Consórcio cederj Fundação CECIERJ

Fundação CECIERJ - **Vice Presidência de Educação Superior a Distância**

Curso de Tecnologia em Sistemas de Computação
Disciplina Probabilidade e Estatística
AD2 2° semestre de 2014
GABARITO

1 - Primeira questão (2,0 pontos)
Mostre que as funções abaixo são densidades de probabilidade dentro dos intervalos especificados. Determine a média e a variância das distribuições de probabilidade.

Resolução:

Para que uma função seja distribuição de probabilidade é necessário que ela seja não negativa no intervalo dado e que a integral desta função neste intervalo seja igual a 1.

$a.\ f(x)=\frac{3x^2}{2}\ ,\ se\ -1\leq\ x\ \leq 1$;

Resolução:

$$\int_{-1}^{1} f(x)\,dx=\int_{-1}^{1}\frac{3x^2}{2}dx=\frac{3}{2}\int_{-1}^{1}x^2\,dx=\frac{3}{2}\frac{x^3}{3}\Big|_{-1}^{1}=\frac{(1+1)}{2}=1\quad .$$

Agora calculemos a média

$$\mu=\int_{-1}^{1} x f(x)\,dx=\int_{-1}^{1} x\frac{3}{2}x^2dx=\frac{3}{2}\int_{-1}^{1}x^3\,dx=\frac{3}{2}\frac{x^4}{3}\Big|_{-1}^{1}=\frac{1}{2}(1-1)=0\quad .$$

Este resultado é consequência da simetria da distribuição em torno da origem.

Para o cálculo da variância de todas as questões usaremos

$$\sigma^2=\int_{a}^{b} x^2 f(x)\,dx-\mu^2\quad .$$

Já tendo a média, calculemos a integral.

$$\int_{-1}^{1} x^2 f(x)\,dx=\int_{-1}^{1} x^2\frac{3x^2}{2}dx=\frac{3}{2}\int_{-1}^{1}x^4\,dx=\frac{3}{2}\frac{x^5}{5}\Big|_{-1}^{1}=\frac{3}{10}(1+1)=\frac{3}{5}=0,6\quad .$$

Assim a variância será

$$\sigma^2=\int_{-1}^{1} x^2 f(x)\,dx-\mu^2=0,6-0=0,6\quad .$$

$b.\ \ f(x)=\frac{4}{5}\left(x^3+x\right)\ \ ,\ se\ \ 1\leq\ x\ \leq\sqrt{2}$;

Resolução:

$$\int_1^{\sqrt{2}} f(x)\,dx=\int_1^{\sqrt{2}}\frac{4}{5}\left(x^3+x\right)dx=\frac{4}{5}\left[\int_1^{\sqrt{2}} x^3\,dx+\int_1^{\sqrt{2}} x\,dx\right]=\frac{4}{5}\left[\frac{x^4}{4}\Big|_1^{\sqrt{2}}+\frac{x^2}{2}\Big|_1^{\sqrt{2}}\right]\ \ ,$$

ou

$$\int_1^{\sqrt{2}} f(x)\,dx=\frac{4}{5}\left[\frac{4-1}{4}+\frac{2-1}{2}\right]=\frac{4}{5}\,\frac{5}{4}=1\ \ .$$

Calculemos a média

$$\mu=\int_1^{\sqrt{2}} x\,f(x)\,dx=\int_1^{\sqrt{2}}\frac{4}{5}\,x\left(x^3+x\right)dx=\frac{4}{5}\left[\int_1^{\sqrt{2}} x^4\,dx+\int_1^{\sqrt{2}} x^2\,dx\right]=\frac{4}{5}\left[\frac{x^5}{5}\Big|_1^{\sqrt{2}}+\frac{x^3}{3}\Big|_1^{\sqrt{2}}\right]\ \ ,$$

ou

$$\mu=\frac{4}{5}\left[\frac{x^5}{5}\Big|_1^{\sqrt{2}}+\frac{x^3}{3}\Big|_1^{\sqrt{2}}\right]=\frac{4}{5}\left[\frac{\sqrt{2}^5-1}{5}+\frac{\sqrt{2}^3-1}{5}\right]\approx\frac{4}{5}\left(\frac{5{,}6568-1}{5}+\frac{2{,}8284-1}{3}\right)\approx 1{,}2325\ \ .$$

Calculemos a integral abaixo necessária para o cálculo da variância

$$\int_1^{\sqrt{2}} x^2 f(x)\,dx=\int_1^{\sqrt{2}} x^2\,\frac{4}{5}\left(x^3+x\right)dx=\frac{4}{5}\left[\int_1^{\sqrt{2}} x^5\,dx+\int_1^{\sqrt{2}} x^3\,dx\right]=\frac{4}{5}\left[\frac{x^6}{6}\Big|_1^{\sqrt{2}}+\frac{x^4}{4}\Big|_1^{\sqrt{2}}\right]\ \ ,$$

ou

$$\int_1^{\sqrt{2}} x^2 f(x)\,dx=\frac{4}{5}\left[\frac{\sqrt{2}^6-1}{6}+\frac{\sqrt{2}^4-1}{4}\right]=\frac{4}{5}\left(\frac{8-1}{6}+\frac{4-1}{4}\right)=\frac{23}{15}\approx 1{,}5333\ \ .$$

Assim a variância será

$$\sigma^2=\int_{-1}^{1} x^2 f(x)\,dx-\mu^2=1{,}5333-1{,}2325^2\approx 0{,}0142\ \ .$$

$c.\ \ f(x)=\frac{9}{8}x\ \ ,\ se\ \ 1\leq\ x\ \leq 5/3$;

Resolução:

$$\int_1^{\frac{5}{3}} f(x)\,dx=\int_1^{\frac{5}{3}}\frac{9}{8}\,x\,dx=\frac{9}{8}\int_1^{\frac{5}{3}} x\,dx=\frac{9}{8}\,\frac{x^2}{2}\Big|_1^{\frac{5}{3}}=\frac{9}{8}\,\frac{\left(\frac{25}{9}-1\right)}{2}=\frac{9}{8}\,\frac{16}{9}\,\frac{1}{2}=1\ \ .$$

Calculemos a média

$$\mu=\int_{1}^{\frac{5}{3}} x f(x)\,dx=\int_{1}^{\frac{5}{3}} x\,\frac{9}{8}x\,dx=\frac{9}{8}\int_{1}^{\frac{5}{3}} x^2\,dx=\frac{9}{8}\frac{x^3}{3}\Big|_{1}^{\frac{5}{3}}=\frac{3}{8}\left[\left(\frac{5}{3}\right)^3-1\right]\approx 1{,}3611 \quad .$$

Calculemos a integral abaixo que é necessária no cálculo da variância

$$\int_{1}^{\frac{5}{3}} x^2 f(x)\,dx=\int_{1}^{\frac{5}{3}} x^2\,\frac{9}{8}x\,dx=\frac{9}{8}\int_{1}^{5/3} x^3\,dx=\frac{9}{8}\frac{x^4}{4}\Big|_{1}^{\frac{5}{3}}=\frac{9}{32}\left[\left(\frac{5}{3}\right)^4-1\right]=\frac{17}{9}\approx 1{,}8888 \quad .$$

Daqui tiramos que a variância será

$$\sigma^2=\int_{-1}^{1} x^2 f(x)\,dx-\mu^2=1{,}8888-1{,}3611^2\approx 0{,}0362 \quad .$$

$$d.\;\; f(x)=\begin{cases}(2+x)/4, & se\;\; -2\le x\le 0;\\ (2-x)/4, & se\;\; 0\le x\le 2.\end{cases} \quad .$$

Resolução:

$$\int_{-2}^{2} f(x)\,dx=\int_{-2}^{0}\frac{2+x}{4}\,dx+\int_{0}^{2}\frac{2-x}{4}\,dx=\frac{2}{4}\int_{-2}^{0}dx+\frac{1}{4}\int_{-2}^{0}x\,dx+\frac{2}{4}\int_{0}^{2}dx-\frac{1}{4}\int_{0}^{2}x\,dx \quad ,$$

ou

$$\int_{-2}^{2} f(x)\,dx=\frac{1}{4}\left[2x\Big|_{-2}^{0}+\frac{x^2}{2}\Big|_{-2}^{0}+2x\Big|_{0}^{2}-\frac{x^2}{2}\Big|_{0}^{2}\right]=\frac{1}{4}\left[2(0+2)+\frac{0-4}{2}+2(2-0)-\frac{4-0}{2}\right] \quad ,$$

finalmente

$$\int_{-2}^{2} f(x)\,dx=\frac{4-2+4-2}{4}=1 \quad .$$

Calculemos a média

$$\int_{-2}^{2} x f(x)\,dx=\frac{2}{4}\int_{-2}^{0}x\,dx+\frac{1}{4}\int_{-2}^{0}x^2\,dx+\frac{2}{4}\int_{0}^{2}x\,dx-\frac{1}{4}\int_{0}^{2}x^2\,dx=\frac{1}{4}\left[2\frac{x^2}{2}\Big|_{-2}^{0}+\frac{x^3}{3}\Big|_{-2}^{0}+2\frac{x^2}{2}\Big|_{0}^{2}-\frac{x^3}{3}\Big|_{0}^{2}\right] \quad ,$$

então

$$\mu=\frac{1}{4}\left[(0-4)+\frac{0+8}{3}+(4-0)-\frac{8-0}{3}\right]=0 \quad ,$$

o que corresponde simetria da distribuição.
Novamente calculemos a integral necessária para o cálculo da variância, ou seja,

$$\int_{-2}^{2} x^2 f(x)\,dx = \int_{-2}^{0} x^2 \frac{(2+x)}{4}\,dx + \int_{0}^{2} x^2 \frac{(2-x)}{4}\,dx = \int_{-2}^{0} \frac{2}{4} x^2\,dx + \int_{-2}^{0} \frac{x^3}{4}\,dx + \int_{0}^{2} \frac{2}{4} x^2\,dx - \int_{0}^{2} \frac{x^3}{4}\,dx \quad ,$$

ou

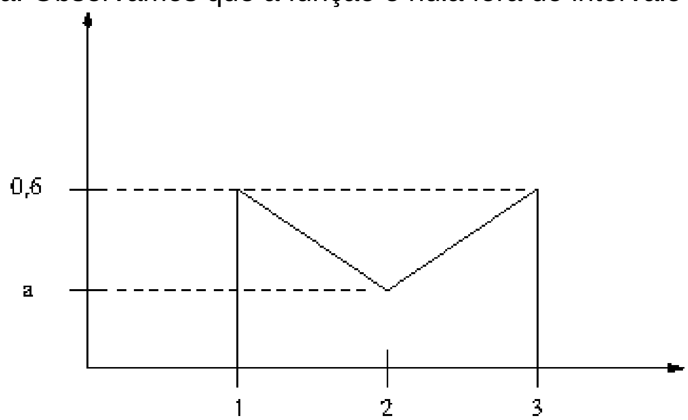
$$\int_{-2}^{2} x^2 f(x)\,dx = \frac{1}{2}\frac{x^3}{3}\Big|_{-2}^{0} + \frac{1}{4}\frac{x^4}{4}\Big|_{-2}^{0} + \frac{1}{2}\frac{x^3}{3}\Big|_{0}^{2} - \frac{1}{4}\frac{x^4}{4}\Big|_{0}^{2} = \frac{1}{2}\frac{8}{3} - \frac{1}{4}\left(\frac{16}{4}\right) + \frac{1}{2}\frac{8}{3} - \frac{1}{4}\frac{16}{4} = \frac{4}{3} - 1 + \frac{4}{3} - 1 = \frac{2}{3}$$

.

Finalizemos com o cálculo da variância

$$\sigma^2 = \int_{-1}^{1} x^2 f(x)\,dx - \mu^2 = \frac{2}{3} - 0^2 = \frac{2}{3} \approx 0{,}6666 \quad .$$

2 – Segunda questão (1,5 pontos)
A função abaixo será usada para cálculos probabilísticos de um determinado fenômeno. No entanto, a função ainda não foi normalizada e, portanto, deverá ser. Normalize a função determinando o valor de **a** e após isto, calcule a média, a variância assim como a moda da mesma. Observamos que a função é nula fora do intervalo [1, 3].



Resolução:
Existem pelo menos duas maneiras de determinar o valor de a . Uma maneira (a mais simples) parte da observação que a área total da função (que corresponde à integral no intervalo) é a soma da área de dois trapézios (olhe a figura de lado). Além disto as áreas de cada trapézio são iguais entre si. Portanto, basta calcular a área de um deles e multiplicar por 2. Assim, sabendo que a área de um trapézio é dada pela média das bases multiplicada pela altura do trapézio, teremos

$$\int_{1}^{3} f(x)\,dx = 2 \times \left(\frac{0{,}6 + a}{2} \times 1\right) = 0{,}6 + a \quad .$$

Como esta integral deve ser igual a 1 para ser distribuição de probabilidade, temos que a = 0,4.

Feito isto, para dar segmento à questão, x calculemos quais seriam as equações das retas correspondentes aos segmentos de reta acima, ou seja, os determinados pelos pontos (1; 0,6) e (2; 0,4) e o outro determinado por (2; 0,4) e (3; 0,6). Como a equação da reta é dada por

$$y = ax + b \quad ,$$

façamos que ela seja satisfeita para cada par de pontos,

$$\begin{matrix} 0{,}6 = a \times 1 + b\,, \\ 0{,}4 = a \times 2 + b \end{matrix}$$ **para a reta dada pelos pontos (1; 0,6) e (2; 0,4)**

e $$\begin{matrix} 0{,}4 = a \times 2 + b\,, \\ 0{,}6 = a \times 3 + b \end{matrix}$$ **para a reta dada pelos pontos (2; 0,4) e (3; 0,6).**

Resolvemos estes sistemas encontramos as retas

$$y = -0{,}2\,x + 0{,}8 = \frac{4 - x}{5}$$ **para a reta dada pelos pontos (1; 0,6) e (2; 0,4)**

$$y = 0{,}2\,x = \frac{x}{5}$$ **para a reta dada pelos pontos (2; 0,4) e (3; 0,6).**

Calculemos a média que é dada por

$$\mu = \int_1^3 x\,f(x)\,dx = \int_1^2 x\,\frac{4 - x}{5}\,dx + \int_2^3 x\,\frac{x}{5}\,dx = \frac{1}{5}\left[\int_1^2 x\,(4 - x)\,dx + \int_2^3 x^2\,dx\right] \quad ,$$

ou

$$\mu = \frac{1}{5}\left[4\int_1^2 x\,dx - \int_1^2 x^2\,dx + \int_2^3 x^2\,dx\right] = \frac{1}{5}\left[4\,\frac{x^2}{2}\Big|_1^2 - \frac{x^3}{3}\Big|_1^2 + \frac{x^3}{3}\Big|_2^3\right] \quad ,$$

$$\mu = \frac{2 \times (4 - 1) - (8 - 1)/3 + (27 - 8)/3}{5} = \frac{6 - 7/3 + 19/3}{5} = \frac{6 + 4}{5} = 2 \quad .$$

Este valor não é nenhuma surpresa pois a função é simétrica em torno de 2.

Calculemos a variância que é dada por

$$\sigma^2 = \int_1^3 x^2 f(x)\,dx - \mu^2 \quad .$$

Já temos a média, então calculemos a integral,

$$\int_1^3 x^2 f(x)\,dx = \int_1^2 x^2\,\frac{4 - x}{5}\,dx + \int_2^3 x^2\,\frac{x}{5}\,dx = \frac{1}{5}\left[\int_1^2 x^2\,(4 - x)\,dx + \int_2^3 x^3\,dx\right] \quad ,$$

ou

$$\int_1^3 x^2 f(x)dx=\frac{1}{5}\left[4\int_1^2 x^2 dx-\int_1^2 x^3 dx+\int_2^3 x^3 dx\right]=\frac{1}{5}\left[4\frac{x^3}{3}\Big|_1^2-\frac{x^4}{4}\Big|_1^2+\frac{x^4}{4}\Big|_2^3\right] \quad ,$$

ou ainda

$$\int_1^3 x^2 f(x)dx=\frac{1}{5}\left[\frac{4}{3}(8-1)-\frac{16-1}{4}+\frac{81-16}{4}\right]=\frac{28/3-15/4+65/4}{5}=\frac{131}{30}=4{,}3666 \quad .$$

Assim a variância será

$$\sigma^2=\int_1^3 x^2 f(x)dx-\mu^2=\frac{131}{30}-2^2=\frac{127}{30}\approx 0{,}3666 \quad .$$

Por definição a moda é dada pelos valores para os quais a probabilidade é máxima. Aqui temos uma situação multimodal pois a probabilidade é máxima nos pontos 1 e 3 e estes valores constituem a resposta.

3 – Terceira questão (1,0 ponto)

Uma amostra de dez balas de uma fábrica de doces foi avaliada e se obteve os seguintes valores em gramas: 3,53; 3,43; 3,70; 3,59; 3,54; 3,50; 3,55; 3,56; 3,54; 3,63. Usando estimadores consistentes e não viciados, calcule:

Resolução:

Os estimadores para a média e a variância são dados por

$$\mu_2=\bar{X}=\frac{1}{n}\sum_1^n X_i \qquad\qquad \sigma_2^2=\frac{1}{n-1}\left(\sum_{i=1}^n X_i^2-n\bar{X}^2\right)$$

a) a média;

Resolução:

$$\bar{X}=\frac{1}{10}\sum_1^n X_i=\frac{3{,}53+3{,}43+3{,}70+3{,}59+3{,}54+3{,}50+3{,}55+3{,}56+3{,}54+3{,}63}{10}=\frac{35{,}57}{10}=3{,}557$$

.

b) a variância.

Resolução:

Com a média calculada, calculemos o somatório abaixo

$$\sum_{i=1}^{10} X_i^2=3{,}53^2+3{,}43^2+3{,}70^2+3{,}59^2+3{,}54^2+3{,}50^2+3{,}55^2+3{,}56^2+3{,}54^2+3{,}63^2=126{,}5701$$

Assim teremos

$$\sigma_2^2=\frac{1}{9}\left(\sum_{i=1}^{10} X_i^2-10\bar{X}^2\right)=\frac{1}{9}(126{,}5701-10\times 3{,}557)\approx 13{,}6681\approx 13{,}67 \quad .$$

4 - Quarta questão (1,5 pontos)
Calcule as probabilidades abaixo.

a) P(X > 8,4) supondo que a distribuição é Uniforme no intervalo [3, 18];
Resolução:
A probabilidade de uma distribuição Uniforme é dada por

$$P(a<X<b)=\frac{1}{B-A}\int_a^b dx \quad ,$$

onde [A, B] (B > A) é o intervalo onde está definida a distribuição. No caso teremos

$$P(X>8{,}4)=\frac{1}{18-3}\int_{8{,}4}^{18} dx=\frac{1}{15}(18-8{,}4)=\frac{9{,}6}{15}=0{,}64$$

b) P(0,31 < X < 2,19) supondo que a distribuição segue o modelo Exponencial com $\alpha=0{,}62$;
Resolução:
Aqui a probabilidade será dada por

$$P(a<X<b)=\int_a^b \alpha e^{-\alpha x}\,dx=e^{-\alpha a}-e^{-\alpha b} \quad .$$

No caso específico teremos

$$P(0{,}31<X<2{,}19)=e^{-0{,}62\times 0{,}31}-e^{-0{,}62\times 2{,}19}\approx 0{,}8251-0{,}2572\approx 0{,}5679 \quad .$$

c) P(1,3 < X < 2,4) supondo que a distribuição seja a da segunda questão.
Resolução:
Aqui a probabilidade será dada por

$$P(a<X<b)=\int_a^2 \frac{4-x}{5}\,dx+\int_2^b \frac{x}{5}\,dx=\frac{1}{5}\left[\int_a^2 (4-x)\,dx+\int_2^b x\,dx\right] \quad .$$

Na situação específica do problema teremos

$$P(1{,}3<X<2{,}4)=\frac{1}{5}\left[4\int_{1{,}3}^{2} dx-\int_{1{,}3}^{2} x\,dx+\int_{2}^{2{,}4} x\,dx\right]=\frac{1}{5}\left[4x\Big|_{1{,}3}^{2}-\frac{x^2}{2}\Big|_{1{,}3}^{2}+\frac{x^2}{2}\Big|_{2}^{2{,}4}\right] \quad ,$$

$$P(1{,}3<X<2{,}4)=\frac{1}{5}\left[4(2-1{,}3)-\frac{4-1{,}69}{2}+\frac{5{,}76-4}{2}\right]=\frac{2{,}8-1{,}155+0{,}88}{5}=0{,}505 \quad .$$

5 - Quinta questão (1,5 pontos)
Numa experiência de campo levantou-se 10 amostras com os valores abaixo em unidades arbitrárias.

L	8,1	12,5	12,5	18,2	23,4	18,8	14,9	15,4	19,2	18,3

Usando estimadores não viciados, calcule o intervalo de confiança para a valor médio da amostra com um coeficiente de confiança de 75%.

Resolução:

Usaremos os estimadores

$$\mu_2 = \bar{X} = \frac{1}{n}\sum_{1}^{n} X_i \qquad \sigma_2^2 = \frac{1}{n-1}\left(\sum_{i=1}^{n} X_i^2 - n\bar{X}^2\right).$$

Para os dados fornecidos teremos

$$\bar{X} = \frac{1}{10}\sum_{1}^{n} X_i = \frac{8,1+12,5+12,5+18,2+23,4+18,8+14,9+15,4+19,2+18,3}{10} = \frac{161,3}{10} = 16,13$$

Calculemos agora o somatório

$$\sum_{1}^{n} X_i^2 = 8,1^2+12,5^2+12,5^2+18,2^2+23,4^2+18,8^2+14,9^2+15,4^2+19,2^2+18,3^2 = 2773,05\ ,$$

assim teremos para a variância

$$\sigma_2^2 = \frac{1}{9}\left(\sum_{i=1}^{10} X_i^2 - 10\bar{X}^2\right) = \frac{2773,05 - 10\times 16,13^2}{9} = 19,0312\ .$$

Temos que o intervalo de confiança é dado por

$$IC(\mu,\gamma) = \left[\bar{X} - z_{\gamma/2}\frac{\sigma}{\sqrt{n}}\ ;\ \bar{X} + z_{\gamma/2}\frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right]$$

que para nossas informações, ou seja,

$$\frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{19,0312}{10}} = \sqrt{1,90312} \approx 1,3795 \quad , \quad z_{\gamma/2} = z_{0,75/2} = z_{0,375} = 1,15 \quad \text{e} \quad \bar{X} = 16,13$$

nos dará

$$IC(\mu;0,75) = [16,3 - 1,15\times 1,3795\ ;\ 16,3 + 1,15\times 1,3795] \approx [14,71\ ;\ 17,89]\ .$$

6 – Sexta questão (1,0 pontos) **QUESTÃO ANULADA. ACRESCENTEM 0,17 PONTOS AO VALOR DAS DEMAIS QUESTÕES.**
Num lote de 1000 tijolos foi retirada uma amostra de 12 unidades cujos comprimentos variaram entre 17,9 e 18,7 cm. O fabricante afirma que a média de comprimento dos tijolos é de 18,3 cm e a variância de 6 cm^2. Baseado nisto, qual a probabilidade do lote de tijolos ser rejeitada com base na amostra? Suponha que é possível usar a distribuição Normal.

7 - Sétima questão (1,5 pontos)
Uma indústria metalúrgica afirma que o nível de um determinado sal metálico de suas águas servidas ultrapassou o nível de 28,0 mg/m^3 em 12 dias no último mês (de 30 dias). Um estudo independente fez, suspeitando dos dados da empresa, medidas durante 21 dias, a partir do primeiro alerta oficial de contaminação, observando que o nível de 28,0 mg/m^3 foi ultrapassado 9 vezes. Qual seria a probabilidade dos dados da metalúrgica estarem errados a um nível de 5%?
Resolução:

Façamos alguns cálculos preliminares.

Pelos dados da indústria a proporção amostral de ocorrência de ultrapassagem do nível de referência do sal foi de

$$P=\frac{12}{30}=0,4$$

Devemos testar a hipótese deste valor ter sido ultrapassado a partir do relatório independente. Como estamos trabalhando com proporção amostral, usemos o estimador de variância dado por

$$\sigma^2=p\frac{(1-p)}{n}$$

Suporemos podemos usar a distribuição Normal, ou seja,

$$\hat{P}\sim N(p,p(1-p)/n)$$

A Região Critica é dada por

$$RC=\{x\in\mathbb{R}:x<p_{c1}\,ou\,x>p_{c2}\}$$

Para o valor do nível exigido temos que

$$P(\hat{p}<p_{c1}:H_o)=\frac{0,05}{2} \quad \textbf{e} \quad P(\hat{p}>p_{c2}:H_o)=\frac{0,05}{2}$$

Pela hipótese p = 0,4 e a distribuição será

$\hat{P} \sim N(0{,}4\,,\,0{,}24/21) = N(0{,}4\,,\,0{,}0114)$

Logo

$$P(\hat{p} < p_{c1} : H_0) = P\left(\frac{\hat{p} - 0{,}4}{\sqrt{(0{,}0114)}} < \frac{p_{c1} - 0{,}4}{\sqrt{(0{,}0114)}}\right) = \frac{0{,}05}{2}$$

Pela tabela da distribuição Normal temos que

$\frac{p_{c1} - 0{,}4}{\sqrt{(0{,}0114)}} = -1{,}65$ **o que nos dá** $p_{c1} = 0{,}223$

por sua vez teremos $\frac{p_{c2} - 0{,}4}{\sqrt{(0{,}0114)}} = 1{,}65$ **o que nos dá** $p_{c2} = 0{,}455$.

Portanto

$RC = \{x \in \mathbb{R} : x < 0{,}223 \text{ ou } x > 0{,}455\}$

ou seja, não existe base para discordar do relatório da indústria metalúrgica.

Atenção:

I) Não haverá formulário na segunda avaliação presencial.

II) Todos os cálculos deverão ser feitos com pelo menos quatro casas decimais e arrendondados para duas APENAS ao final.
III) Tenha cuidado quanto a notação. Caso não a siga você terá pontos descontados seja na lista ou na prova.