

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) Gestão da qualidade
- (ii) Poka-yoke
- (iii) Qualidade Total
- (iv) Seis Sigma
- (v) FMEA
- (vi) Qualidade na Indústria 4.0
- (vii) Metodologia 5S
- (viii) Visão da Qualidade de Walter A. 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 tabela abaixo.

| # | Medida | Fonte de Incerteza | Valor Medido | Unidade | Tipo de Incerteza | Distribuição de Probabilidade | Incerteza Padrão da Componente | Coefficiente 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 | | Retangular | 0,05 | 1 | | |
| 4 | temperatura | 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

| $\nu = n-1$ | 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 |

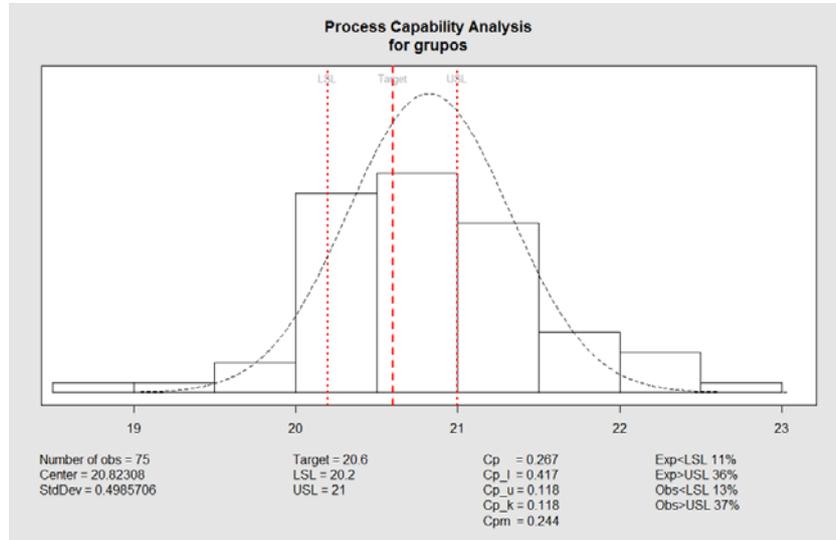
São dadas as seguintes expressões:

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

PARA DIVULGAÇÃO PÚBLICA

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 $\sigma = 0,60 \text{ mm}$. Pede-se:

- Quais são os valores dos limites de especificação do processo?
- Quanto valem os índices de capacidade do processo e que eles significam?
- Quais são os valores da $CL_{\bar{x}}$, $UCL_{\bar{x}}$ e $LCL_{\bar{x}}$ da carta de controle da média?
- É possível saber se o processo está sob controle estatístico? Justifique!

São fornecidas as seguintes expressões:

$$\hat{p} = \frac{n_C}{n} = 1 - \frac{n_{NC}}{n}$$

$$\hat{\sigma}_{LT} = s = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$$

$$\hat{\sigma}_{ST} = \frac{\bar{S}}{c_4}$$

$$P_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma_{LT}}$$

$$P_{pkU} = \frac{USL - \mu}{3\sigma_{LT}}$$

$$P_{pkL} = \frac{\mu - LSL}{3\sigma_{LT}}$$

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma_{ST}}$$

$$C_{pkU} = \frac{USL - \bar{x}}{3\sigma_{ST}}$$

$$C_{pkL} = \frac{\bar{x} - LSL}{3\sigma_{ST}}$$

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 |

PARA DIVULGAÇÃO PÚBLICA

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.

PARA DIVULGAÇÃO PÚBLICA