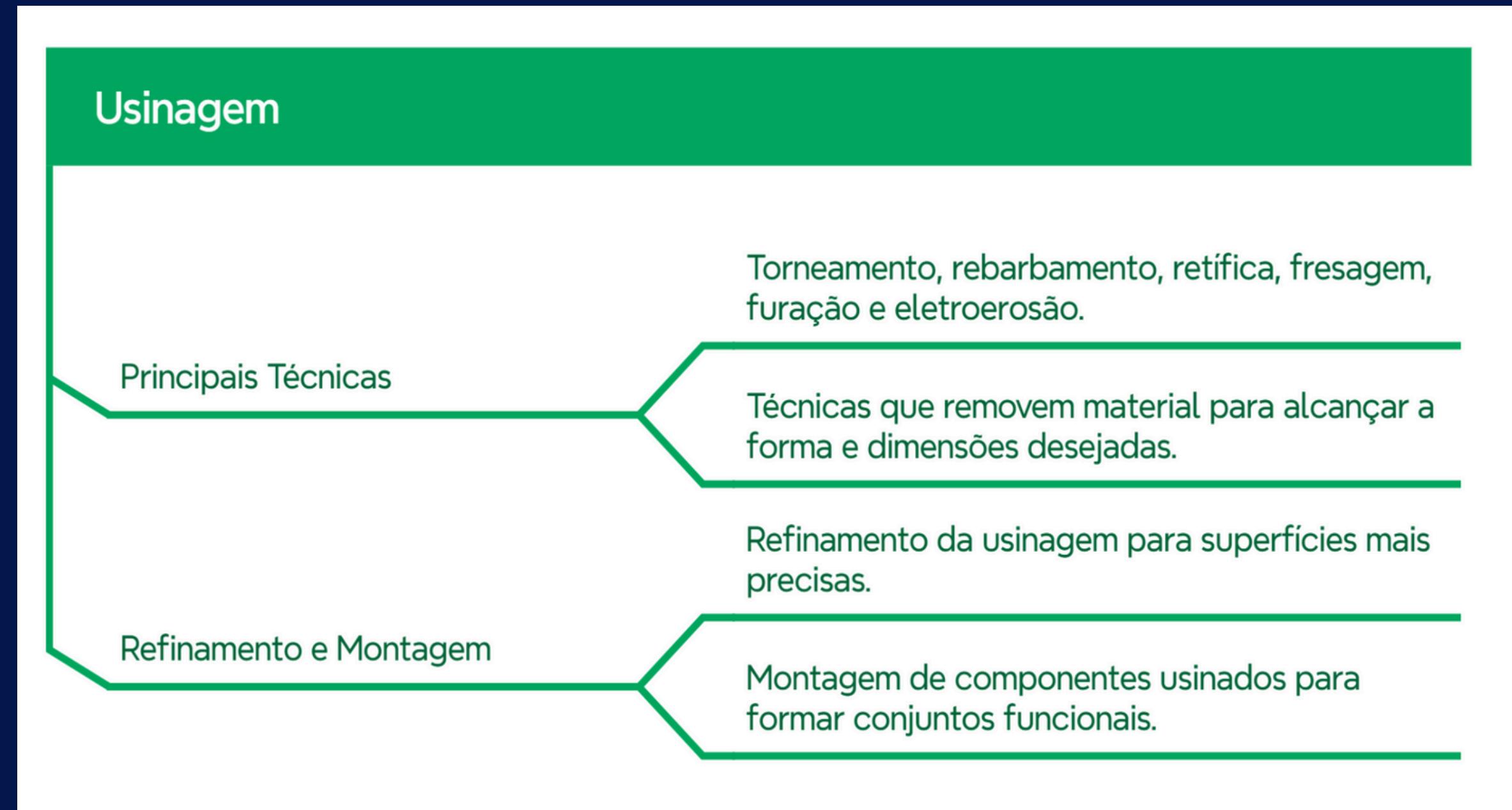
# PROCESSOS DE FABRICAÇÃO

---



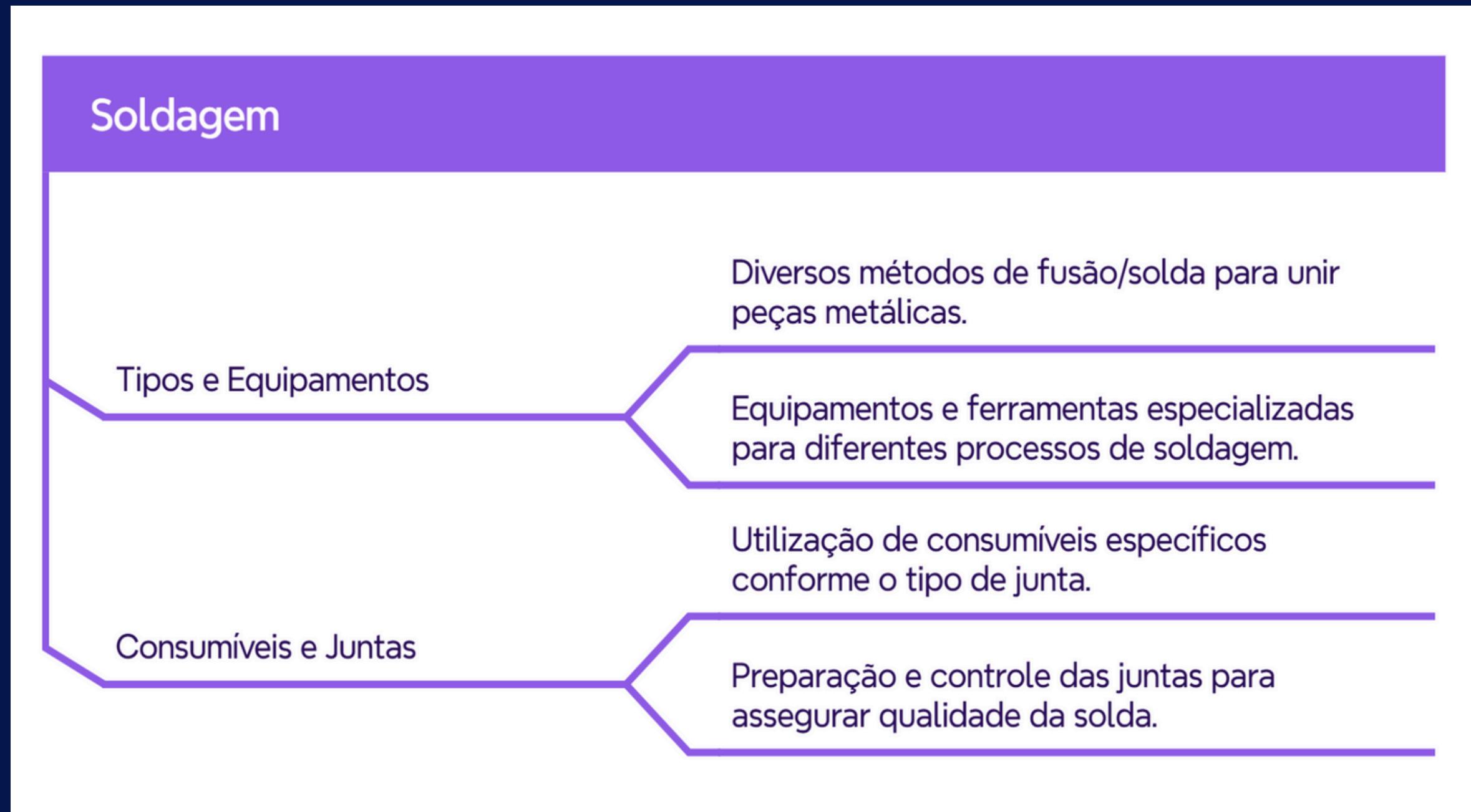
# PROCESSOS DE FABRICAÇÃO

---



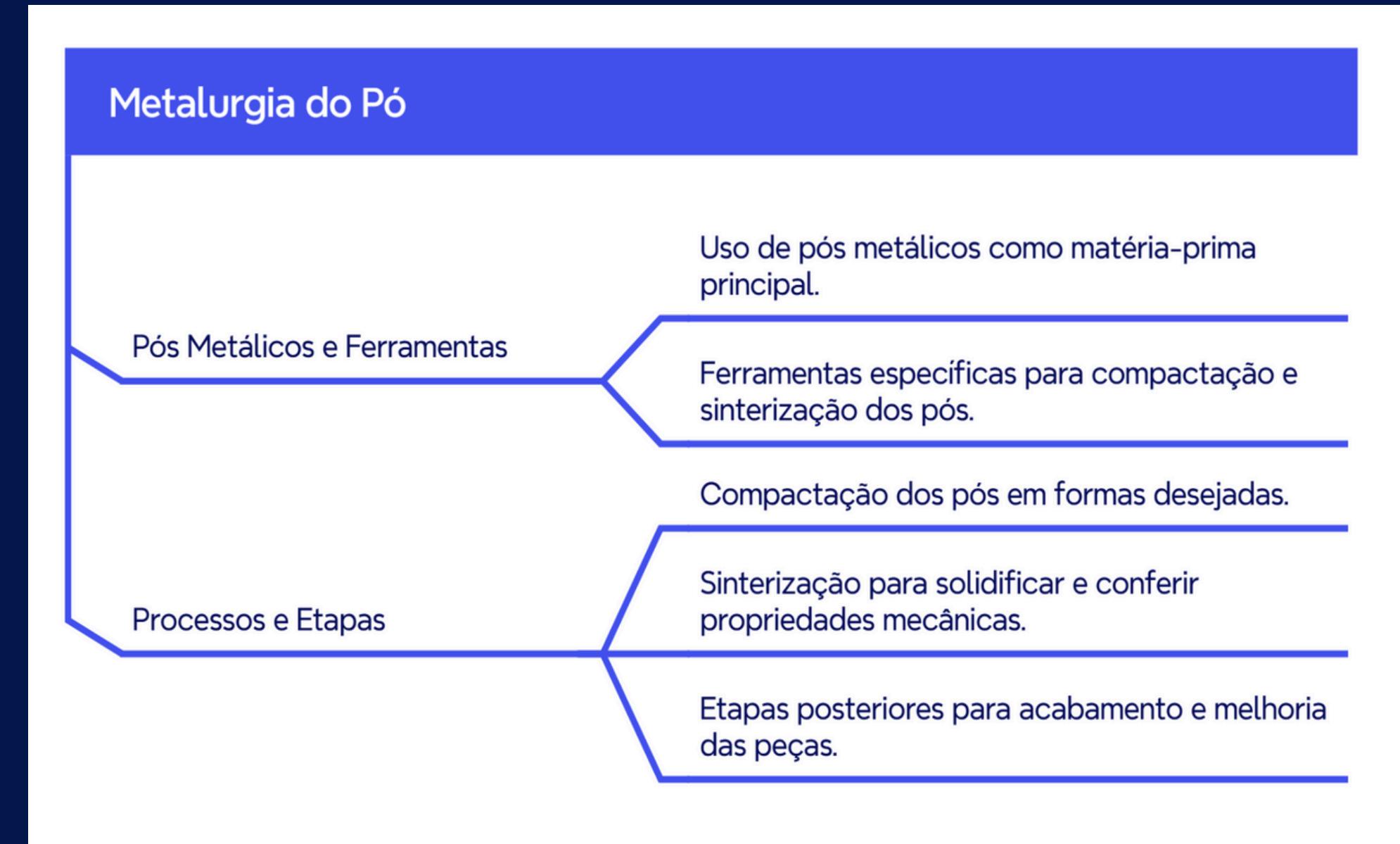
# PROCESSOS DE FABRICAÇÃO

---



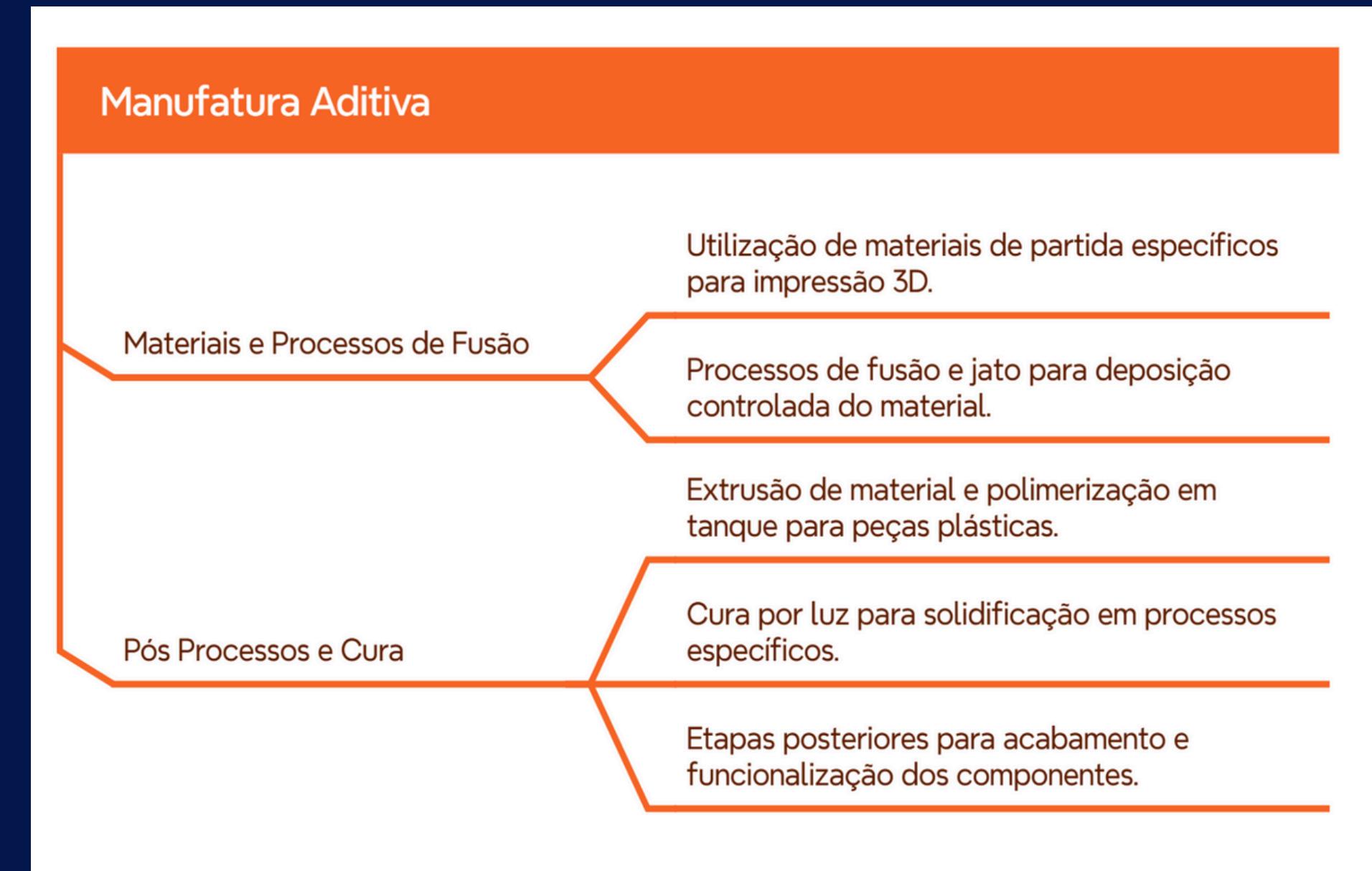
# PROCESSOS DE FABRICAÇÃO

---



# PROCESSOS DE FABRICAÇÃO

---



# PROCESSOS DE FABRICAÇÃO

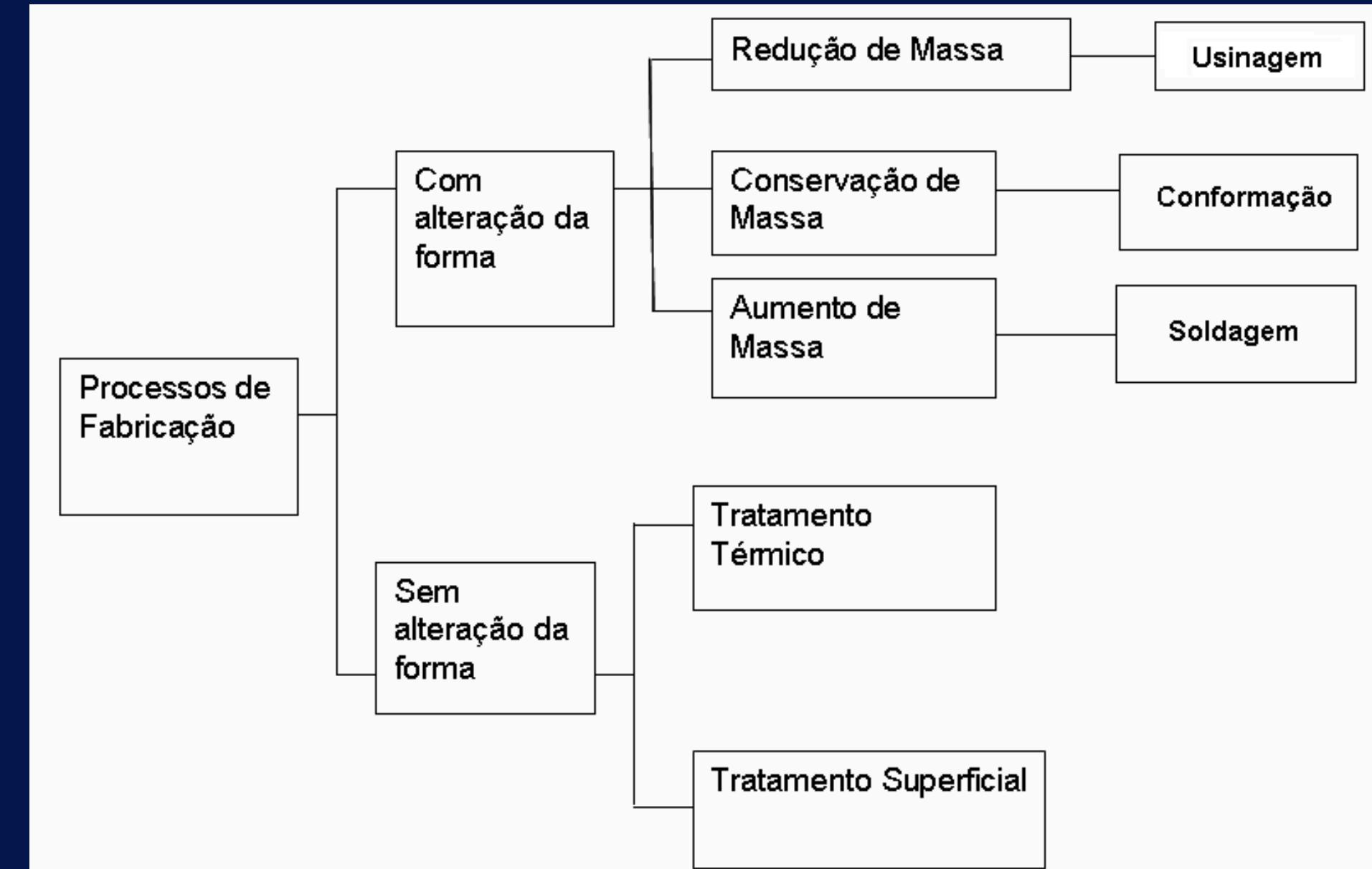
---

Evidentemente, vários fatores devem ser considerados quando se escolhe o processo de fabricação. Como exemplo, pode-se lembrar: o formato da peça, as exigências de uso, o material a ser empregado, a quantidade de peças que devem ser produzidas, o tipo de acabamento desejado, e assim por diante.

# PROCESSOS DE FABRICAÇÃO

---

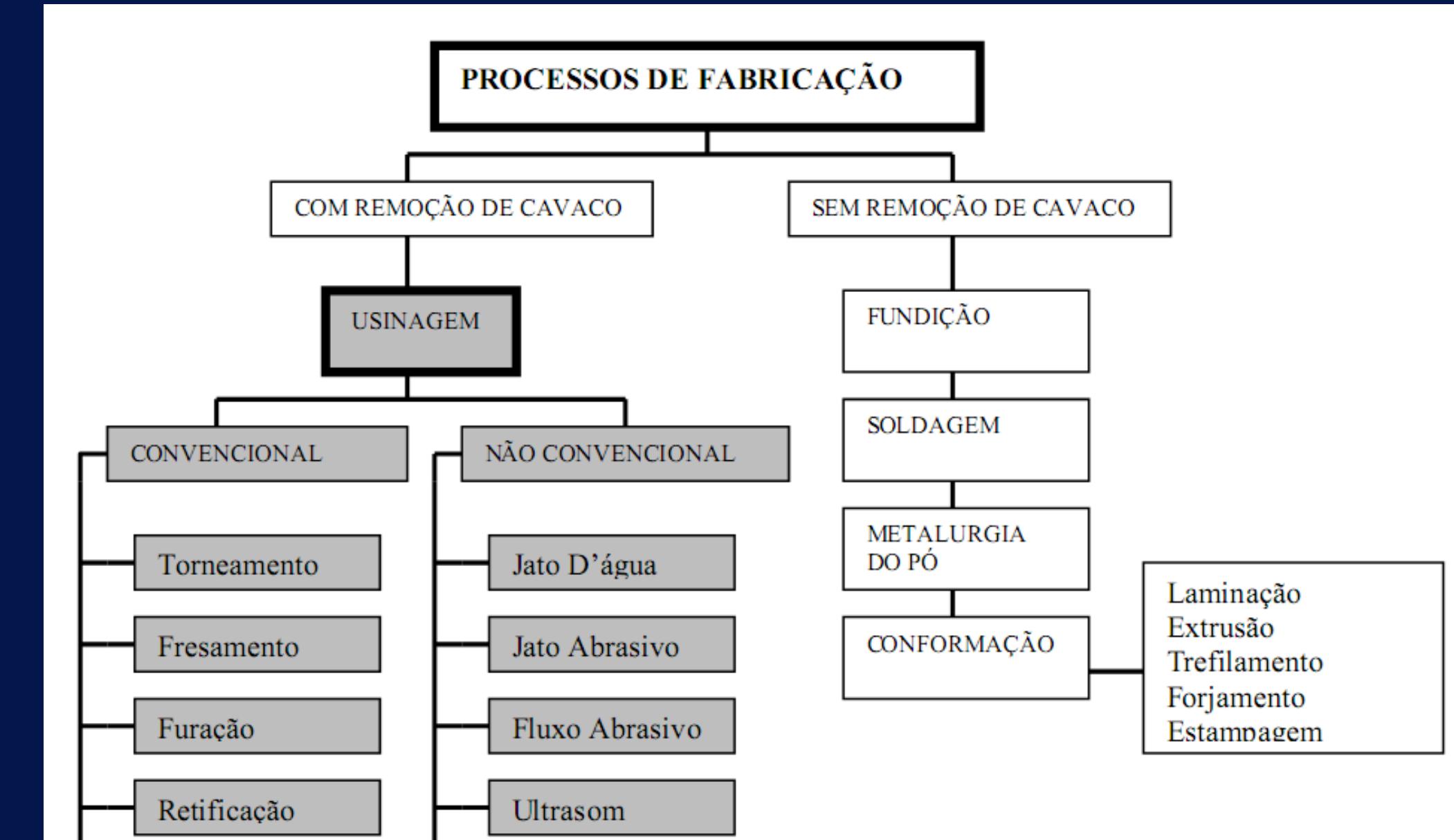
- Classificação



# PROCESSOS DE FABRICAÇÃO

---

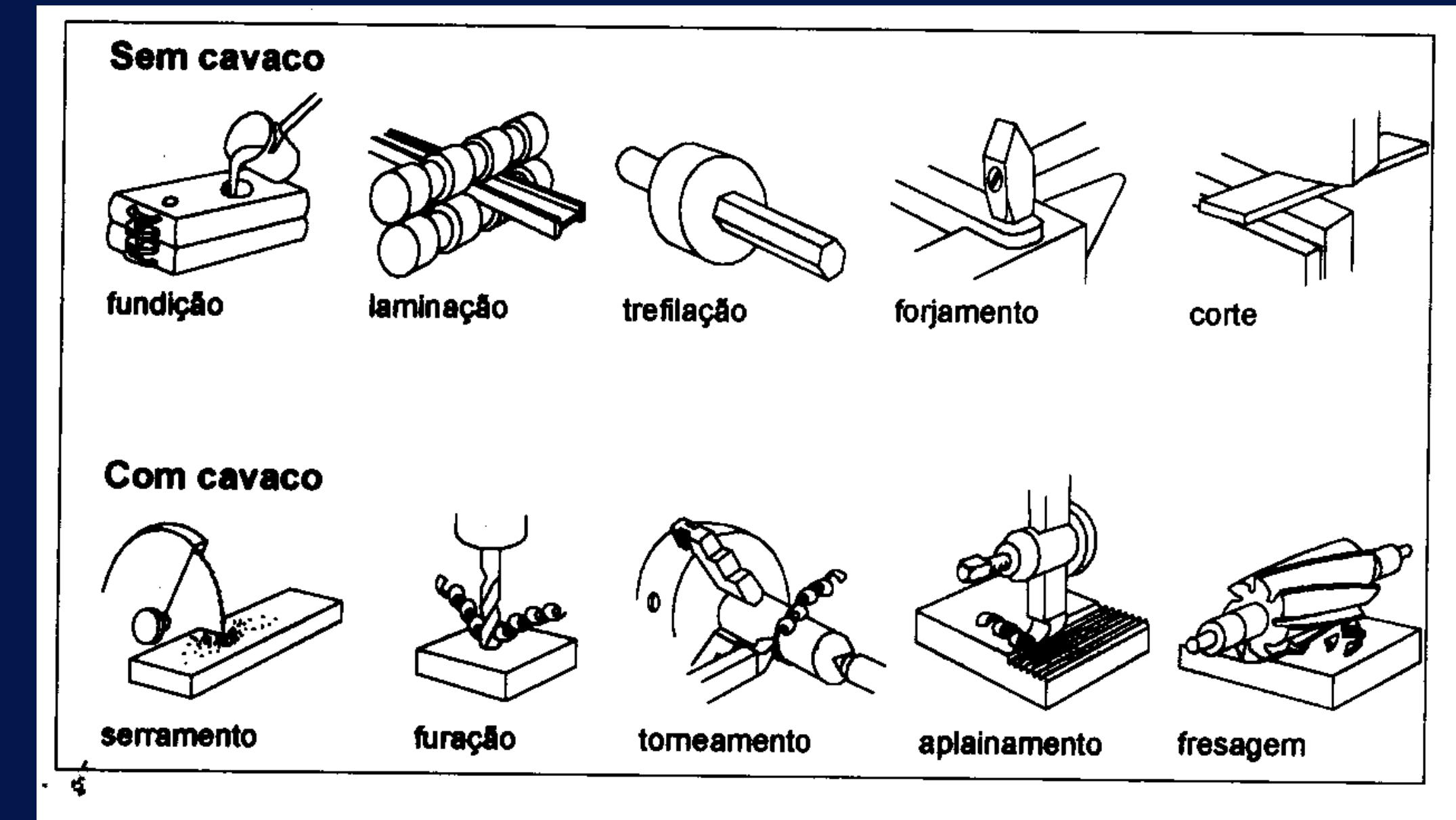
- Classificação



# PROCESSOS DE FABRICAÇÃO

---

- Classificação



# CONFORMAÇÃO PLÁSTICA DOS METAIS

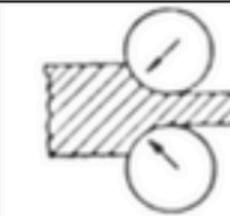
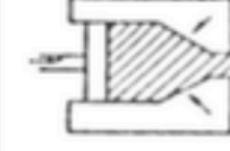
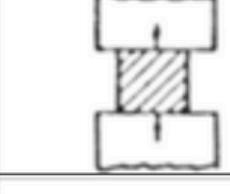
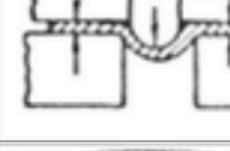
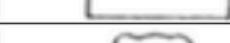
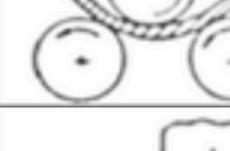
---



# PROCESSOS DE CONFORMAÇÃO

---

- Classificação segundo força, temperatura e produto final

Processo	Força predominante	Trabalho		Ilustração	Semi-produtos ou produtos	
		A quente	A frio		Aços	Não-ferrosos
Laminação	Compressão direta	X			Placas, chapas, barras e perfis.	Placas, chapas e barras.
			X		Chapas	
Trefilação	Compressão indireta		X		Barra, arames e fios	Barra, arames, fios e tubos
Extrusão	Compressão indireta	X			Tubos	Barras, tubos e perfis
			X		Peças pequenas extrudadas	Peças longas extrudadas
Forjamento	Compressão direta	X			Peças forjadas	
			X		Peças pequenas forjadas	
Estampagem (profunda)	Compressão indireta em parte	X			Peças grandes estampadas (a partir de placas)	Peças de chapas estampadas
			X		Peças de chapas estiradas	
Estampagem de chapas	Tração		X		Peças de chapas estiradas	
Dobramento	Flexão	X	X		Peças de chapas e tiras dobradas	
Calandragem	Flexão		X		Tubos	
Corte	Cislhamento	X	X		Peças cortadas de chapas ou perfis pequenos diversos	

# CONFORMAÇÃO PLÁSTICA

---

- **Produtos formados a partir dos processos de conformação plástica**



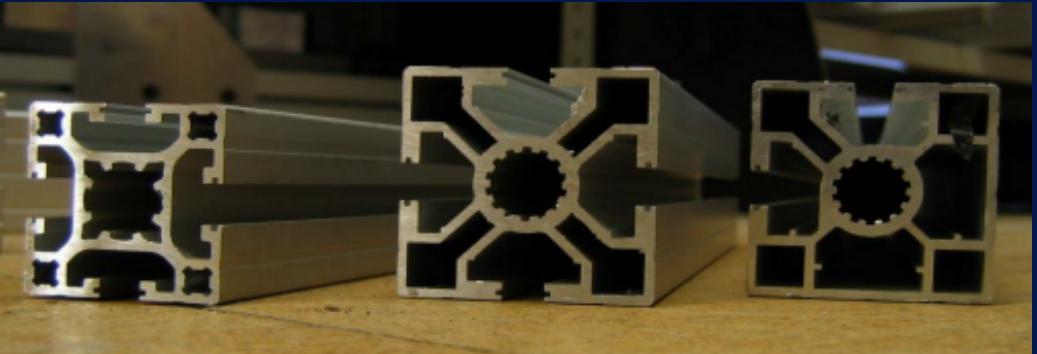
**Estampagem**



**Laminação**



**Trefilação**



**Extrusão**

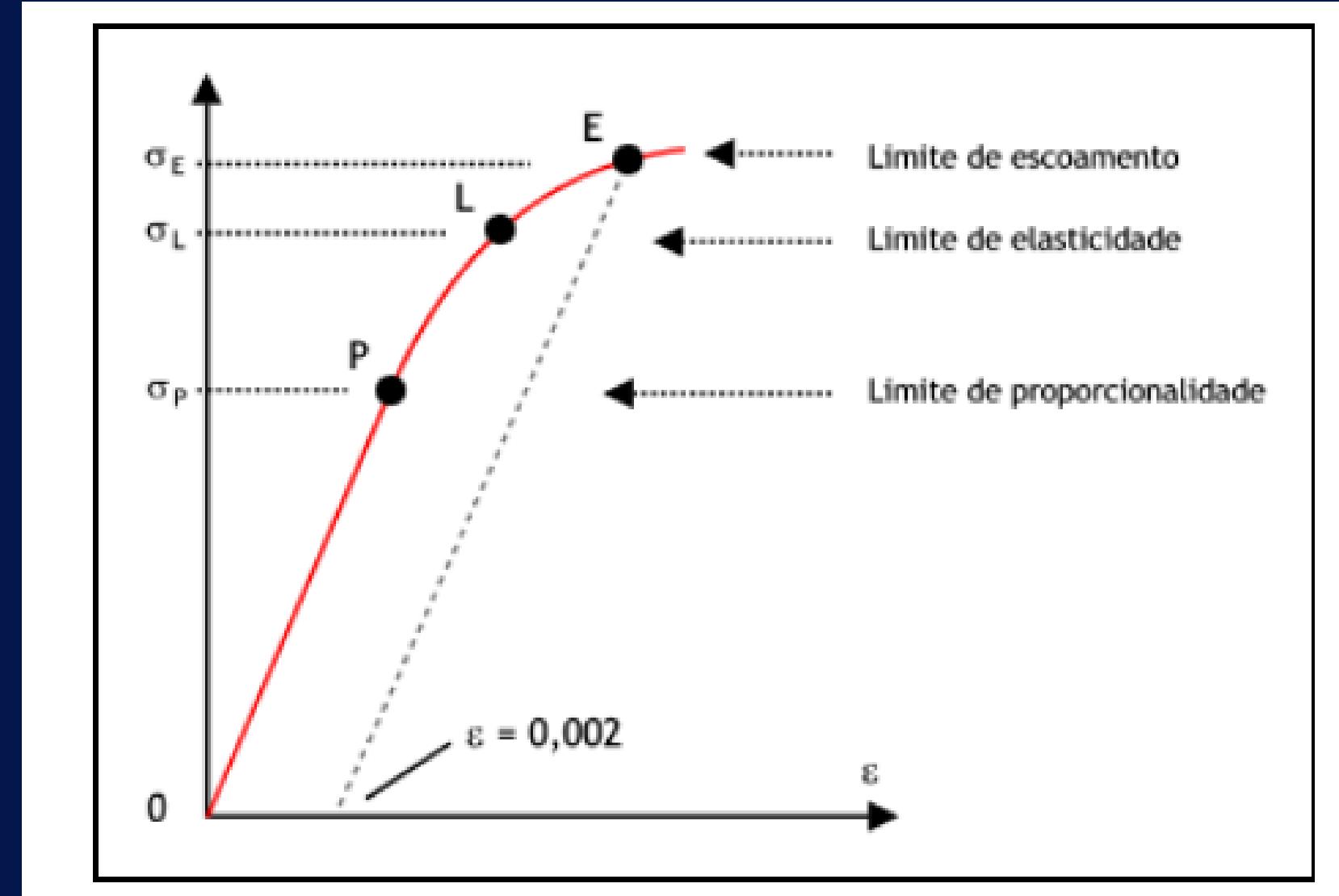


**Forjamento**

# CONFORMAÇÃO PLÁSTICA

---

- Por que o termo “plástica”?
- Envolve deformação plástica (permanente) – material é submetido a uma tensão superior ao limite de escoamento
- Objetivos:
  - Transformar em produtos acabados (ou semi-acabados) os tarugos brutos de fusão, lingotes, placas, chapas e etc.
  - Conceder ao produto propriedades específicas (mecânicas, de superfície, estética, etc).
- Temperatura e taxa de deformação influenciam no processo.



# TIPOS DE CARGAS

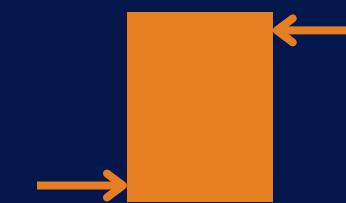
Dependendo do tipo de processo, as cargas aplicadas podem ser:



Tratativas



Compressivas



Cisalhamento

## Compressão direta

- Forjamento;
- Laminção.

## Compressão indireta

- Trefilagem;
- Extrusão;
- Estampagem;

## Trativo

- Estiramento.

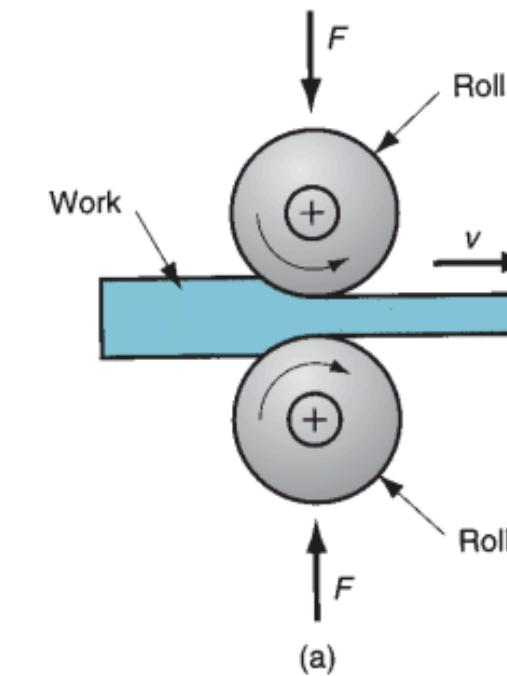
## Dobramento

- Calandragem.

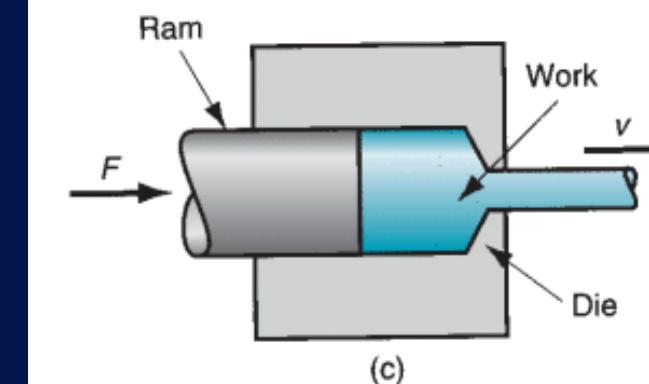
## Cisalhamento (há ruptura)

- Corte.

## Laminação

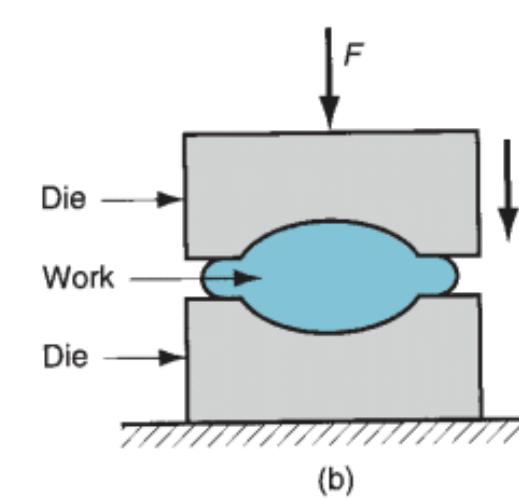


(a)



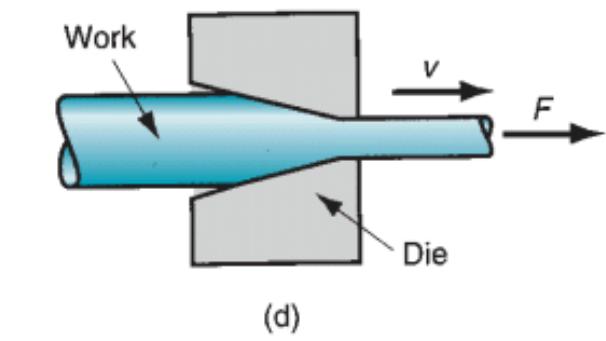
(c)

## Forjamento



(b)

## Extrusão



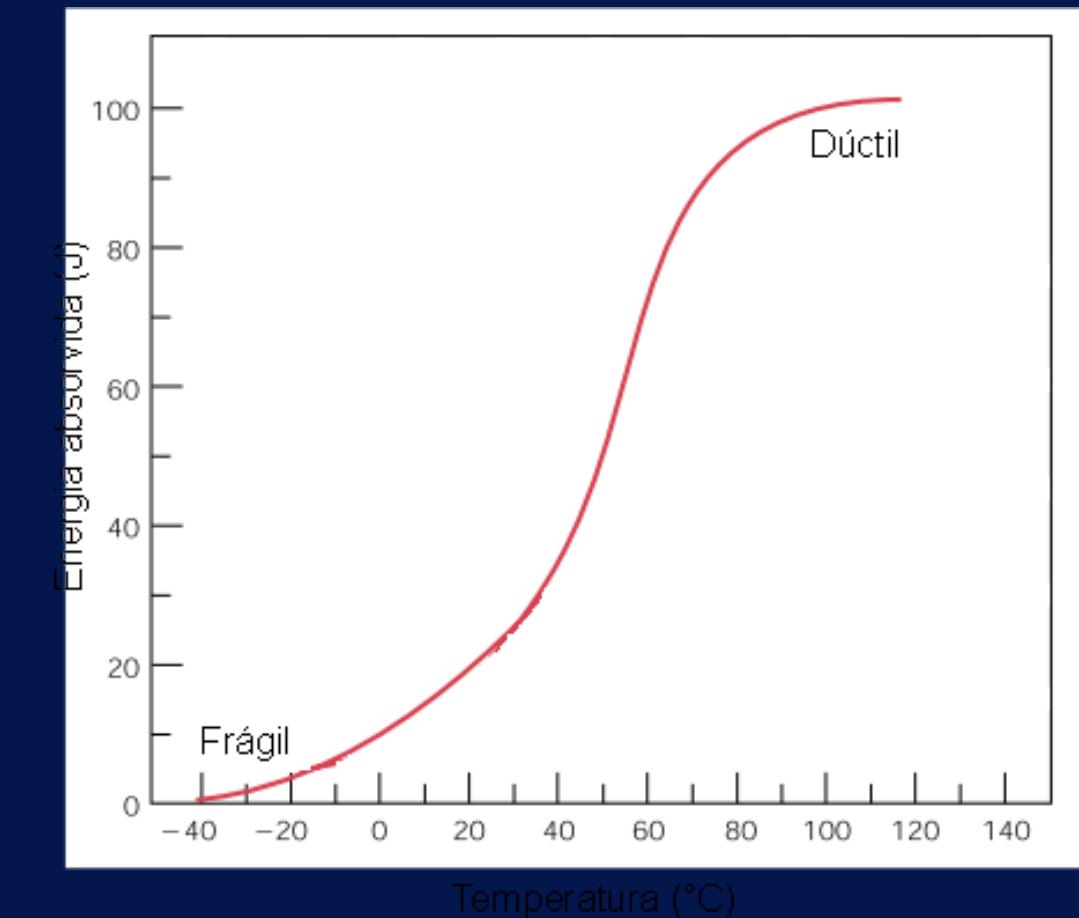
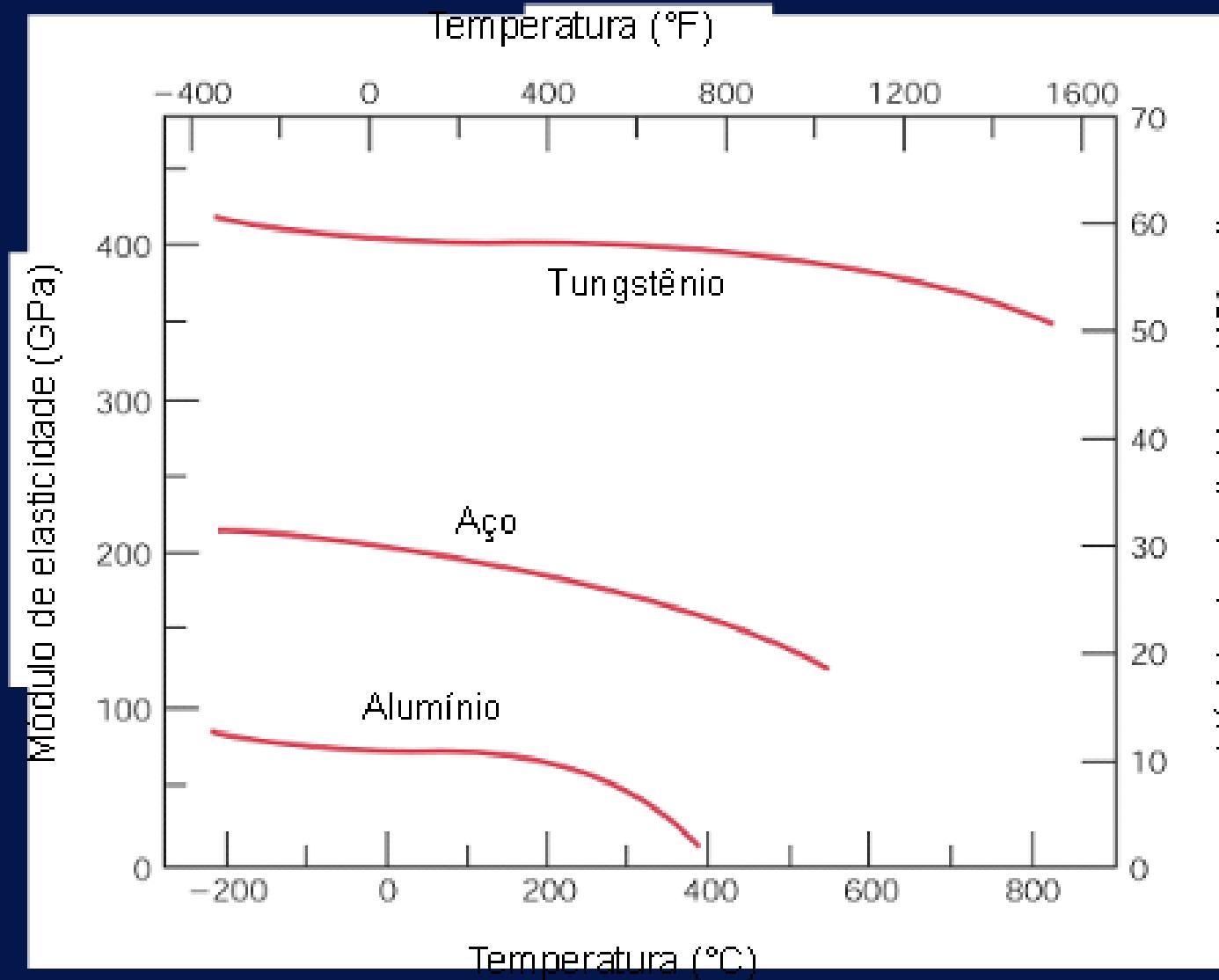
(d)

## Trefilagem

# CLASSIFICAÇÃO DE TEMPERATURAS

---

**Conforme se aumenta a temperatura, a ductilidade dos materiais metálicos aumenta...**



**Trabalho a quente:**  
 $T_{trabalho} > 0,6 T_f$

**Trabalho a morno:**  
 $0,3 T_f < T_{trabalho} < 0,6 T_f$

**Trabalho a frio:**  
 $T_{trabalho} < 0,3 T_f$

# CONFORMAÇÃO PLÁSTICA A FRIO

---

**Conformação a frio:** Realizada a temperatura menor que a temperatura de recristalização → não ocorre recristalização contínua → possibilita apenas a aplicação de baixos níveis de deformação.

**Melhor acabamento e dureza superficial. Não existe expansão térmica do material → dimensões são facilmente controladas.**

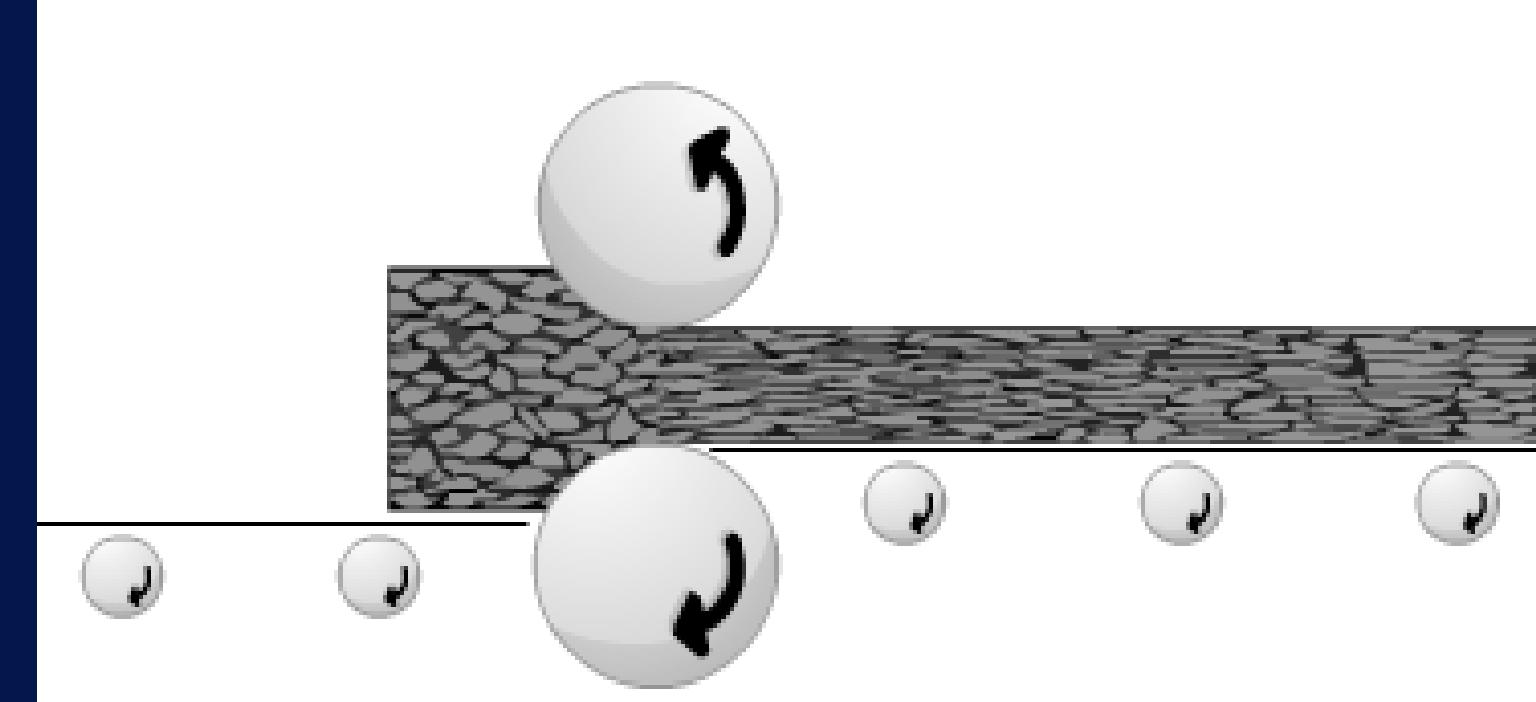
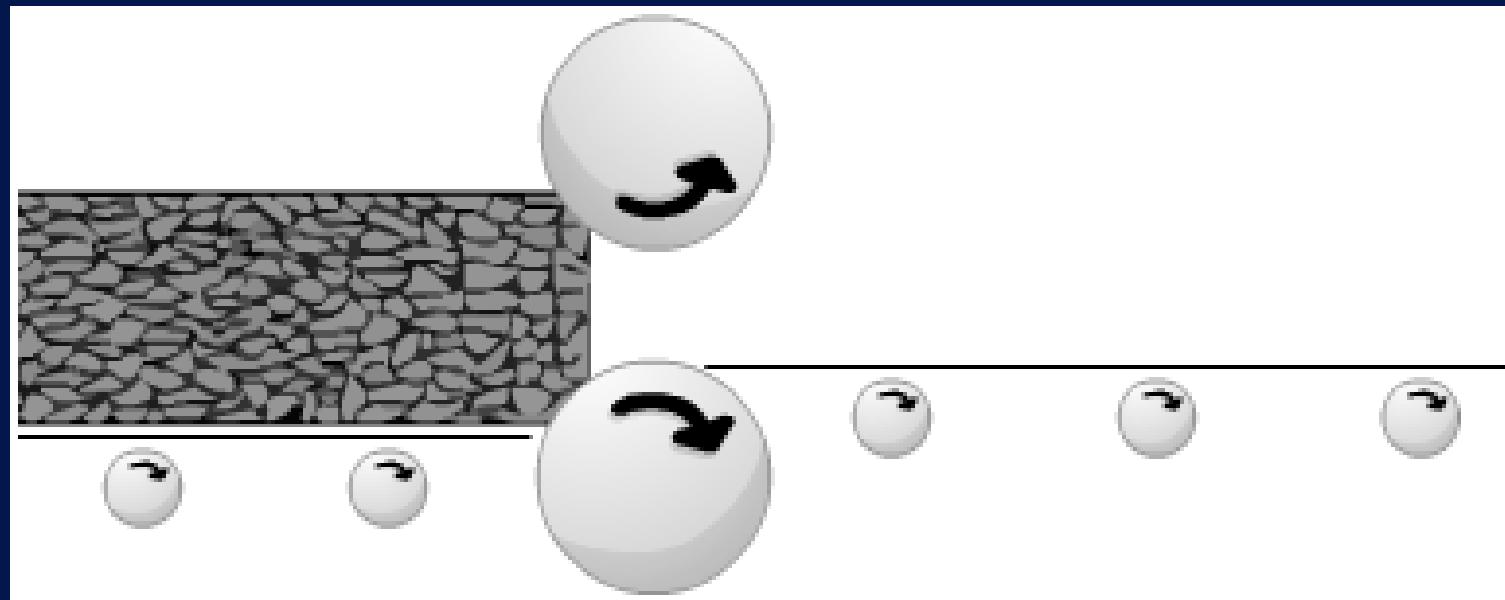
**Se o trabalho a frio for muito intenso, pode ocorrer a falha do material antes da deformação**

**Cargas relativamente altas.**

**Deformação do material a frio leva ao encruamento → aumento da resistência e diminuição da ductilidade.**

# CONFORMAÇÃO PLÁSTICA A FRIO

---



# CONFORMAÇÃO PLÁSTICA A QUENTE

---

**Conformação a quente:** Realizada a temperatura maior que a temperatura de recristalização → ocorre recristalização contínua → pode-se aplicar grandes níveis de deformação.

Conforme se aumenta a temperatura, aumenta-se a ductilidade do material → diminui-se o limite de escoamento → necessário menores tensões para deformar o material.

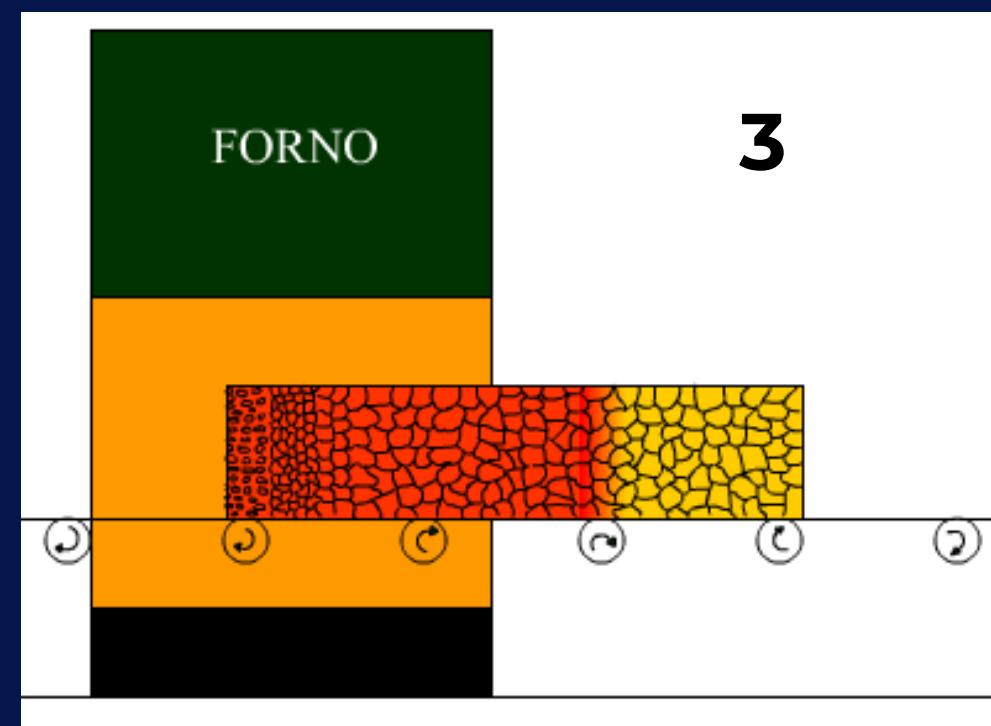
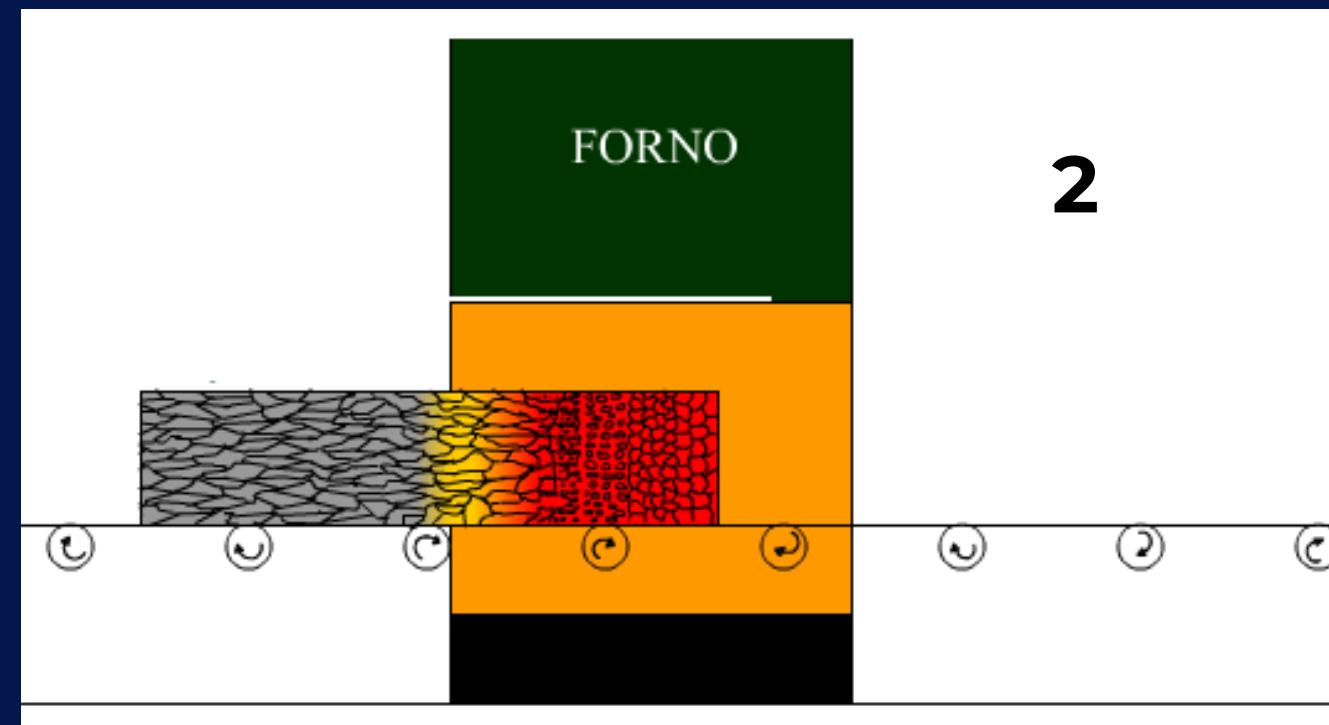
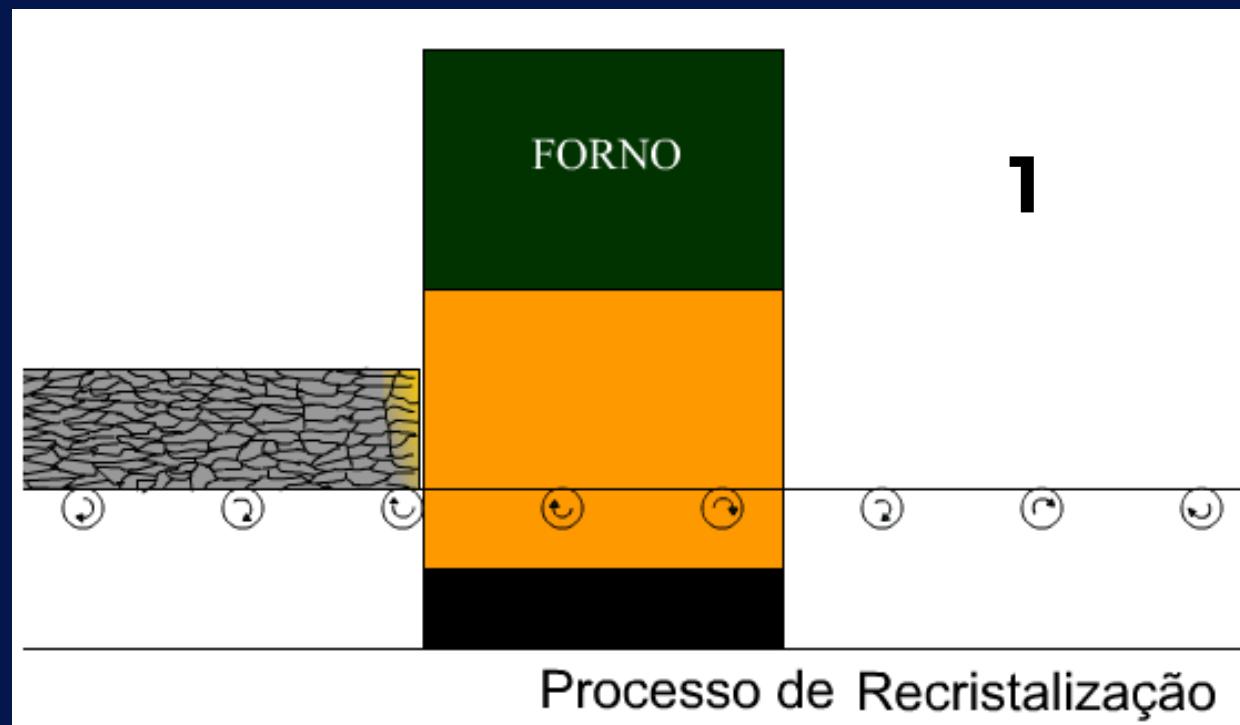
**Homogeneização química das estruturas brutas de fusão (por exemplo: minimização das segregações) em virtude da rápida difusão atômica interna e eliminação de bolhas e poros. Peça apresenta isotropia.**

**Necessidade de fornos** → elevado custo; reações do metal com a atmosfera do forno, levando as perdas de material, por oxidação e outros problemas relacionados.  
**Desgaste das ferramentas** é maior e a lubrificação é difícil;  
**Necessidade de grandes tolerâncias dimensionais** por causa de expansão e contração térmicas.

---

# CONFORMAÇÃO PLÁSTICA A QUENTE

---



[Link para o vídeo](#)

# TEMPERATURAS TÍPICAS DE RECRYSTALIZAÇÃO DE METAIS

---

Material	Temperatura de fusão (°C)	Temperatura de recristalização(°C)
Sn	232	-4
Pb	327	-4
Zn	420	10
Al	660	150
Mg	650	200
Ag	962	200
Cu	1085	200
Fe	1538	450
Ni	1453	600
Mo	2610	900
W	3410	1200

# VARIÁVEIS QUE INFLUEM NA CONFORMABILIDADE

---

Relacionadas  
com o  
material  
trabalhado

- Composição química
- Tamanho de grão
- Percentagem de elementos de liga
- Distribuição dos grãos
- Morfologia dos grãos
- Tamanho e natureza de precipitados
- Soluções sólidas

# ATRITO

---

O atrito surge devido ao contato direto entre o ferramental e as superfícies do metal, assim como das pressões elevadas que mantém as superfícies em contato nestas operações.

Atrito é indesejável pois:

- Forças e potências para realizar a operação são aumentadas;
- Desgaste da ferramenta pode levar à perda de precisão dimensional
- → substituição da ferramenta → gasto
  - Ferramentas são extremamente caras
  - Atrito é maior em elevadas temperaturas

Se o atrito entre a ferramenta e a superfície do metal for muito grande pode acontecer a aderência de uma superfície com a outra.

Uso de lubrificantes diminui o atrito removendo calor do ferramental.

- Conformação a quente: Vidro fundido, grafite e óleos minerais
- Conformação a frio: óleos minerais, graxas, óleos solúveis em água, sabões e outros revestimentos.