

# **Índices de Capacidade e Performance do Processo**

Fonte: <http://www.datalyzer.com.br/site/suporte/administrador/info/arquivos/info57/57.html>

Continuando nossa série, acesse aqui o informativo do mês anterior, iniciaremos o Estudo da Capabilidade do Processo, falando neste mês sobre os Índices de Capacidade Cp e Cpk.

Vamos lá?!

O estudo de capabilidade dos processos responde à pergunta: "meu processo é bom o bastante?". Isto é completamente diferente da pergunta respondida por uma carta de controle, que é : "meu processo tem mudado?".

**Obs.:** Para realizar um estudo de capabilidade, é necessário que o processo esteja sobre controle estatístico.

Certamente, o uso de uma carta de controle para estabelecer que um processo é estável precede o estudo da capabilidade para ver se os itens produzidos pelo processo são bons o bastante.

Quatro índices são gerados por um estudo de capabilidade: Cp, Cpk, Pp e Ppk. Os dois primeiros são índices de Capacidade do processo, enquanto os outros dois são de Performance do processo.

## **Mas qual a utilidade dos índices de Capacidade do Processo?**

O cálculo dos índices de Capacidade leva em conta o desvio-padrão, que pode ser calculado ou estimado.

- **Cp**
  - Índice mais simples, considerado como a taxa de tolerância à variação do processo;
  - Desconsidera a centralização do processo;
  - 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.

- **Cálculo do índice**

Os **índices de Capacidade** do processo utilizam o **desvio-padrão estimado** (clique aqui para aprender a calculá-lo). Considerando os dados utilizados no informativo do mês anterior (clique aqui para acessá-lo), temos:

$$\begin{aligned} \text{LSE (Limite Superior de Especificação)} &= 2.5 \\ \text{LIE (Limite Inferior de Especificação)} &= 0.05 \\ \hat{\sigma} \text{ (Desvio-padrão estimado)} &= 0.5385 \end{aligned}$$

A fórmula do índice Cp é dada por:  $\frac{\text{LSE} - \text{LIE}}{6\hat{\sigma}}$

Na fórmula, percebemos, como foi escrito anteriormente, que este índice desconsidera a média do processo, retratando apenas sua variação.

O cálculo deste índice em nosso exemplo é dado por:

$$C_p = \frac{2.5 - 0.05}{6 * 0.5385} = \frac{2.45}{3.231} = 0.7582$$

- **Avaliação do cálculo do índice**
  - Processo incapaz:  $C_p < 1$
  - Processo aceitável:  $1 \leq C_p \leq 1,33$
  - Processo capaz:  $C_p \geq 1,33$
- **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;
  - **Cálculo do índice**

Os **índices de Capacidade** do processo utilizam o **desvio-padrão estimado** (clique aqui para aprender a calculá-lo). Considerando os dados utilizados no informativo do mês anterior (clique aqui para acessá-lo), temos:

$$\begin{aligned} \text{LSE (Limite Superior de Especificação)} &= 2.5 \\ \text{LIE (Limite Inferior de Especificação)} &= 0.05 \\ \bar{\bar{X}} \text{ (Média do processo)} &= 1.025 \\ \hat{\sigma} \text{ (Desvio-padrão estimado)} &= 0.5385 \end{aligned}$$

A fórmula do índice Cpk é dada por:  $\text{MIN} \left( \frac{\text{LSE} - \bar{\bar{X}}}{3\hat{\sigma}}, \frac{\bar{\bar{X}} - \text{LIE}}{3\hat{\sigma}} \right)$

O cálculo deste índice em nosso exemplo é dado por:

$$Cpk_1 = \frac{2.50 - 1.025}{3 * 0.5385} = \cancel{0.9130}$$

Qual é o menor valor?

$$Cpk_2 = \frac{1.025 - 0.05}{3 * 0.5385} = 0.6035$$

$$Cpk = 0.6035$$

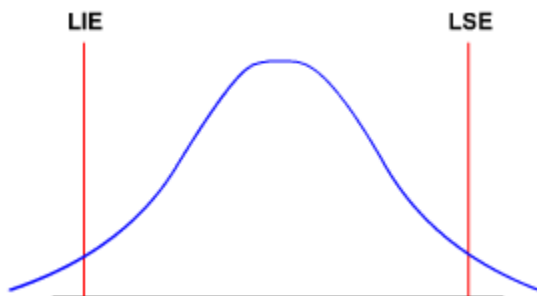
- **Avaliação do cálculo do índice**

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

Agora que já vimos como calcular os índices, vamos ver em gráficos quais os seus significados.

Sabemos que quanto mais estreita a curva da distribuição, menor a variação e maiores os valores dos índices Cp e Cpk. Sabemos ainda que quanto maior o valor de Cp e Cpk, melhor é o status do processo.

Considerando essa afirmação, vamos entender em quais ocasiões temos valores altos e baixos para esses dois índices.



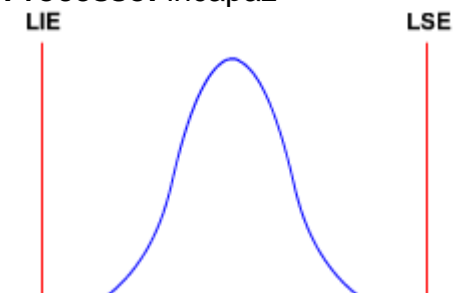
**Cp** baixo

**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



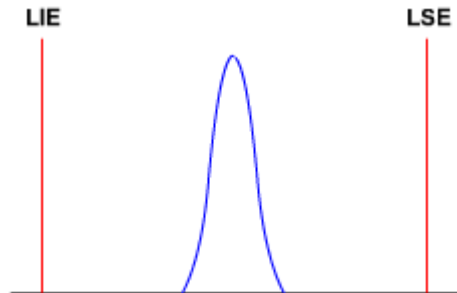
**Cp bom**

**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.

Agora já sabemos diferenciar os índices de Capacidade do processo, Cp e Cpk.

**Aguardem até o próximo mês em que falaremos sobre os índices de performance do processo!**

#### Fonte:

- Apostila Cep Training - Megabyte