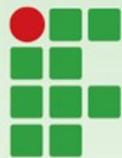


**INSTITUTO FEDERAL**  
Santa Catarina



# Processos de Fabricação I - Aula 3

## Laminação

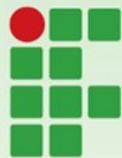


**INSTITUTO FEDERAL**  
Santa Catarina



# O que o pão tem a ver com laminação?





**INSTITUTO FEDERAL**  
Santa Catarina



# O que o pão tem a ver com laminação?





# O que o pão tem a ver com laminação?



# LAMINAÇÃO

- Nesse processo o material é forçado a passar entre dois cilindros, girando em sentido oposto, distanciados entre si por uma distância menor que a espessura da própria peça.



D  
O



O Produto da Laminação é  
majoritariamente a **chapa metálica**





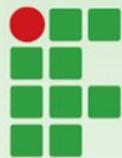
# Outros Produtos





# Laminados são matéria-prima para muitos itens do nosso cotidiano



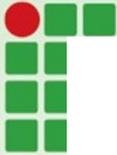


**INSTITUTO FEDERAL**  
Santa Catarina



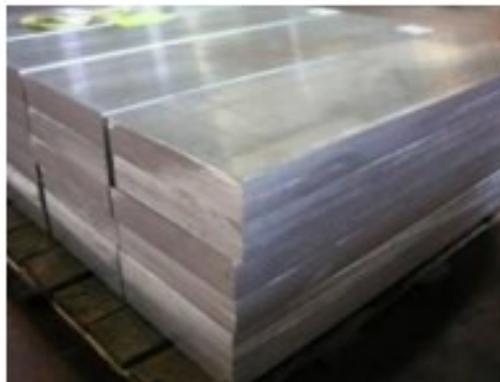
# Laminação

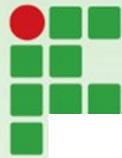




# PROCESSOS DE CONFORMAÇÃO MECÂNICA

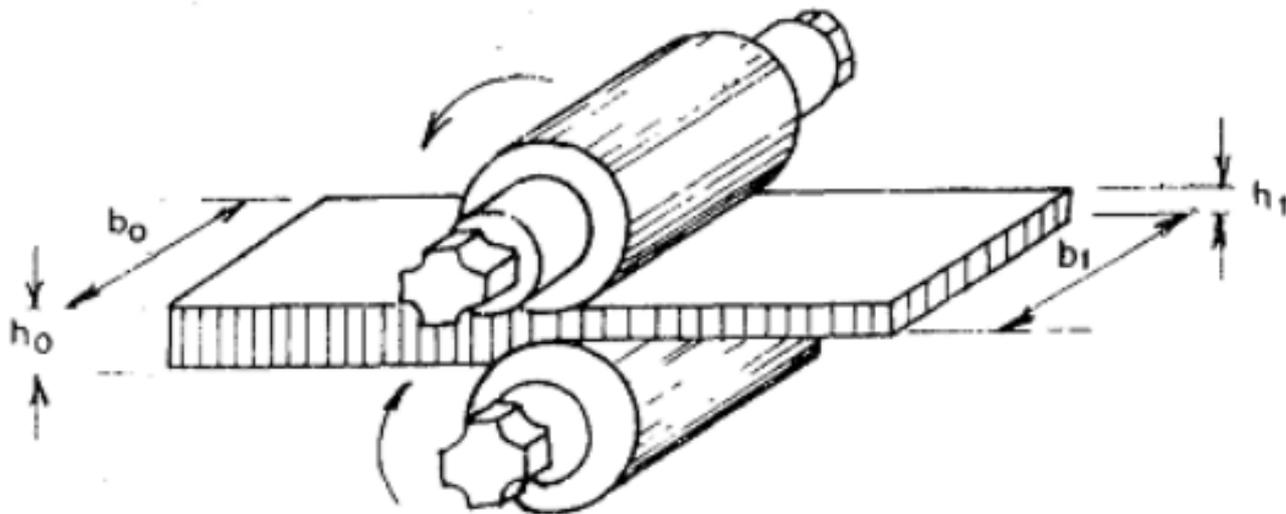
- Processos que agem modificando de forma permanente a geometria e propriedades mecânicas de peças metálicas;

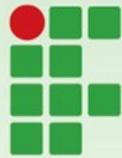




# LAMINAÇÃO

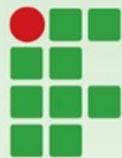
- Ao passar entre os cilindros a peça sofre uma deformação permanente diminuindo sua espessura e aumentando seu comprimento e largura.





## LAMINADORES

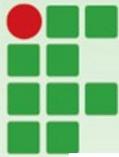
- As máquinas que executam a laminação, ou seja, os laminadores, abrangem inúmeros tipos, dependendo cada um deles do tipos de serviço que executa.
- De forma geral os laminadores podem ser classificados em:
  - Laminadores para trabalho a quente;
  - Laminadores para trabalho a frio.



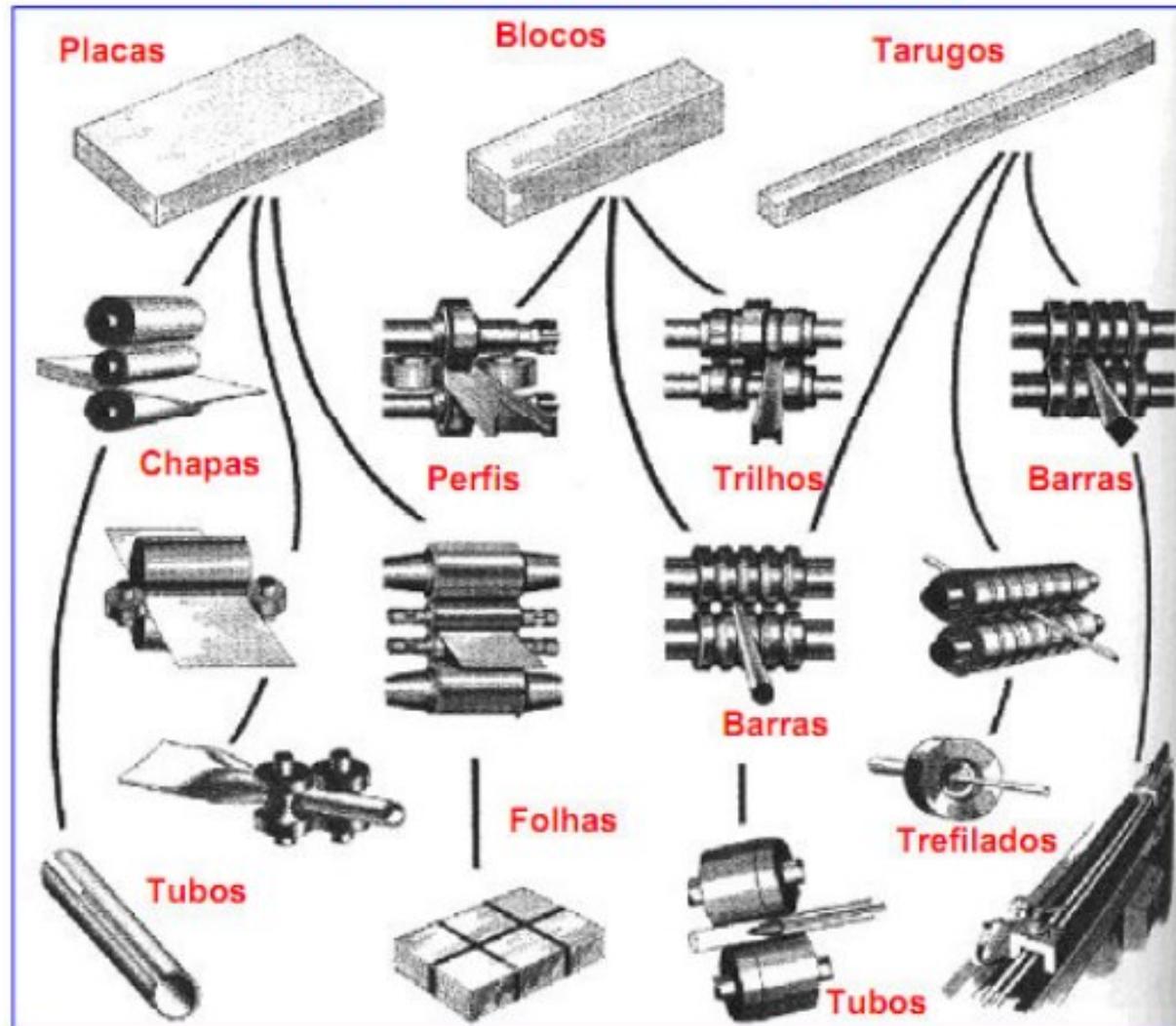
**INSTITUTO FEDERAL**  
Santa Catarina

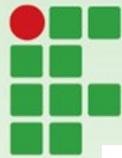
# LAMINADORES





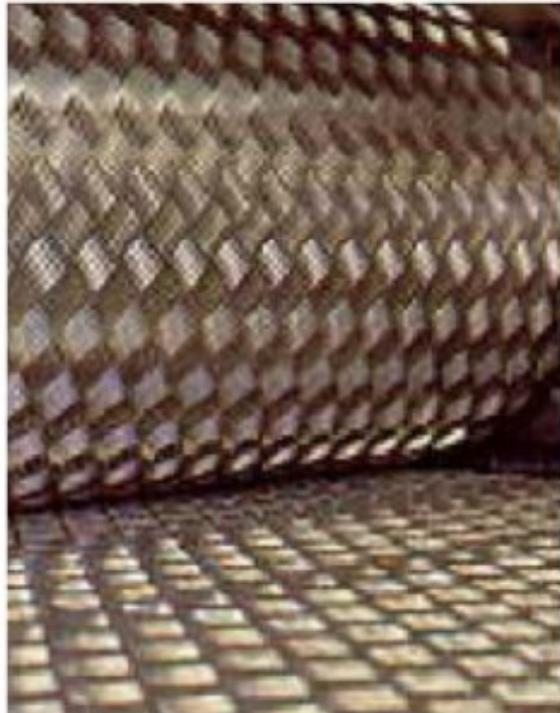
# LAMINADORES

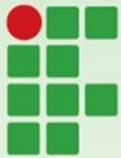




# LAMINAÇÃO

- 67 % de toda a produção do aço bruto é transformada em produtos laminados acabados.



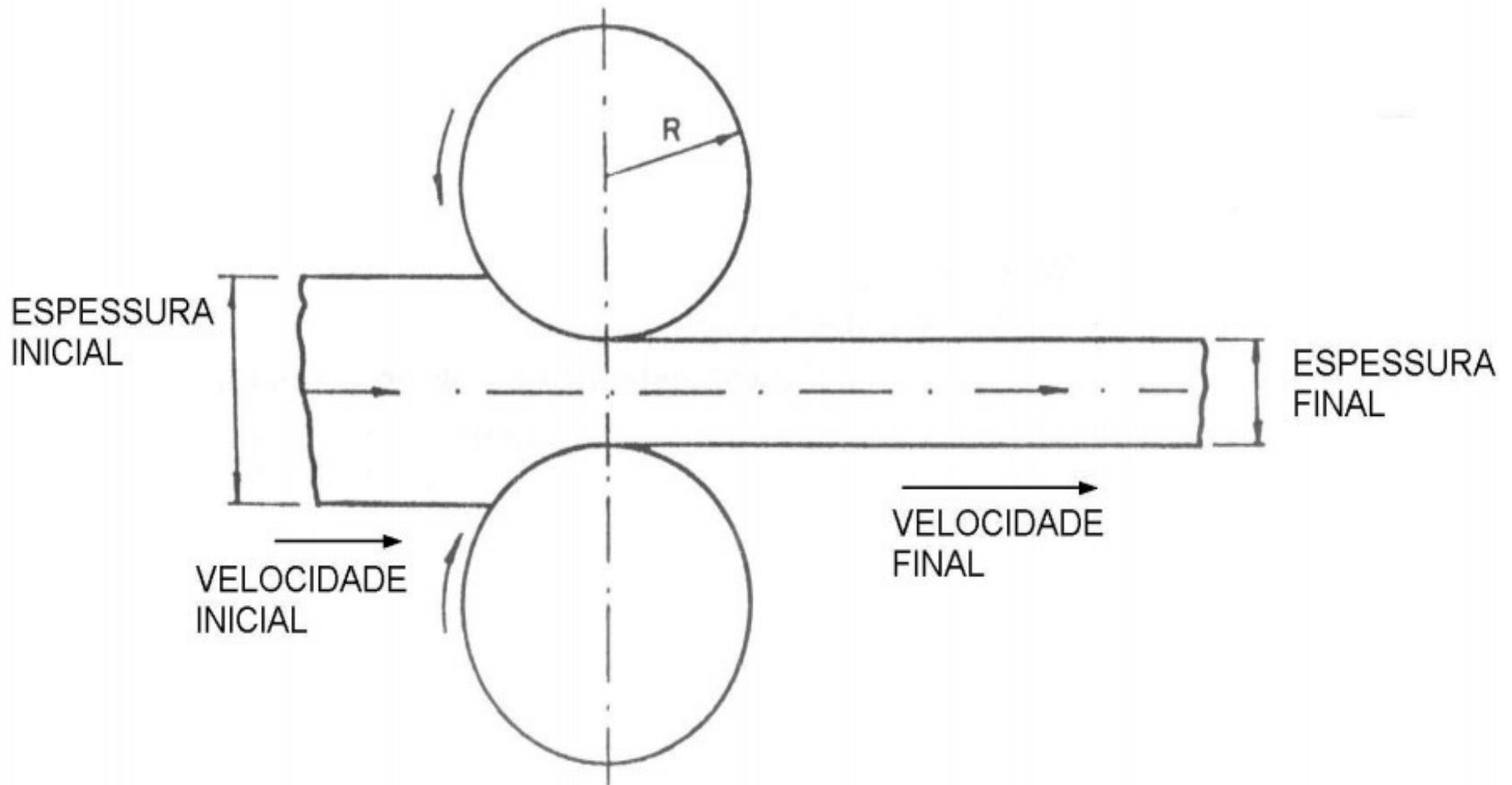
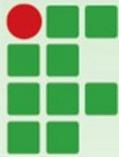


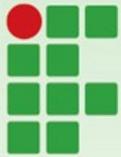
INSTITUTO FEDERAL  
Santa Catarina



# DEFINIÇÃO

Processo de fabricação por conformação plástica direta que consiste na passagem de um corpo sólido entre dois cilindros, de modo que sua espessura sofre diminuição, enquanto que a largura e o comprimento do corpo sofrem aumento proporcional.



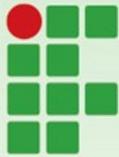


INSTITUTO FEDERAL  
Santa Catarina



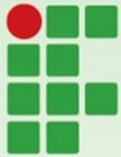
# CONCEITOS BÁSICOS

- Movimentação da peça: Atrito
- Volume constante
  - A quente e a frio
- Compressão direta
- Produtos planos e não-planos



# LAMINAÇÃO A QUENTE

- Lingotes fundidos
- Placas e tarugos
- Temperatura superior à temperatura de recristalização do material
- Operações iniciais (Desbaste)
  - Grandes deformações
  - Grandes dimensões
  - geometrias complexas

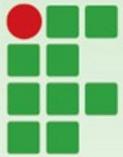


INSTITUTO FEDERAL  
Santa Catarina



# LAMINAÇÃO A QUENTE

- Recuperação da estrutura
- Ausência de encruamento
- Baixa precisão dimensional
- Baixo acabamento superficial
- Casca de óxidos (carepa)
- Produtos semi-acabados



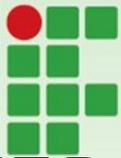
## LAMINAÇÃO A FRIO

- Matéria-prima: chapas e barras laminadas a quente
- Aplicado a peças semi-acabadas
- Pequenas deformações
- Operações de acabamento
- Temperatura abaixo da temperatura de recristalização do material



# LAMINAÇÃO A FRIO

- Melhor acabamento superficial
- Superfícies regulares
- Melhor precisão dimensional e geométrica
- Encruamento – Maior resistência mecânica
- Tratamentos térmicos intermediários

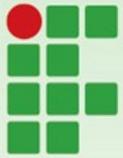


INSTITUTO FEDERAL  
Santa Catarina

# TERMINOLOGIA



- Bloco: Seção quadrada, 36 pol<sup>2</sup> (23.225 mm<sup>2</sup> ), produto de primeira redução
- Tarugo: Seção retangular, resultado de passagem posterior
- Placa: Seção retangular, área maior do que 16 pol<sup>2</sup>, largura pelo menos 3 vezes maior do que a espessura.

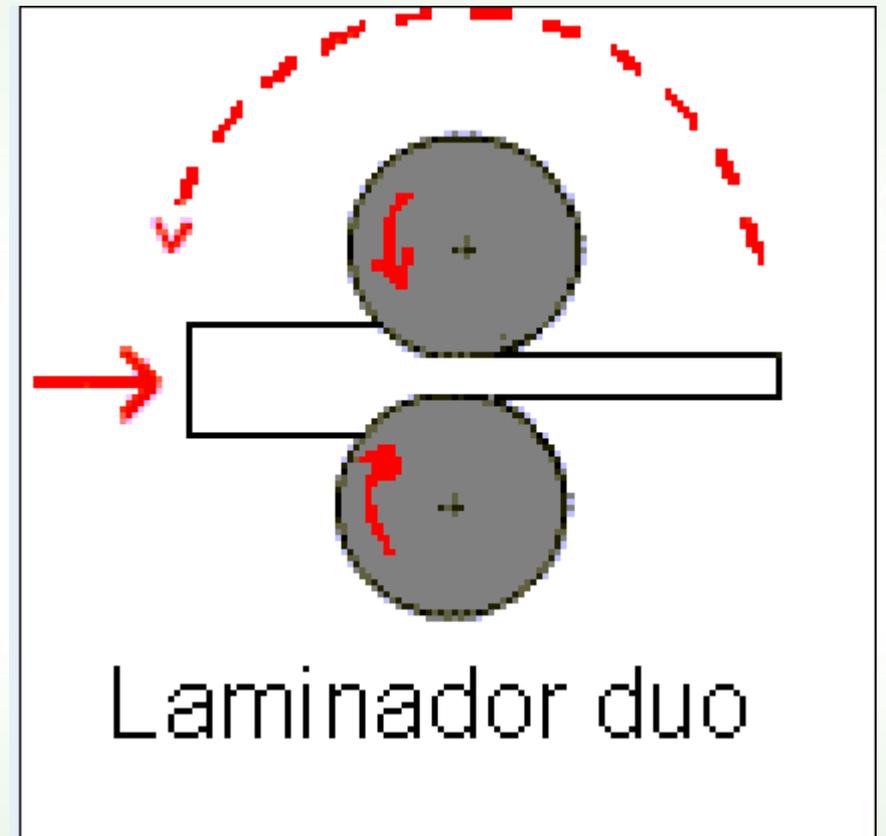


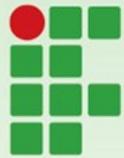
INSTITUTO FEDERAL  
Santa Catarina



# LAMINADORES

- Mais simples e comum
- Movimento em um único sentido



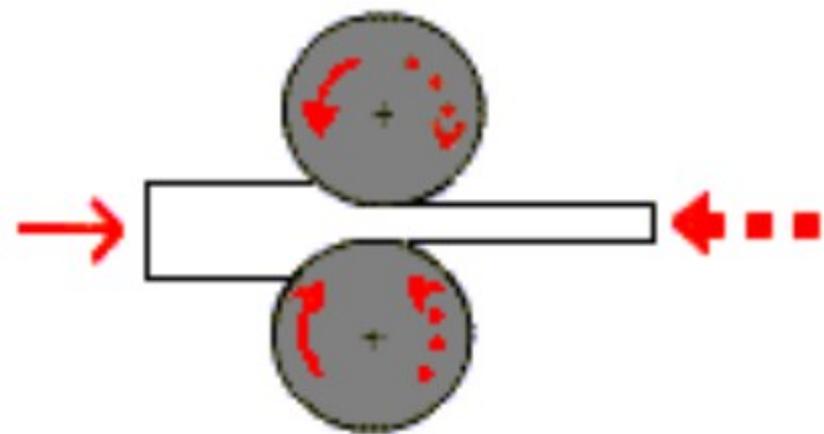


INSTITUTO FEDERAL  
Santa Catarina

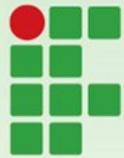


## LAMINADORES

- Mesma configuração básica
- Movimento em dois sentidos



LAMINADOR DUO  
REVERSÍVEL

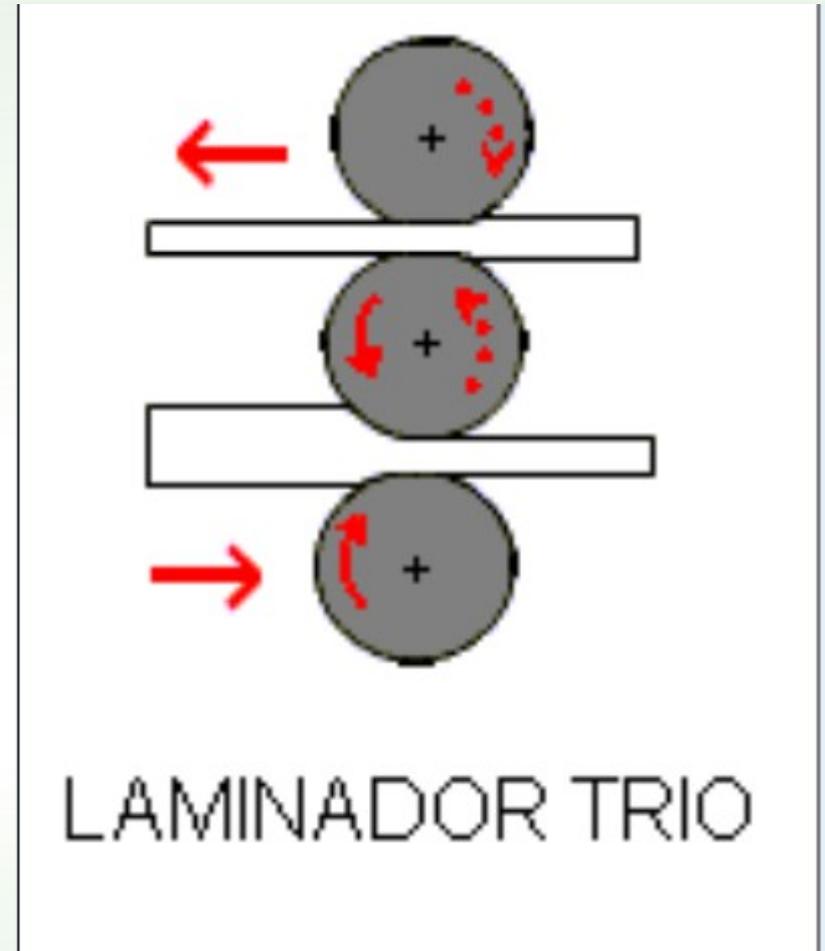


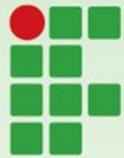
INSTITUTO FEDERAL  
Santa Catarina



# LAMINADORES

- Cilindros superior e inferior movidos por motores
- Cilindro central movido por atrito



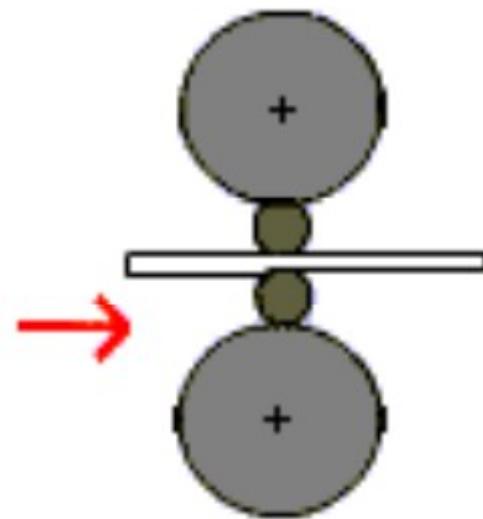


INSTITUTO FEDERAL  
Santa Catarina

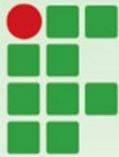


# LAMINADORES

- Diminuição do diâmetro dos cilindros condutores representa diminuição substancial da potência requerida



LAMINADOR  
QUÁDRUO



## Questões

- 1 Defina conformação mecânica
- 2 Defina laminação
- 3 Defina deformação plástica
- 4 Quais os tipos de laminação em relação a temperatura?
- 5 Qual a temperatura de laminação a quente para o aço?
- 6 O que ocorre metalurgicamente na laminação a quente?
- 7 O que ocorre metalurgicamente na laminação a frio?
- 9 Nem todos os metais são possíveis de se laminar, porque?
- 10 Considerando uma taxa de redução de altura de 13% , e que a largura se mantém estável, qual será o comprimento final da peça?