



Departamento  
de Engenharia  
de Produção



EESC-USP

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
**ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

---

**SEP 0284 – FUNDAMENTOS DE PROCESSOS DE**  
**PRODUÇÃO II – USINAGEM DOS METAIS**

**Aula 3 – Planejamento de processos de usinagem**

*Prof. Eraldo Jannone da Silva*  
*Prof. Reginaldo Teixeira Coelho*

# Plano de Processos

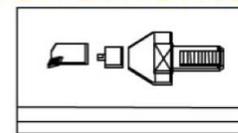
## Plano Macro

| Cabeçalho          |     |           |        |  |
|--------------------|-----|-----------|--------|--|
| Seq                | Máq | Descrição | Tempos |  |
| para cada operação |     |           |        |  |
|                    |     |           |        |  |
|                    |     |           |        |  |
|                    |     |           |        |  |
|                    |     |           |        |  |
|                    |     |           |        |  |

Set-up da máquina

Preparar contra ponta ...

Pre-set de ferramentas

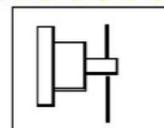


Plano de inspeção

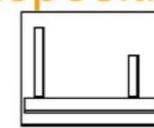
Programa CN

```
G00 X0 Y0
.....
```

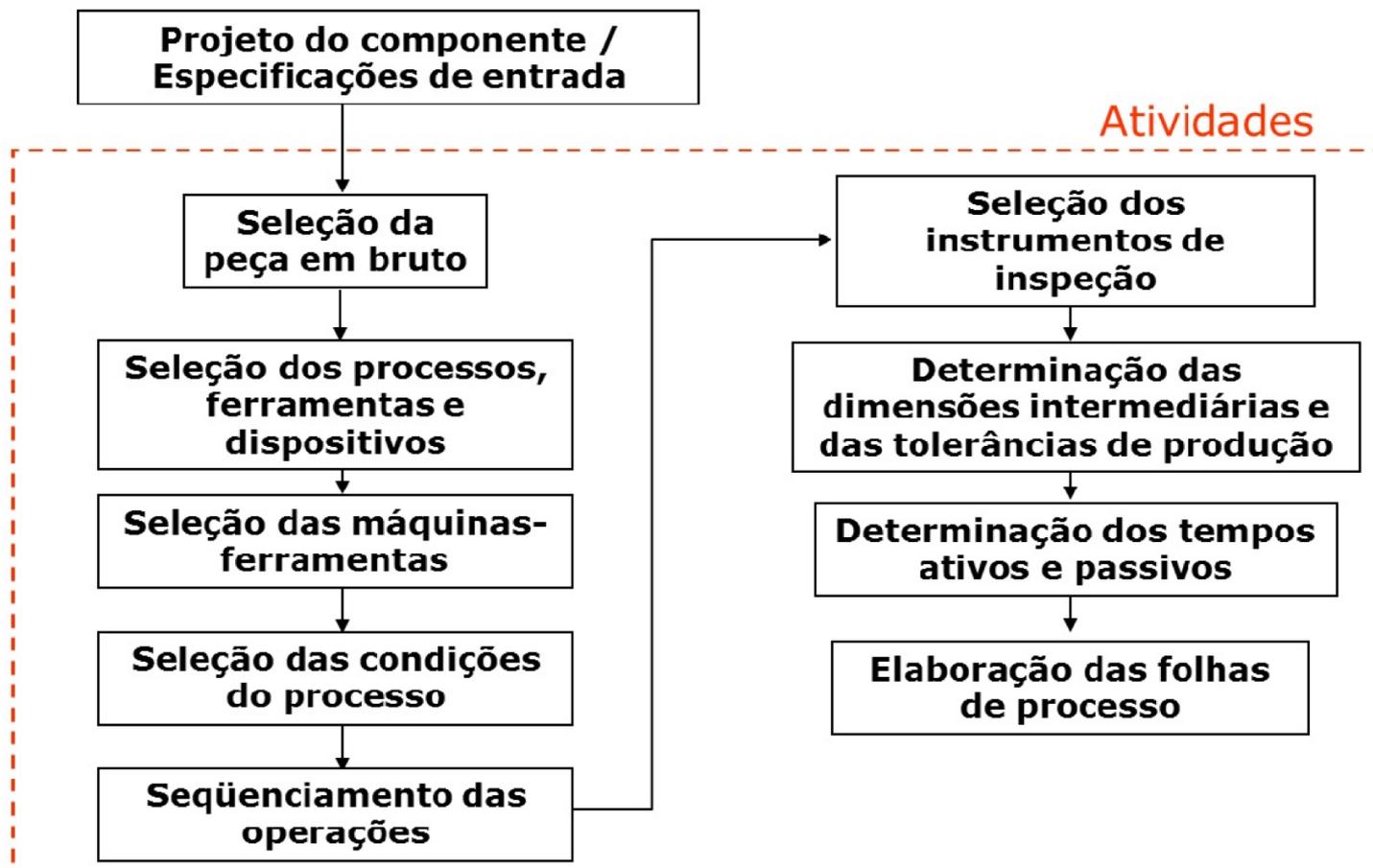
Folha de sub-operação  
Croquis de processo



Dispositivos

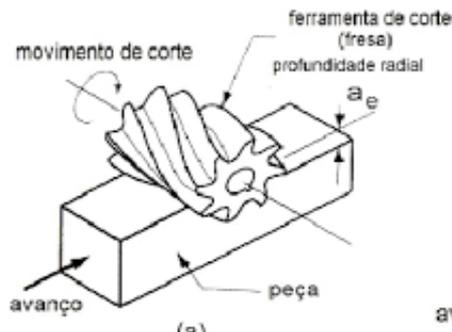
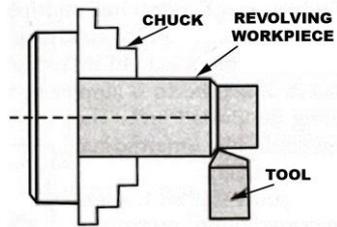


# Plano de processos - Roteiro



# Plano de Processos – Processos e Operações

- **Processo e operação – Plano Macro**
- Está ligado à máquina-ferramenta, ao equipamento
  - Torneamento
  - Fresamento
  - Alargamento
  - Tratamento térmico
  - Anodização
  - etc.



Plano de Processo de Fabricação (Macro)  
SEP 285 – Práticas em Processos de Produção

Form PP1

| código peça                 |                                | classe peça                               | denominação da peça |                           |                         | data |    |
|-----------------------------|--------------------------------|---|---------------------|---------------------------|-------------------------|------|----|
| código peça em bruto        |                                | denominação / especificação peça em bruto |                     |                           |                         |      |    |
| código conjunto             |                                | denominação conjunto                      |                     |                           | volume produção da peça |      |    |
| nome do processista (aluno) |                                | equipe (1)                                |                     |                           |                         |      |    |
| N                           | descrição operação (2)         |   |                     | máquina código – nome (1) | TP                      | TH   | TM |
| 10                          | Torneamento cilíndrico externo |   |                     | Torno T1                  |                         |      |    |
| 20                          | Fresamento lateral             |   |                     | Fresad. F1                |                         |      |    |

# Plano de Processos - Operações



- **Operação (OP) Plano de Operações:**
  - Detalha os componentes simples de um processo de usinagem
  - Compreende uma porção completado processo em uma única máquina e fixação.
  - Cada operação envolve o manuseio da peça (carga e descarga).

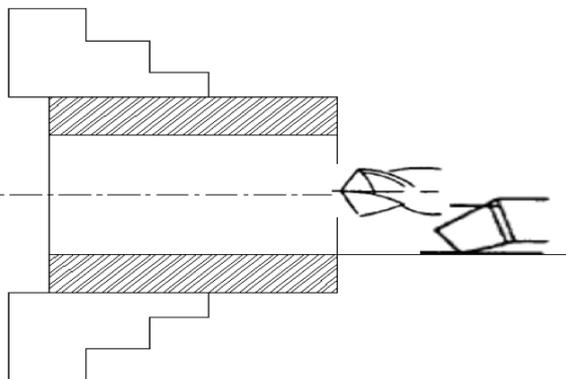
Plano de Operação de Fabricação  
SEP 285 – Práticas em Processos de Produção

Form PP2

| código peça | classificação peça             | denominação da peça | código conjunto | denominação conjunto       | data   |
|-------------|--------------------------------|---------------------|-----------------|----------------------------|--------|
| nº oper.    | Descrição da operação          | máquina             | volume peça     | processista (aluno)        | equipe |
| N           | descrição sub-operação (1)     |                     | ferramental (2) | condições (3)              | T(4)   |
| 10          | Torneamento cilíndrico externo |                     | FT1- 003-02D    | 100 m/min<br>f= 0,2 mm/rot |        |
| 20          | Fresamento lateral             |                     | FF1-RT005       | 120 m/min<br>f= 0,1 mm/rot |        |

- **Operação elementar (OPE) ou sub-operação:**
  - Realizadas sem alteração:
    - Ferramenta;
    - Superfície usinada da peça;
    - Alteração de velocidade de corte ou avanço
- **Superfícies associadas:**
  - Grupo de superfícies na peça as quais possuem relações funcionais entre elas:
    - Superfícies geradas por:
      - Ferramentas de forma, sistema de ferramentas ou por um único set-up multi-ferramentas

# Plano de Processos - Exemplo



Duas ferramentas diferentes  
 Mesma máquina: torno  
 Única fixação

## Seqüência de usinagem:

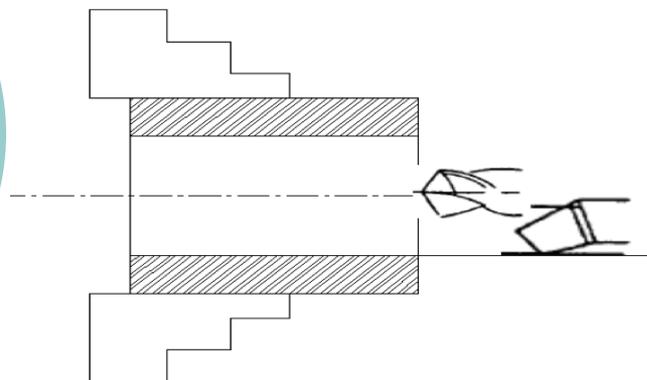
- a) Furação
- b) Torneamento do furo de desbaste**
- c) Tornemaneto do furo em acabamento**

Plano de Processo de Fabricação (Macro)  
 SEP 285 – Práticas em Processos de Produção

Form PP1

| código peça                 | classe peça                                    | denominação da peça       | data |    |    |
|-----------------------------|--|---------------------------|------|----|----|
| código peça em bruto        | denominação / especificação peça em bruto      |                           |      |    |    |
| código conjunto             | denominação conjunto                           | volume produção da peça   |      |    |    |
| nome do processista (aluno) |  | equipe (1)                |      |    |    |
| N                           | descrição operação (2)                         | máquina código – nome (1) | TP   | TH | TM |
| 10                          | Furação e torneamento em desbaste e acabamento | Torno T1                  |      |    |    |

# Plano de Processos - Exemplo



Duas ferramentas diferentes  
 Mesma máquina: torno  
 Única fixação

Plano de Operação de Fabricação  
 SEP 285 – Práticas em Processos de Produção

Form PP2

## Seqüência de usinagem:

- a) Furação
- b) Torneamento do furo de desbaste**
- c) Tornemaneto do furo em acabamento**

| código peça | classificação peça             | denominação da peça          | código conjunto                | denominação conjunto | data   |
|-------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|----------------------|--------|
| nº oper.    | Descrição da operação          | máquina                      | volume peça                    | processista (aluno)  | equipe |
| N           | descrição sub-operação (1)     | ferramental (2)              | condições (3)                  | T(4)                 |        |
| 10.1        | Furação em cheio               | Broca haste helicoidal 20 mm | 100 m/min<br>f= 0,2<br>mm/rot  | 0,5                  |        |
| 10.2        | Torneamento cilíndrico interno | Suporte MTJN/R 2525M16       | 120 m/min<br>f= 0,1<br>mm/rot  | 1,0                  |        |
| 10.3        | Torneamento cilíndrico interno | Suporte MTJN/R 2525M16       | 220 m/min<br>f= 0,05<br>mm/rot | 1,5                  |        |

# Exercício 2 – Plano de Processo

