PME-3463 ENGENHARIA DA QUALIDADE

Prof. Walter Ponge-Ferreira

Prova Substitutiva– Turmas 2 e 4 - 04/07/2017 - Duração: 120 minutos

Questão 1 – Engenharia da Qualidade (2 pontos)

Construir um diagrama de relações para organizar as diversas filosofias e estratégias da *Engenharia da Qualidade*, indicando o parentesco entre elas e suas principais características.

Questão 2 – Filosofias da Qualidade (2 pontos)

Escolha um dos conceitos a seguir e explique-o (defina, exemplifique, descreva, contextualize, apresente suas principais características):

- (i) Kaizen
- (ii) Produção Enxuta
- (iii) Indústria 4.0
- (iv) Just in Time
- (v) Seis Sigma
- (vi) Qualidade na produção não seriada

Questão 3 – Incerteza de Medição (2 pontos)

Para avaliar a incerteza de medição de um mensurando segundo procedimento do ISO GUM foi realizada uma série de $n = 6$ medidas com um paquímetro cujos resultados são apresentados na tabala abaixo.

#	Medida	Fonte de Incerteza	Valor Medido	Unidade	Tipo de Incerteza	Distribuição de Probabilidade	Incerteza Padrão da Componente	Coeficiente de Sensibilidade	Contribuição para Incerteza	Número de Graus de Liberdade
i	Designação	Descrição	x_i	$[x_i]$	(A|B)	Pdf	$U(x_i)$	C_i	$U_i(y)$	ν_i
1	diâmetro	repetição	20,2	mm		Normal	0,3	1		
2	diâmetro	calibração	20,2	mm		Retangular	0,02	1		
3	diâmetro	resolução	20,2	mm		Retantular	0,05	1		
4	termperatura	dilatação	24,2	°C		normal	0,5	0,0004		

Pede-se:

a) Completar a tabela de cálculo de incerteza de medição com o tipo de estimativa de incerteza (A ou B), a contribuição para incerteza do mensurando e o número de graus de liberdade de cada fonte de incerteza.

b) Calcular a incerteza combinada e o número de graus de liberdade efetivo.

c) Determine o coeficiente de abrangência e a incerteza combinada expandida para um nível de confiança de 95%.

d) Expressar a grandeza e sua incerteza de medição segundo recomendação do ISO GUM.

Distribuição t-Student com 95% de grau de confiança

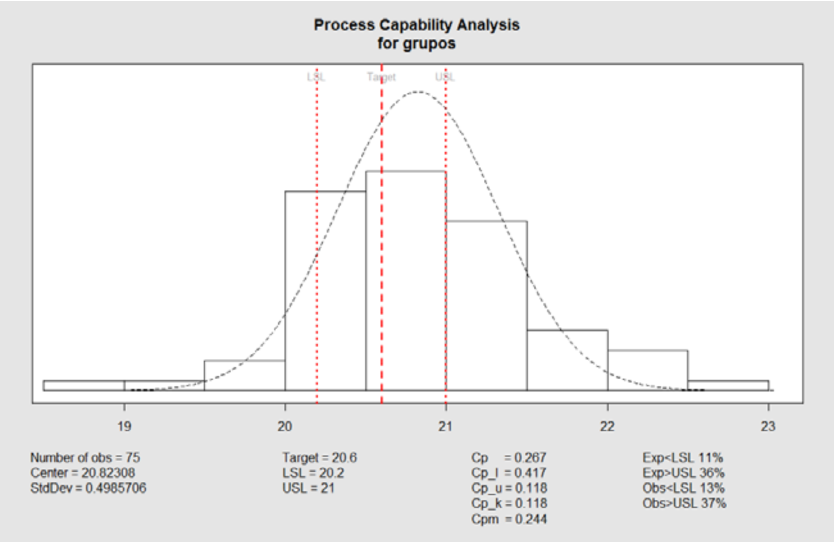
ν = n-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20	30	50	80	∞
k	12,71	4,30	3,18	2,78	2,57	2,45	2,37	2,31	2,26	2,23	2,09	2,04	2,01	1,99	1,96

São dadas as seguintes expressões:

$$U_y = \sqrt{\sum_{i=1}^{m} \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \cdot U_{x_i} \right)^2} \qquad \frac{U_y^4}{\nu_{ef}} = \sum_{i=1}^{m} \frac{U_{x_i}^4}{\nu_i} \qquad \sigma^2 = \frac{(2a)^2}{12}$$

Questão 4 – CEP e Capacidade de Processo (2 pontos)

Foi avaliada a capacidade de um processo de produção de bolinhas de acrílico para *Jogo de Bingo* de tamanho nº 2. No gráfico abaixo são apresentados os resultados da análise:



Sabe-se que o diâmetro das bolinhas desse processo apresentam um desvio padrão de $\sigma = 0{,}60\ mm$. Pede-se:

a) Quais são os valores dos limites de especificação do processo?
b) Quanto valem os índices de capacidade do processo e que eles significam?
c) Adote um tamanho de amostra por ponto e determine os valores da $CL_{\overline{X}}$, $UCL_{\overline{X}}$ e $LCL_{\overline{X}}$ da carta de controle da média?
d) É possível saber se o processo está sob controle estatístico? Justifique!

São fornecidas as seguintes expressões:

$$\hat{p} = \frac{n_C}{n} = 1 - \frac{n_{NC}}{n} \qquad \hat{\sigma}_{LT} = s = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \overline{x})^2}{n-1} \qquad \hat{\sigma}_{ST} = \frac{\overline{S}}{c_4}$$

$$P_p = \frac{USL-LSL}{6\sigma_{LT}} \qquad P_{pkU} = \frac{USL-\mu}{3\sigma_{LT}} \qquad P_{pkL} = \frac{\mu-LSL}{3\sigma_{LT}}$$

$$C_p = \frac{USL-LSL}{6\sigma_{ST}} \qquad C_{pkU} = \frac{USL-\overline{x}}{3\sigma_{ST}} \qquad C_{pkL} = \frac{\overline{x}-LSL}{3\sigma_{ST}}$$

e a seguinte tabela:

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
c_4	0,7979	0,8862	0,9213	0,9400	0,9515	0,9594	0,9650	0,9693	0,9727

Questão 5 – Inspeção por amostragem (2 pontos)

Um lote de 300 peças deve ser inspecionado por amostragem.

Deseja-se que:

i. O lote tenha no máximo *1%* peças defeituosas (não conformes).
ii. Se o lote satisfaz à especificação, o comprador deseja limitar a 5% a probabilidade de concluir que o lote é insatisfatório.
iii. Se o lote tiver até *5%* de peças defeituosas, tal fato não causa grande preocupação, porém deseja-se que tal fato seja identificado com pelo menos 90% de probabilidade.

Adotou-se uma inspeção por amostragem simples com critério de aceitação de até *1* peça defeituosa por amostra aleatória de tamanho $n = 10$. A distribuição de probabilidade do número de peças defeituosas por amostra deve ser modelada pela distribuição Hipergeométrica.

Pede-se:

a) Para as condições desejadas, quais seriam os valores do risco do produtor α e do risco do consumidor β?
b) Para o procedimento de amostragem adotado, esboçar a Curva Característica de Operação – CCO, i.e., a probabilidade de aceitação do lote em função da proporção de peças defeituosas no lote. Indique o nível de qualidade aceitável – AQL e o tolerância para porcentagem de defeitos do lote – LTPD.
c) Segundo essa CCO, qual é a probabilidade de aceitação de um lote que tenha *1%* de peças defeituosas? E qual é a probabilidade de aceitação de um lote que tenha *5%* de peças defeituosas?
d) Analisando a Curva Característica de Operação, verifique se o plano de amostragem adotado consegue atender ao critério de aceitação desejado? Justifique. Caso você julgue que o critério não seja adequado, deve-se aumentar ou reduzir o tamanho da amostra n e o número de aceitação Ac?

Obs.: Na distribuição Hipergeométrica a probabilidade de se obter k sucessos é dada por:

$$P(X = k) = \frac{\binom{r}{k}\binom{N-r}{n-k}}{\binom{N}{n}}$$

com um amostra de n peças retirada sem reposição de um lote de N peças das quais r tem a característica desejada.