

## Índices de Capacidade do Processo (Gerenciamento da Qualidade)

### Mauro Sotille, PMP

Relaciona a “voz do cliente” com a “voz do processo” ( $6\sigma$ ) visando responder à pergunta: “meu processo é bom o bastante?”.

Para realizar um estudo de capacidade (*capability*), é necessário que o processo esteja sobre controle estatístico (CEP – Controle Estatístico do processo).

O cálculo dos índices de Capacidade leva em conta o desvio-padrão **estimado**.

#### ▪ Cp

- Índice mais simples, considerado como a taxa de tolerância à variação do processo;
- Desconsidera a centralização (a média) do processo, retratando apenas sua variação.
- Não é sensível aos deslocamentos (causas especiais) dos dados;
- Quanto maior o índice, menos provável que o processo esteja fora das especificações;
- Um processo com uma curva estreita (um Cp elevado) pode não estar de acordo com as necessidades do cliente se não for centrado dentro das especificações.

$$ICP = \frac{(LSE - LIE)}{6\sigma} \quad \text{ou} \quad ICP = \frac{(LSE - LIE)}{(LSC - LIC)}$$

Sendo:

Índice de Capacidade do Processo = ICP = Cp = Capacity Process Index  
Limite Superior de Especificação = LSE = USL = Upper Specification Limit  
Limite Inferior de Especificação = LIE = LSL = Lower Specification Limit  
Limite Superior de Controle = LSC = UCL = Upper Control Limit  
Limite Inferior de Controle = LIC = LCL = Lower Control Limit  
 $\sigma$  = Desvio Padrão

#### • Avaliação do cálculo do índice

- Processo incapaz:  $Cp < 1$
- Processo aceitável:  $1 \leq Cp \leq 1,33$
- Processo capaz:  $Cp \geq 1,33$

#### ▪ Cpk

- Considera a centralização do processo;
- É o ajuste do índice Cp para uma distribuição não-centrada entre os limites de especificação;
- É sensível aos deslocamentos (causas especiais) dos dados;

$\bar{X}$  (Média do processo)

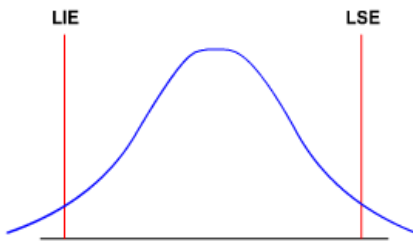
$\hat{\sigma}$  (Desvio-padrão estimado)

$$\text{MIN} \left( \frac{LSE - \bar{X}}{3\hat{\sigma}}, \frac{\bar{X} - LIE}{3\hat{\sigma}} \right)$$

A fórmula do índice Cpk é dada por:

Quanto maior o valor de Cp e Cpk, melhor é o status do processo.

Em termos gráficos, quanto mais estreita a curva da distribuição, menor a variação e maiores os valores dos índices Cp e Cpk.



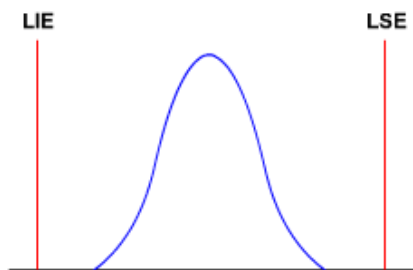
**Cp** baixo

**Causa:** variação maior que a faixa dos limites de especificação

**Cpk** baixo

**Causa:** a distribuição está centrada, mas há uma variação maior que a faixa dos limites de especificação

**Processo:** incapaz



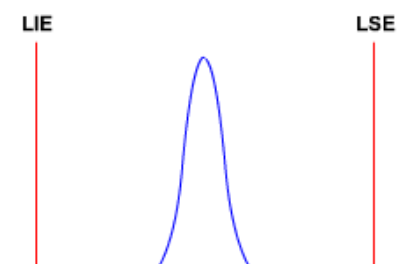
**Cp** bom

**Causa:** variação menor que a faixa dos limites de especificação

**Cpk** bom

**Causa:** a distribuição está centrada e há uma variação menor que a faixa dos limites de especificação

**Processo:** satisfatório



**Cp** alto

**Causa:** baixa variação em relação à faixa dos limites de especificação

**Cpk** alto

**Causa:** a distribuição está centrada e há uma baixa variação em relação à faixa dos limites de especificação

**Processo:** capaz

Nos três exemplos anteriores, os índices Cp e Cpk receberam os mesmos conceitos, mas nem sempre isso ocorre.

Veja no próximo exemplo em que há um processo com uma variação bem pequena, que gera um Cp ótimo e também geraria um Cpk com valor alto, mas a distribuição não está centrada entre os limites de especificação.



**Cp** alto

**Causa:** baixa variação em relação à faixa dos limites de especificação

**Cpk** baixo

**Causa:** há uma baixa variação em relação à faixa dos limites de especificação, mas a distribuição não está centrada

**Processo:** incapaz

Pelo exemplo anterior, é possível afirmar que, para ser capaz, um processo necessita de centralização entre os limites de especificação e baixa variação.

**Mas qual índice devemos utilizar?**

Índice	Uso	Definição
Cp	O processo está centrado entre os limites de especificação	Taxa de tolerância (a largura dos limites de especificação) à variação atual (tolerância do processo)
Cpk	O processo não está centrado entre os limites de especificação, mas cai sobre ou entre eles	Taxa de tolerância (a largura dos limites de especificação) à variação atual, considerando a média do processo

relativa ao ponto médio das especificações.

**Exemplo de questão:**

As especificações para uma peça particular são 10" +/- 0,015". O processo associado produz peças com média 10" e desvio padrão 0,002". O índice de capacidade do processo é:

- a) 2,5
- b) 1,0
- c) 7,5
- d) 10

Resposta:

Quando o processo está centrado entre os limites de especificação (10"), o Índice de Capacidade do Processo é calculado através da seguinte fórmula:

$$ICP = (LSE - LIE) / 6\sigma \text{ ou } ICP = (LSE - LIE) / (LSC - LIC)$$

Sendo

Índice de Capacidade do Processo = ICP = Cp = Capacity Process Index  
Limite Superior de Especificação = LSE = USL = Upper Specification Limit  
Limite Inferior de Especificação = LIE = LSL = Lower Specification Limit  
Limite Superior de Controle = LSC = UCL = Upper Control Limit  
Limite Inferior de Controle = LIC = LCL = Lower Control Limit  
 $\sigma$  = Desvio Padrão

Nesse caso:  $ICP = (10,015 - 9,985) / 6 * 0,002 = 0,03 / 0,012 = 2,5$