

---

# *Troca Rápida de Ferramenta SMED*

**Prof. Paulino G. Francischini**

# Troca Rápida de Ferramenta (*Setup*)

---

**Tempo de *Setup*:**

**Tempo entre a última *boa* produção de um produto e a primeira *boa* produção de um próximo produto.**

***Tempo Total de Setup =***

***Setup + Processamento de Amostra + Ajustagem***

**OBJETIVO:**

**Tempo Total de *Setup* menor do que 5 minutos**

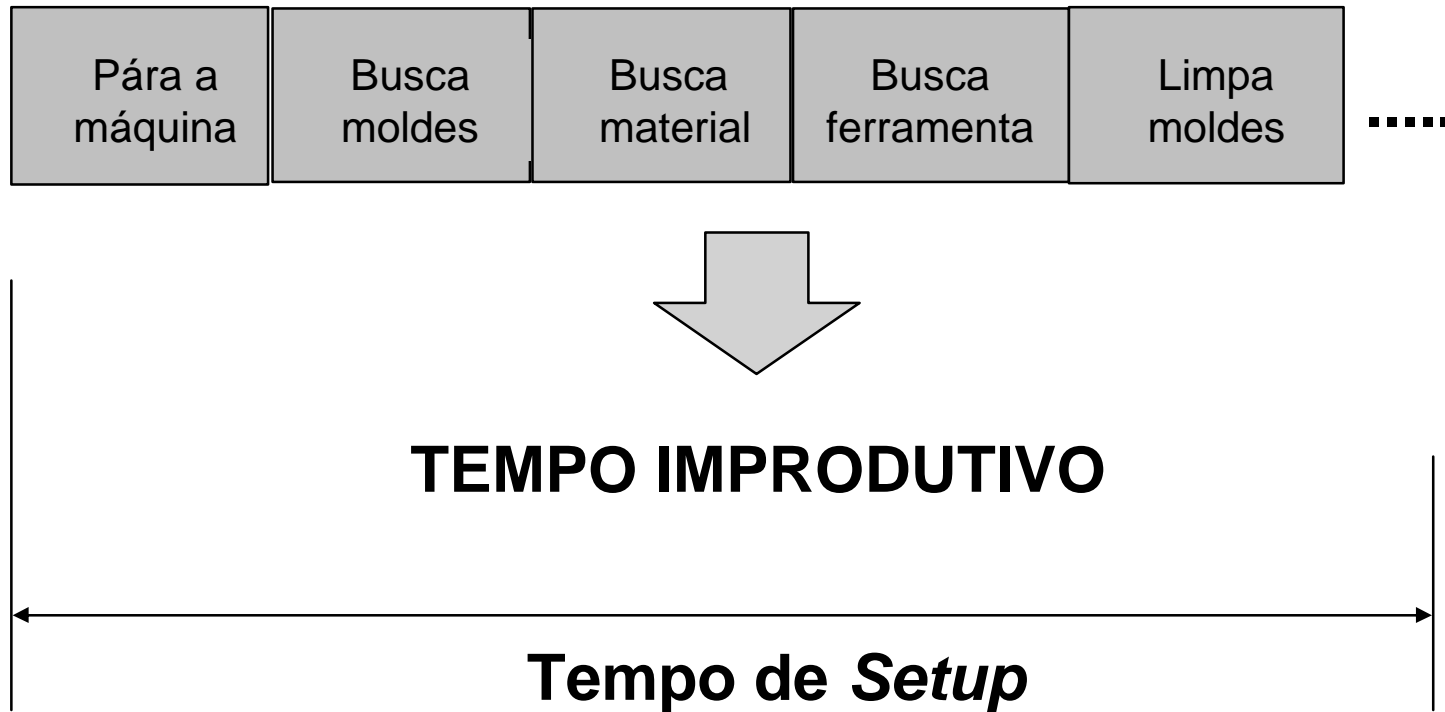
# Histórico

---

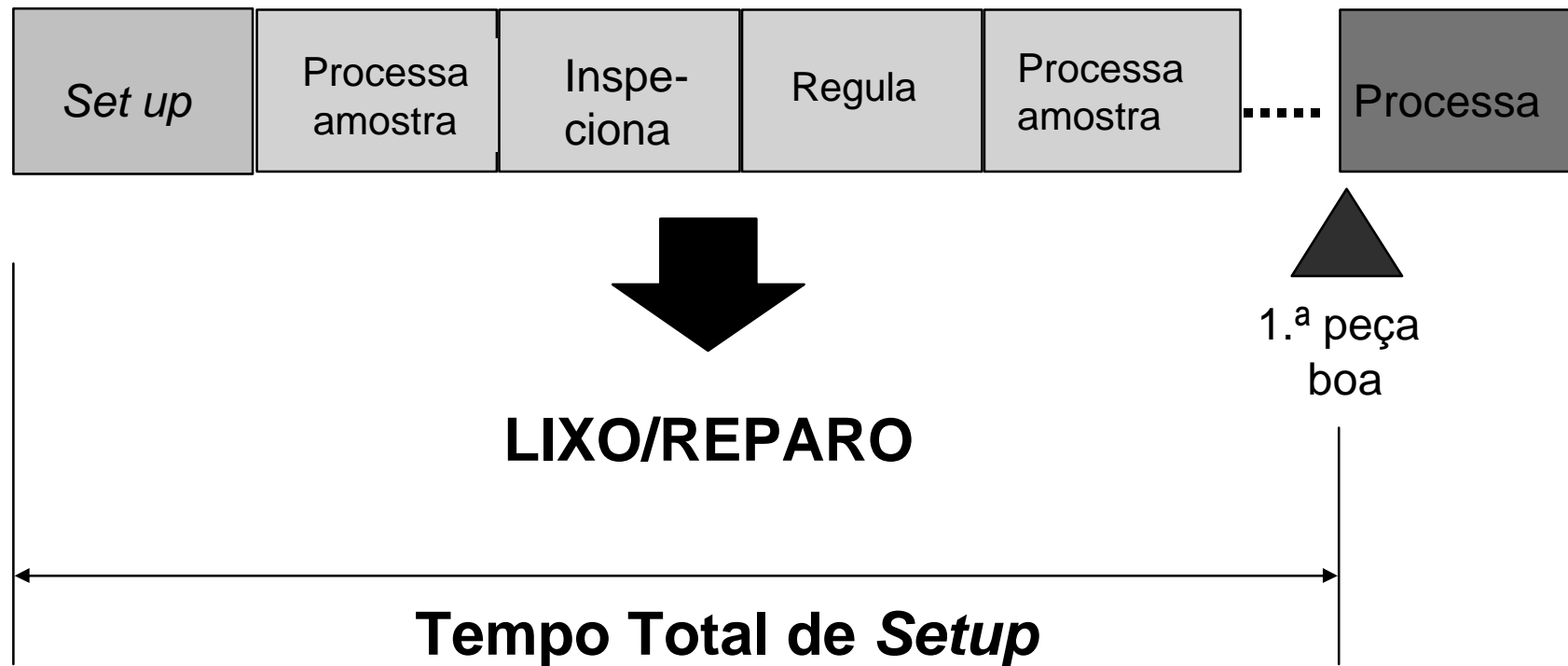
- Criado por Shigueo Shingo (1970)
- Aplicado pela primeira vez na *Toyota Motor Co.* (Sistema Toyota de Produção)
- Em inglês: *Single Minute Exchange of Die - SMED*
- Também chamado de Tempo de *Changeover*
- Permite:
  - ✓ Diversificação da produção para atender demanda
  - ✓ Pequenos lotes

# Tempo de *Setup*

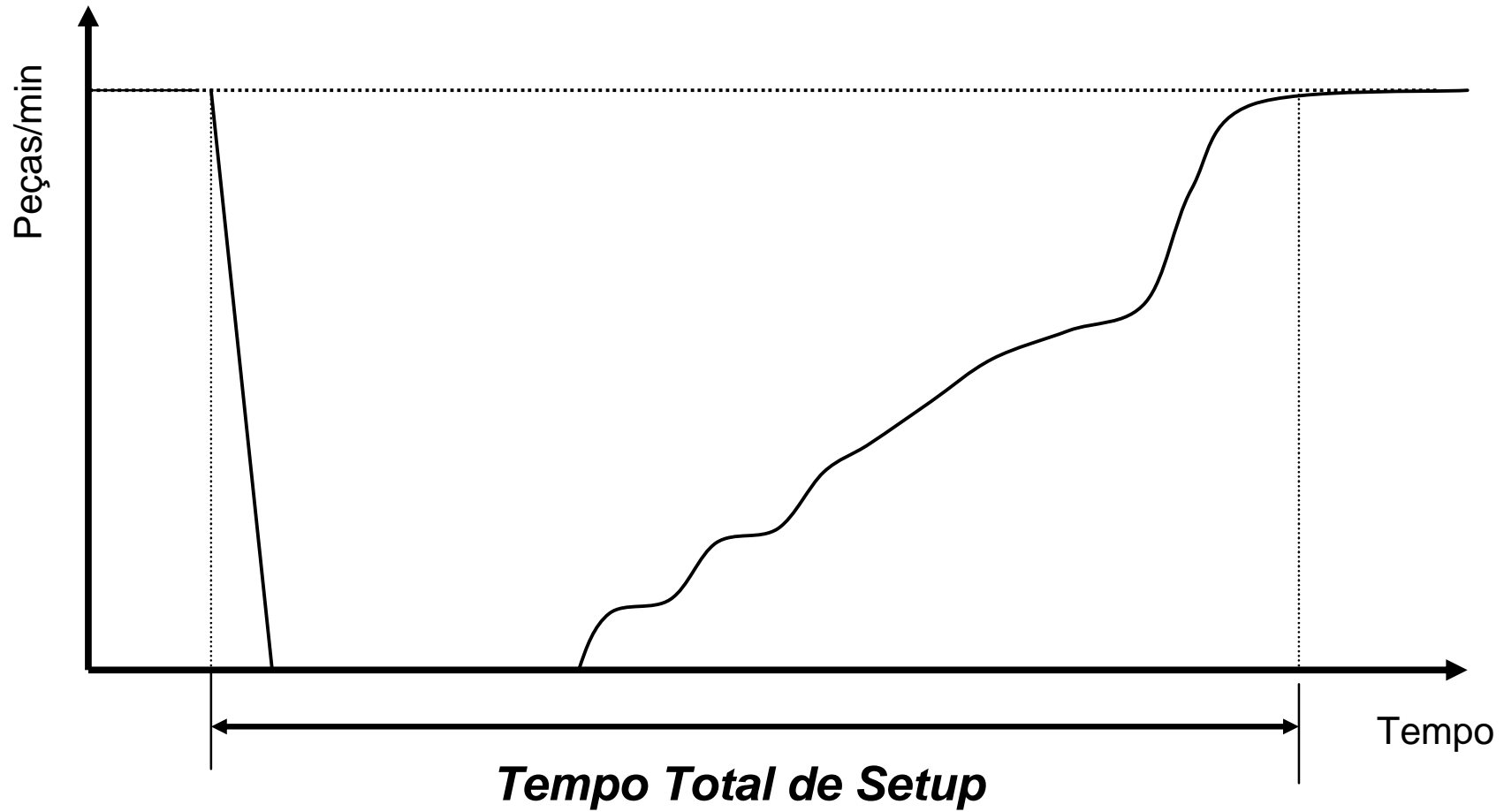
---



# Tempo Total de Setup



# Tempo Total de *Setup*

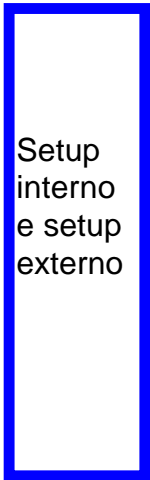
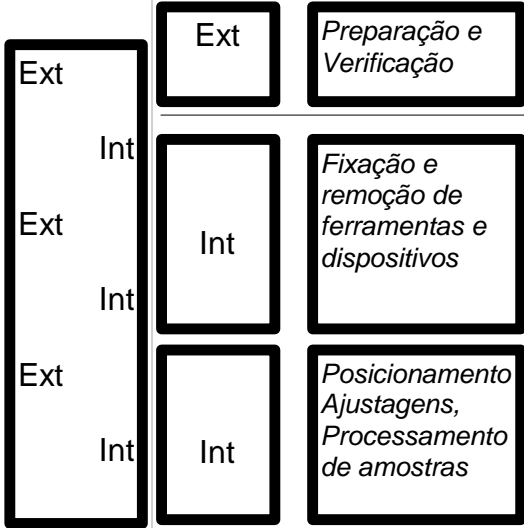
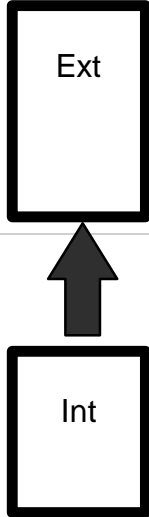



# Tipos de *Setup*

---

- ***Setup* interno:**
  - ✓ Deve ser feito com a máquina parada
    - Soltar molde
    - Retirar molde
    - Prender molde
- ***Setup* externo**
  - ✓ Pode ser feito com a máquina ligada
    - Buscar molde
    - Buscar ferramentas
    - Buscar material
    - Limpar

# Estágios Teóricos

Inicial	1	2	3
<b>Setup interno e externo não diferenciados</b>	<b>Setup interno e externo diferenciados</b>	<b>Converter setup interno em externo</b>	<b>Melhorar todas as operações elementares</b>
			



# Benefícios

---

- **Redução do tempo de *setup***
- **Eliminação dos erros de *setup***
- **Maior padronização das atividades**
- **Maior liberdade na escolha dos operadores**
- **Aumento do índice de utilização das máquinas**
- **Maior simplicidade no armazenamento das ferramentas**
- **Aumento da segurança**

# Benefícios

---

- **Fabricar lotes menores**
- **Reduz perda de produção**
- **Reduz tarefas improdutivas**
- **Proporciona capacidade adicional de produção**
- **Aumenta faturamento**
- **Reduz investimento em novas máquinas**
- **Proporciona investimento em estoque baixo**

# Dificuldades

---

- **Falta de conhecimento**
- **Falta de método**
- **Falta de disponibilidade de técnicos**
- **Falta de alocação de tempo**
- **Ataque a efeitos e não a causas**
- **Preferir comprar novas máquinas e não melhorar as antigas**

# Atividades de *Setup*

---

- 1. Preparação, ajustes e verificação**
- 2. Fixação e remoção de partes**
- 3. Centralização, medição, calibração, aferição e condições de montagem**
- 4. Processamento de amostra e novas ajustagens**

# Tempo por Estágio de *Setup*

<b>Estágio</b>	<b>%</b>
Preparação e verificação	30
Fixação e remoção de dispositivos	5
Centralização, dimensionamento e montagem	15
Processamento de amostras e ajustagem	50

# Exercício

---




- A empresa trabalha 20 horas por dia, 22 dias por mês
- Velocidade de produção 1.800 peças por minuto
- Leva 30 minutos para trocar os estampos da *Printer*
- Faz-se, em média, 3 trocas por dia
- Cada peça que a empresa vende, ganha R\$ 0,05
- Calcule:
  - ✓ Quanto a empresa ganha a mais, em um ano, se a velocidade de produção for de 2.050 peças por minuto
  - ✓ Quanto a empresa ganha a mais, em um ano, se reduzir o tempo de *setup* em 50% (velocidade = 2.050 peças/min)
  - ✓ Qual é o ganho total da empresa, em um ano, com estas duas melhorias?

# Exercício: Cálculos

---

# Melhorias: Conceito Geral

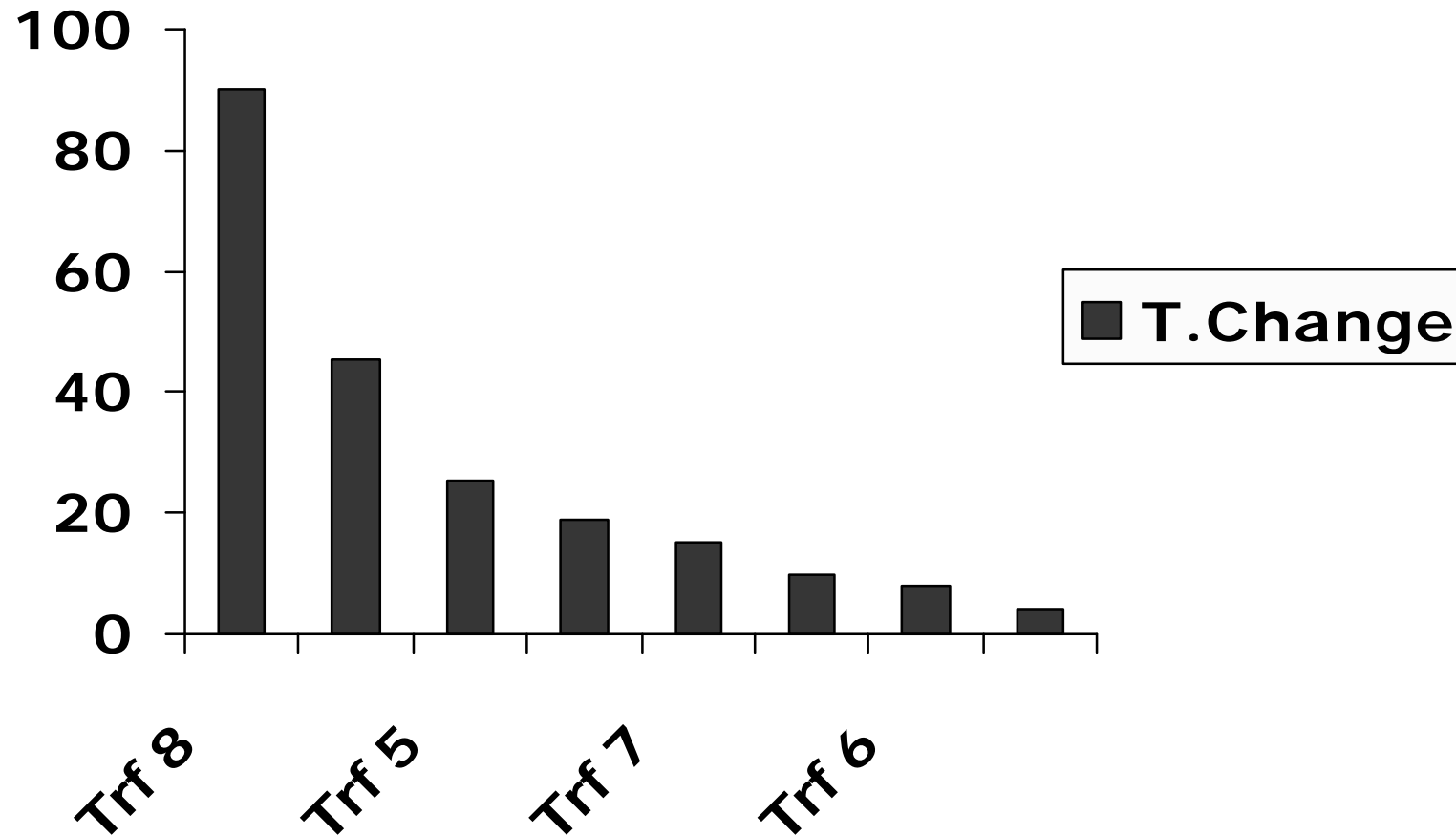
---

- **Priorização**
- **Padronização**
- **Eliminação**
- **Mecanização**
- **Operações em paralelo**
- ***Setup* interno**  ***Setup* externo**



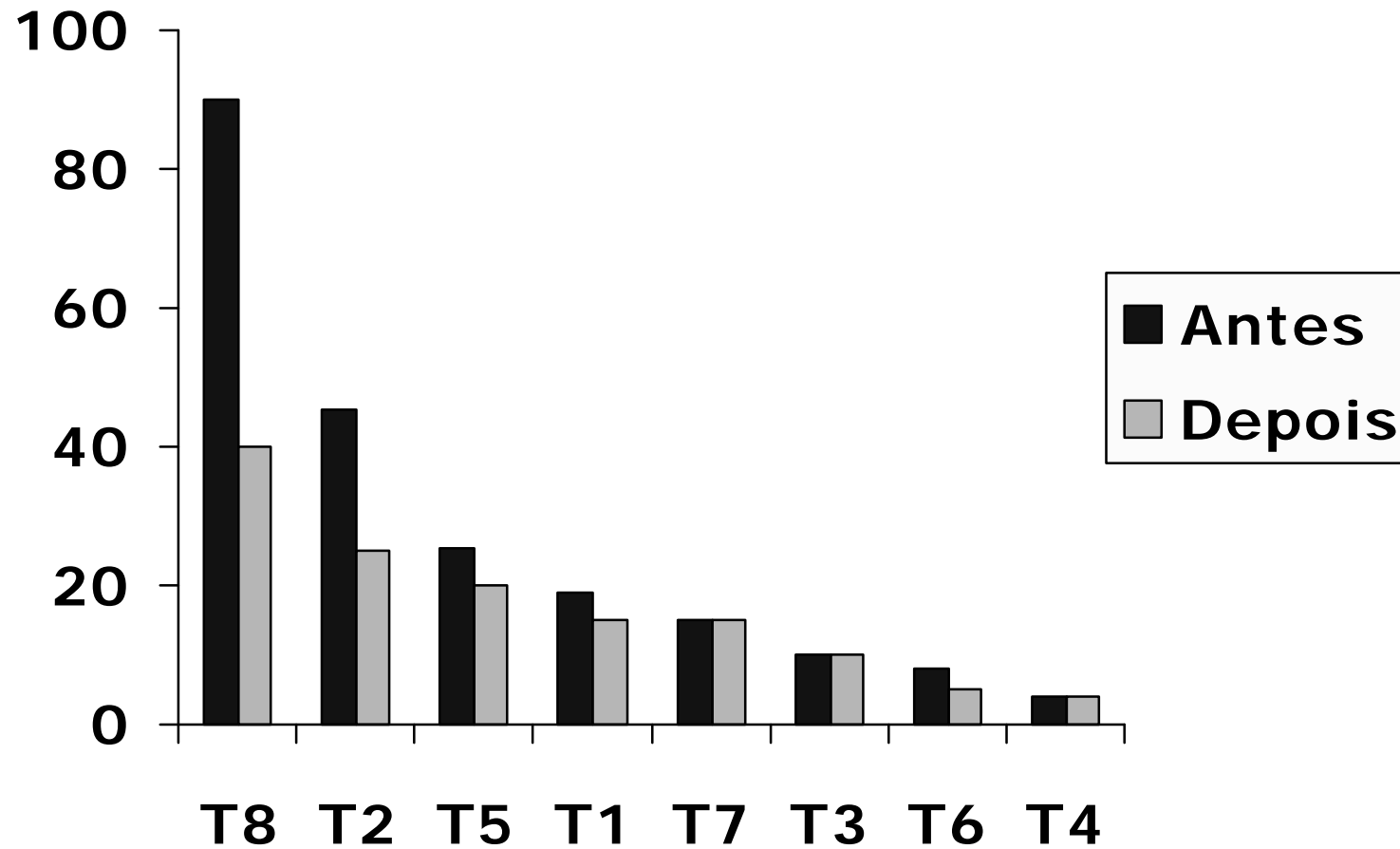
# Priorização: Diagrama de Pareto

---



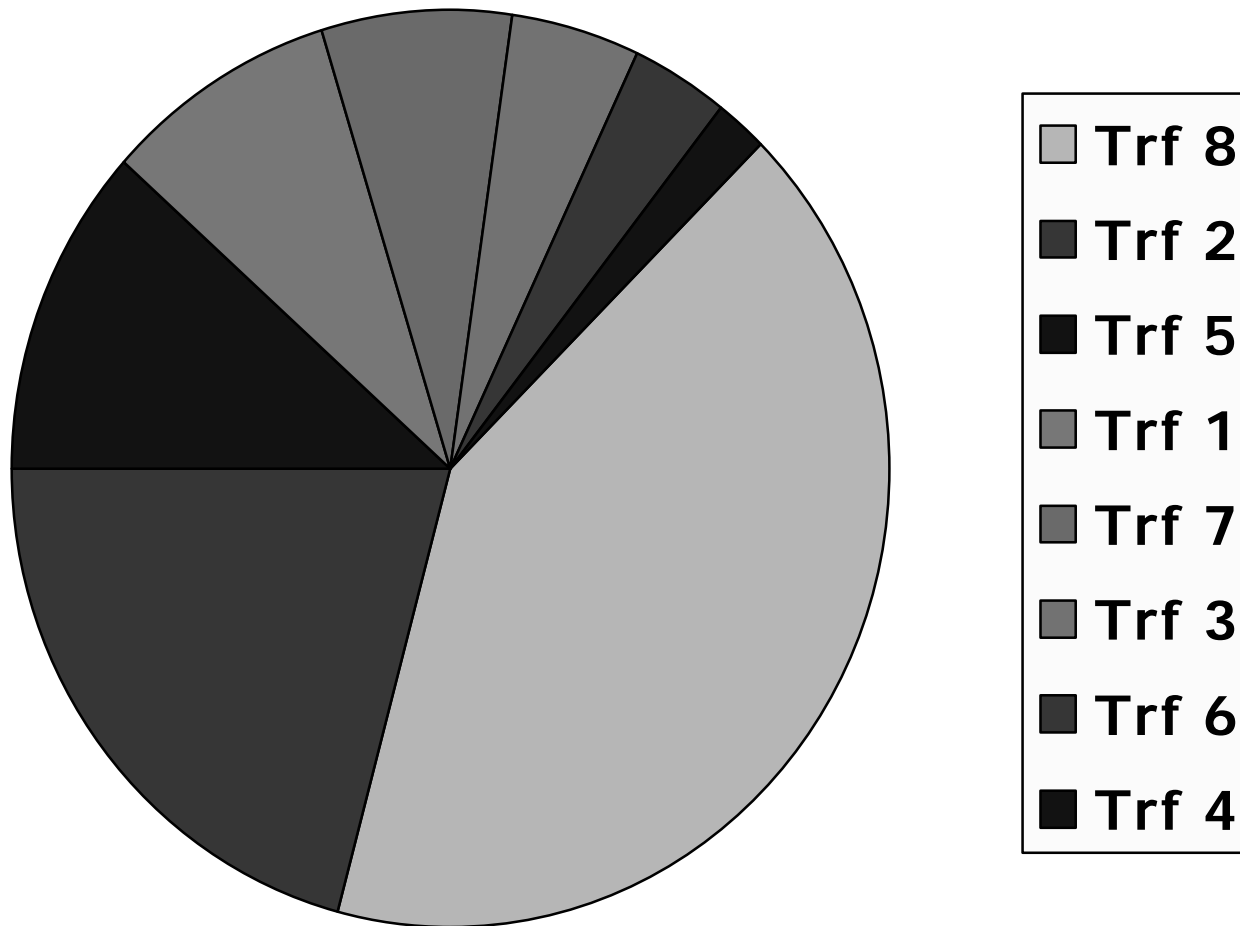
# Comparação: Antes x Depois

---

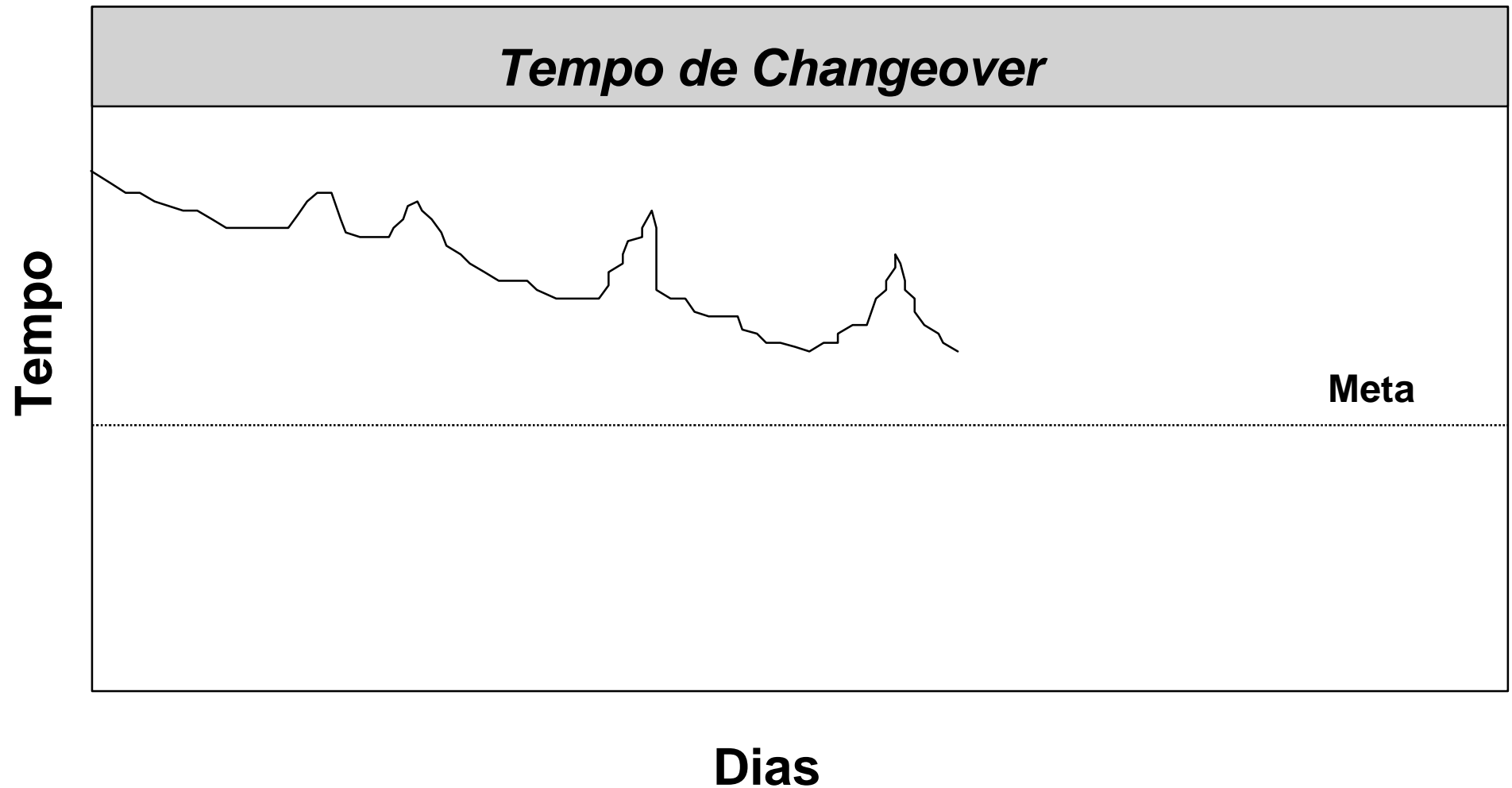


# Diagrama "Pizza"

---



# Controle Visual



# Exercício: Diagrama de Pareto

---

# Passo 1: Separar *Setup* Interno e *Setup* Externo

---

- 1. Analisar a operação de Setup**
- 2. Listar as atividades que possam ser feitas**
  - ✓ **Com equipamento ligado**
  - ✓ **Com o equipamento desligado**

# Exercício: Separar *Setup* Int. e Ext.

---

Setup de:	
N.º de operadores:	Tempo Gasto:
Setup Interno	Setup Interno

# *Setup* Externo: Técnicas de Melhorias

---

- Utilização de procedimento padronizado de *Setup*
- Utilização de *Checklist*
- Verificação das condições de funcionamento dos componentes e ferramentas a serem utilizados no *Setup*
  - ✓ Armazenagem e identificação clara dos componentes
  - ✓ *Kits* de ferramentas
  - ✓ Limpeza e lubrificação dos componentes
  - ✓ Pré-aquecimentos de moldes
- Melhorias no transporte de moldes e instrumentos utilizados
  - ✓ Reduzir a distância até o equipamento
  - ✓ Reduzir o esforço de transporte
  - ✓ Reduzir o esforço de encaixe

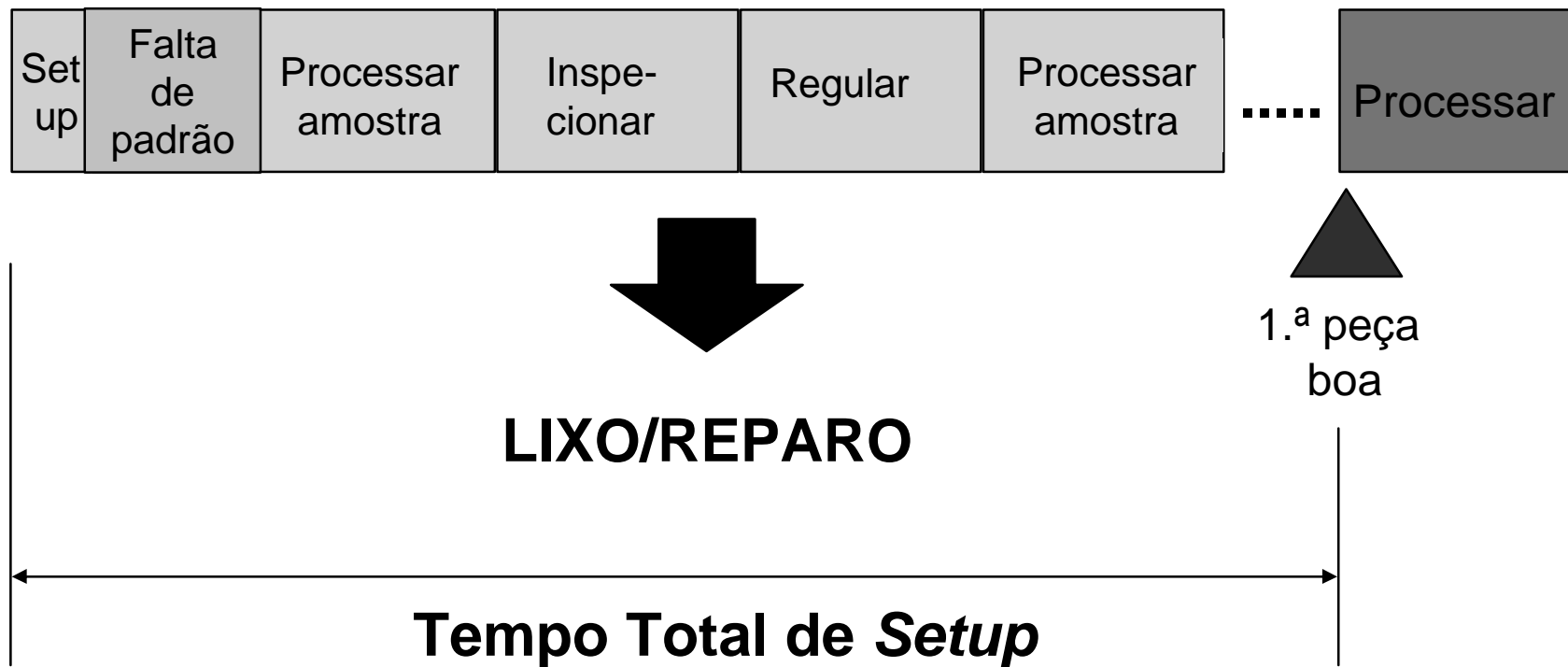


# Procedimento Padrão: Eliminar *Tentativa e Erro*

---

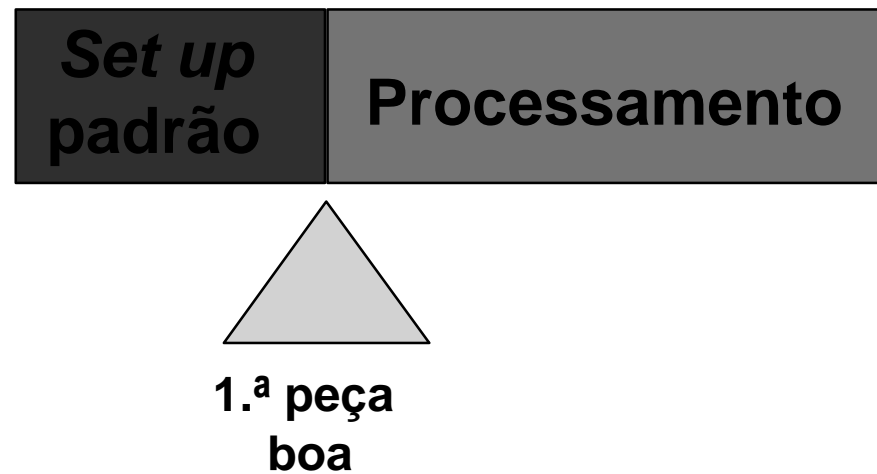
- Não depender da memória para realizar o *Setup*
- Não depender do operador com mais conhecimento
- Não depender a *criatividade* dos operadores quando acontecer problemas já previstos ou solucionados anteriormente
- Realizar o *Setup* da maneira mais eficaz possível
- Planejar o Setup:
  - ✓ *Setup* com limpeza interna do equipamento
  - ✓ *Setup* sem limpeza interna do equipamento

# Efeito da Falta de Padrão



# Efeito do Padrão de *Setup*

---



# Checklist

Produto:		
N.º de operadores:		Tempo Padrão:
Estampas: E1453 E1564 E0465 E1674	Tintas: T045 T012 T042 T002	Ferramentas: Chave 3/8" Chave 1/4" Espátula n.º 2 Extrator
Bandejas: B015	Outros: 4 Parafuso 1/4" 4 Fixadores n.º 3	Obs.: Se houver troca de tinta, ver P.09.002

# Exercício: *Checklist*

---

# Identificação e Armazenagem de Dispositivos

---

- **Tempo gasto:**
  - ✓ **Para encontrar os dispositivos corretos**
  - ✓ **Para liberar o acesso e retirar os dispositivos corretos**
  - ✓ **Com a ajuda de outras pessoas para retirar e transportar os dispositivos**
  - ✓ **Para localizar e utilizar ferramentas e instrumentos**
  - ✓ **Para encontrar a documentação necessária**
  - ✓ **Para encontrar a matéria-prima correta**

# Melhorias na Identificação e Armazenamento

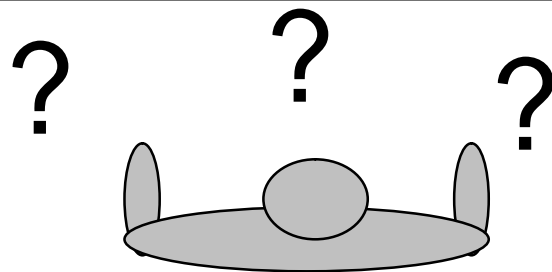
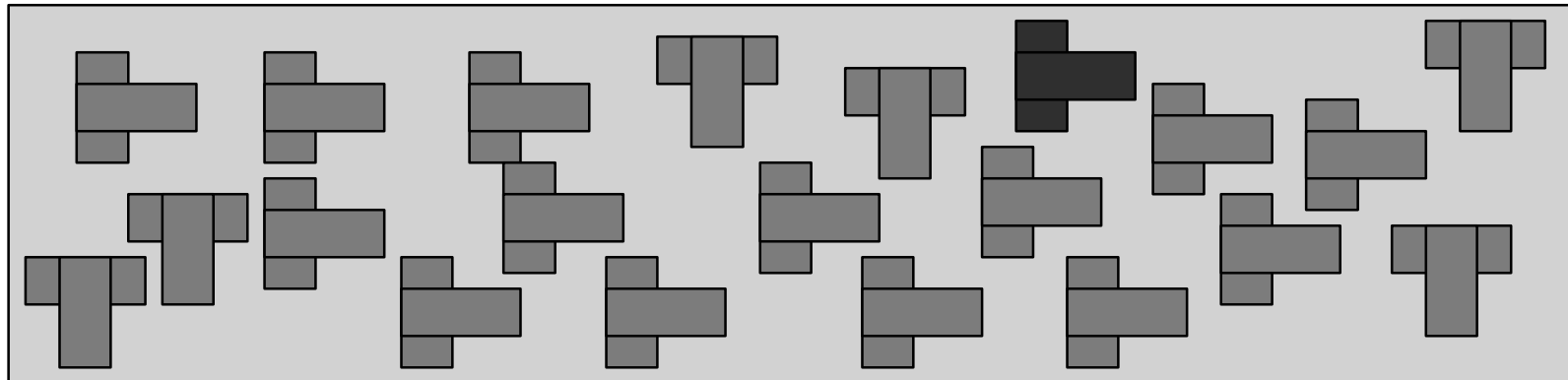
---

- **Descartar moldes/ferramentas/materiais sem utilização (5S)**
- **Manter o local de armazenagem limpo**
- **Manter uma identificação clara e padronizada através de:**
  - ✓ **Etiquetas**
  - ✓ **Placas de identificação**
  - ✓ **Cores**
- **Manter o acesso liberado e facilitado aos dispositivos mais utilizados**
- **Se possível, guardar os dispositivos e materiais mais utilizados próximos ao equipamento**

# Facilitar o Acesso

---

---





# Limpeza e Lubrificação

---



**Garantir que todos os dispositivos estão e condições de uso**

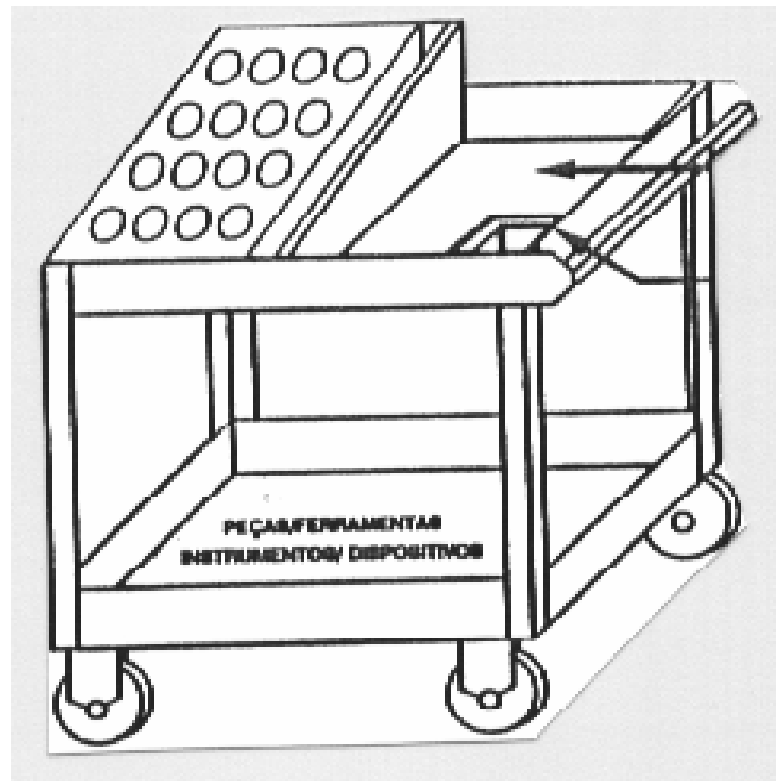
# *Kits* de Ferramentas

---

- **Próximo ao local de uso**
- **Somente o necessário**
  - ✓ **Facilmente visível e identificável**
  - ✓ **Se possível, fazer parte do equipamento**
- **Evitar:**
  - ✓ **Gavetas desordenadas**
  - ✓ **Caixas de ferramentas desordenadas**
- **Uso de carrinhos de ferramentas**

# Carrinho de *Setup*

---



# Transporte de Dispositivos

---

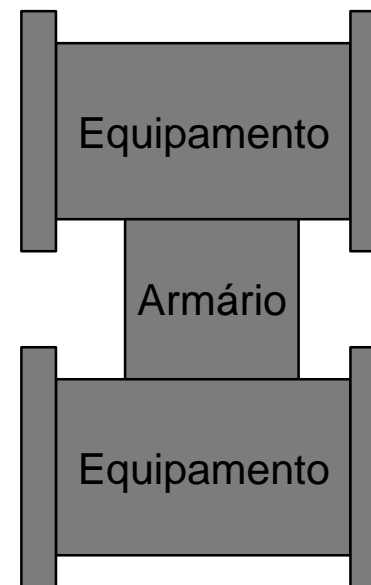
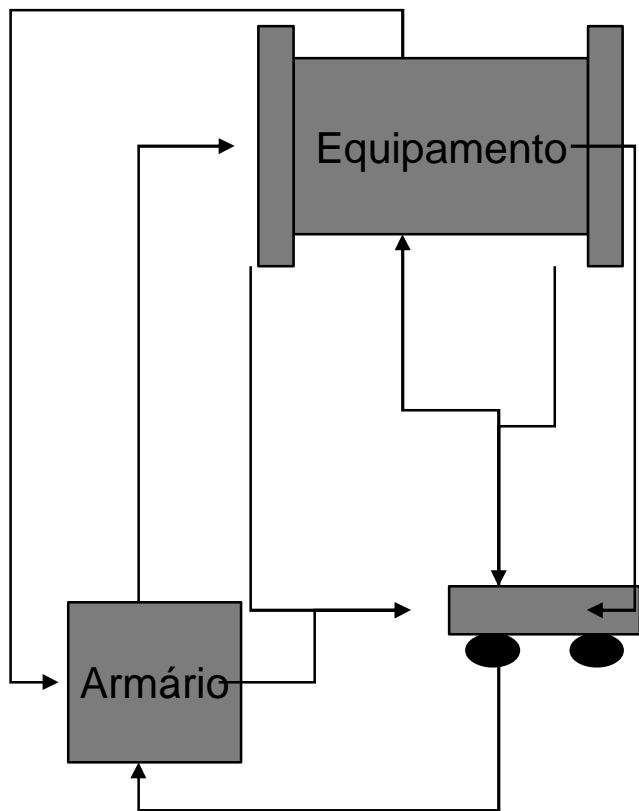
## Causas de perda de tempo:

- ✓ Dispositivos longe do equipamento
- ✓ Necessidade de esforço para acesso ou transporte
- ✓ Transportador é inadequado
  - Empilhadeira
  - Pórtico
  - Manual

## Melhorias:

- Mesas com roletes
- Mesas giratórias

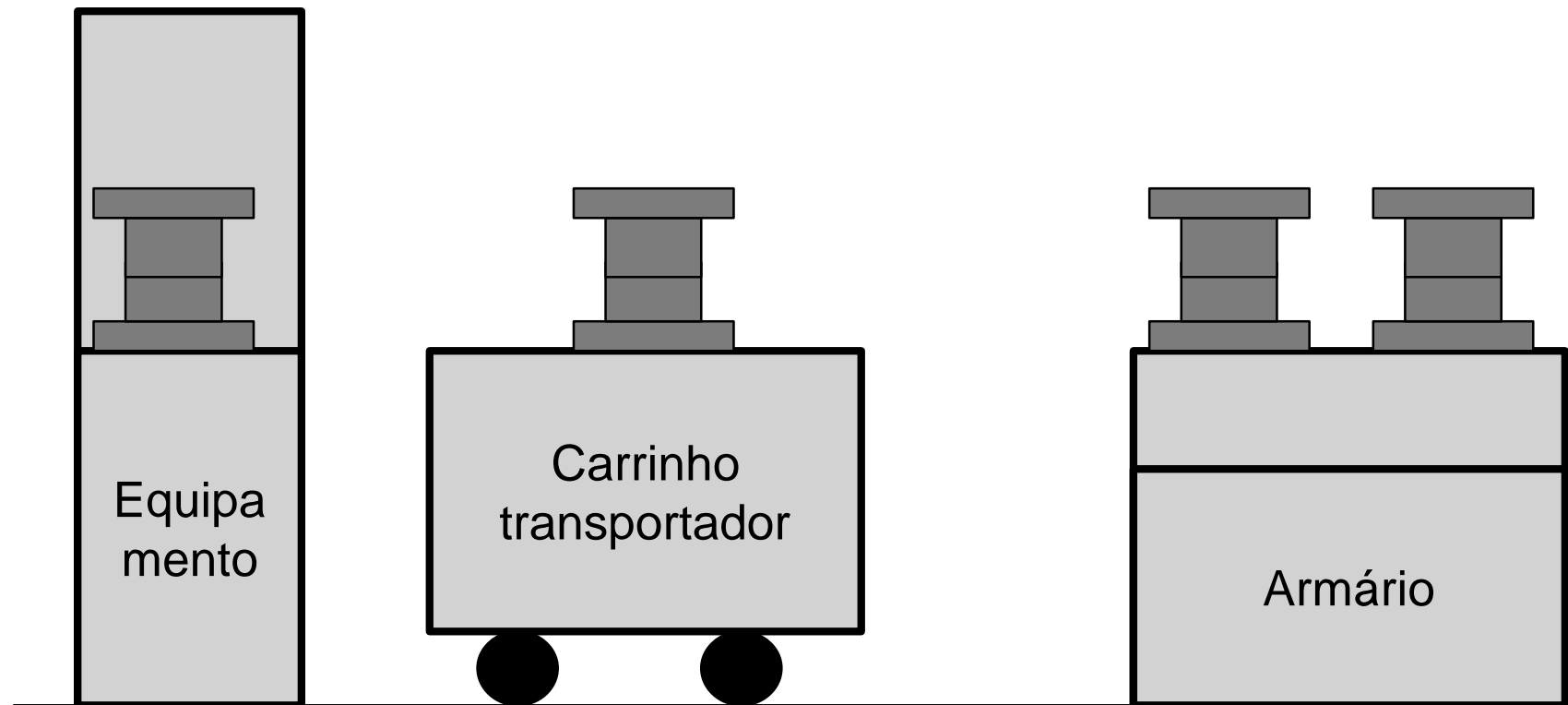
# Redução de Transporte



**PRO**

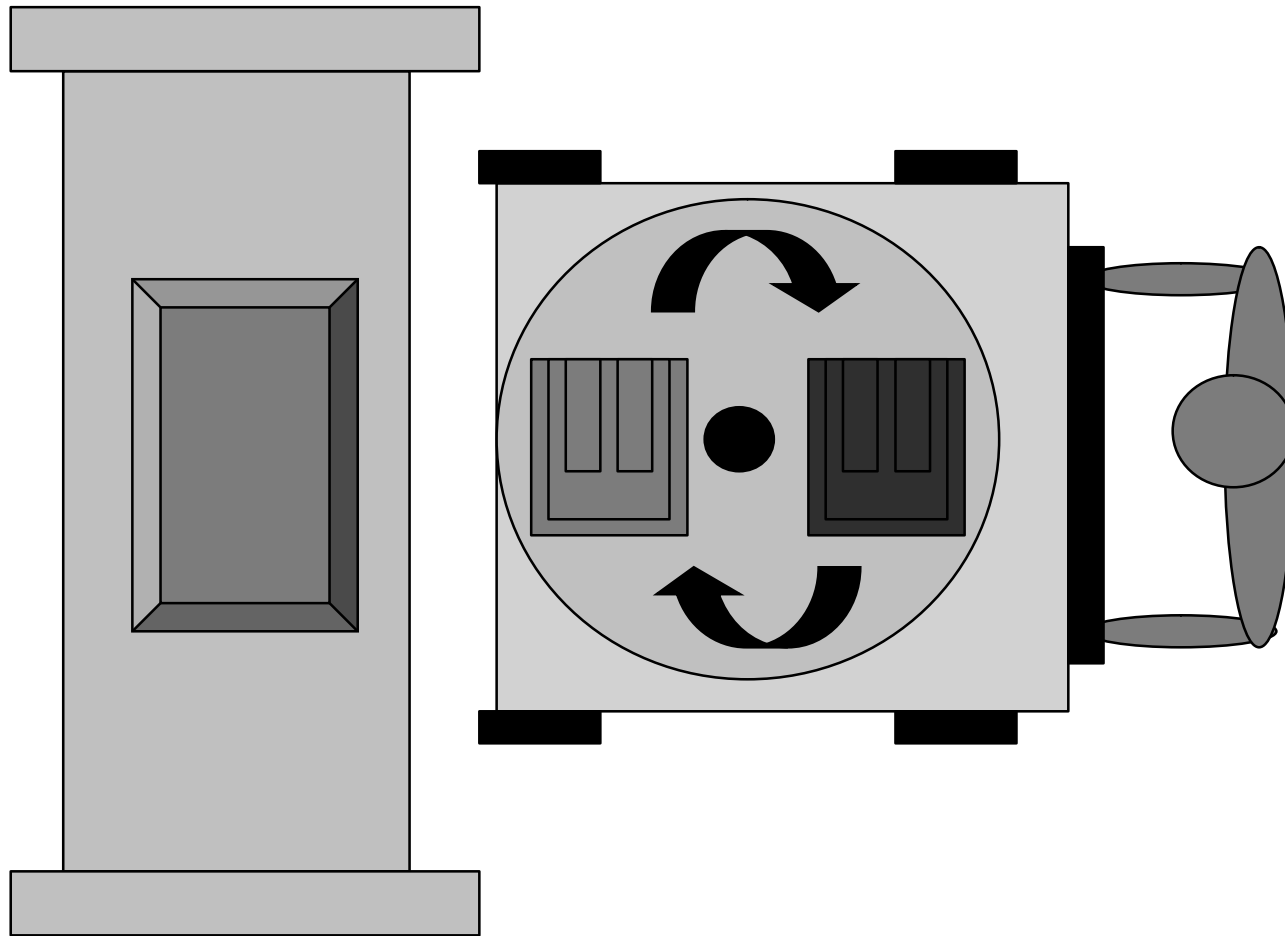
# Carrinho Transportador

---



# Carrinho Transportador Giratório

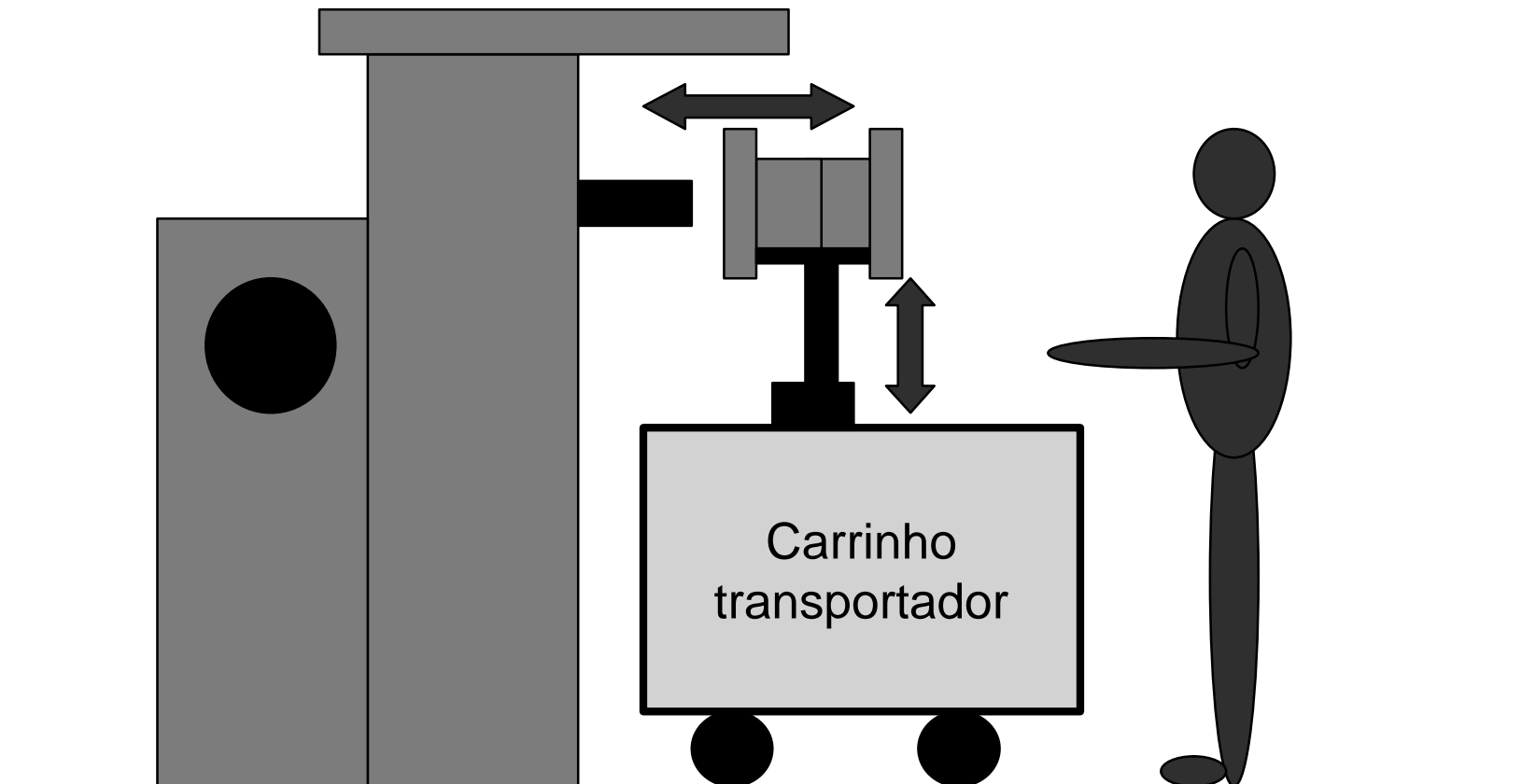
---



*PRO*

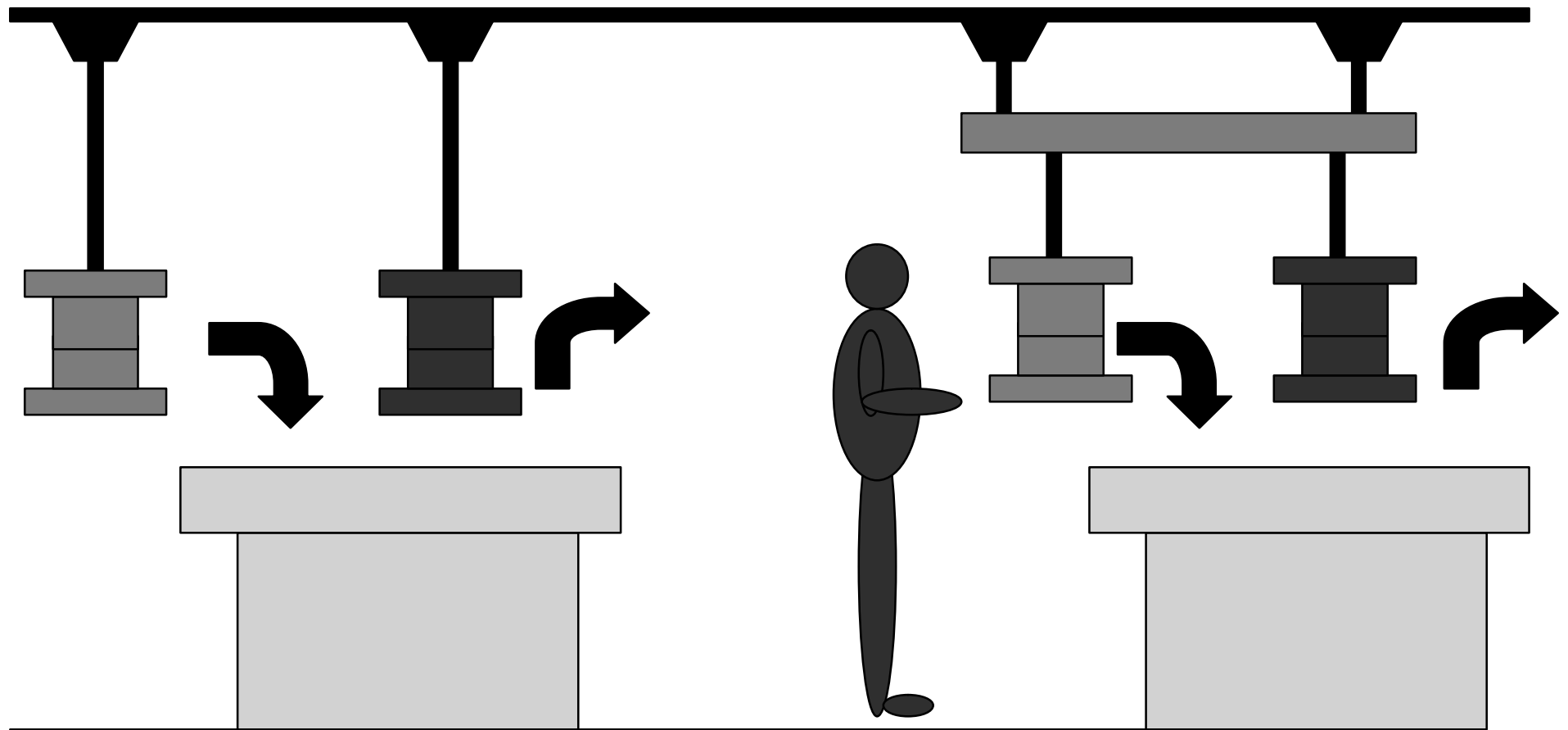
# Elevador de Dispositivos

---





# Reduzir Transporte



# Exercício: *Setup* Externo

---

**Desenhe um dispositivo que melhore o *Setup* Externo de um equipamento da empresa**

# *Setup* Interno: Técnicas de Melhorias

---

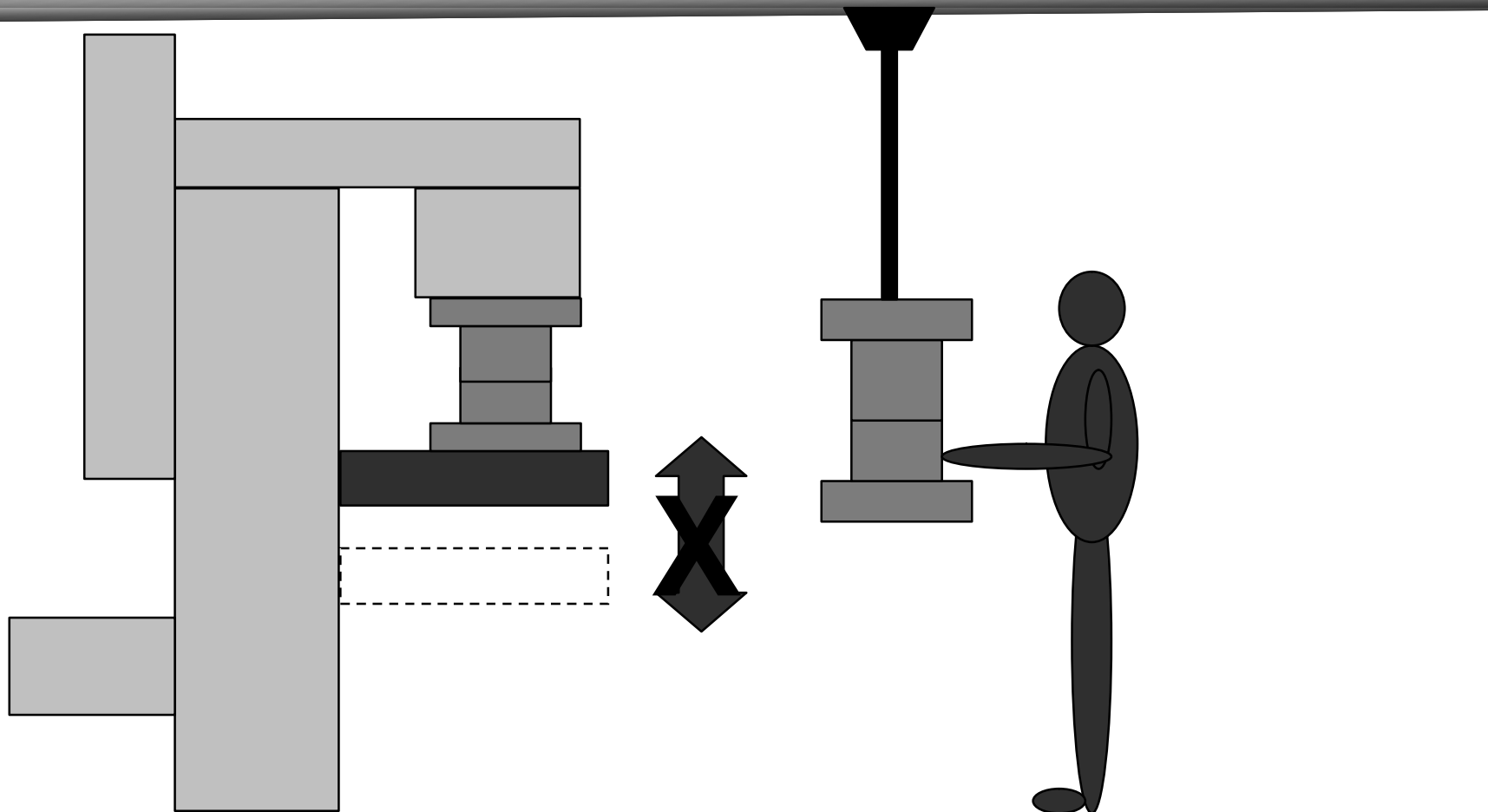
- Operações em paralelo
- Fixar uma base
- Padronização de dispositivos
- Eliminar ajustes
  - ✓ *Stops*
  - ✓ *Check pin*
  - ✓ Gabaritos
- Sistema *Cassette*
- Dispositivos de posicionamento rápido

# Fixar a Base

---

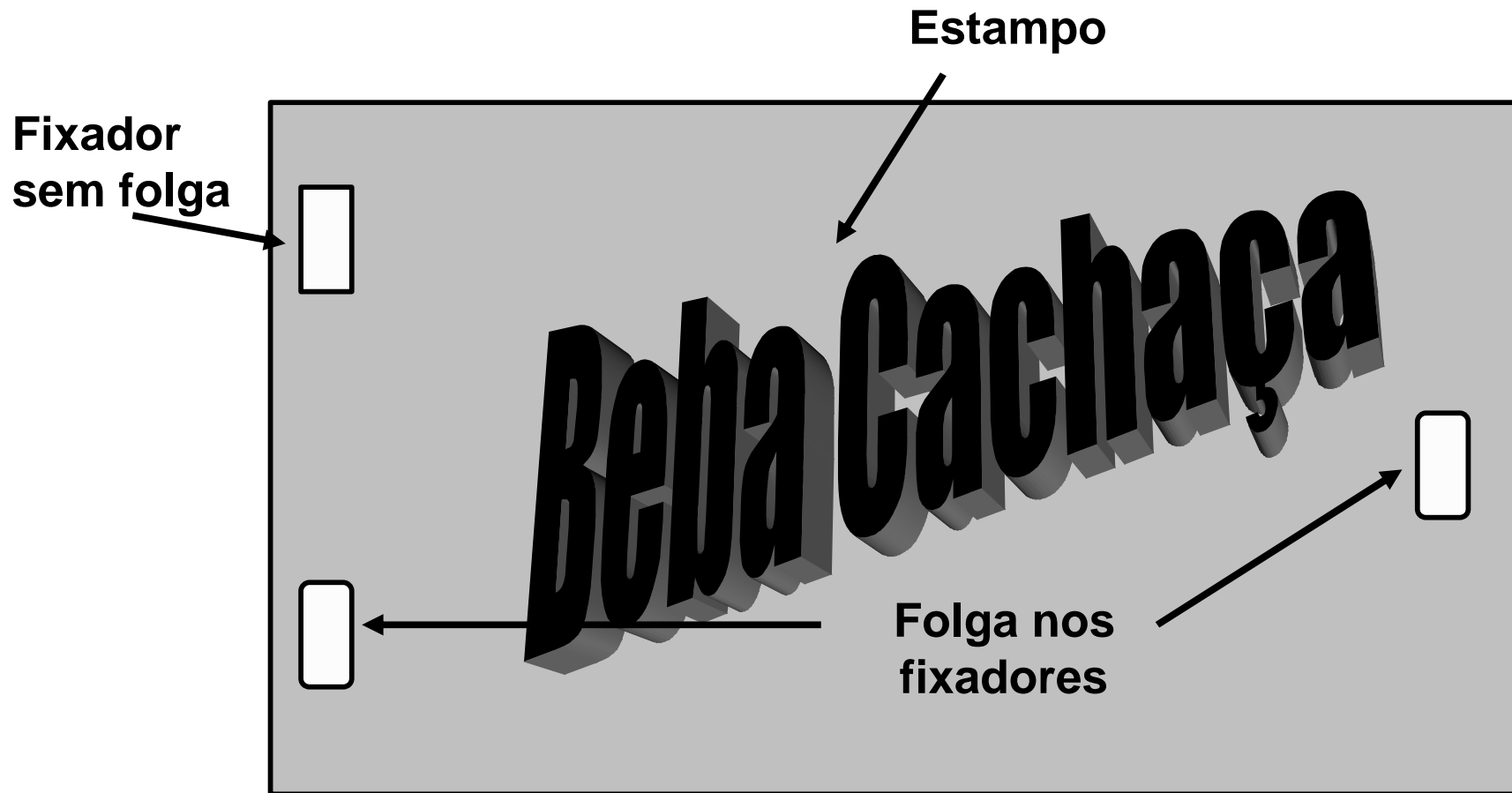
- **Eliminar a principal causa de movimentos e desregulagens**
- **Proporciona ponto de referência fixo para padronização das regulagens**

# Mesa de Apoio Fixa



# Folgas nos Dispositivos e na Base

---



# Padronização de Dispositivos

---

## Objetivo

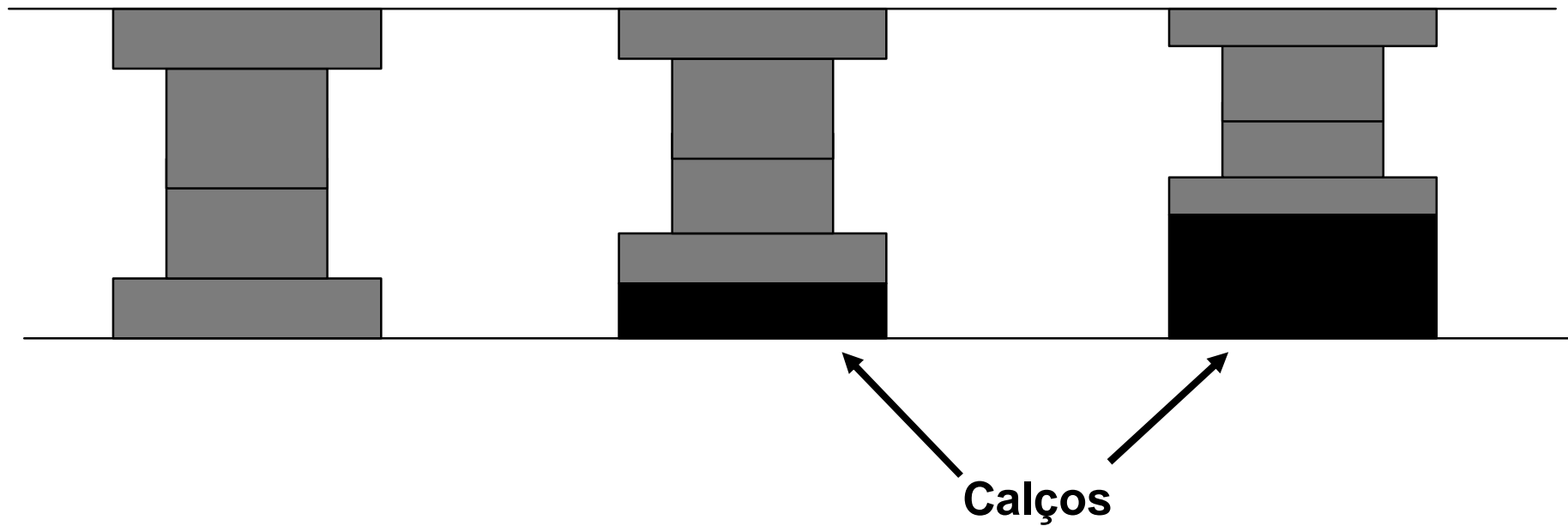
- **Evita regulagens desnecessárias**
- **Evita movimentar base de referência de regulagens**
- **Padroniza procedimento de *Setup***

## Causa dos problemas

- **Projeto de ferramental sem preocupação de padronização**
- **Falta de troca de informações entre produção e projeto**

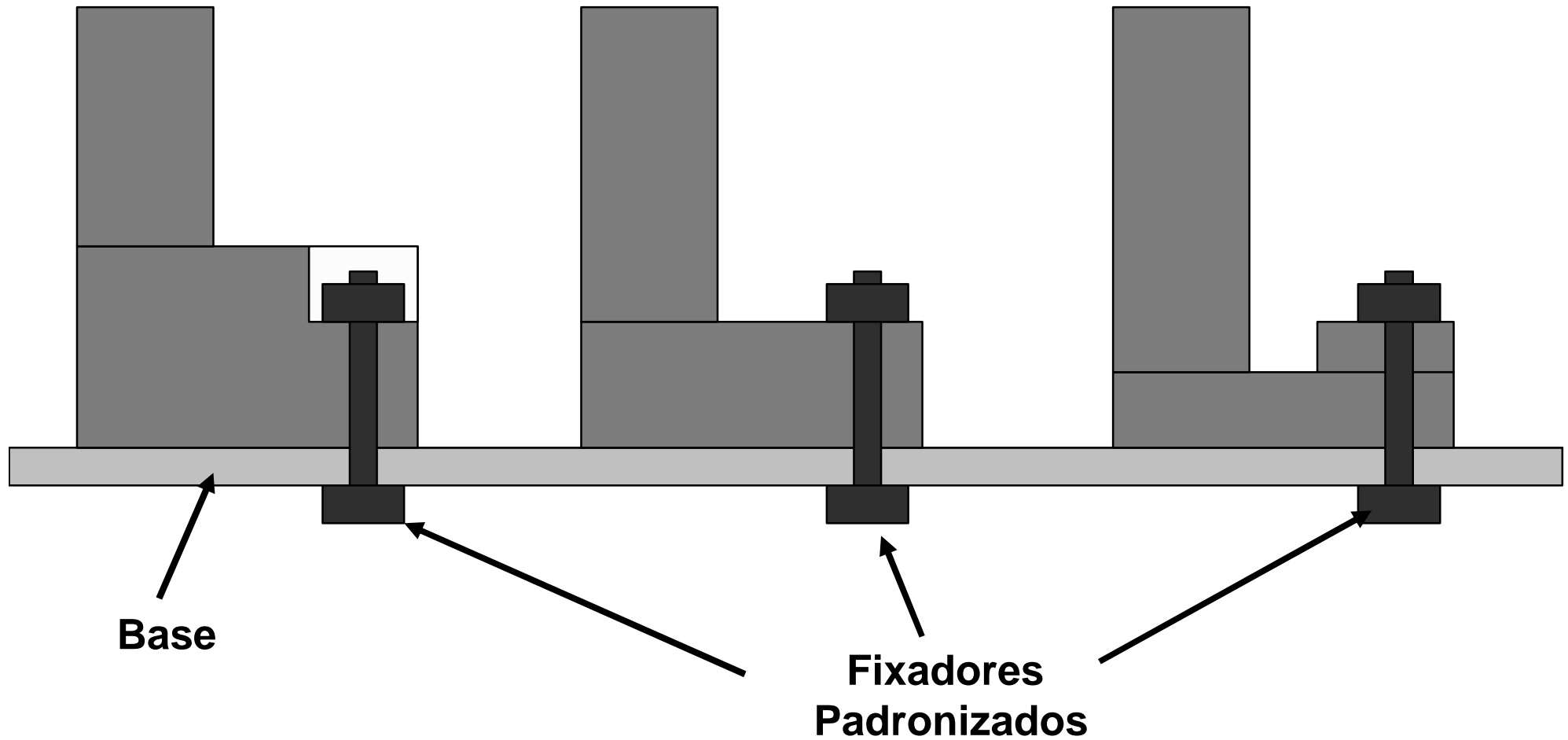
# Padronização de Dimensões

---



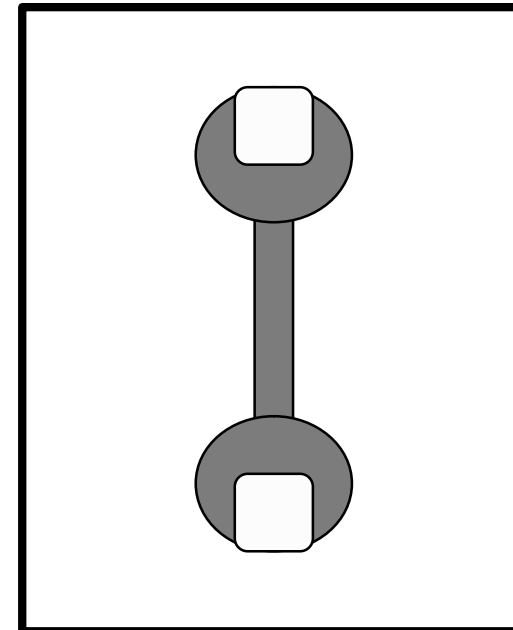
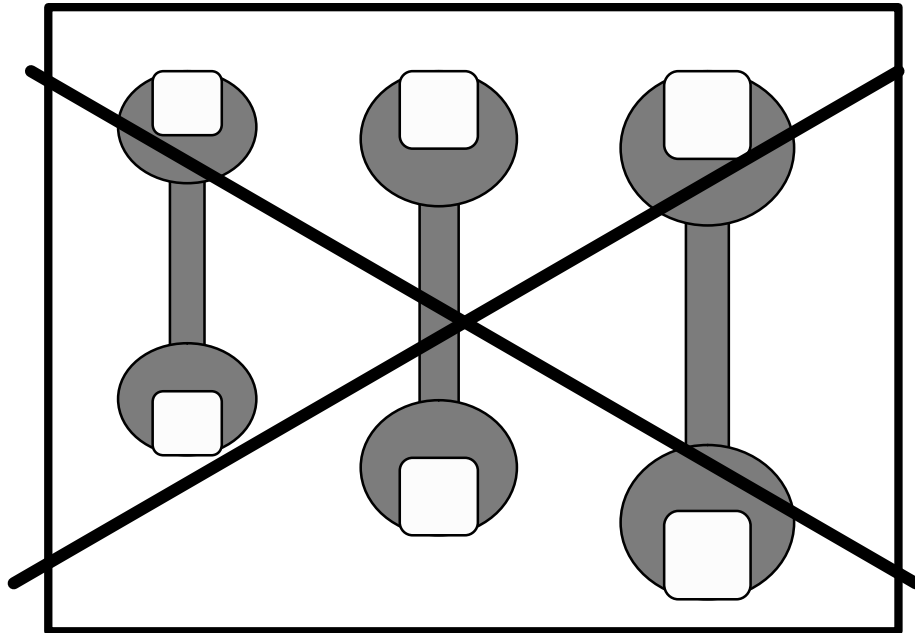


# Padronização de Fixadores



# Padronização de Ferramentas

---



*PRO*

# Eliminar Ajustes

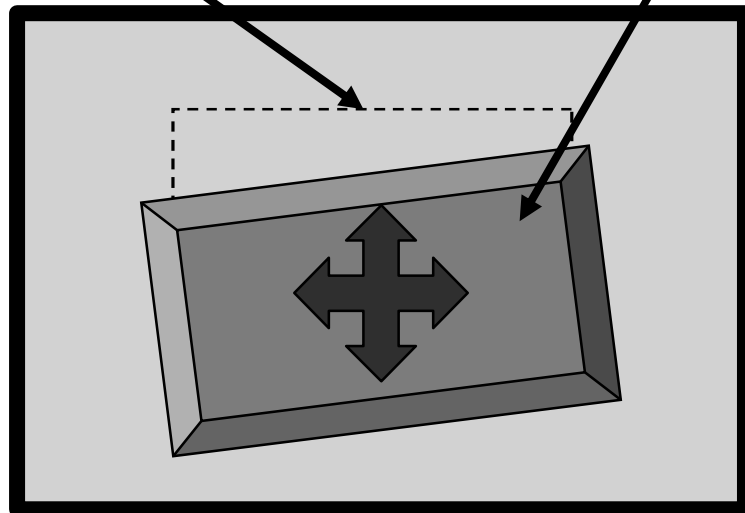
---

- Regulagens não especificadas e documentadas
- Na maioria das vezes, as regulagens diferem por máquina: documentação é impraticável
- Falta de pontos de referência nas máquinas
- A cada regulagem, utiliza-se de *tentativa e erro*
- Perdas durante os ajustes para regular o equipamento
- Uso de instrumentos de medida durante os ajustes

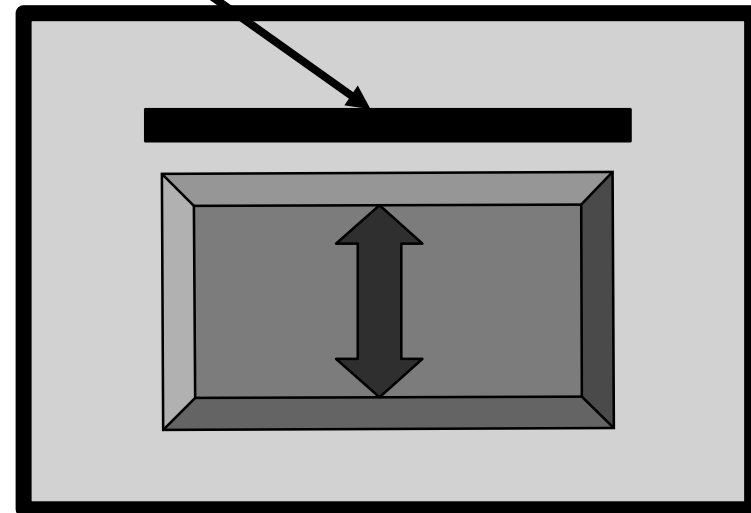
# Ajuste por *Stop*

Posição correta  
do estampo

Estampo  
posicionado

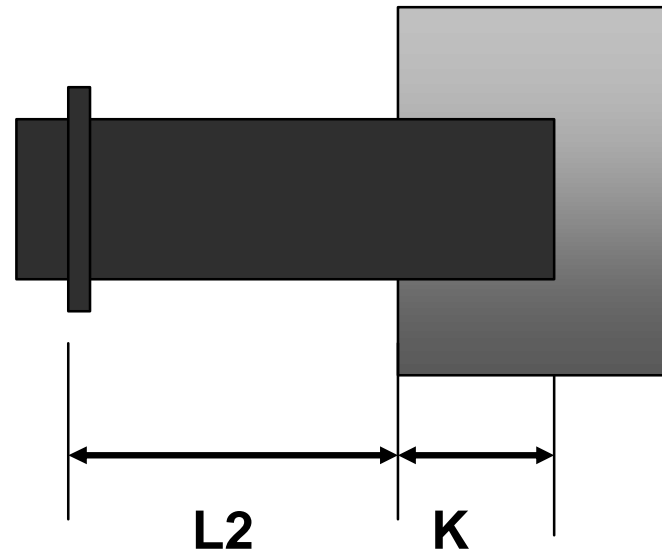
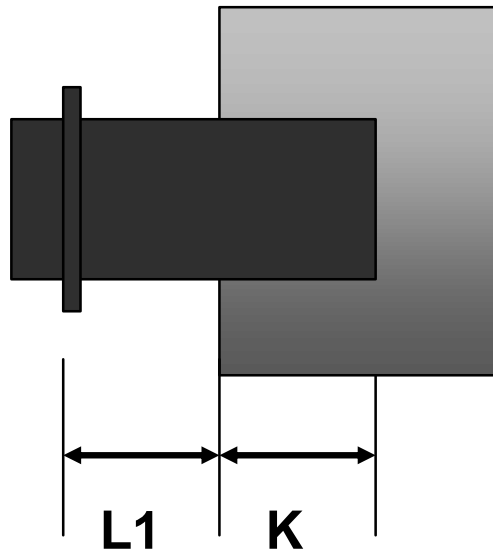


*Stop*



# Ajuste por Gabarito

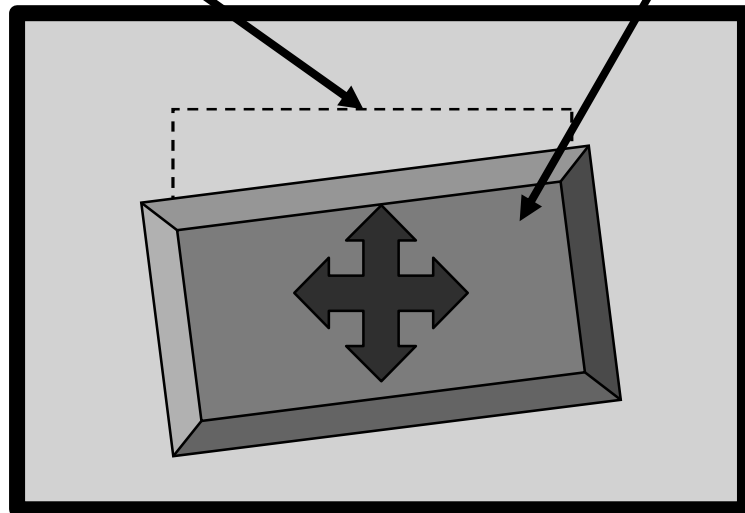
---



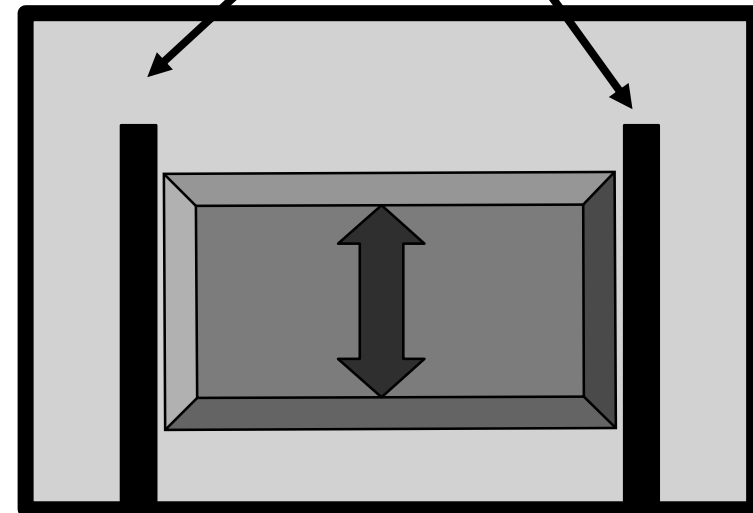
# Ajuste por Guia

Posição correta do estampo

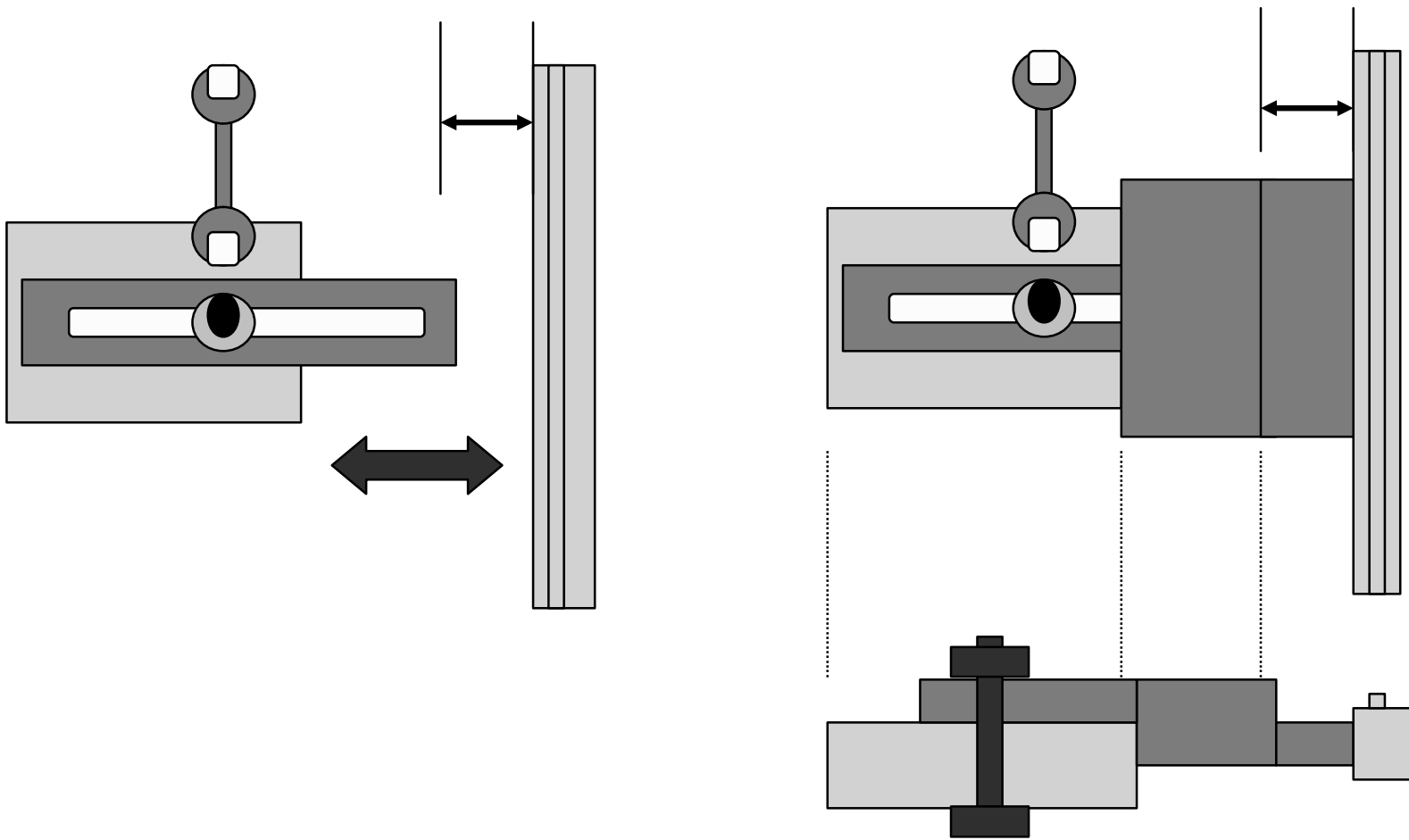
Estampo torto



Guias



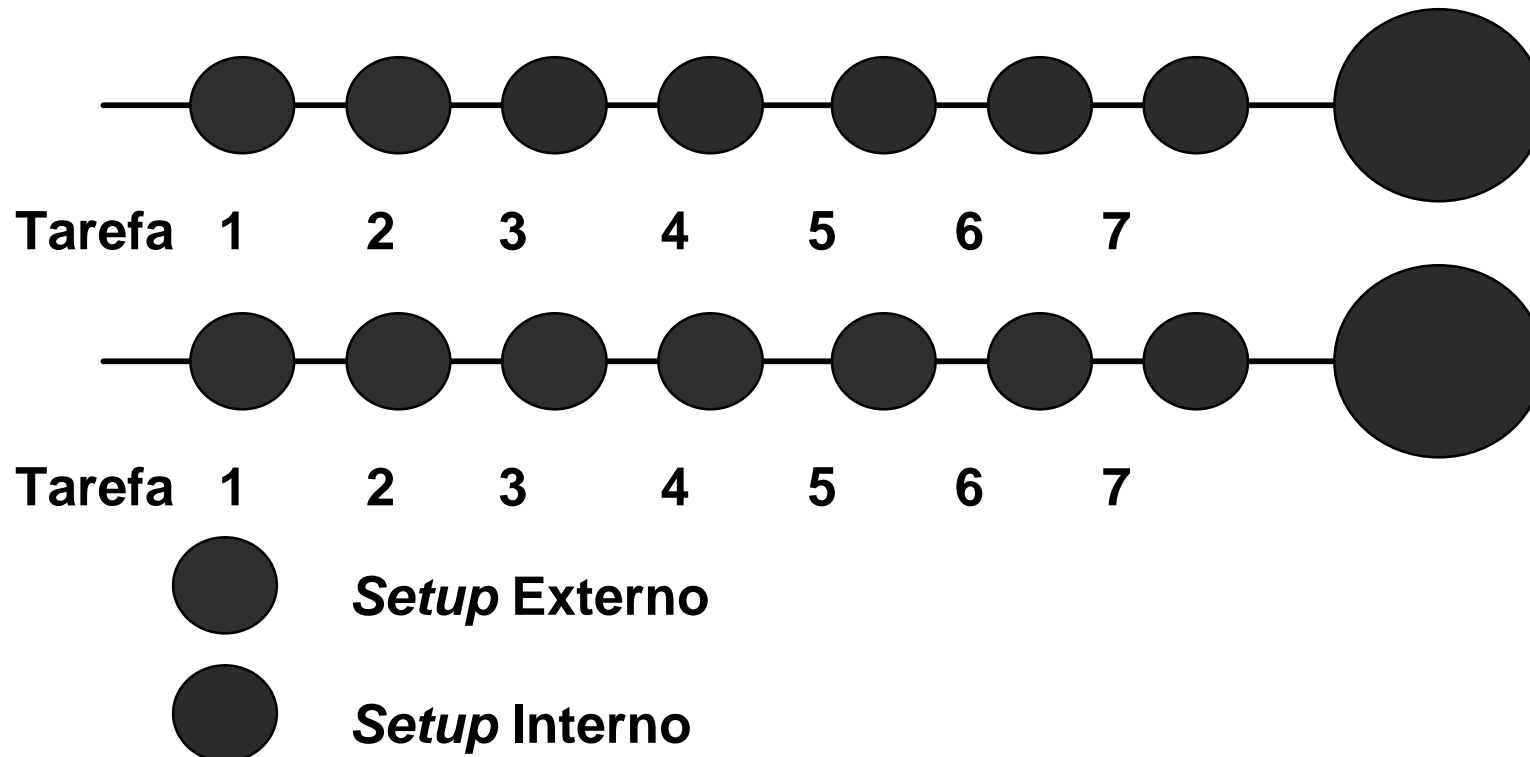
# Eliminar Tarefas de Medição



# Sistema *Cassette*

---

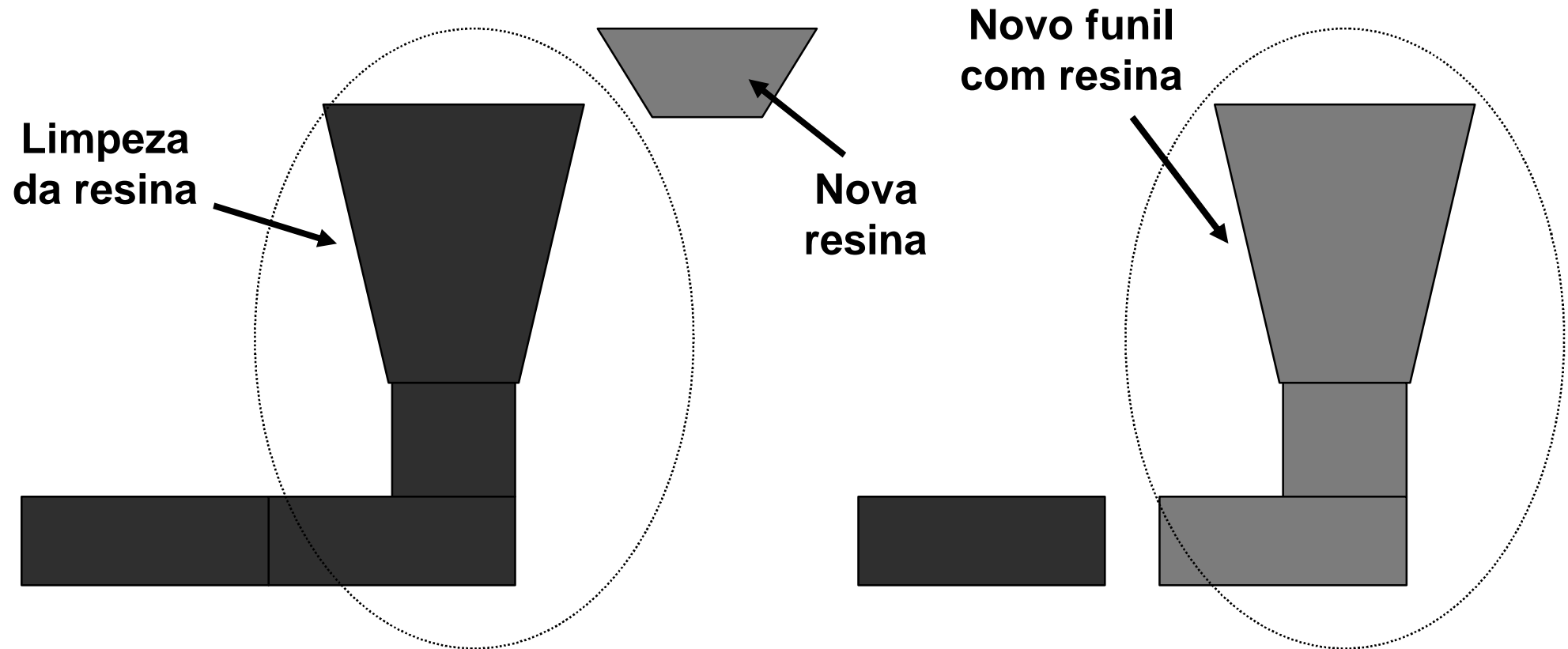
- Troca de subconjuntos prontos para serem incorporados ao equipamento permitindo funcionamento imediato





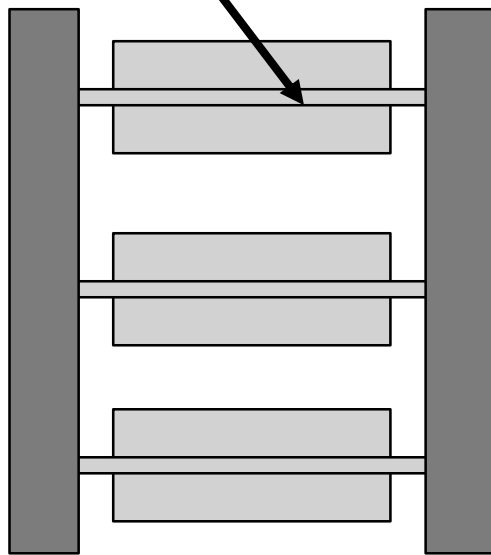
# Cassete

---

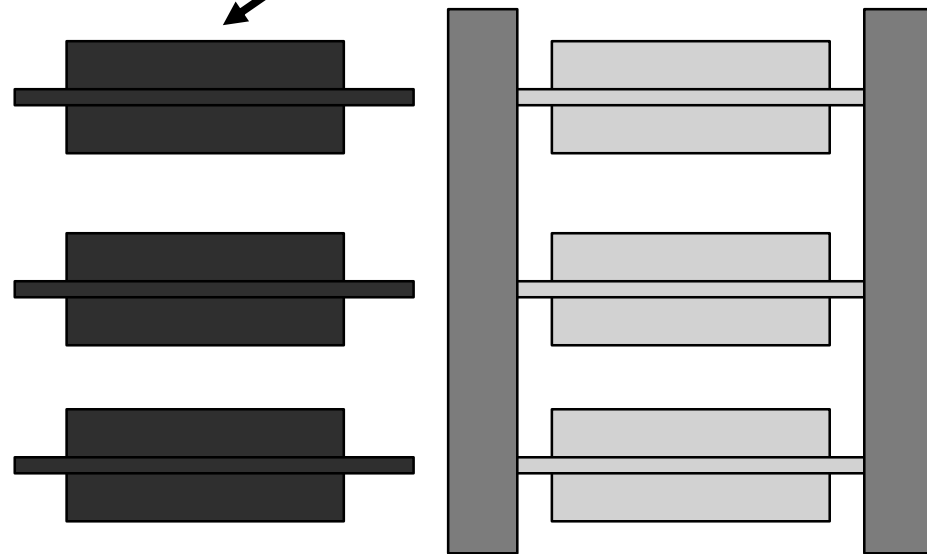


# Cassette

Limpeza da tinta



Novos rolos limpos



Nova tinta

*PRO*

# Dispositivos Rápidos

---

**Evitar tempo despendido em**

- ✓ **Afrouxar**
- ✓ **Remover**
- ✓ **Substituir**
- ✓ **Apertar**

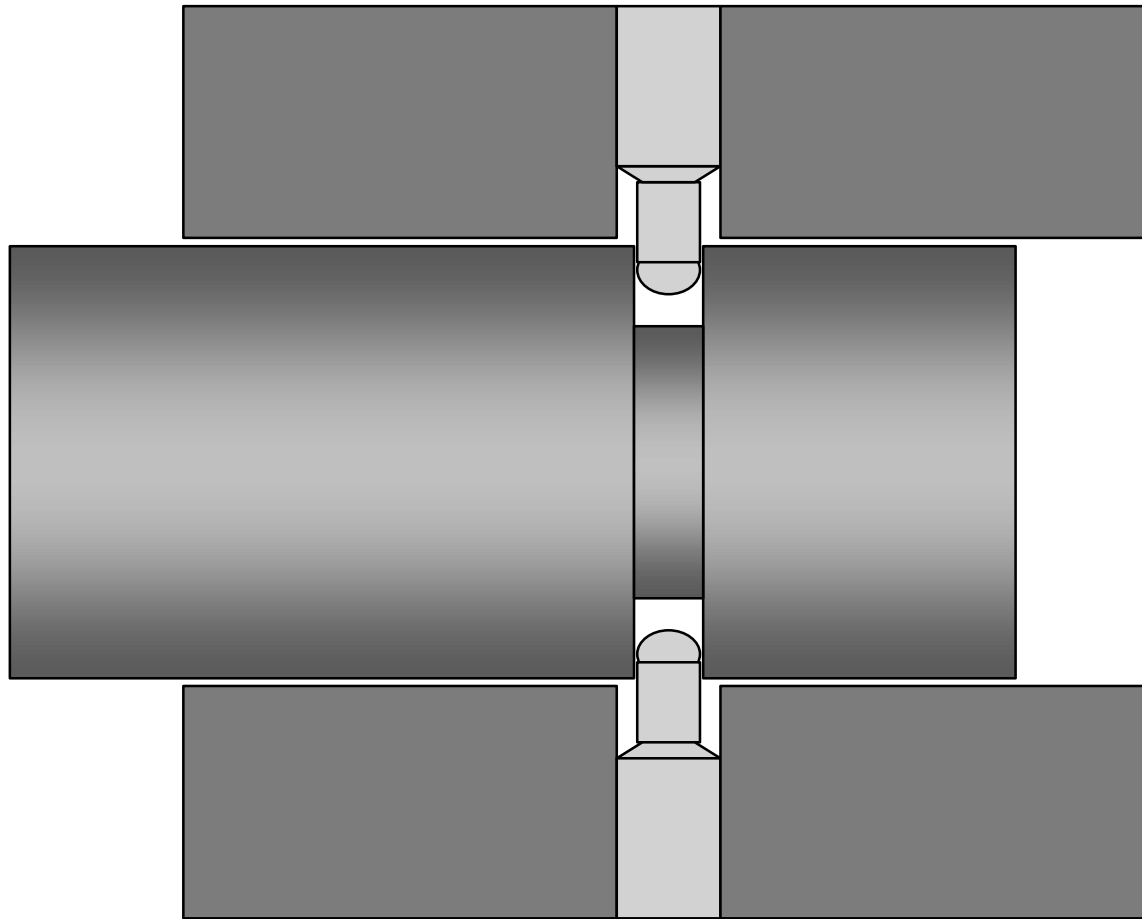
# Dispositivos de Posicionamento Rápido

---

<b>Evitar</b>	<b>Incentivar</b>
<b>Rosca</b> <b>Chave de boca</b> <b>Reposicionar chave</b> <b>Medidas diversas</b> <b>Análise qualitativa de fixadores</b>	<b>Engate rápido</b> <b>Chave <i>T</i> ou <i>L</i></b> <b>Chave com catraca</b> <b>Medida única</b> <b>Análise estrutural de fixadores</b>

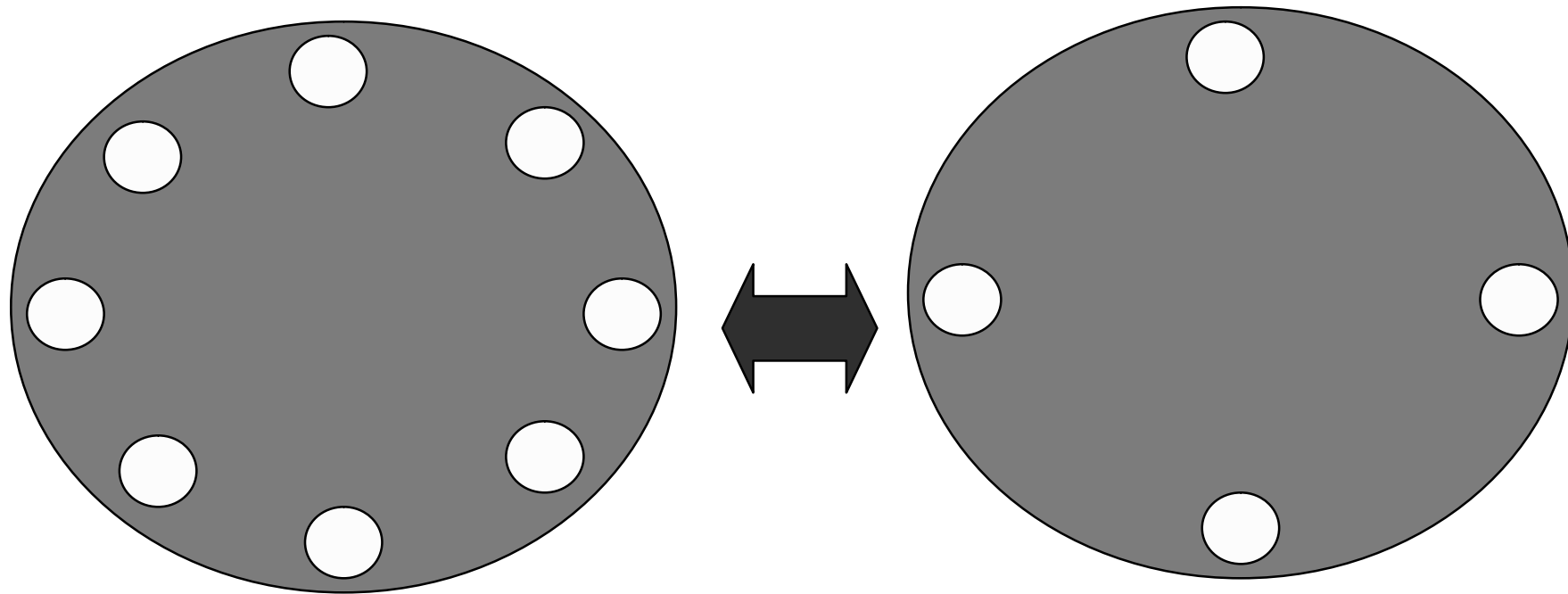
# *Check pin*

---



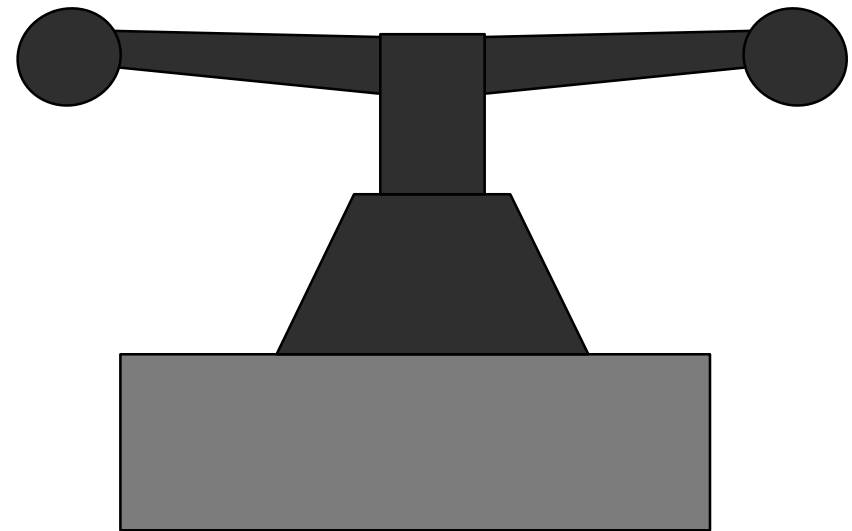
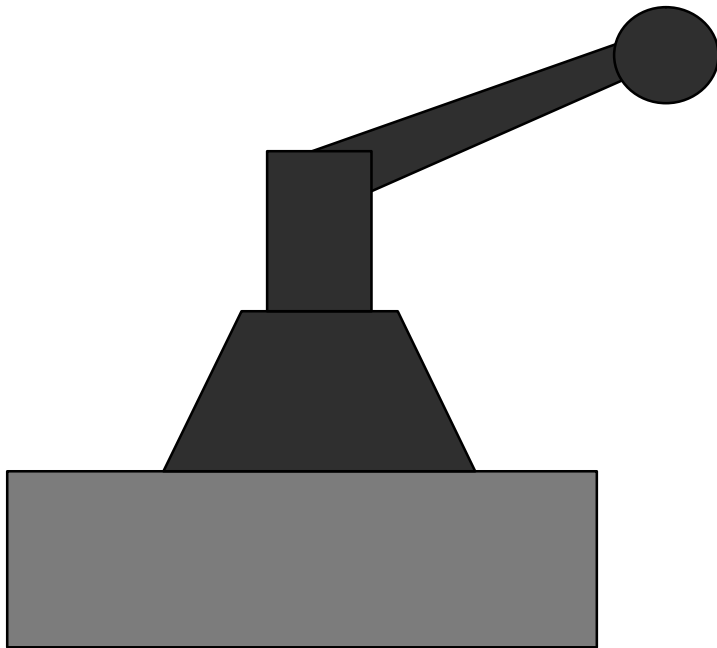
# Redução de Fixadores

---



# Chave *L e T*

---



# Outros Dispositivos

---

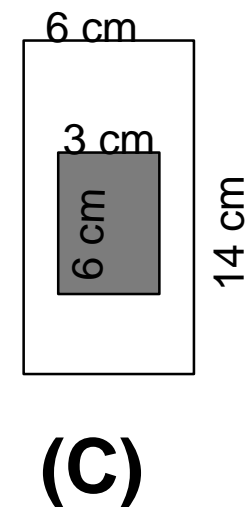
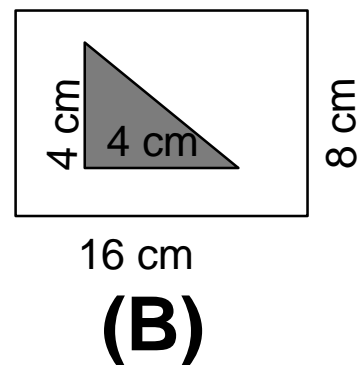
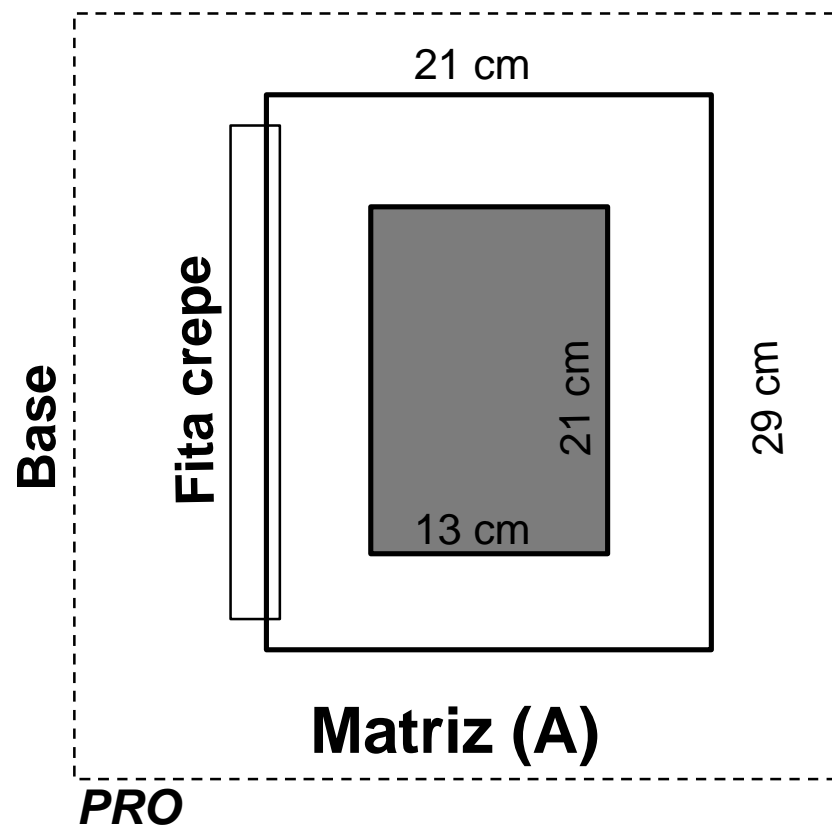
- **Arruelas Tipo C**
- **Grampos de fixação**
- **Rosca fendida**
- **Fixação por encaixe em U**



# Exercício

Tarefa:

Desenhar triângulos e retângulos no centro de folhas de papel utilizando os estampos abaixo:



# Exercício

---

## Procedimento:

1. **Construir a Matriz (A) e os Estampos (B) e (C) em papelão (cuidado para não se cortar)**
2. **Coloque os dois estampos, a fita crepe, a caneta e as folhas de papel ao lado da matriz**
3. **Dispare o cronômetro**
4. **Coloque o estampo (B) na matriz (A), centralize com o auxílio de uma régua e prenda com fita crepe**
5. **Levante a matriz, coloque a folha de papel, feche a matriz, desenhe o triângulo e tire a folha de papel. Repita até conseguir 5 folhas com triângulos**
6. **Sem parar o cronômetro, tire o estampo (B) e coloque o estampo (C) do modo já descrito**
7. **Desenhe 5 folhas com retângulos**
8. **Trave o cronômetro quando retirar a 5ª folha e comunique o tempo obtido ao professor**

# Exercício

---

## 2ª Parte:

1. Agora, **PROJETE e CONSTRUA** uma forma de troca rápida dos estampos (B) e (C) na Matriz (A). É obrigatório utilizar a *mesma matriz e os mesmos estampos*.
2. Seguindo os mesmos procedimentos de posicionamento dos estampos e folhas, faça uma cronometragem utilizando os dispositivos projetados
3. Informe o tempo obtido ao professor para comparação

# Método de Análise

---

1. Definir o processo a ser estudado
2. Montar a equipe que tentará reduzir o tempo de total de *setup*
3. Observar e registrar as atividades atuais de *changeover*:
  - ✓ Listar os elementos do processo em uma planilha
  - ✓ Cronometrar individualmente os elementos
  - ✓ Relatar observações que se julgue importantes (processo/*setup*)
4. Fazer uma representação gráfica dos tempos observados para realizar o *setup* (barras, pizza, etc)

# Método ...

---

## 5. Fazer uma avaliação da situação atual

---

✓ <b>Priorização</b>	<b>Pareto</b>
✓ <b>Visualização</b>	<b>Fluxograma</b>
✓ <b>Causas</b>	<b>Espinha de peixe</b>
✓ <b>Rastreamento</b>	<b>Estratificação</b>
✓ <b>Tendência</b>	<b>Gráfico dispersão</b>
✓ <b>Variabilidade</b>	<b>Histograma</b>
✓ <b>Padronização</b>	<b><i>Check List</i></b>

---

## 6. Com base na análise, desenvolver uma planilha de *changeover* rápido, atacando as causas

# Método ...

---

7. Marcar uma meta a ser atingida de tempo de *changeover*

8. Fazer um gráfico com:

- ✓ Tempo de cada *setup* executado

- ✓ Problemas atacados

- ✓ As metas

- ✓ As melhorias

- ✓ Os próximos passos

# Princípios do *Setup* Rápido

---

- Diferenciar elementos de preparação *interna* da preparação *externa*
- Remanejar o máximo possível os elementos *internos* para os elementos *externos*
- Dinamizar os elementos *internos* remanescentes
- Dinamizar os elementos externos

# Ferramentas para Análise

---

- **Sugestões**
- **Diagramas**
- **Gráficos**
- **Vídeos**



# Sugestões

---

**Permite:**

- **Todos os elementos da equipe contribuam**
- **Visualização das informações**
- **Flexibilidade na análise de todos fatos individualmente**

# Vídeos

---

## Ferramenta de documentação

- **As pessoas envolvidas devem saber que estão sendo filmadas. Explicar por quê.**
- **Antes de gravar, estudar as atividades para saber os pontos e momentos-chave a serem documentados**
- **Gravar o processo geral de troca de ferramenta.**
- **Gravar também atividades e partes específicas do corpo do operador que está envolvido na tarefa (movimentos das mãos, olhos, etc.)**

# Vídeos

---

- **Todos os movimentos relevantes devem ser gravados**
- **Verificar se a gravação está correta**
- **Regravar segmentos que não ficaram claros**
- **Inserir a data e hora da gravação**
- **Agendar uma reunião com todos os operadores envolvidos para rever a gravação**
- **Pedir para o operador narrar o que está fazendo**
- **Pedir sugestões e informações adicionais sobre o que foi gravado**

# Exercício

---

**Analisar o vídeo de um *setup* e sugerir 4 (quatro) melhorias**

- ✓ **2 melhorias no Setup Interno**
- ✓ **2 melhorias no Setup Externo**

# Sumário

---

- **Diferenciar elementos de setup interno e externo**
- **Remanejar o máximo possível os elementos internos para elementos externos**
- **Otimizar os elementos internos**
- **Otimizar os elementos externos**