PME-3463 ENGENHARIA DA QUALIDADE
Prof. Walter Ponge-Ferreira
1ª Prova – Turma 01 - 26/06/2017 - 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) Ferramenta Poka-Yoke
- (ii) Qualidade na Indústria 4.0
- (iii) Metodologia 5S
- (iv) Visão da Qualidade de Walter A. Shewhart
- (v) Ciclo de Shewhart

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) Calcular 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 – Desempenho e Capacidade de Processo (2 pontos)

Deve-se determinar o desempenho e a capacidade de um processo de produção de bolinhas de acrílico para *Jogo de Bingo* de tamanho nº 2. As bolinhas devem ter diâmetro Ø $21{,}0^{\pm 0{,}4}$mm. Foram realizadas 6 amostras consecutivas de 4 bolinhas da produção de um processo cujo desvio padrão vale $\sigma = 0{,}0780\ mm$, conforme mostrado na tabala abaixo.

amostra	medida			
	1	2	3	4
1	21,150	21,094	21,135	21,247
2	21,272	21,214	21,191	21,288
3	21,246	21,272	21,272	21,063
4	21,213	21,237	21,194	21,198
5	21,261	21,194	20,964	21,128
6	21,233	21,066	21,249	21,241

Pede-se:

a) Determinar os limites de especificação, USL e LSL, para o diâmetro das bolinhas.
b) Qual é a proporção de bolinhas que atende à especificação (process yield).
c) Estimar os índices de desempenho do processo P_p e P_{pk}.
d) Estimar os índices de capacidade do processo C_p e C_{pk}.

São fornecidas as seguintes expressões:

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

$$\hat{P}_p = \frac{USL-LSL}{6\hat{\sigma}_{LT}} \qquad \hat{P}_{pkU} = \frac{USL-\hat{\mu}}{3\hat{\sigma}_{LT}} \qquad \hat{P}_{pkL} = \frac{\hat{\mu}-LSL}{3\hat{\sigma}_{LT}}$$

$$\hat{C}_p = \frac{USL-LSL}{6\hat{\sigma}_{ST}} \qquad \hat{C}_{pkU} = \frac{USL-\bar{x}}{3\hat{\sigma}_{ST}} \qquad \hat{C}_{pkL} = \frac{\bar{x}-LSL}{3\hat{\sigma}_{ST}}$$

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

PARA DIVULGAÇÃO PÚBLICA

Questão 5 – Inspeção por amostragem (2 pontos)

Uma bobina de 3.000 m de comprimento é adquirido de um produtor de chapa finas de alumínio cuja média de defeitos por metro é de $\mu = 0{,}05$. Dessa bobina são extraídas chapas de comprimento L = 1 m. Deseja-se que:

i. As chapas tenham no máximo um defeito por peça.
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 três defeitos por peça, tal fato não causa grande preocupação, porém deseja-se que tal fato seja identificado com pelo menos 90% de probabilidade.

A fim de avaliar o lote deseja-se realizar uma inspeção por amostragem pela avaliação visual do número de defeitos por chapa com uma amostra de uma única chapa. Considere que a distribuição de probabilidade do número de defeitos obedeça a distribuição de Poisson.

Pede-se:

a) Para as condições propostas, quanto valem o risco do produtor α e o risco do consumidor β?
b) Qual é a probabilidade de aceitação de um lote que tenha até 0,05 defeitos por metro?
c) Esboçar a Curva Característica de Operação – CCO, i.e., a probabilidade de aceitação do lote em função do número de defeitos por peça. Indique o nível de qualidade aceitável – AQL e o tolerância da percentagem de defeitos do lote – LTPD.
d) Analisando a Curva Característica de Operação, verifique se o plano de amostragem consegue atender ao critério de aceitação proposto?

Obs.: A distribuição de Poisson é dada por:

$$P(X = k) = \frac{\mu^k e^{-\mu}}{k!}$$

com média μ.