RESOLUÇÃO ASSISTIDA DE PROBLEMAS

CAPÍTULO 7 – CARACTERIZAÇÃO DE ALGUMAS DISTRIBUIÇÕES CONTÍNUAS UNIVARIADAS

PROBLEMA 7.1

APOIOS À RESOLUÇÃO

Alínea (i)

Apoio 1 (apenas o resultado)

26.4%. ■

Apoio 2 (sugestão)

A variável aleatória "tempo entre avarias consecutivas", Δ_t, segue uma distribuição Exponencial Negativa. Note que a probabilidade de não ocorrer qualquer avaria antes do instante t = 6 horas é equivalente à probabilidade de o tempo entre avarias consecutivas, Δ_t, ser superior a 6 horas. Na secção 7.2 veja qual a expressão da função de distribuição de uma variável aleatória com estas características. ■

Apoio 3 (resolução completa)

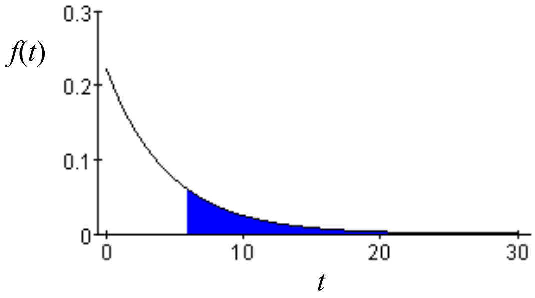
A variável aleatória "tempo entre avarias consecutivas", t, segue uma distribuição Exponencial Negativa $EN(\mu = 1/\lambda = 4.5$ horas), onde λ representa a taxa (média) de avarias por hora. A função distribuição $F(t)$, que corresponde à probabilidade de ocorrer pelo menos uma avaria no intervalo [0, t], é dada por

$F(t) = 1 - e^{-\frac{1}{4.5}\cdot t}$, com $t > 0$.

Assim, a probabilidade pretendida vem

$$P(t \geq 6) = 1 - F(6) = 1 - \left(1 - e^{-\frac{6}{4.5}}\right) = e^{-\frac{6}{4.5}} = e^{-1.333} = 0.264\,.$$

Na figura seguinte representa-se esta função densidade de probabilidade de t para λ = 1/4.5, bem como a área que corresponde a $P(t \geq 6)$.



■

Alínea (ii)

Apoio 1 (apenas o resultado)

6.41%. ■

Apoio 2 (sugestão)

A probabilidade pretendida é condicional (ver definição na secção 7.1, expressão 7.10). ■

Apoio 3 (resolução completa)

Pretende-se calcular a probabilidade condicional

$$P(t \geq 6 \mid t \geq 4) = \frac{P(t \geq 6 \wedge \mathrm{t} \geq 4)}{P(t \geq 4)} = \frac{P(t \geq 6)}{P(t \geq 4)}.$$

Ora

$$P(t \geq 6) = 1 - F(6) = 1 - \left(1 - e^{-\frac{6}{4.5}}\right) = e^{-\frac{6}{4.5}} = e^{-1.333} = 0.264$$

e

$$P(t \geq 4) = 1 - F(4) = 1 - \left(1 - e^{-\frac{4}{4.5}}\right) = e^{-\frac{4}{4.5}} = e^{-0.889} = 0.411.$$

Substituindo,

$$P(t \geq 6 \mid t \geq 4) = \frac{0.264}{0.411} = 0.641.$$

Note-se que, uma vez que t segue uma distribuição Exponencial Negativa, resulta que $P(t \geq 6 \mid t \geq 4) = P(t \geq 2)$. De facto,

$$P(t \geq 2) = 1 - F(2) = 1 - \left(1 - e^{-\frac{2}{4.5}}\right) = e^{-\frac{2}{4.5}} = e^{-0.444} = 0.641. \blacksquare$$

Alínea (iii)

Apoio 1 (apenas o resultado)

23.4%. ■

Apoio 2 (sugestão)

Note que, a variável aleatória "número de avarias por unidade de tempo" segue uma distribuição de Poisson. Na secção 6.3 veja qual a expressão da função de probabilidade de uma variável aleatória seguindo uma distribuição de Poisson. ■

Apoio 3 (resolução completa)

Seja Y a variável aleatória que denota o número de avarias por período de 6 horas. Sabe-se que o número médio de avarias por hora é de λ = 1/4.5. Dado que a probabilidade de se registar uma avaria num intervalo qualquer de dimensão t é praticamente proporcional à dimensão do intervalo, vem que

$$\lambda_t = \lambda \cdot t = \frac{1}{4.5} \cdot 6 = 1.333 \text{ [avarias / 6 horas].}$$

Nestas condições, Y segue uma distribuição de Poisson (λ =1.333). Recorrendo à expressão da função de probabilidade de Y vem

$$P(Y = 2) = e^{-1.333} \cdot \frac{1.333^2}{2!} = 0.234 \text{ . ■}$$

PROBLEMA 7.2

APOIOS À RESOLUÇÃO

Alínea (i)

Apoio 1 (apenas o resultado)

1.08%. ■

Apoio 2 (sugestão)

Considere que as alturas, X, dos cidadãos são medidas com uma precisão de ± 0.005 m (± 0.5 cm). Comece por padronizar a variável X (na secção 7.3 veja como se efectua esta transformação). Seguidamente recorra à Tabela 3, do Anexo «Tabelas», para determinar a probabilidade pretendida. ■

Apoio 3 (resolução completa)

Denote-se por X a variável aleatória que representa a altura dos cidadãos adultos de um determinado país. Admita-se que as alturas dos cidadãos são medidas com uma precisão de $\pm$ 0.005 m ($\pm$ 0.5 cm). Ora, X segue uma distribuição Normal $N(\mu_X = 1.7,\ \sigma_X = 0.05)$. Padronize-se a variável X:

$$Z = \frac{X - \mu_X}{\sigma_X} \qquad \text{(note-se que } Z \text{ é uma Normal } N(0, 1)\text{).}$$

Assim,

$$P(1.795 \le X \le 1.805) = P\left(\frac{1.795 - 1.700}{0.05} \le Z = \frac{X - 1.700}{0.05} \le \frac{1.805 - 1.700}{0.05}\right)$$

$$= P(1.9 \le Z \le 2.1) = P(Z \ge 1.9) - P(Z \ge 2.1)$$

$$= 0.0287 - 0.0179 = 0.0108$$ (ver Tabela 3, do Anexo «Tabelas»). ■

Alínea (ii)

Apoio 1 (apenas o resultado)

1.79%. ■

Apoio 2 (sugestão)

Comece por padronizar a variável X (na secção 7.3 veja como se efectua esta transformação). Seguidamente recorra à Tabela 3, do Anexo «Tabelas», para determinar a probabilidade pretendida. ■

Apoio 3 (resolução completa)

A variável aleatória X, que representa a altura dos cidadãos adultos de um determinado país, segue uma distribuição Normal $N(\mu_X = 1.7,\ \sigma_X = 0.05)$. Padronizando a variável X vem

$$P(X \ge 1.805) = P\left(Z = \frac{X - 1.700}{0.05} \ge \frac{1.805 - 1.700}{0.05}\right)$$

$$= P(Z \ge 2.1) = 0.0179\,.$$ ■

Alínea (iii)

Apoio 1 (apenas o resultado)

1.32%. ■

Apoio 2 (sugestão)

A probabilidade pretendida é condicional (ver definição na secção 3.1, expressão 3.10). ■

Apoio 3 (resolução completa)

A variável aleatória X, que representa a altura dos cidadãos adultos de um determinado país, segue uma distribuição Normal $N(\mu_x = 1.700,\ \sigma_x = 0.05)$. A probabilidade condicional pretendida é:

$$P(X \geq 1.805 \mid X \geq 1.755) = \frac{P(X \geq 1.805 \wedge X \geq 1.755)}{P(\Delta t \geq 1.755)} = \frac{P(X \geq 1.805)}{P(X \geq 1.755)}.$$

Ora,

$$P(X \geq 1.805) = 0.0179$$

e

$$P(X \geq 1.755) = P\left(Z = \frac{X - 1.700}{0.05} \geq \frac{1.755 - 1.700}{0.05}\right)$$

$$= P(Z \geq 1.1) = 0.1357.$$

Finalmente,

$$P(X \geq 1.805 \mid X \geq 1.755) = \frac{0.0179}{0.1357} = 0.132. \blacksquare$$

Alínea (iv)

Apoio 1 (apenas o resultado)

96.42%. ■

Apoio 2 (sugestão)

Comece por padronizar a variável X (na secção 7.3 veja como se efectua esta transformação). Seguidamente recorra à Tabela 3, do Anexo «Tabelas», para determinar a probabilidade pretendida. ■

Apoio 3 (resolução completa)

A variável aleatória X, que representa a altura dos cidadãos adultos de um determinado país, segue uma distribuição Normal $N(\mu_x = 1.7,\ \sigma_x = 0.05)$. Assim

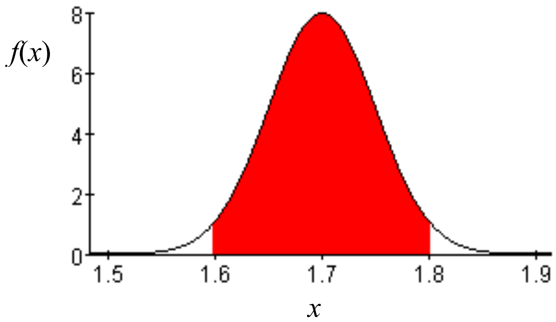
$$P(1.595 \leq X \leq 1.805) = P\left(\frac{1.595 - 1.700}{0.05} \leq Z = \frac{X - 1.700}{0.05} \leq \frac{1.805 - 1.700}{0.05}\right)$$

$$= P(-2.1 \leq Z \leq 2.1)$$

$$= P(Z \geq -2.1) - P(Z \geq 2.1) = 1 - P(Z \geq 2.1) - P(Z \geq 2.1)$$

$$= 1 - 2 \cdot P(Z \geq 2.1) = 1 - 2 \cdot 0.0179 = 0.9642.$$

Na figura seguinte representa-se a função densidade de probabilidade de X e a área correspondente à probabilidade pretendida.



■

PROBLEMA 7.3

APOIOS À RESOLUÇÃO

Alínea (i)

Apoio 1 (apenas o resultado)

46.81%. ■

Apoio 2 (sugestão)

Recorra à transformação logarítmica da variável "rendimento mensal de um agricultor". De acordo com a definição de distribuição Lognormal, a variável transformada, *V*, seguirá uma distribuição Normal. Veja na Secção 7.52, as expressões dos parâmetros da variável transformada *V*. ■

Apoio 3 (resolução completa)

A variável aleatória *X*, que representa o rendimento mensal (milhares de euros) dos agricultores numa determinada região, é Lognormal $LN\left(\mu_X = 3.25, \sigma_X^2 = 0.25\right)$. Assim

$V = \ln X \sim N\left(\mu_V, \sigma_V^2\right)$,

com

$$\mu_V = \frac{1}{2} \cdot \ln\left(\frac{\mu_X^4}{\sigma_X^2 + \mu_X^2}\right) = \frac{1}{2} \cdot \ln\left(\frac{3.25^4}{0.25 + 3.25^2}\right) = 1.167$$

e

$$\sigma_V^2 = \ln\left(\frac{\sigma_X^2}{\mu_X^2} + 1\right) = \ln\left(\frac{0.25}{3.25^2} + 1\right) = 0.153^2.$$

Nestas condições,

$$P(X > 3.25) = P(V = \ln X > \ln 3.25) = P(V > 1.179)$$

$$= P\left(Z = \frac{V - 1.167}{0.153} > \frac{1.179 - 1.167}{0.153}\right) = 0.08$$

$$= 0.4681. \blacksquare$$

Alínea (ii)

Apoio 1 (apenas o resultado)

3.21. ■

Apoio 2 (sugestão)

Na secção 7.5.2 apresenta-se a expressão para a mediana de uma distribuição Lognormal, que é função do valor esperado da variável transformada *V*. ■

Apoio 3 (resolução completa)

A mediana de *X* é dada por

$$\eta_X = e^{\mu_V} = e^{1.167} = 3.21$$

Note que, ao contrário da distribuição Normal, a distribuição Lognormal é assimétrica à direita. ■

Alínea (iii)

Apoio 1 (apenas o resultado)

≈ 0. ■

Apoio 2 (sugestão)

Recorra à padronização da variável transformada *V*, consultando posteriormente a tabela da distribuição Normal padronizada (Tabela 3 do Anexo «Tabelas»). ■

Apoio 3 (resolução completa)

A variável aleatória *X*, que rendimento mensal (milhares de euros) dos agricultores numa determinada região é Lognornal $LN(\mu_X = 3.25, \sigma_X^2 = 0.25)$. A variável transformada $V = \ln X$ segue uma distribuição Normal $N(\mu_V, \sigma_V^2)$. Nestas condições,

$$P(X < 0.9) = P(V < \ln 0.9) = P(V < -0.105)$$

$$= P\left(Z = \frac{V - 1.167}{0.153} < \frac{-0.105 - 1.167}{0.153} = -8.32 \right)$$

$$= P(Z < -8.32) \approx 0 \text{ . } \blacksquare$$

PROBLEMA 7.4

APOIOS À RESOLUÇÃO

Apoio 1 (apenas o resultado)

22.84%. ■

Apoio 2 (sugestão)

Note que a variável aleatória "número de peças com grau de qualidade A incluídas na amostra" segue uma distribuição Hipergeométrica. Procure aproximar esta distribuição por uma distribuição Normal cujos parâmetros valor esperado e desvio padrão são os mesmos da distribuição Hipergeométrica. ■

Apoio 3 (resolução completa)

A variável aleatória *X*, que denota número de peças com grau de qualidade A incluídas na amostra, segue uma distribuição Hipergeométrica $H(7000 \cdot p, 7000 \cdot q, 300)$. O parâmetro p = 5000/7000 = 5/7 corresponde à proporção de peças com grau de qualidade A e $q = 1 - p = 2/7$ à proporção de peças com grau de qualidade B. Assim

$X \sim H(5000, 2000, 300)$,

com

$$\mu_X = N \cdot p = 300 \cdot \frac{5}{7} = 214.3 \text{ [peças]}$$

$$\sigma_X^2 = N \cdot p \cdot q \cdot \frac{M - N}{M - 1} = 300 \cdot \frac{5}{7} \cdot \frac{2}{7} \cdot \frac{7000 - 300}{7000 - 1} = 58.6 \text{ [peças}^2\text{]}$$

e

$$\sigma_X = \sqrt{58.6} = 7.66 \text{ [peças].}$$

Uma vez que $M \geq 10 \cdot N$, esta distribuição Hipergeométrica pode ser aproximada por uma distribuição Binomial. Por sua vez, dado que $N \geq 20$ e $N \cdot p > 7$, a distribuição Binomial pode ser aproximada por uma distribuição Normal. Assim, admite-se que *X* segue aproximadamente uma distribuição Normal $N(\mu = 214.3, \sigma^2 = 58.6)$, vindo

$$P(X > 220) = P\left(Z = \frac{X - 214.3}{7.66} > \frac{220 - 214.3}{7.66} \right)$$

$= P(Z > 0.744)$.

Ora

$$\left.\begin{array}{l} P(Z > 0.74) = 0.2296 \\ P(Z > 0.75) = 0.2266 \end{array}\right\} \text{ ver Tabela 3, do Anexo «Tabelas»}$$

Efectuando uma interpolação linear obtém-se

$$P(Z > 0.744) = 0.2296 - \frac{0.2296 - 0.2266}{0.75 - 0.74} \cdot (0.744 - 0.74) = 0.2296 - \frac{4}{10} \cdot 0.0030$$

$= 0.2284$. ■

PROBLEMA 7.5

APOIOS À RESOLUÇÃO

Alínea (i)

Apoio 1 (apenas o resultado)

10.12. ■

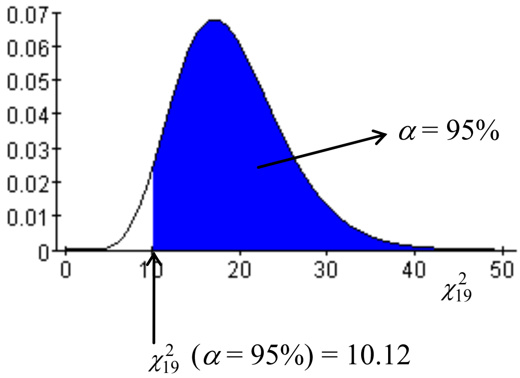
Apoio 2 (sugestão)

O valor pretendido pode ser obtido directamente da Tabela 4 no Anexo «Tabelas». ■

Apoio 3 (resolução completa)

A variável X segue uma distribuição χ^2_{19}. Na Tabela 4 do Anexo «Tabelas» registam-se os valores críticos de distribuições $\chi^2_{GL}(\alpha)$, tais que $\alpha = \int_{\chi^2_{GL}(\alpha)}^{\infty} f(u) \cdot du$.

Ora, o valor de x_0 que satisfaz a condição $P(X < x_0) = 5\%$ satisfaz também $P(X > x_0) = 95\%$. Consultando a tabela obtém-se directamente $x_0 = 10.12$. Na figura seguinte representa-se a função densidade de probabilidade da distribuição χ^2_{19} e o valor correspondente à probabilidade pretendida.



■

Alínea (ii)

Apoio 1 (apenas o resultado)

72.5%. ■

Apoio 2 (sugestão)

O valor pretendido pode ser obtido directamente da Tabela 4 no Anexo «Tabelas». ■

Apoio 3 (resolução completa)

Note que na Tabela 4 do Anexo «Tabelas» se registam os valores críticos de distribuições $\chi^2_{GL}(\alpha)$ e não as probabilidades associadas às caudas (tal como na distribuição Normal). Estes valores podem ser obtidos directamente desta tabela:

$$P(8.91 < X < 22.72) = P\,(X < 8.91) - P(\mathrm{X} > 22.72)$$
$$= 0.975 - 0.250$$
$$= 0.725.$$ ■

PROBLEMA 7.6

APOIOS À RESOLUÇÃO

Alínea (i)

Apoio 1 (apenas o resultado)

2.998. ■

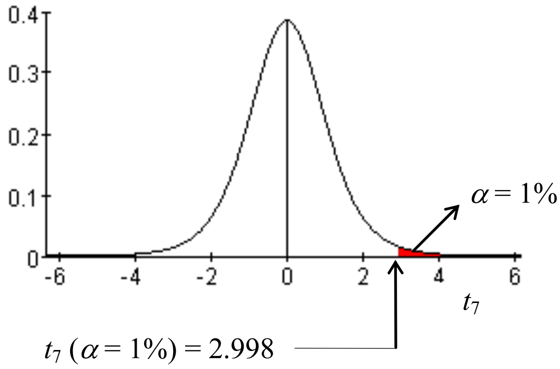
Apoio 2 (sugestão)

O valor pretendido pode ser obtido directamente da Tabela 5 no Anexo «Tabelas». ■

Apoio 3 (resolução completa)

A variável V segue uma distribuição t_7. Na Tabela 5 do Anexo «Tabelas» registam-se as probabilidades associadas à cauda direita de distribuições $t_{GL}(\alpha)$, tais que $\alpha = \int_{t_{GL}(\alpha)}^{\infty} f(u) \cdot du$.

Consultando a tabela obtém-se directamente o valor de v_0 que satisfaz a condição $P(V > v_0) = 1\%$. Tal valor é $v_0 = 2.998$. Na figura seguinte representa-se a função densidade de probabilidade da distribuição t_7 e o valor correspondente à probabilidade pretendida.



■

Alínea (ii)

Apoio 1 (apenas o resultado)

84.0%. ■

Apoio 2 (sugestão)

A probabilidade pretendida pode ser calculada com base nos valores que se apresentam na Tabela 5 do Anexo «Tabelas». ■

Apoio 3 (resolução completa)

Pretende-se calcular $P(-1.12 < V < 2.99)$. Ora,

$P(-1.12 < V < 2.99) = P(V < 2.99) - P(V < -1.12) = 1 - [P(V > 2.99) + P(V > -1.12)]$.

Recorrendo à Tabela 5 do Anexo «Tabelas» é fácil determinar estas probabilidades:

$1 - [P(V > 2.99) + P(V > -1.12)] = 1 - [0.010 + 0.150] = 0.840$. ■

PROBLEMA 7.7

APOIOS À RESOLUÇÃO

Alínea (i)

Apoio 1 (apenas o resultado)

1.89. ■

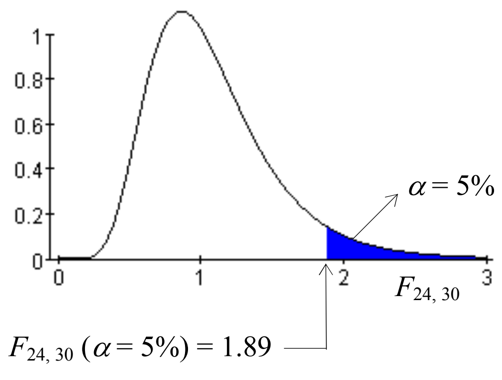
Apoio 2 (sugestão)

O valor pretendido pode ser obtido directamente da Tabela 6 no Anexo «Tabelas». ■

Apoio 3 (resolução completa)

A variável U segue uma distribuição $F_{24,\,30}$. Na Tabela 6 do Anexo «Tabelas» registam-se os valores $F_{GL_1,\,GL_2}(\alpha)$, tais que $\alpha = \int_{F_{GL_1,\,GL_2}(\alpha)}^{\infty} f(u)\cdot du$.

Consultando a tabela obtém-se directamente o valor de u_0 que satisfaz a condição $P(U > u_0) = 5\%$. Tal valor é $u_0 = 1.89$. Na figura seguinte representa-se a função densidade de probabilidade da distribuição $F_{24,30}$ e o valor correspondente à probabilidade pretendida.



■

Alínea (ii)

Apoio 1 (apenas o resultado)

0.388 ■

Apoio 2 (sugestão)

Para determinar o valor pretendido recorra à seguinte relação

$$F_{GL_1,\,GL_2}(1-\alpha)=\frac{1}{F_{GL_2,\,GL_1}(\alpha)}.\ ■$$

Apoio 3 (resolução completa)

Seja α a probabilidade associada à cauda direita da distribuição $F_{GL_1,\,GL_2}(\alpha)$, ou seja, $\alpha = \int_{F_{GL_1,GL_2}(\alpha)}^{\infty} f(u)\cdot du$. Para se obterem os valores $F_{GL_1,\,GL_2}(1-\alpha)$ correspondentes a áreas de valor α situadas na cauda esquerda da distribuição $F_{GL_1,\,GL_2}$, recorre-se á seguinte expressão;

$$F_{GL_1,\,GL_2}(1-\alpha)=\frac{1}{F_{GL_2,\,GL_1}(\alpha)}.$$

O valor de u_1 que satisfaz a condição $P(U = F_{24,\,30} < u_1) = 1\%$ corresponde ao valor da distribuição $F_{24,\,30}$ cuja área à sua direita é de 99%. Assim

$$F_{24,\,30}(0.99)=\frac{1}{F_{30,\,24}(0.01)}.$$

Recorrendo à Tabela 6 verifica-se que $P(F_{30,\,24} > 2.58) = 1\%$, donde

$$F_{24,\,30}(0.99)=\frac{1}{2.58} \qquad \Rightarrow \qquad u_1=\frac{1}{2.58}=0.388.\ ■$$

PROBLEMA 7.8

APOIOS À RESOLUÇÃO

Apoio 1 (apenas o resultado)

15.15%. ■

Apoio 2 (sugestão)

Repare que a probabilidade de uma variável tomar um valor superior ao de uma outra, é equivalente a considerar-se a probabilidade de uma nova variável, que resulta da diferença entre as duas anteriores, ser superior a zero. Recorde que a combinação linear de duas variáveis normais independentes segue ainda uma distribuição Normal. ■

Apoio 3 (resolução completa)

Denote-se por D_T a longevidade de um pilha do tipo T (em horas) e por D_A a longevidade de uma pilha do tipo A. A probabilidade pretendida é:

$P(D_T > D_A) = P(D_T - D_A > 0)$.

A variável $(D_T - D_A)$ resulta da diferença entre duas distribuições Normais, pelo que também é Normal. Atendendo a que D_T e D_A são presumivelmente independentes, o valor esperado e a variância de $(D_T - D_A)$ vêm dados por:

$E(D_T - D_A) = E(D_T) - E(D_A) = 150 - 156 = -6$

$\mathrm{Var}(D_T - D_A) = \mathrm{Var}(D_T) + \mathrm{Var}(D_A) = 25 + 9 = 34$.

Assim,

$$P(D_T - D_A > 0) = P\left[\frac{(D_T - D_A) - (-6)}{\sqrt{34}} = Z > \frac{0+6}{\sqrt{34}}\right]$$

$$= P(Z > 1.03) = 0.1515. \blacksquare$$

APÊNDICE

Distribuições Contínuas no "Microsoft Excel"

Distribuição Normal

NORMDIST: dá o valor da função de probabilidade acumulada [$P(X \leq x_0)$] e da função densidade de probabilidade $f(x_0)$.

Exemplo: Se X for Normal ($\mu = 2.5$, $\sigma = 1.2$), calcular $P(X \leq 1.6)$ [= 0.2266] e $f(x_0 = 1.6)$ [=0.2509].

X: valor em análise: 1.6
Mean: valor esperado(μ): 2.5
Standard_dev: desvio padrão (σ): 1.2
Cumulative: TRUE – dá o valor da função de probabilidade acumulada
FALSE – dá o valor da função densidade de probabilidade

NORMINV: dá o valor crítico (x_0) cuja função de probabilidade acumulada é igual a um determinado valor $P1$. [$\text{Prob}(X \leq x_0) = P1$].

Exemplo: Se X for Normal ($\mu = 2.5$, $\sigma = 1.2$), calcular x_0 tal que $P(X \leq x_0) = 0.900$ [= 4.0379].

Probability: valor da probabilidade acumulada: 0.90
Mean: valor esperado (μ): 2.5
Standard_dev: desvio padrão (σ): 1.2

NORMSDIST: dá o valor da função de probabilidade acumulada [$P(Z \leq z_0)$] da distribuição Normal padronizada.

Exemplo: Se Z for Normal ($\mu = 0$, $\sigma = 1$), calcular $P(Z \leq 1.645)$ [= 0.9500].

Z: valor em análise: 1.645

NORMSINV: dá o valor crítico (z_0) cuja função de probabilidade acumulada da distribuição Normal padronizada é igual a um determinado valor $P1$ [$\text{Prob}(Z \leq z_0) = P1$].

Exemplo: Se Z for Normal ($\mu = 0$, $\sigma = 1$), calcular z_0 tal que $P(Z \leq z_0) = 0.025$ [= -1.9600].

Probability: valor da probabilidade acumulada: 0.025

STANDARDIZE: Padroniza o valor de uma variável X que segue uma distribuição Normal qualquer.

Exemplo: Se X for Normal ($\mu = 2.5$, $\sigma = 1.2$), obter o valor padronizado de $X = 0.7$ [= -1.5].

X: valor da variável a padronizar: 0.7
Mean: valor esperado (μ): 2.5
Standard_dev: desvio padrão (σ): 1.2

Distribuição *t* de Student

TDIST: dá, para um determinado valor positivo (t_0) da distribuição t_{GL}, a probabilidade de obter um valor superior a t_0, [$P(t_{GL} \geq t_0)$], ou a probabilidade de obter um valor mais extremo do que t_0 [$P(t_{GL} \leq -t_0$ ou $t_{GL} \geq t_0)$].

Exemplo: Para a distribuição t_{18}, calcular $P(t_{18} \geq 1.6)$ [= 0.0635] e $P(t_{18} \geq 1.6$ ou $t_{18} \leq -1.6)$ [= 2×0.0635=0.1270].

X: valor em análise: 1.6
Deg_freedom: Graus de liberdade da distribuição *t*: 18
Tails: 1 – dá a valor da $P(t_{GL} \geq 1.6)$
2 – dá o valor da $P(t_{GL} \leq -1.6$ ou $t_{GL} \geq 1.6)$

TINV: dá o valor crítico (t_0) cuja probabilidade de obter um valor mais extremo na distribuição t_{GL} é igual a um determinado valor $P1$ [$P(t_{GL} \geq t_0$ ou $t_{GL} \leq - tx_0) = P1$].

Exemplo: Para a distribuição t_{12}, calcular t_0 tal que $P(t_{12} \geq t_0$ ou $t_{12} \leq - t_0) = 0.05$ [= 2.1788].

Probability: valor da probabilidade: 0.05
Deg_freedom: graus de liberdade da distribuição *t*: 12

Distribuição F

FDIST: dá, para um determinado valor (x_0) da distribuição $F_{GL1,GL2}$ (x_0), a probabilidade de obter um valor superior a x_0 [$P(F_{GL1,GL2} \geq x_0)$].

Exemplo: Para a distribuição $F_{6,15}$, calcular $P(F_{6,15} \geq 2.79)$ [= 0.0500].

X: valor em análise: 2.79
Deg_freedom1: graus de liberdade GL_1: 6
Deg_freedom2: graus de liberdade GL_2: 15

FINV: dá o valor crítico (x_0) cuja probabilidade de obter um valor superior na distribuição $F_{GL1,GL2}$ é igual a um determinado valor $P1$ [$P(F_{GL1,GL2} \geq x_0) = P1$].

Exemplo: Para a distribuição $F_{6,15}$, calcular x_0 tal que $P(F_{6,15} \geq x_0) = 0.08$ [= 2.3916].

Probability: valor da probabilidade: 0.08
Deg_freedom1: Graus de liberdade GL_1: 6
Deg_freedom2: Graus de liberdade GL_2: 15

Distribuição do Qui-Quadrado

CHIDIST: dá, para um determinado valor (x_0) da distribuição χ^2_{GL} (x_0), a probabilidade de obter um valor superior a x_0 [$P(\chi^2_{GL} \geq x_0)$].

Exemplo: Para a distribuição χ^2_{18}, calcular $P(\chi^2_{18} \geq 31)$ [= 0.0288].

X: valor em análise: 31
Deg_freedom: graus de liberdade da distribuição χ^2_{18}: 18

CHIINV: dá o valor crítico (x_0) cuja probabilidade de obter um valor superior na distribuição χ^2_{GL} é igual a um determinado valor $P1$ [$P(\chi^2_{GL} \geq x_0) = P1$].

Exemplo: Para a distribuição χ^2_{30}, calcular x_0 tal que $P(\chi^2_{30} \geq x_0) = 0.05$ [= 43.7730].

Probability: valor da probabilidade: 0.05

Deg_freedom: graus de liberdade da distribuição χ^2_{GL} : 30

Distribuição Exponencial Negativa

EXPONDIST: dá o valor da funçãodistribuição [$P(X \leq x_0)$] e da função densidade de probabilidade $f(x_0)$ de distribuição Exponencial Negativa.

Exemplo: Se X for EN ($\lambda = 3$), calcular x_0 tal que $P(X \leq 0.25)$ [= 0.5276] e calcular $f(0.25)$ [=1.4171].

X: valor em análise: 0.25
Lambda: número médio de ocorrências por unidade de tempo: 3
Cumulative: TRUE – dá a função de probabilidade acumulada
FALSE – dá a valor da função densidade de probabilidade

Distribuição Lognormal

LOGNORMDIST: dá o valor da função de probabilidade acumulada da variável X [$P(X \leq x_0)$], onde $\ln(X)$ é um variável que segue uma distribuição Normal, com valor esperado μ e desvio padrão σ.

Exemplo: Se X for uma variável Lognormal, em que $\ln(X)$ é Normal ($\mu = 1.167$, $\sigma = 0.153$), calcular $P(X \leq 3.25)$ [= 0.5304].

X: valor em análise: 3.25
Mean: valor esperado (μ): 1.167
Standard_dev: desvio padrão (σ): 0.153

LOGINV: dá o valor crítico (x_0) de uma variável Lognormal cuja função distribuição é igual a um determinado valor $P1$ [$P(X \leq x_0) = P1$].

Exemplo: Se X for uma variável Lognormal, em que $\ln(X)$ é Normal ($\mu = 1.167$, $\sigma = 0.153$), calcular x_0 tal que $P(X \leq x_0) = 0.5304$ [= 3.25].

Probability: valor da probabilidade acumulada: 0.5304
Mean: valor esperado (μ): 1.167
Standard_dev: desvio padrão (σ): 0.153