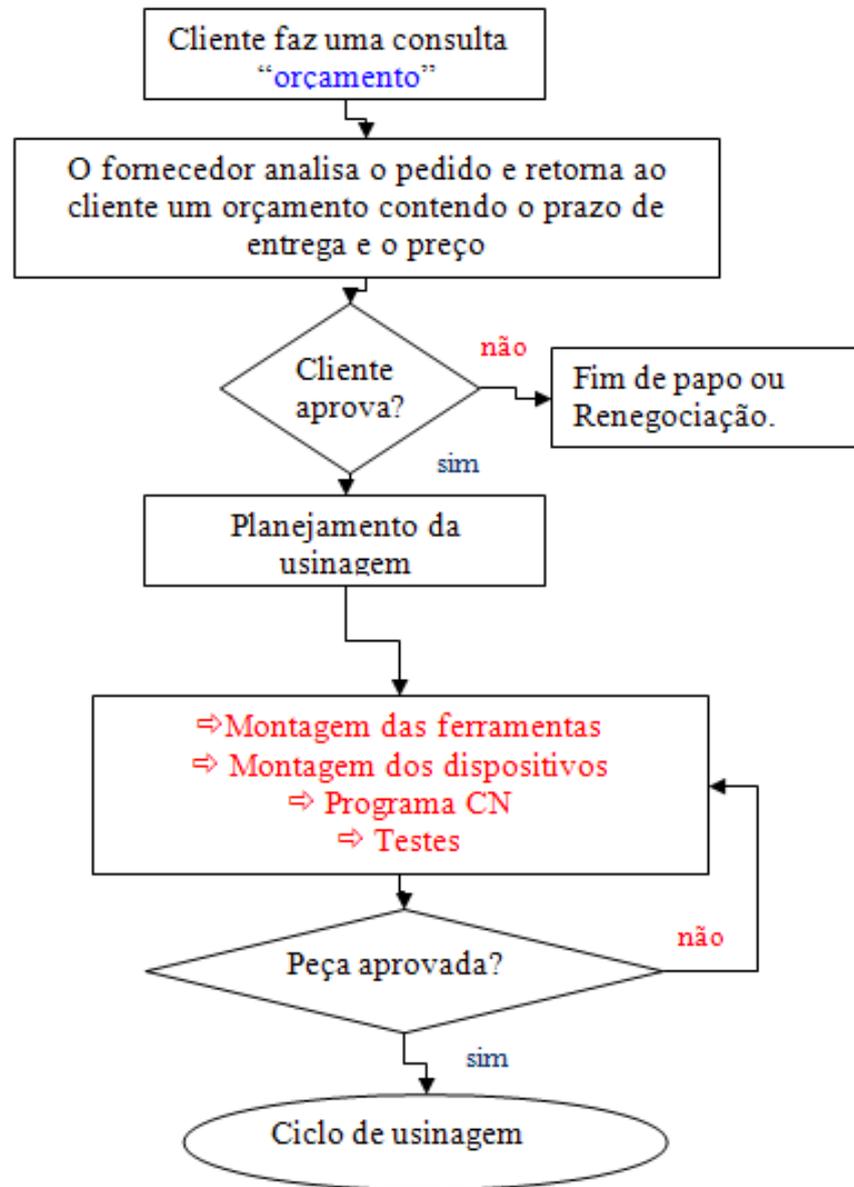


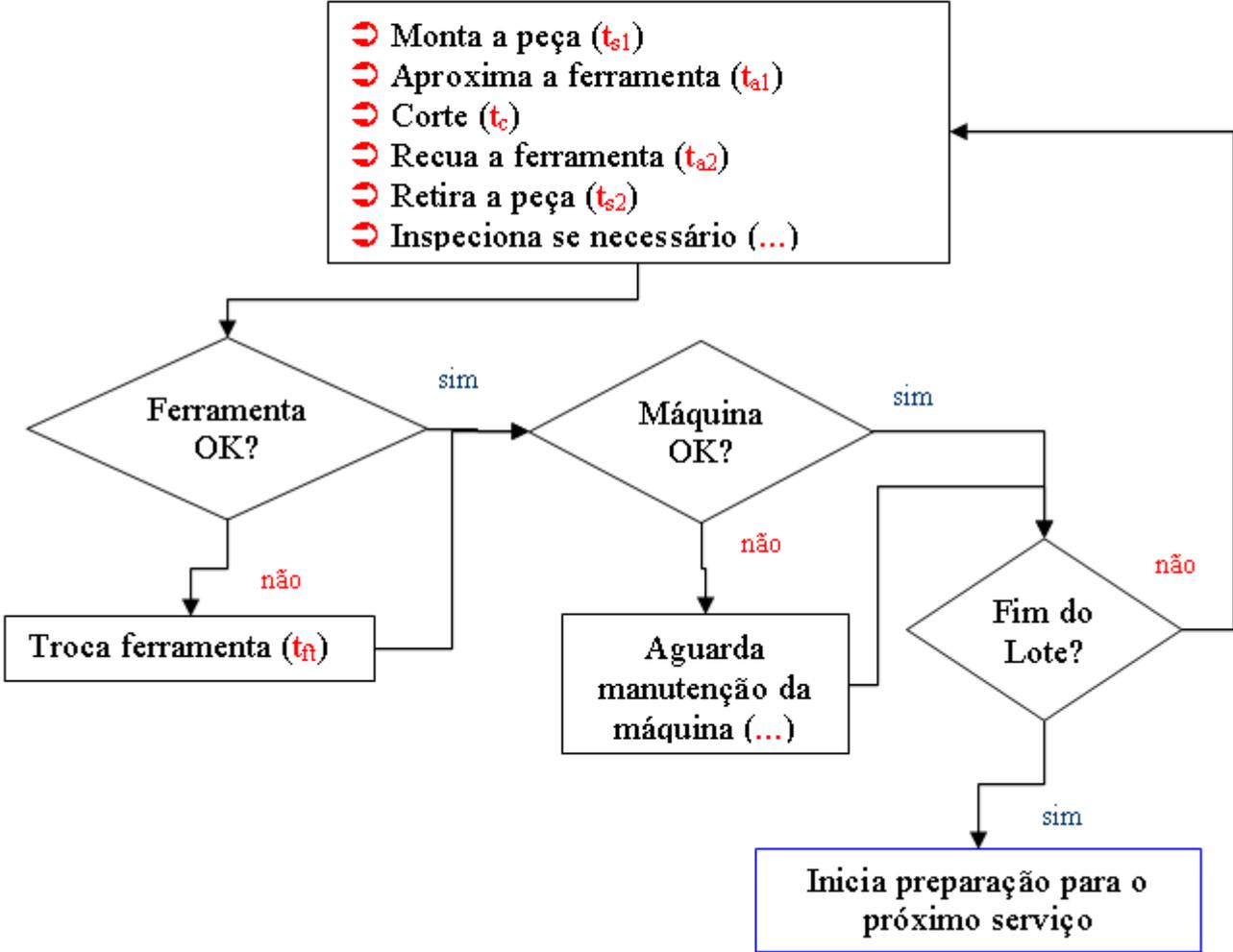
## ANÁLISE ECONÔMICA: DETERMINAÇÃO DO TEMPO E CUSTO DA USINAGEM E DO INTERVALO DE MÁXIMA EFICIÊNCIA ( $V_o$ , $V_{m\dot{x}p}$ )



- Operação realizada apenas por uma ferramenta com velocidade de corte constante
- Análise apenas para a prestação do serviço de usinagem, não incluindo o projeto e nem o material da peça.



Ciclo de usinagem (supondo apenas uma ferramenta de corte)



## TEMPO DE USINAGEM POR PEÇA ( $t_t$ )

$$t_t = t_c + \left[ t_s + t_a + \frac{t_p}{Z} - \frac{t_{ft}}{Z} \right] + \frac{t_c}{T} t_{ft}$$

$t_c$  é o tempo de corte

$t_s$  é o tempo de carga e descarga de peças

$t_p$  é o tempo de preparação

$t_a$  é o tempo de posicionamento da ferramenta (aproximação e recuo)

$t_p$  é o tempo de corte

$Z$  é o número de peças (tamanho do lote)

**Todos os tempos são medidos em minutos**

# TEMPO DE USINAGEM POR PEÇA ( $t_t$ ) {forma simplificada}

$$t_t = t_c + \left[ t_s + t_a + \frac{t_p}{Z} - \frac{t_{ft}}{Z} \right] + \frac{t_c}{T} t_{ft}$$

$t_t = t_c + t_1 + t_2$

$t_c$  é o tempo de corte – depende da velocidade de corte

$t_1$  é o tempo improdutivo – não possui relação com a velocidade de corte

$t_2$  é o tempo relacionado à troca da ferramenta – depende da velocidade de corte

## CUSTO DA USINAGEM POR PEÇA ( $K_p$ )

$$K_p = \frac{t_1}{60} \cdot C_2 + \frac{t_c}{60} \cdot C_2 + \frac{t_c}{T} \cdot C_3$$

onde:

$t_1$  – tempo improdutivo que independente da velocidade de corte;

$C_2$  - soma das despesas totais de mão de obra e hora-máquina, em R\$/hora;

$C_3$  - constante de custo relativo à ferramenta, em R\$.

## CONSTANTES $C_2$ E $C_3$

$$C_2 = S_H + S_M$$

$$C_3 = K_{ft} + \frac{t_{ft}}{60} \cdot C_2$$

$S_H$  = valor da mão de obra com todos os encargos [R\$/h]

$S_M$  = valor da hora-máquina, incluindo depreciação, valor do espaço ocupado, manutenção, energia consumida e juros [R\$/h]

$K_{ft}$  = preço da aresta de corte (supondo vida muito longa para o porta-ferramenta) [R\$]

## Valor da mão de obra ( $S_H$ )

No cálculo do valor da mão de obra devem ser considerados, além do salário pago, os seguintes encargos:

- Fundo de garantia (8%)
- Férias
- 13º salário
- ...

O somatório de todos esses valores deve ser dividido pelo tempo (horas) disponível no ano. Geralmente, se considera 44h semanais, totalizando aproximadamente 2024h.

## Valor da mão de obra ( $S_H$ )

De forma simplificada....

Para os trabalhadores horistas, o custo da mão de obra é de 117% superior ao salário por hora.

Para os trabalhadores mensalistas, o custo da mão de obra é de 79,8% superior ao Salário mensal.

Além desse valor, devem ser rateadas as despesas com a mão de obra indireta (administrativo, vendas, segurança, ...)

## Valor da hora-máquina ( $S_M$ )

• Para o cálculo do valor da hora-máquina, além do valor venal ( $V_m$ ) deve-se considerar o seguinte:

- i) uma depreciação linear para uma vida ( $M$ ) prevista para de 10 anos;
- ii) a idade [anos] da máquina ( $m$ );
- iii) o valor da taxa anual de juros ( $j$ );
- iv) o custo anual de manutenção ( $K_m$ );
- v) o espaço ocupado [ $m^3$ ] pela máquina ( $E_m$ );
- vi) o valor anual do  $m^3$  [R\$/ $m^3$ ] ocupado pela máquina ( $K_e$ ); e
- vii) a quantidade de horas trabalhadas por ano ( $H$ ).

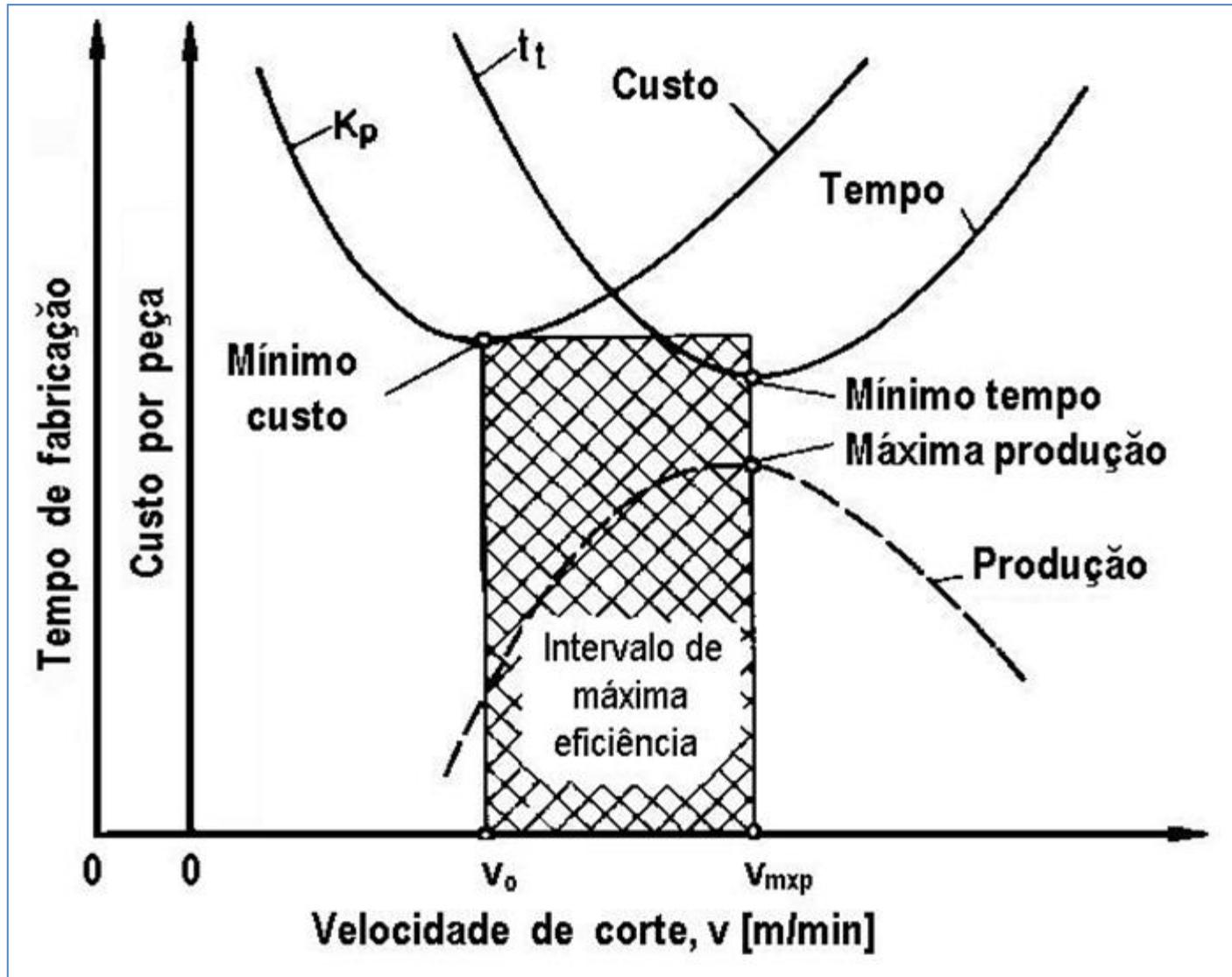
$$S_M = \frac{\left(V_m - V_m \frac{m}{M}\right)j + \frac{V_m}{M} + K_m + E_m K_e j}{H}$$

## Valor da Ferramenta ( $K_{ft}$ )

- Para ferramentas intercambiáveis e sem reafiação, o valor da ferramenta ( $K_{ft}$ ) será, de forma simplificada, determinado por meio da equação abaixo. Isto está simplificado, pois o custo com o porta-ferramenta não será considerado.
- O que será levado em conta será apenas o valor da pastilha ( $K_s$ ) e o seu número de arestas ( $N_s$ ).

$$K_{ft} = \frac{K_s}{N_s}$$

## INTERVALO DE MÁXIMA EFICIÊNCIA (IME)



INTERVALO DE MÁXIMA EFICIÊNCIA (IME) –  $V_{mxp}$  e  $V_o$

$$v_{mxp} = x \sqrt{\frac{K}{(x-1) \cdot (t_{ft} + t_{fa})}}$$

$$v_o = x \sqrt{\frac{C_2 \cdot K}{60 \cdot (x-1) \cdot C_3}}$$