

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) Produção Enxuta
- (ii) Just in Time
- (iii) Seis Sigma
- (iv) Qualidade na produção não seriada

Questão 3 – Incerteza de Medição (2 pontos)

Para avaliar a incerteza de medição de um mensurando foi realizada uma série de medidas com um paquímetro cuja resolução vale 0,05 mm. O valor médio da série de $n = 6$ medidas vale 20,2 mm.

Pede-se:

- a) Com base na informação fornecida, qual tipo de incerteza de medição é possível estimar, i.e., estimação de incerteza tipo A ou tipo B? Justifique!
- b) Qual é a contribuição dessa fonte de incerteza para a incerteza de medição? Calcule a incerteza padrão dessa fonte de incerteza. Qual modelo de distribuição de probabilidade foi utilizada para realizar essa estimativa?
- c) Considerando somente essa fonte de incerteza, quanto vale o coeficiente de abrangência k para um nível de confiança de 95% e quanto vale a incerteza expandida.
- d) Exprima o valor da medida e sua incerteza de medição conforme ISO GUM.

Distribuição t-Student com 95% de grau de confiança

$v = n-1$	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

Questão 4 – Controle Estatístico de Processo (2 pontos)

Deseja-se estudar a eficácia de uma carta de controle da média. Considere um processo estável e centrado entre os limites da carta de controle, cuja variável de avaliação X obedeça à distribuição normal com $X \sim N(\mu = 19,6; \sigma = 0,2)$. Os pontos da carta de controle são obtidos de amostras aleatórias de tamanho $n = 4$. Pede-se:

- a) Para carta de controle da média \bar{X} , quais são os valores da linha central - $CL_{\bar{X}}$ e dos limites da carta de controle - $UCL_{\bar{X}}$ e $LCL_{\bar{X}}$.
- b) Qual é a probabilidade p de que um ponto da carta de controle da média \bar{X} exceda aos limites da carta de controle?

PARA DIVULGAÇÃO PÚBLICA

- c) Num processo estável cada ponto da carta de controle constitui um Teste de Bernoulli, com probabilidade constante de alarme p , conforme calculado no item anterior, para pontos que excedam aos limites da carta de controle. Qual é o número médio de pontos esperado entre ocorrências de alarmes falsos, considerando uma probabilidade de alarme falso de 5%.
- d) Além dos pontos que excedem aos limites da carta de controle, quais outros critérios são comumente utilizados como alarme para detecção de causas especiais? Por que razão estes critérios são utilizados para detectar causas especiais?

Obs.: Seja X o número de repetições de um Teste de Bernoulli até a ocorrência do primeiro sucesso, onde a probabilidade de sucesso p é considerada constante. A variável aleatória X terá distribuição geométrica e

$$P(X = k) = p q^{k-1}, \quad k = 1, 2, 3, \dots$$

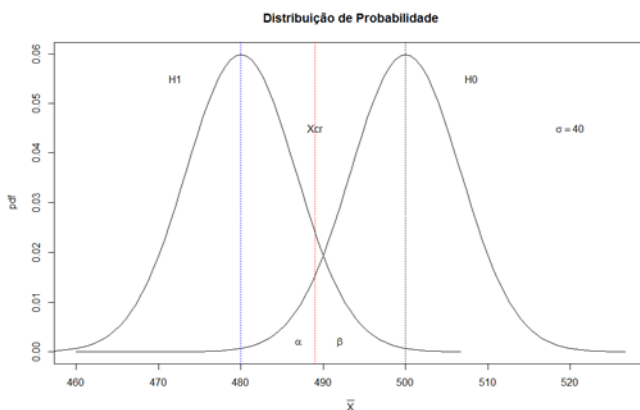
Com:

$$q = 1 - p \qquad E(X) = \frac{1}{p} \qquad \sigma^2(X) = \frac{q}{p^2}$$

Questão 5 – Inspeção por amostragem (2 pontos)

Um lote de $N = 10.000$ peças é adquirido de um produtor de parafusos que produz parafusos com desvio-padrão da carga de ruptura conhecido de $\sigma = 40$ N. Deseja-se que:

- i. A carga de ruptura dos parafusos seja $\mu_0 = 500$ N.
- 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 uma resistência média ligeiramente menor que 500 N, tal fato não causa preocupação, porém deseja-se que, se a verdadeira resistência média for inferior a 480 N, tal fato seja identificado com pelo menos 90% de probabilidade.

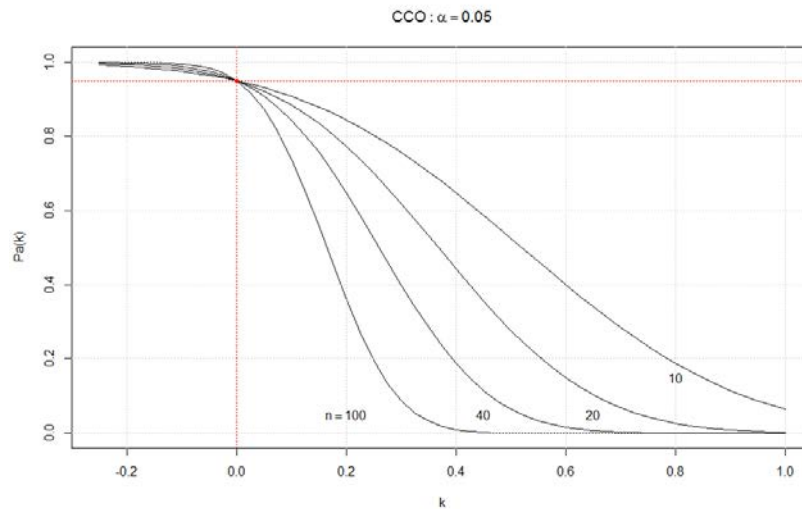


A fim de avaliar o lote, deseja-se realizar uma inspeção por amostragem da resistência média de uma amostra de tamanho igual a n , a ser determinado. As Curvas Características de Operação – CCO para o plano de inspeção por amostragem de variáveis com $\alpha = 5\%$ para diversos tamanhos de amostra n são mostradas na figura abaixo, considerando-se que a distribuição de probabilidade da resistência obedeça à distribuição normal. Na CCO foi utilizada a abscissa normalizada dada por:

$$k = \frac{\mu_o - \mu}{\sigma}$$

onde μ_o e σ são respectivamente o valor nominal da média e o desvio padrão da variável resistência à ruptura do parafuso.

PARA DIVULGAÇÃO PÚBLICA



Pede-se:

- Para as condições propostas, quanto valem o risco do produtor α e risco do consumidor β ? Qual é a probabilidade de aceitação de um lote cuja resistência média seja igual ao valor nominal ideal?
- Analisando-se as Curvas Características de Operação – CCO, determine o tamanho aproximado da amostra n para atender aos critérios de inspeção propostos.
- Para o tamanho da amostra n , obtido no item anterior, qual é o valor crítico da resistência médio da amostra que limita a faixa de rejeição do lote?
- Mantendo-se os mesmos valores para o nível de qualidade aceitável – AQL e do nível de qualidade inaceitável – QL, caso o tamanho da amostra seja aumentado, o que ocorrerá com o risco do produtor α e com o risco do consumidor β ?

PARA DIVULGAÇÃO PÚBLICA

PME-3463 ENGENHARIA DA QUALIDADE
 Prof. Walter Ponge-Ferreira
 1ª Prova – Turma 2 - 20/06/2017 - Duração: 120 minutos

Distribuição Norma Padrão $x \sim N(0,1)$: $P(0 \leq Z \leq Z_0)$

Z_0	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,0000	0,0040	0,0080	0,0120	0,0160	0,0199	0,0239	0,0279	0,0319	0,0359
0,1	0,0398	0,0438	0,0478	0,0517	0,0557	0,0596	0,0636	0,0675	0,0714	0,0753
0,2	0,0793	0,0832	0,0871	0,0910	0,0948	0,0987	0,1026	0,1064	0,1103	0,1141
0,3	0,1179	0,1217	0,1255	0,1293	0,1331	0,1368	0,1406	0,1443	0,1480	0,1517
0,4	0,1554	0,1591	0,1628	0,1664	0,1700	0,1736	0,1772	0,1808	0,1844	0,1879
0,5	0,1915	0,1950	0,1985	0,2019	0,2054	0,2088	0,2123	0,2157	0,2190	0,2224
0,6	0,2257	0,2291	0,2324	0,2357	0,2389	0,2422	0,2454	0,2486	0,2517	0,2549
0,7	0,2580	0,2611	0,2642	0,2673	0,2704	0,2734	0,2764	0,2794	0,2823	0,2852
0,8	0,2881	0,2910	0,2939	0,2967	0,2995	0,3023	0,3051	0,3078	0,3106	0,3133
0,9	0,3159	0,3186	0,3212	0,3238	0,3264	0,3289	0,3315	0,3340	0,3365	0,3389
1,0	0,3413	0,3438	0,3461	0,3485	0,3508	0,3531	0,3554	0,3577	0,3599	0,3621
1,1	0,3643	0,3665	0,3686	0,3708	0,3729	0,3749	0,3770	0,3790	0,3810	0,3830
1,2	0,3849	0,3869	0,3888	0,3907	0,3925	0,3944	0,3962	0,3980	0,3997	0,4015
1,3	0,4032	0,4049	0,4066	0,4082	0,4099	0,4115	0,4131	0,4147	0,4162	0,4177
1,4	0,4192	0,4207	0,4222	0,4236	0,4251	0,4265	0,4279	0,4292	0,4306	0,4319
1,5	0,4332	0,4345	0,4357	0,4370	0,4382	0,4394	0,4406	0,4418	0,4429	0,4441
1,6	0,4452	0,4463	0,4474	0,4484	0,4495	0,4505	0,4515	0,4525	0,4535	0,4545
1,7	0,4554	0,4564	0,4573	0,4582	0,4591	0,4599	0,4608	0,4616	0,4625	0,4633
1,8	0,4641	0,4649	0,4656	0,4664	0,4671	0,4678	0,4686	0,4693	0,4699	0,4706
1,9	0,4713	0,4719	0,4726	0,4732	0,4738	0,4744	0,4750	0,4756	0,4761	0,4767
2,0	0,4772	0,4778	0,4783	0,4788	0,4793	0,4798	0,4803	0,4808	0,4812	0,4817
2,1	0,4821	0,4826	0,4830	0,4834	0,4838	0,4842	0,4846	0,4850	0,4854	0,4857
2,2	0,4861	0,4864	0,4868	0,4871	0,4875	0,4878	0,4881	0,4884	0,4887	0,4890
2,3	0,4893	0,4896	0,4898	0,4901	0,4904	0,4906	0,4909	0,4911	0,4913	0,4916
2,4	0,4918	0,4920	0,4922	0,4925	0,4927	0,4929	0,4931	0,4932	0,4934	0,4936
2,5	0,4938	0,4940	0,4941	0,4943	0,4945	0,4946	0,4948	0,4949	0,4951	0,4952
2,6	0,4953	0,4955	0,4956	0,4957	0,4959	0,4960	0,4961	0,4962	0,4963	0,4964
2,7	0,4965	0,4966	0,4967	0,4968	0,4969	0,4970	0,4971	0,4972	0,4973	0,4974
2,8	0,4974	0,4975	0,4976	0,4977	0,4977	0,4978	0,4979	0,4979	0,4980	0,4981
2,9	0,4981	0,4982	0,4982	0,4983	0,4984	0,4984	0,4985	0,4985	0,4986	0,4986
3,0	0,4987	0,4987	0,4987	0,4988	0,4988	0,4989	0,4989	0,4989	0,4990	0,4990
3,1	0,4990	0,4991	0,4991	0,4991	0,4992	0,4992	0,4992	0,4992	0,4993	0,4993
3,2	0,4993	0,4993	0,4994	0,4994	0,4994	0,4994	0,4994	0,4995	0,4995	0,4995
3,3	0,4995	0,4995	0,4995	0,4996	0,4996	0,4996	0,4996	0,4996	0,4996	0,4997
3,4	0,4997	0,4997	0,4997	0,4997	0,4997	0,4997	0,4997	0,4997	0,4997	0,4998
3,5	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998
3,6	0,4998	0,4998	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999
3,7	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999
3,8	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999
3,9	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000

PARA DIVULGAÇÃO PÚBLICA