



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIENCIAS EXATAS E NATURAIS
FACULDADE DE COMPUTAÇÃO
SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

PEDRO PAULO LISBOA DE SOUSA

**PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA
RESOLUÇÃO DAS QUESTÕES DA LISTA DE VARIÁVEIS ALEATÓRIAS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIENCIAS EXATAS E NATURAIS
FACULDADE DE COMPUTAÇÃO
SISTEMAS DE INFORMAÇÃO
ESTUDANTE: Pedro Paulo Lisboa de Sousa/ 201711140038
TURMA: 2017
DATA: 04 de Dezembro de 2018

**RESOLUÇÃO DAS QUESTÕES DA LISTA
DE VARIÁVEIS ALEATÓRIAS**

Resolução das questões da lista referentes à disciplina de Probabilidade e Estatística, do curso de Bacharelado em Sistemas de Informação, como complemento à 2ª avaliação.

Professor: Miguel Monteiro de Souza

Sumário

Variável Aleatória Discreta	1
Modelos de Probabilidade Discretos	4
Variável Aleatória Contínua	6
Modelos de Probabilidade Contínuos	8
Referências	10

Variável Aleatória Discreta

1. Em um determinado condomínio residencial 30% das famílias não tem filhos, 40% tem 1 filho, 20% tem 2 filhos e 10% tem 3 filhos. Seja X o número de filhos de uma família sorteada ao acaso dentro desse condomínio residencial.

30% não tem filhos

40% tem 1 filho

20% tem 2 filhos

10% tem 3 filhos

- a) Determine a função de probabilidade e a distribuição acumulada de X .

x : nº de filhos

$\{0,1,2,3\} \rightarrow$ possíveis valores que x pode assumir.

$p(0) = 0,3$; $p(1) = 0,4$; $p(2) = 0,2$; $p(3) = 0,1$

X	0	1	2	3
$P(x_i)$	0,3	0,4	0,2	0,1

$$F(x) = \begin{cases} 0, & \text{se } x < 0; \\ 0,3, & \text{se } 0 \leq x < 1; \\ 0,7, & \text{se } 1 \leq x < 2; \\ 0,9, & \text{se } 2 \leq x < 3; \\ 1, & \text{se } x \geq 3 \end{cases}$$

- b) Calcule a esperança e o desvio padrão de X .

$$E(X) = \sum_{i=1}^n x_i p(x_i); \text{Var}(x) = \sum_{i=1}^n x_i^2 p(x_i) - [E(X)]^2; DP = \sqrt{\text{Var}(X)}$$

X	$p(x_i)$	$x_i \cdot p(x_i)$
0	0,3	0
1	0,4	0,4
2	0,2	0,4
3	0,1	0,3
Total		1,1

X	$p(x_i)$	$x_i^2 \cdot p(x_i)$
0	0,3	0
1	0,4	0,4
2	0,2	0,8
3	0,1	0,9
Total		2,1

$$E(X) = 1,1;$$

$$\text{Var}(X) = 2,1 - (1,1)^2 \rightarrow 2,1 - 1,21 = 0,89$$

$$DP = \sqrt{0,89} \rightarrow 0,9434$$

2. Um indivíduo que possui um seguro de automóvel de uma determinada empresa é selecionado aleatoriamente. Seja Y o número de infrações ao código de trânsito para as quais o indivíduo foi reincidente nos últimos 3 anos. A função de probabilidade de Y é:

Y	0	1	2	3
$P(Y = y)$	0,60	0,25	0,10	0,05

- a) Calcule $E(Y)$.

$$E(Y) = \sum_{i=1}^n y_i p(y_i)$$

Y	$p(y_i)$	$y_i \cdot p(y_i)$
0	0,6	0
1	0,25	0,25
2	0,1	0,2
3	0,05	0,15
Total		0,6

$$\text{Logo, } E(Y) = 0,6.$$

- b) Suponha que um indivíduo com Y infrações reincidentes incorra em uma multa de $U\$100Y^2$. Calcule o valor esperado da multa.

$$v = 100Y^2 \rightarrow E(v) = E(100Y^2) \rightarrow E(v) = 100.E(Y^2)$$

$$E(Y^2) = \sum_{i=1}^n y_i^2 \cdot p(y_i)$$

Y	$p(y_i)$	$y_i \cdot p(y_i)$
0	0,6	0
1	0,25	0,25
2	0,1	0,4
3	0,05	0,45
Total		1,1

Logo, $E(Y^2) = 1,1$.

Com isso, $E(v) = 100.E(Y^2) \rightarrow 100.1,1 \rightarrow 110$.

Valor esperado: $U\$110$.

5. Um dado é lançado duas vezes. Seja X a soma dos resultados. Calcule $E(X)$.

$$\Omega = \left\{ \begin{matrix} (1,1), & (1,2), & (1,3), & (1,4), & (1,5), & (1,6) \\ (2,1), & (2,2), & (2,3), & (2,4), & (2,5), & (2,6) \\ (3,1), & (3,2), & (3,3), & (3,4), & (3,5), & (3,6) \\ (4,1), & (4,2), & (4,3), & (4,4), & (4,5), & (4,6) \\ (5,1), & (5,2), & (5,3), & (5,4), & (5,5), & (5,6) \\ (6,1), & (6,2), & (6,3), & (6,4), & (6,5), & (6,6) \end{matrix} \right\} X = \left\{ \begin{matrix} 2, & 3, & 4, & 5, & 6, & 7 \\ 3, & 4, & 5, & 6, & 7, & 8 \\ 4, & 5, & 6, & 7, & 8, & 9 \\ 5, & 6, & 7, & 8, & 9, & 10 \\ 6, & 7, & 8, & 9, & 10, & 11 \\ 7, & 8, & 9, & 10, & 11, & 12 \end{matrix} \right\}$$

X	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$p(x_i)$	$1/36$	$2/36$	$3/36$	$4/36$	$5/36$	$6/36$	$5/36$	$4/36$	$3/36$	$2/36$	$1/36$
$x_i \cdot p(x_i)$	$2/36$	$6/36$	$12/36$	$20/36$	$30/36$	$42/36$	$40/36$	$36/36$	$30/36$	$22/36$	$12/36$

$$E(X) = \sum_{i=1}^n x_i \cdot p(x_i)$$

$$E(X) = \frac{2}{36} + \frac{6}{36} + \frac{12}{36} + \dots + \frac{12}{36} = \frac{252}{36} = 7$$

6. Um homem possui 4 chaves em seu bolso. Como está escuro, ele não consegue ver qual a chave correta para abrir a porta de sua casa. Ele testa cada uma das chaves até encontrar a correta.

C - chave da porta.

E_1, E_2 e E_3 - outras chaves.

- a) Defina um espaço amostral para esse experimento.

$$\Omega = \left\{ \begin{matrix} C, & E_1C, & E_2C, & E_3C, & E_1E_2C, & E_2E_1C, & E_1E_3C, & E_3E_1C \\ E_2E_3C, & E_3E_2C, & E_1E_2E_3C, & E_1E_3E_2C, & E_2E_1E_3C, & E_2E_3E_1C, & E_3E_1E_2C, & E_3E_2E_1C \end{matrix} \right\}$$

- b) Defina a v.a. X = número de chaves experimentadas até conseguir abrir a porta (inclusive a chave correta). Quais são os valores de X ? Qual é a função de probabilidade de X ?

Ω (em nº de tentativas) = $\{1, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4\}$

A partir de Ω , podemos ver que $X = \{1, 2, 3, 4\}$.

$$p(1) = \frac{1}{4}$$

$$p(2) = p(E_1C \cup E_2C \cup E_3C) \rightarrow \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{3} + \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{3} + \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{3} \rightarrow 3 \cdot \frac{1}{12} \rightarrow \frac{1}{4}$$

$$p(3) = p(E_1E_2C \cup E_2E_1C \cup E_1E_3C \cup E_3E_1C \cup E_2E_3C \cup E_3E_2C) \rightarrow 6 \cdot \left(\frac{1}{4} \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2} \right) \rightarrow \frac{6}{12} \rightarrow \frac{1}{4}$$

$$p(4) = p(E_1E_2E_3C \cup E_1E_3E_2C \cup E_2E_1E_3C \cup E_2E_3E_1C \cup E_3E_1E_2C \cup E_3E_2E_1C) \rightarrow 6 \cdot \left(\frac{1}{4} \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{1} \right) \rightarrow \frac{6}{12} \rightarrow \frac{1}{4}$$

X	$p(x_i)$
1	$1/4$
2	$1/4$
3	$1/4$
4	$1/4$

7. Seja uma v.a. X com fdp dada na tabela a seguir:

X	0	1	2	3	4	5
$P(X=x)$	0	p^2	p^2	p	p	p^2

a) Encontre o valor de p .

Como $\sum_{i=1}^n p(x_i) = 1$, temos: $3p^2 + 2p = 1 \rightarrow 3p^2 + 2p - 1 = 0$.

Resolvendo a equação chegamos as raízes -1 e $\frac{1}{3}$. Como a p é a probabilidade de um evento ocorrer, temos $p \geq 0$. Logo, $p = \frac{1}{3}$.

b) Calcule $P(X \geq 4)$ e $P(X < 3)$.

$$P(X \geq 4) \rightarrow p^2 + p \rightarrow \left(\frac{1}{3}\right)^2 + \frac{1}{3} \rightarrow \frac{1}{9} + \frac{1}{3} \rightarrow \frac{1+3}{9} \rightarrow \frac{4}{9}$$

$$P(X < 3) \rightarrow 2p^2 \rightarrow 2 \cdot \left(\frac{1}{3}\right)^2 \rightarrow \frac{2}{9}$$

c) Calcule $P(|X-3| \geq 2)$.

$$|x-3| \geq 2 \begin{cases} x-3 \geq 2 & \rightarrow x \geq 5 \\ x-3 \leq -2 & \rightarrow x \leq 1 \end{cases}$$

$$P(|x-3| \geq 2) = P(X \leq 1) + P(X \geq 5) \rightarrow p^2 + p^2 \rightarrow 2p^2 \rightarrow 2 \cdot \left(\frac{1}{3}\right)^2 \rightarrow \frac{2}{9}$$

Modelos de Probabilidade Discretos

- Um atirador acerta na mosca do alvo, 20% dos tiros. Qual a probabilidade de ele acertar na mosca pela primeira vez no 10º tiro?

$$p = 0,2; x = 10$$

$$P(X = 10) = 0,2^1 \cdot 0,8^{10-1} \rightarrow (0,2) \cdot (0,8)^9 \rightarrow (0,2) \cdot (0,8)^9 \rightarrow 0,0268$$

- Joga-se um dado equilibrado. Qual é a probabilidade de serem necessários 10 lançamentos até a primeira ocorrência de um seis?

$$p = \frac{1}{6}; x = 10$$

$$P(X = 10) = \frac{1}{6} \cdot \left(\frac{5}{6}\right)^9 \rightarrow 0,0323$$

- Joga-se um dado equilibrado. Qual é a probabilidade de serem necessários 10 lançamentos até a terceira ocorrência de um seis?

$$p = \frac{1}{6}; x = 10; k = 3$$

$$P(X = 10) = \binom{10-1}{3-1} \cdot \left(\frac{1}{6}\right)^3 \cdot \left(\frac{5}{6}\right)^7 \rightarrow \frac{9!}{2! \cdot 7!} \cdot \left(\frac{1}{6}\right)^3 \cdot \left(\frac{5}{6}\right)^7 \rightarrow \frac{9 \cdot 8}{2 \cdot 6 \cdot 36} \cdot \left(\frac{5}{6}\right)^7 \rightarrow \frac{1}{6} \cdot \left(\frac{5}{6}\right)^7$$

$$P(X = 10) \rightarrow 0,0465$$

- Um atirador acerta na mosca do alvo, 20% dos tiros. Se ele dá 10 tiros, qual a probabilidade de ele acertar na mosca no máximo 1 vez?

$$p = 0,2$$

$$P(X \leq 1) = P(0) + P(1)$$

$$P(0) = \binom{10}{0} \cdot (0,2)^0 \cdot (0,8)^{10} \rightarrow \frac{10!}{0! \cdot 10!} \cdot (0,2)^0 \cdot (0,8)^{10} \rightarrow 0,1074$$

$$P(1) = \binom{9}{1} \cdot (0,2)^1 \cdot (0,8)^9 \rightarrow \frac{10!}{1! \cdot 9!} \cdot (0,2)^1 \cdot (0,8)^9 \rightarrow 10 \cdot (0,2) \cdot (0,8)^9 \rightarrow 0,2684$$

$$P(X \leq 1) = 0,1074 + 0,2684 \rightarrow 0,3758$$

- Entre os 16 programadores de uma empresa, 12 são do sexo masculino. A empresa decide sortear 5 programadores para fazer um curso avançado de programação. Qual é a probabilidade dos 5 sorteados serem do sexo masculino?

$$P(X = 5) = \frac{\binom{12}{5}}{\binom{16}{5}} \rightarrow \frac{\frac{12!}{5! \cdot 7!}}{\frac{16!}{5! \cdot 11!}} \rightarrow \frac{12 \cdot 11 \cdot 10 \cdot 9 \cdot 8}{16 \cdot 15 \cdot 14 \cdot 13 \cdot 12} \rightarrow \frac{11}{14 \cdot 13} \cdot \frac{12 \cdot 10 \cdot 9 \cdot 8}{16 \cdot 15 \cdot 12} \rightarrow \frac{11 \cdot 3}{14 \cdot 13} \rightarrow \frac{33}{182} \rightarrow 0,1813$$

- Uma central telefônica recebe uma média de 5 chamadas por minuto. Supondo que as chamadas que chegam constituam uma distribuição de Poisson, qual é a probabilidade de a central não receber nenhuma chamada em um minuto? e de receber no máximo 2 chamadas em 2 minutos?

$$P(X = x) = \frac{\lambda^x \cdot e^{-\lambda}}{x!}$$

$$\lambda = 5$$

$$P(0) = \frac{5^0 \cdot e^{-5}}{0!} \rightarrow \frac{1}{e^5} \rightarrow 0,0067$$

$$\lambda = 10$$

$$P(X \leq 2) = P(2) + P(1) + P(0) \rightarrow \frac{10^2}{2! \cdot e^{10}} + \frac{10}{e^{10}} + \frac{1}{e^{10}} \rightarrow \frac{122}{2 \cdot e^{10}} \rightarrow 0,00277$$

7. Seja X uma v.a. aleatória binomial (n, p) com $n = 5$, $p = \frac{1}{3}$. Calcule $E(X^2)$.

$$X \sim BN(n, p); E(x) = n \cdot p; VAR(X) = n \cdot p \cdot (1 - p)$$

$$E(X) = 5 \cdot \frac{1}{3} \rightarrow \frac{5}{3}$$

$$VAR(X) = \frac{5}{3} \cdot \left(1 - \frac{1}{3}\right) \rightarrow \frac{10}{9}$$

$$VAR(X) = E(x^2) - [E(X)]^2 \rightarrow E(x^2) = VAR(X) + [E(X)]^2$$

$$E(x^2) = \frac{10}{9} + \left(\frac{5}{3}\right)^2 \rightarrow \frac{35}{9}$$

8. Em um certo tipo de fabricação de fita magnética, ocorrem cortes a uma taxa de um corte por 2000 pés. Qual é a probabilidade de que um rolo com comprimento de 4000 pés apresente no máximo dois cortes? Pelo menos dois cortes?

$$P(X = x) = \frac{\lambda^x \cdot e^{-\lambda}}{x!}$$

$$\lambda = 2 \text{ p/4000 pés}$$

$$P(X \leq 2) = P(2) + P(1) + P(0) \rightarrow \frac{2^2 \cdot e^{-2}}{2!} + \frac{2 \cdot e^{-2}}{1!} + \frac{e^{-2}}{0!} \rightarrow \frac{2}{e^2} + \frac{2}{e^2} + \frac{1}{e^2} \rightarrow 0,676676$$

$$P(X \geq 2) = 1 - P(X < 2) \rightarrow 1 - [P(0) + P(1)] \rightarrow 1 - \left(\frac{2}{e^2} + \frac{1}{e^2}\right) \rightarrow 0,593994$$

10. A probabilidade de uma máquina produzir uma peça defeituosa em um dia é 0,1.

- a) Qual a probabilidade de que, em 20 peças produzidas em um dia, exatamente 5 sejam defeituosas?

$$P(X = 5) = \binom{20}{5} \cdot (0,1)^5 \cdot (0,9)^{15} \rightarrow \frac{20!}{5! \cdot 15!} \cdot (0,1)^5 \cdot (0,9)^{15} \rightarrow \frac{20 \cdot 19 \cdot 18 \cdot 17 \cdot 16 \cdot 15!}{5 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 15!} \cdot (0,1)^5 \cdot (0,9)^{15} \rightarrow 19 \cdot 17 \cdot 16 \cdot 3 \cdot (0,1)^5 \cdot (0,9)^{15} \rightarrow 0,032$$

- b) Qual a probabilidade de que a 10ª peça produzida em um dia seja a primeira defeituosa?

$$P(X = 10) = (0,1) \cdot (0,9)^9 \rightarrow 0,0387$$

11. Certo curso de treinamento aumenta a produtividade de uma certa população de funcionários em 80% dos casos. Se 10 funcionários quaisquer participam deste curso, encontre a probabilidade de:

- a) exatamente 7 funcionários aumentarem a produtividade;

$$P(X = 7) = \binom{10}{7} \cdot (0,8)^7 \cdot (0,2)^3 \rightarrow \frac{10 \cdot 9 \cdot 8 \cdot 7!}{7! \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1} \cdot (0,8)^7 \cdot (0,2)^3 \rightarrow 120 \cdot (0,8)^7 \cdot (0,2)^3 \rightarrow 0,201326592$$

- b) pelo menos 3 funcionários não aumentarem a produtividade;

No máximo 7 aumentaram.

$$P(X \leq 7) = P(X \leq 8) - P(X = 8) \rightarrow P(X \leq 8) - \binom{10}{8} \cdot (0,8)^8 \cdot (0,2)^2 \rightarrow P(X \leq 8) - \frac{10 \cdot 9 \cdot 8!}{8! \cdot 2!} \cdot (0,8)^8 \cdot (0,2)^2 \rightarrow P(X \leq 8) - 45 \cdot (0,8)^8 \cdot (0,2)^2 \rightarrow 0,6242 - 45 \cdot (0,8)^8 \cdot (0,2)^2 \rightarrow 0,3222$$

OBS: $P(X \leq 8)$ é calculado na letra c.

- c) não mais que 8 funcionários aumentarem a produtividade.

$$P(X \leq 8) = 1 - [P(X = 9) + P(X = 10)] \rightarrow 1 - \left[\binom{10}{9} \cdot (0,8)^9 \cdot 0,2 + \binom{10}{10} \cdot (0,8)^{10} \right]$$

$$\rightarrow 1 - \left[\frac{10 \cdot 9!}{9! \cdot 1!} \cdot (0,8)^9 \cdot 0,2 + (0,8)^{10} \right] \rightarrow 1 - [10 \cdot (0,8)^9 \cdot 0,2 + (0,8)^{10}] \rightarrow 0,6242$$

Variável Aleatória Contínua

1. Seja X uma v.a. contínua cuja densidade de probabilidade é dada por:

$$f(x) = kx^2 \text{ se } 0 \leq x \leq 1.$$

- a) Determine o valor de k .

$$\int_0^1 k \cdot x^2 dx = 1 \rightarrow k \cdot \frac{x^3}{3} \Big|_0^1 = 1 \rightarrow \frac{k}{3} = 1 \rightarrow k = 3$$

- b) Calcule $P\left(\frac{1}{4} < X < \frac{1}{2}\right)$.

$$P\left(\frac{1}{4} < X < \frac{1}{2}\right) = \int_{1/4}^{1/2} 3 \cdot x^2 dx \rightarrow 3 \cdot \int_{1/4}^{1/2} x^2 dx \rightarrow 3 \cdot \frac{x^3}{3} \Big|_{1/4}^{1/2} \rightarrow \left(\frac{1}{2}\right)^3 - \left(\frac{1}{4}\right)^3 \rightarrow \frac{1}{8} - \frac{1}{64} \rightarrow \frac{7}{64} \rightarrow 0,109375$$

- c) Calcule $E(X)$ e $Var(X)$.

$$E(X) = \int_a^b x \cdot f(x) dx; E(X^2) = \int_a^b x^2 \cdot f(x) dx; VAR(X) = E(X^2) - [E(X)]^2$$

$$E(X) = \int_0^1 x \cdot 3 \cdot x^2 dx \rightarrow \int_0^1 3 \cdot x^3 dx \rightarrow 3 \cdot \frac{x^4}{4} \Big|_0^1 \rightarrow \frac{3}{4} \rightarrow 0,75$$

$$E(X^2) = \int_0^1 3 \cdot x^4 dx \rightarrow 3 \cdot \frac{x^5}{5} \Big|_0^1 \rightarrow \frac{3}{5} \rightarrow 0,6$$

$$VAR(X) = 0,6 - (0,75)^2 \rightarrow 0,0375$$

2. O tempo de vida útil, em anos, de um eletrodoméstico é uma variável aleatória com densidade dada por

$$f(x) = \frac{x \cdot e^{-x/2}}{4}, x > 0.$$

- a) Mostre que $f(x)$ integra 1.

$$F(X) = \int_0^\infty \frac{x \cdot e^{-x/2}}{4} dx = 1$$

$$\frac{1}{4} \cdot \int_0^\infty x \cdot e^{-x/2} dx = 1 \rightarrow -\frac{1}{2} \cdot e^{-x/2} (x+2) \Big|_0^\infty = 1 \rightarrow 0 - (-1) = 1 \rightarrow 1 = 1$$

- b) Se o fabricante dá um tempo de garantia de seis meses para o produto, qual a proporção de aparelhos que devem usar essa garantia?

Como a vida útil é medida em anos e a garantia é de 6 meses, a garantia é de $\frac{1}{2}$ ano.

$$P(0 < X < 1/2) = \int_0^{1/2} \frac{x \cdot e^{-x/2}}{4} dx \rightarrow 1 - \frac{5}{4 \cdot e^{1/4}} \rightarrow 0,0265$$

4. A percentagem de álcool ($100X$) em certo composto pode ser considerada uma variável aleatória com a seguinte fdp:

$$f(x) = 20x^3(1-x), 0 < x < 1.$$

- a) Estabeleça a FD de X .

$$F(X) = P(X \leq x) = \int_{-\infty}^x f(x) dx$$

$$F(X) = \int_0^x 20 \cdot x^3 \cdot (1-x) dx \rightarrow 20 \cdot \int_0^x (x^3 - x^4) dx \rightarrow 20 \cdot \left(\frac{x^4}{4} - \frac{x^5}{5} \right) \Big|_0^x \rightarrow 20 \cdot \frac{5 \cdot x^4 - 4 \cdot x^5}{20} \rightarrow 5 \cdot x^4 - 4 \cdot x^5$$

- b) Calcule $P\left(X < \frac{2}{3}\right)$.

$$F\left(\frac{2}{3}\right) = 5 \cdot \left(\frac{2}{3}\right)^4 - 4 \cdot \left(\frac{2}{3}\right)^5 \rightarrow 5 \cdot \frac{16}{81} - 4 \cdot \frac{32}{243} \rightarrow \frac{15 \cdot 16 - 4 \cdot 32}{243} \rightarrow \frac{240 - 128}{243} \rightarrow \frac{112}{243} \rightarrow 0,461$$

- c) Suponha que o preço de venda desse composto dependa do conteúdo de álcool. Especificamente, se $\frac{1}{3} < X < \frac{2}{3}$, o composto se vende por C_1 dólares/galão, caso contrário ele se vende por C_2 dólares/galão. Se o custo C_3 dólares/galão, calcule a distribuição de probabilidade do lucro líquido por galão.

Probabilidade de ser vendida por C_1 :

$$P\left(\frac{1}{3} < X < \frac{2}{3}\right) = F\left(\frac{2}{3}\right) - F\left(\frac{1}{3}\right)$$

$$F\left(\frac{1}{3}\right) = 5 \cdot \left(\frac{1}{4}\right)^4 - 4 \cdot \left(\frac{1}{3}\right)^5 \rightarrow 5 \cdot \frac{1}{81} - 4 \cdot \frac{1}{243} \rightarrow \frac{15-4}{243} \rightarrow \frac{11}{243}$$

$$P\left(\frac{1}{3} < X < \frac{2}{3}\right) = \frac{112-11}{243} \rightarrow \frac{101}{243} \rightarrow 0,4156$$

Sendo assim, a probabilidade de ser vendida por C_2 é:

$$1 - P\left(\frac{1}{3} < X < \frac{2}{3}\right) = 1 - \frac{101}{243} \rightarrow \frac{142}{243} \rightarrow 0,5843$$

Considerando L como a variável que representa o lucro, temos que:

$$L = \begin{cases} C_1 - C_3 & \frac{1}{3} < X < \frac{2}{3} \\ C_2 - C_3 & \text{cc.} \end{cases}$$

L	$C_1 - C_3$	$C_2 - C_3$
$P(L = \ell)$	0,4156	0,5843

Modelos de Probabilidade Contínuos

1. Dada a v.a. X , uniforme em $[5, 10]$, calcule as probabilidades abaixo:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{\beta - \alpha}, & \alpha \leq x \leq \beta \\ 0, & \text{c.c} \end{cases} \rightarrow f(x) = \begin{cases} \frac{1}{10 - 5}, & 5 \leq x \leq 10 \\ 0, & \text{c.c} \end{cases}$$

- a) $P(X < 7)$.

$$P(X < 7) = \int_5^7 \frac{1}{5} dx \rightarrow \frac{x}{5} \Big|_5^7 \rightarrow \frac{7-5}{5} \rightarrow \frac{2}{5} \rightarrow 0,4$$

- b) $P(8 < X < 9)$.

$$P(8 < X < 9) = 1 - P(X \leq 8) - P(X \geq 9)$$

$$P(X \geq 9) = \int_9^{10} \frac{1}{5} dx \rightarrow \frac{x}{5} \Big|_9^{10} \rightarrow \frac{10-9}{5} \rightarrow \frac{1}{5} \rightarrow 0,2$$

- c) $P(X > 8,5)$.

$$P(X > 8,5) = \int_{8,5}^{10} \frac{1}{5} dx \rightarrow \frac{x}{5} \Big|_{8,5}^{10} \rightarrow \frac{10-8,5}{5} \rightarrow \frac{1,5}{5} \rightarrow 0,3$$

- d) $P(|X - 7,5| > 2)$.

$$|X - 7,5| > 2 = \begin{cases} X - 7,5 > 2 \rightarrow X > 9,5 \\ X - 7,5 < -2 \rightarrow X < 5,5 \end{cases}$$

$$P(|X - 7,5| > 2) = \int_5^{5,5} \frac{1}{5} dx + \int_{9,5}^{10} \frac{1}{5} dx \rightarrow \frac{0,5}{5} + \frac{0,5}{5} \rightarrow 0,2$$

3. Suponha que a duração de uma componente eletrônica possui distribuição exponencial com parâmetro $\lambda = 1$, calcule:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{\lambda} e^{-\frac{x}{\lambda}}, & x > 0; \\ 0, & \text{c.c} \end{cases}, \lambda = 1$$

- a) A probabilidade de que a duração seja menor a 10.

$$P(x \leq 10) = 1 - e^{-10} \rightarrow 0,9999$$

- b) A probabilidade de que a duração esteja entre 5 e 15.

$$p(5 < x < 15) = P(X < 15) - P(X < 5) = 1 - e^{-15} - 1 + e^{-5} \rightarrow e^{-5} - e^{-15} \rightarrow 0,0067$$

- c) O valor t tal que a probabilidade de que a duração seja maior a t assumo o valor 0.01.

$$P(X > t) = e^{-t} = 0,01 \rightarrow \ln e^{-t} = \ln \left(\frac{1}{100} \right) \rightarrow t = -[\ln(t) - \ln(100)] \rightarrow t = \ln(100) \rightarrow t = 4,605$$

4. As alturas de 10:000 alunos de um colégio têm distribuição aproximadamente normal, com média 170cm e desvio padrão 5cm. Qual o número esperado de alunos com altura superior a 165cm?

A proporção de alunos com altura superior a 165cm é dada por:

$$P(X > 165), \text{ ou } P(Z > (165 - 170)/5) = P(Z > -1) = 0,8413$$

Logo, o número de alunos com mais de 165cm é uma variável aleatória com distribuição binomial(10000, 0.8413).

$$X \sim B(10000, 0,8413); E(X) = n.p \rightarrow 10000.0,8413 \rightarrow 8413$$

11. O saldo médio dos clientes de um banco é uma v.a. normal com média R\$2.000,00 e desvio padrão R\$250,00. Os clientes com os 10% maiores saldos médios recebem tratamento VIP, enquanto aqueles com os 5% menores saldos médios receberão propaganda extra para estimular maior movimentação da conta.

Seja X = saldo médio; é dado que $X \sim N(2000; 250^2)$

- a) Quanto você precisa de saldo médio para se tornar um cliente VIP?

Temos de determinar o valor de k tal que $P(X \geq k) = 0,1$. O que equivale a calcular 90% da distribuição. A área à esquerda de k tem de ser 0,9. Logo $k > \text{média}$.

$$P(X \geq k) = 0,1 \rightarrow P\left(\frac{X - 2000}{250} \geq \frac{k - 2000}{250}\right) = 0,1 \rightarrow P\left(\frac{X - 2000}{250} \leq \frac{k - 2000}{250}\right) = 0,9$$

$$P\left(Z \leq \frac{k - 2000}{250}\right) = 0,9 \rightarrow P(Z \leq 0) + P\left(0 \leq Z \leq \frac{k - 2000}{250}\right) = 0,9$$

$$P\left(0 \leq Z \leq \frac{k - 2000}{250}\right) = 0,9 - 0,5 \rightarrow 0,4$$

Utilizando a tabela¹ temos:

$$\frac{k - 2000}{250} = 1,28 \rightarrow k = 2000 + 320 \rightarrow 2320$$

Logo, os clientes com saldo médio maior ou igual a R\$2320,00 terão tratamento VIP.

- b) Abaixo de qual saldo médio o cliente receberá a propaganda extra?

Nesse caso, para determinar k , assumimos $P(X \leq k) = 0,05$. O que equivale a 5% da distribuição. A área à esquerda de k tem de ser 0,05. Logo, $k < \text{média}$. Será utilizada a simetria da distribuição, invertendo o sinal da abscissa, para utilizarmos a área na metade direita da função de densidade.

$$P(X \leq k) = 0,05 \rightarrow P\left(\frac{X - 2000}{250} \leq \frac{k - 2000}{250}\right) \rightarrow P\left(Z \geq -\frac{k - 2000}{250}\right)$$

$$P\left(Z \geq -\frac{2000 - k}{250}\right) = 0,5 - 0,05 = 0,45$$

Utilizando a tabela¹ temos:

$$\frac{2000 - k}{250} = 1,64 \rightarrow k = 2000 - 410 \rightarrow k = 1590$$

Logo, os clientes com saldo médio inferior a R\$1590,00 receberão a propaganda extra.

¹<http://www.dex.ufla.br/thelmasafadi/tabela%20normal.pdf>

Referências

- [1] MEYER, P.L. *Probabilidade: Aplicações à Estatística*. 2 ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1983.
- [2] BUSSAB, W.; Morettin, P. *Estatística básica*. 5.ed. São Paulo: Saraiva, 2006. ISBN 9788502034979.