

Noções de Probabilidade e Estatística

Marcos N. Magalhães e Antonio Carlos P. Lima

Modificações na 8ª edição em relação à 7ª edição, 3ª reimpressão (2015)

Obs.: também valem para as 4ª e 5ª (2023) e 6ª (2024) reimpressões, pois elas são idênticas à 3ª.

Para a 8ª edição (2025) fizemos melhorias na redação e correções de erros tipográficos, remodelamos figuras, tabelas e gráficos a fim de tornar a leitura mais agradável; algumas figuras e tabelas foram substituídas por quadros (assim, a numeração delas foi alterada); novos exercícios foram acrescentados em alguns capítulos e o contexto foi atualizado em vários momentos. A seguir, apresentamos as principais alterações realizadas, ressaltando que omitimos as correções gramaticais. As alterações estão separadas por capítulos e respostas (Apêndice B).

Capítulo 1

Obs.: Neste capítulo incluímos uma nova figura (Figura 1.6) com a renumeração das figuras subsequentes.

Página 11 - Na Tabela 1.5, a última faixa mudou para 24 \vdash 30 (ambos fechados).

Página 15 - Nova figura (Figura 1.6) com a apresentação do *Gráfico de pontos*.

Página 21 - No exemplo 1.9, as medidas dos homens na tabela foram corrigidas:

Peso	n	Q_1	md_{obs}	Q_3	g_b
Homens	13	72,8	75	85,2	0,65

Página 31 - No Exercício 2 (Seção 1.2), o item (c) virou (d) e temos um novo (c):
c. Faça um gráfico de pontos para a variável Fisioterapia.

Página 31-32 - No Exercício 4 (1Seção 1.2), a última faixa foi alterada para 8 \vdash 10 (fechada nos dois extremos).

Página 35 - No Exercício 3 (Seção 1.4), nova redação do item (b):
b. Apresente o gráfico de pontos da variável.

Página 36 - No Exercício 4 (Seção 1.4), nova redação do item (a):
a. Apresente os dados em uma tabela de frequência, incluindo a frequência relativa. Faça uma representação gráfica.

Página 36 - No Exercício 5 (Seção 1.4), nova redação do item (a):
a. Organize uma tabela de frequência e construa um gráfico apropriado.

Página 36 - No Exercício 6 (Seção 1.4), nova redação do item (b):
b. Construa o gráfico de pontos da variável.

Página 36 - No Exercício 7 (Seção 1.4), na tabela fornecida, a variável Salário teve valores alterados e indexados ao salário mínimo. Os valores são os seguintes:

Funcionário	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Salário (sal. mín.)	4,0	3,5	2,3	2,3	1,5	1,5	1,5	1	1	1

Página 38 - No Exercício 12 (Seção 1.4), dados ordenados com acréscimo de item e nova redação:

- c. Determine o terceiro quartil e a mediana pelo histograma.
- d. Usando a tabela de dados brutos construa o *box-plot*.

- e. Construa um gráfico de pontos, considerando os dados arredondados para a parte inteira e decimal 0 ou 0,5. Comente.
- f. Taxas abaixo de 12 ou acima de 16 são consideradas alteradas e requerem acompanhamento médico. Obtenha a tabela de frequência da variável *Acompanhamento Médico* com duas opções: sim ou não.

Página 39 - No Exercício 13 (Seção 1.4), dados ordenados e nova redação no (c):

- c. Calcule o segundo quartil pelo histograma.

Página 39-40 - No Exercício 15 (Seção 1.4), última faixa fica sendo 140 |—|160; os itens (b) e (c) trocaram de ordem.

Página 40 - No Exercício 16 (Seção 1.4), última faixa fica sendo 95 |—|100.

Página 41 - No Exercício 18 (Seção 1.4), novo item e reordenação:

- b. Calcule, para operários especializados e não especializados, a proporção de ocorrências iguais a 1. Repita o cálculo para a proporção de ocorrências iguais a 5. Comente as diferenças observadas nessas proporções.
- c. Junte as informações das duas tabelas em uma só e obtenha um diagrama de barras da rotatividade de mão de obra na indústria (sem diferenciar a especialização).
- d. Os trabalhadores especializados trocam menos de emprego? Justifique.

Página 41 - No Exercício 19 (Seção 1.4), novo item e reordenação:

- b. Determine, usando o histograma, os 1º, 2º e 3º quartis.
- c. Frequências cardíacas que estejam abaixo de 62 ou acima de 92 requerem acompanhamento médico. Qual é a porcentagem de alunos nessas condições?
- d. Uma frequência ao redor de 72 batidas por minuto é considerada padrão. Você acha que de modo geral esses alunos se encaixam nesse caso?

Página 43 - No Exercício 22 (Seção 1.4), novo item e reordenação:

- b. Obtenha os valores aproximados dos 1º e 3º quartis.
- c. A amplitude interquartil foi definida como a diferença entre o terceiro e o primeiro quartis. Calcule seu valor para cada uma das técnicas e comente.
- d. Discuta a variabilidade do tempo de recuperação em cada técnica.
- e. Se você é otimista, qual técnica escolheria?

Página 43+ - Inclusão de dois novos exercícios (23 e 24), com a numeração dos antigos exercícios 23 a 26 acrescida de dois. Os novos exercícios são:

- 23. As notas de uma prova, em números inteiros, são apresentadas por meio de tabelas de frequência e de dados brutos para as classes, respectivamente, dos períodos Diurno (50 estudantes) e Noturno (30 estudantes).

Notas do Diurno	0 — 2	2 — 5	5 — 7	7 — 9	9 — 10
Freq. relativa	0,12	0,36	0,30	0,18	0,04

Notas do Noturno (ordenadas):

0, 1, 1, 3, 3, 3, 3, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 6, 6, 6, 6, 7, 7, 8, 9, 10

- a. Construa o histograma das notas do período Diurno.
- b. Usando as mesmas faixas do Diurno, construa o histograma das notas do Noturno. Comente as diferenças entre as classes, segundo os histogramas.
- c. Construa *box-plots* das notas do Diurno (com suposições) e do Noturno.

d. Compare as classes segundo os *box-plots* construídos.

24. Responda, justificando:

- Ao organizarmos os dados de uma variável contínua em uma tabela de frequências com faixas, o que perdemos e o que ganhamos com isso?
- Em um histograma uma faixa tem o dobro da altura de outra; entretanto, elas têm a mesma densidade de frequência. O que dizer das frequências relativas dessas faixas?
- Em um determinado *box-plot* os 1º e 3º quartis são, respectivamente, iguais a 10 e 20. A mediana pode ser maior que 15?
- Em um conjunto de dados, com idades de estudantes, temos para o 3º quartil um valor de 22 anos. É possível que 30% desses estudantes tenham mais de 20 anos?
- Pode existir um conjunto de dados em que os 1º e 3º quartis são iguais, mas o 2º quartil é diferente deles?
- Os valores extremos que aparecem em um *box-plot* devem sempre ser descartados?

Capítulo 2

Obs.: Neste capítulo tivemos duas figuras que se tornaram quadros. Assim, Figuras 2.1 e 2.2 são, na 8ª edição, Quadros 2.1 e 2.2, respectivamente. Também, Figuras 2.3 e 2.4 foram renumeradas como Figuras 2.1 e 2.2, respectivamente.

Página 62 - No Exercício 8 (Seção 2.3), novo item (e):

- Uma mulher ter alugado dado que o filme escolhido é uma comédia?

Página 68 - Nos Exercícios 30, 31 e 32 (Seção 2.3) a referência aos números de exercícios do Capítulo 1 foram atualizadas convenientemente.

Capítulo 3

Página 79 - No Exercício 5 (Seção 3.1), mudança de redação (bala para chocolate) e preços atualizados: entradas R\$ 70; pipoca R\$ 20 e chocolate R\$ 30.

Página 91 - Na Figura 3.5, o gráfico apresentado é da Geométrica com parâmetro 0,1 ao invés do indicado 0,01.

Página 94 - Na Definição 3.8, deve ser $r \leq n$ ao invés de $r < n$.

Página 96 - No Exercício 1 (Seção 3.4), atualização de preços: custo R\$ 10; recuperação R\$ 5 e venda R\$ 30.

Páginas 99 - No Exercício 9 (Seção 3.4), atualização de preços:

Pedido	Peixe	Frango	Bovina	Cerveja	Água	Vinho
Preço	24	30	36	12	6	18

Página 104 - No Exercício 30 (Seção 3.4) a referência ao número do exercício do Capítulo 1 foi atualizada convenientemente.

Capítulo 4

Obs.: Neste capítulo, todas as quatro figuras se tornaram, na 8ª edição, quadros com as mesmas numerações.

Página 116 - Desvio médio deve ser 19/24 ao invés de 57/6.

Página 120 - No Exemplo 4.10, após o cálculo de $var_{obs} = 4,99$; a sentença final do exemplo ficou: "consequentemente, temos que $dp_{obs} = 2,23$. Note que,

tendo em vista os dados disponíveis, os valores obtidos são aproximações das respectivas medidas." \square

- Página 126** - No Exercício 3 (Seção 4.3), trocar a palavra "rendimento" por "consumo".
- Página 132** - No Exercício 17 (Seção 4.4), para evitar a desatualização de valores, os preços indicados agora são em *u.m.* (unidades monetárias).
- Página 133** - No Exercício 21 (Seção 4.4), mudança de redação considerando, ao invés de automóveis, "camionetes compactas com 15 anos de uso". Os modelos e preços se mantêm e o combustível ficou sendo "flex ou diesel" ao invés de álcool ou gasolina, respectivamente.
- Página 134** - No Exercício 24 (Seção 4.4), para evitar a desatualização de valores, os preços indicados agora são em *u.m.* (unidades monetárias).
- Página 134** - No Exercício 26 (Seção 4.4), antes dos itens acrescentar: Adotando uma postura "cuidadosa", responda:
- Página 134** - No Exercício 27 (Seção 4.4), para evitar a desatualização de valores, os preços indicados agora são em *u.m.* (unidades monetárias).
- Página 134** - No Exercício 28 (Seção 4.4), foi feita uma mudança de redação e "milhares de reais" foi alterado para "milhares de euros".
- Página 135** - No Exercício 29 (Seção 4.4), para evitar a desatualização de valores, os preços indicados agora são em *u.m.* (unidades monetárias).
- Página 135** - No Exercício 30 (Seção 4.4), foi feita uma mudança de redação e os preços são agora em dólares.
- Página 136** - Nos Exercícios 34, 35 e 36 (Seção 4.4) a referência aos números de exercícios do Capítulo 1 foram atualizadas convenientemente.

Capítulo 5

Obs.: Neste capítulo, todas as seis figuras se tornaram, na 8ª edição, quadros com as mesmas numerações.

- Página 140** - No Exemplo 5.3, na tabela de dados fornecida houve alteração na primeira faixa das duas variáveis. Para Salário, temos " $0 \text{ — } 4$ " ao invés de " <4 "; enquanto para Tempo, temos " $0 \text{ — } 5$ " ao invés de " <5 ".
- Página 146** - No Exercício 5 (Seção 5.1), novo item (d):
d. Da conjunta entre X^2 e Y^2 , obtenha a função de probabilidade de X^2+Y^2 .
- Página 150** - Após o Exemplo 5.8, modificação de redação: "A verificação da associação ... (ao invés da independência)".
- Página 151** - No Exemplo 5.9, a tabela com as porcentagens, em relação ao total de coluna, teve seus valores arredondados:

<i>U</i>	<i>N</i>			Total
	0	1	2 ou mais	
Sim	21%	54%	87%	53%
Não	79%	46%	13%	47%
Total	100%	100%	100%	100%

- Página 153** - Na Definição 5.4, a notação de coeficiente de correlação foi modificada para $Corr_{obs}(X, Y)$ ou $\rho_{obs, X, Y}$.

Páginas 175-176 - Nos Exercícios 37 a 40 (Seção 5.3), a referência aos números dos exercícios do Capítulo 1 foram atualizadas convenientemente.

Capítulo 6

Obs.: Neste capítulo, a Tabela 6.1 se tornou, na 8ª edição, Quadro 6.1.

Página 188 - O Exercício 3 (Seção 6.1), tem novo item:

e. $P(\mu - \sigma < Y < \mu + \sigma)$.

Página 188 - O Exercício 4 (Seção 6.1), tem reordenação e novos itens:

b. Calcule a $P(0 < X < 3)$.

c. Quanto vale $P(0 \leq X \leq 3)$? Algum comentário?

d. Determine $P(X > 0 | X < 3)$.

e. Calcule $Md(X)$, $E(X)$ e $Var(X)$.

f. Considere uma nova variável aleatória discreta Y , com valores: 0, se ocorre o evento $[X < 0]$; e 1, se ocorre o evento complementar. Obtenha o valor esperado e a variância de Y .

Página 189 - O Exercício 5 (Seção 6.1), tem alteração de redação e novos itens:

c. Encontre o valor esperado e o desvio padrão para o comprimento dos fósseis da região.

d. Considerando um fóssil, escolhido ao acaso na região, obtenha a probabilidade do comprimento estar, no máximo, a um desvio padrão do valor esperado.

e. E, se no item (d), fossem quatro desvios padrões? Comente.

Página 203 - O gráfico foi refeito, pois tinha omitido o par $(-2,44; -1,96)$.

Página 206 - Figura 6.5 refeita; sem o histograma para $p = 0,3$.

Página 209 - No Exercício 2 (Seção 6.2), acréscimo na redação: "... pode ocorrer, com mesma probabilidade, em qualquer ...".

Página 210+ - Inclusão de dois novos exercícios (11 e 12) na Seção 6.2. Enunciados dos novos exercícios:

11. Ao preço de certa peça (X) as lojas *online* acrescentam o valor do frete (Y). Suponha $X \sim N(50, 5)$ e $Y \sim N(10, 4)$ independentes. Para uma loja escolhida ao acaso, qual é a probabilidade do preço final estar entre 65 e 70 reais?

12. Considere uma sequência $(X_1, X_2, \dots, X_{10})$ de variáveis independentes, cada uma seguindo o modelo $N(25, 9)$. Obtenha $P(W \leq 23)$, sendo que a variável W é definida como: $W = (X_1 + X_2 + \dots + X_{10})/10$.

Página 212 - No Exercício 3 (Seção 6.3), novo itens e reordenação:

b. Determine $P(3/2 < X \leq 5/2)$.

c. Obtenha o valor de $P(X > 2 | 3/2 < X \leq 5/2)$.

d. Quanto vale b , tal que $P(X > b) = 5/9$?

e. Calcule o valor de c tal que $P(|X - 1| < c) = 1/3$.

Página 212 - No Exercício 4 (Seção 6.3), novo item (e):

e. Para esses automóveis, obtenha o desvio padrão referente ao tempo de troca do conjunto de amortecedores.

Página 213 - No Exercício 6 (Seção 6.3), nova redação do item (c):

c. Que área será atingida com 50% de probabilidade?

Página 216 - No Exercício 15 (Seção 6.3), trocar a palavra "consumo" por "rendimento" e o preço da gasolina foi atualizado para R\$ 7 por litro.

Página 219 - No Exercício 30 (Seção 6.3), trocar a ordem dos itens (a) e (b).

Página 220 - Nos Exercícios 35, 36 e 37 (Seção 6.3), a referência aos números de exercícios do Capítulo 1 foram atualizadas convenientemente.

Capítulo 7

Obs.: Neste capítulo, todas as duas tabelas se tornaram, na 8ª edição, quadros com as mesmas numerações.

Página 229 - A Definição 7.4 de Consistência foi corrigida:

Definição 7.1: Consistência

Um estimador $\hat{\theta}$ é *consistente* para θ , se, à medida que o tamanho da amostra aumenta, a probabilidade de $\hat{\theta}$ se aproximar de θ converge para 1. Isto é, $\lim_{n \rightarrow \infty} P(|\hat{\theta} - \theta| < \epsilon) = 1, \forall \epsilon > 0$.

Obs.: O que era apresentado na 7ª edição como definição de Consistência era, de fato, uma condição suficiente.

Página 233 - No Exercício 1 (Seção 7.2), modificação nos estimadores:

$$\hat{\mu}_1 = \frac{1}{3} \left(\frac{1}{2} X_1 + 2X_2 + \frac{1}{2} X_3 \right); \quad \hat{\mu}_2 = \frac{(X_1 + X_2)}{2}; \quad \hat{\mu}_3 = \bar{X}.$$

Páginas 233-234 - No Exercício 2 (Seção 7.2), modificação nos estimadores:

$$\begin{aligned} \hat{\sigma}_1^2 &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2; \\ \hat{\sigma}_2^2 &= \frac{1}{2} \left[\left(X_1 - \frac{X_1 + X_2}{2} \right)^2 + \left(X_2 - \frac{X_1 + X_2}{2} \right)^2 \right]; \\ \hat{\sigma}_3^2 &= S^2 = \frac{1}{n-1} \left(\sum_{i=1}^n X_i^2 - n\bar{X}^2 \right). \end{aligned}$$

Página 238 - No Exemplo 7.14 (na nova edição é 7.15), modificações de redação: aceita o lote para 6 a 9 cm (ao invés de 5 a 10 cm); também, a variância foi alterada para 4 cm² (ao invés de 20 cm²).

Página 243 - O Exercício 4 (Seção 7.3) tem novos itens:

- d. Ser superior a 2, sabendo-se que é inferior a 2,5.
- e. Não se distanciar mais de um desvio padrão da média populacional.

Página 243 - O Exercício 6 (Seção 7.3) acrescentar no final: "Use a aproximação Normal."

Página 244 - O Exercício 7 (Seção 7.3) redação alterada: média é 5 (era 3) e desvio padrão 1 (era 2). Nova redação nos itens (a) e (b):

- a. Qual a probabilidade de uma dessas vigas suportar menos do que 2 toneladas?
- b. Qual a probabilidade de as vinte vigas suportarem, em média, pelo menos 4,5 toneladas?

Página 245 - Ressaltamos, com notações diferentes, a distinção entre intervalo de confiança aleatório $IC(\mu, \gamma)$ e a estimativa intervalar $IC_{obs}(\mu, \gamma)$, que é não aleatória. De modo análogo, nas páginas seguintes modificamos a notação nos intervalos para a proporção.

Página 247 - Exemplo 7.19 (atual 7.20) com nova redação:

Exemplo 7.1: A duração da bateria de um celular de certa marca está sendo estudada. Após a carga completa e com todos os recursos ligados, medimos o tempo, em horas, até o aviso de "carga baixa" aparecer. Suponha que esse tempo siga o modelo Normal $(\mu, 1)$ e deseja-se construir um intervalo de 95% de confiança para μ (tempo médio do aviso aparecer). Para um intervalo com amplitude de 40 minutos ($2/3$ de hora), qual deve ser o tamanho de amostra?

Para calcular o valor de n , consideramos a equação:

$$2 \times z_{\gamma/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 2/3.$$

Com os valores de $z_{\gamma/2} = 1,96$ ($\gamma = 95\%$) e $\sigma = 1$, temos

$$\sqrt{n} = \frac{2 z_{\gamma/2} \sigma}{2/3} = 3 \times 1,96 \times 1 = 5,88.$$

Como o valor de n precisa ser um número inteiro, escolhemos o menor inteiro superior a $(5,88)^2$, obtendo $n = 35$. Dessa forma, a amplitude do intervalo a ser construído será pouco menor do que 40 minutos e, portanto, o intervalo será também um pouco mais informativo. \square

Página 247 - Exemplo 7.20 (atual 7.21) com nova redação:

Exemplo 7.2: Um portal de serviços *online* está monitorando a duração do tempo das conexões de seus clientes, com o objetivo de dimensionar seus equipamentos. São desconhecidas a média e a distribuição de probabilidade desse tempo, mas o desvio padrão, por analogia a outros serviços, é considerado igual a 5 minutos. Uma amostra de 500 conexões resultou num valor médio observado de 25 minutos. O que podemos dizer da verdadeira média, com confiança 92%?

O tempo de duração das conexões não tem distribuição conhecida e a falta dessa informação precisa ser contornada. Uma alternativa viável é buscar a aplicação do Teorema Central do Limite. Para uma amostra suficientemente grande, é razoável aplicar esse teorema e utilizar o modelo Normal. Assim, um intervalo de confiança aproximado é dado por:

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

Nestes termos, com confiança 92% ($z_{0,46} = 1,75$) e as informações do exemplo, a estimativa do intervalo de confiança da média resulta

$$IC_{obs}(\mu, 92\%) \simeq \left[25 - 1,75 \frac{5}{\sqrt{500}} ; 25 + 1,75 \frac{5}{\sqrt{500}} \right] = [24,61 ; 25,39].$$

Note que, em virtude do uso do Teorema Central do Limite, obtemos um intervalo com coeficiente de confiança, *aproximadamente*, 92%. \square

Página 250 - No Exercício 1 (Seção 7.4), o desvio padrão para 1 minuto (era 2).

Página 251 - No Exercício 4 (Seção 7.4): média da amostra R\$ 22,5 e desvio padrão R\$ 3,0.

Página 252 - O Exercício 2 (Seção 7.5) tem novos itens:

- e. Certamente, alguma criança visitou 4 vezes o dentista no último ano.
- f. O 3º quartil do número de visitas anuais precisa ser superior a 1.
- g. É provável que irmãos tenham ido o mesmo número de vezes ao dentista.

Página 252 - No Exercício 3 (Seção 7.5) acrescentar no final: "Sabendo o valor das estimativas, é possível decidir qual é a melhor?"

Página 252 - No Exercício 5 (Seção 7.5), nova redação no item (d):

- d. Apresente, em um único gráfico, as funções de probabilidade de X e \bar{X} .

Página 253 - No Exercício 14 (Seção 7.5), novo item:

- d. Mais de 13 mil cópias, sabendo que durou entre 12 e 14 mil cópias?

Página 253 - No Exercício 15 (Seção 7.5), novo item:

- c. Qual o valor do 2º decil do peso total dos pacotes da amostra?

Página 256 - No Exercício 27 (Seção 7.5), alteração de média para 15 minutos (era 5) e modificação no item (a):

- a. O tempo médio amostral ser inferior a 15,5?

Página 256 - No Exercício 28 (Seção 7.5), a média amostral foi alterada para 49,5 milímetros (era 4,52).

Página 257 - No Exercício 32 (Seção 7.5), modificação em estimador:
 $\hat{\mu}_2 = (X_1 + X_{200})/2$.

Página 257 - No Exercício 33 (Seção 7.5), novo item:

- c. Se o intervalo médio de emissão, entre os clientes amostrados, é superior a 35 segundos, qual a probabilidade de ser inferior a 40 segundos?

Página 258 - No Exercício 38 (Seção 7.5), a referência ao número de exercício do Capítulo 1 foi atualizada convenientemente.

Capítulo 8

Obs.: Neste capítulo, as Figuras 8.1 e 8.6 se tornaram, na 8ª edição, Quadros 8.1 e 82, respectivamente. As demais figuras foram renumeradas adequadamente. Também, foi criado um novo Quadro 8.3.

Página 259 - No Exemplo 8.1, o desvio padrão foi modificado para 3 unidades/ml.

Página 273 - No Exercício 3 (Seção 8.2), desvio padrão alterado para 0,2 sal-mín.

Página 277 - No Exemplo 8.6, o coeficiente de confiança foi modificado para 0,99 com $t_{\gamma/2} = 4,604$. O intervalo fica sendo:

$$\begin{aligned} IC(\mu, 99\%) &= [13,90 - 4,604\sqrt{0,67/5}; 13,90 + 4,604\sqrt{0,67/5}] \\ &= [12,21; 15,59]. \end{aligned}$$

Página 277+ - Foi incluído um novo quadro (Quadro 8.3):

Quadro 8.3: Inferência para μ – casos possíveis e modelos usados.

População	Variância (σ^2)	
	Conhecida	Desconhecida
Normal	Modelo Normal	Modelo t -Student
Não Normal ou Desconhecida	Modelo Normal (via TCL)	Modelo Normal (via TCL e $\sigma^2 \simeq S^2$)

- Página 278** - No Exercício 4 (Seção 8.3), desvio padrão modificado para 0,5 ano.
- Página 282** - No Exercício 3 (Seção 8.4), desvio padrão modificado para 2 kgf.
- Página 297** - No Exercício 4 (Seção 8.6), o desvio padrão foi modificado para 3 minutos e itens foram reorganizados:
- Especifique as hipóteses em discussão e interprete os erros tipo I e II.
 - Para uma amostra de 20 tempos de travessia com a nova balsa, obtenha a região crítica considerando um nível de 5% de significância.
 - Calcule a probabilidade do erro tipo II se a nova balsa demora, em média, 2 minutos a mais que as anteriores para completar a travessia.
- Página 297** - No Exercício 5 (Seção 8.6), o desvio padrão foi modificado para 40 mg/100ml. Nos itens, nova redação e acréscimo de item:
- Suponha a seguinte situação hipotética: *i*) um grande número de amostras de tamanho n é coletada; *ii*) para cada amostra, o nível de colesterol dos indivíduos é obtido e a média amostral calculada; *iii*) crie um conjunto de dados com todas essas médias amostrais. Pergunta-se: esse conjunto representaria possíveis realizações da variável aleatória \bar{X} ? Justifique.
 - Qual deve ser o valor de n para que apenas 10% do conjunto de médias amostrais em (a) exceda a média populacional em 10 unidades ou mais?
 - Teste a hipótese de que $\mu = 260$, contra a alternativa de que $\mu > 260$, com base numa amostra de 50 pacientes, em que se observou uma média amostral $\bar{x}_{obs} = 268$. Utilize um nível de significância de 5%.
 - Qual deve ser o tamanho da amostra, para que o intervalo de confiança para μ tenha um comprimento de 30 unidades? Use $\gamma = 99\%$.
 - Para o teste especificado em (c), calcule a probabilidade β para o erro de tipo II, se o valor real de μ for igual a 280.
- Página 297** - No Exercício 6 (Seção 8.6), desvio padrão modificado para 1 dia.
- Página 298** - No Exercício 9 (Seção 8.6), desvio padrão modificado para 3 min.
- Página 299** - No Exercício 14 (Seção 8.6), pergunta agora em itens:
- Calcule o nível descritivo e tome a decisão.
 - Tendo em vista o item (a), que decisão seria feita se $\alpha = 1\%$?
- Página 301** - No Exercício 21 (Seção 8.6), pergunta agora em itens:
- Usando um nível de significância de 4%, você diria que os dados fornecidos são compatíveis com a informação do manual?
 - Qual é o nível descritivo correspondente aos resultados fornecidos pela amostra? Comente.
- Página 303** - No Exercício 30 (Seção 8.6), atualização de valores. Os novos preços na tabela foram multiplicados por 10, sendo: [5,0; 6,0]; [6,0; 6,5]; etc.
- Página 307** - No Exercício 41 (Seção 8.6), modificação nos itens (b) e (c).
- É de interesse verificar se a média populacional da variável N , para pacientes idosos, é superior a 15. Supondo que o desvio padrão seja 7 e usando o Teorema Central do Limite, qual seria a conclusão para um nível de significância $\alpha = 0,001$?
 - Considerando agora o grupo de pacientes mais jovens, verifique se a média populacional para N é menor que 15. Admita que o desvio padrão populacional é igual a 5 e, com alguma suposição adequada, obtenha o nível descritivo do teste.

Página 307-308 - Nos Exercícios 42, 44 e 45 (Seção 8.6), a referência aos números de exercícios do Capítulo 1 foram atualizadas convenientemente.

Capítulo 9

Obs.: o título do capítulo foi alterado para "Tópicos complementares". Ainda, neste capítulo, todas as duas tabelas se tornaram, na 8ª edição, quadros com as mesmas numerações.

Página 310 - No Exemplo 9.1, deve-se trocar a palavra "consumo" por "rendimento".

Página 311 - Na Figura 9.1, o caso 1 é "Dependentes por pareamento".

Página 318 - No Exemplo 9.5, a média para o Grupo B é 90,00 minutos e, dessa forma $\bar{d}_{obs} = 179,73 - 90,00 = 89,73$.

Página 319 - No Exemplo 9.6, na tabela apresentada, o desvio padrão (amostral) têm valores 0,73; 0,91 e 1,93 para, respectivamente, as Regiões Central, Oeste e Ambas.

Página 323-324 - No Exemplo 9.8, valores corrigidos $s_{X_{obs}}^2 = 4,26$; $\bar{y}_{obs} = 15,46$; $s_{Y_{obs}}^2 = 4,60$; $\bar{d}_{obs} = -3,89$; $s_{c_{obs}}^2 = 4,42$ e $t_{obs} = -4,80$.

Página 328 - O Exemplo 9.10 foi incorporado ao Exemplo 9.9. Valor corrigido, $z_{obs} = -0,664$.

Página 331-332 - No Exemplo 9.13 (atual 9.12), valores alterados na tabela. Para o Método X, substitua 29,7; 29,9 e 29,9 por, respectivamente, 29,2; 29,7 e 30,0. Para o Método Y, substitua 29,8; 29,3 e 29,7 por, respectivamente, 31,5; 29,0 e 29,8. Assim, as medidas descritivas ficam sendo: $\bar{x}_{obs} = 29,87$ mm, $\bar{y}_{obs} = 29,99$ mm, $s_{X_{obs}}^2 = 0,07$ mm² e $s_{Y_{obs}}^2 = 0,39$ mm².

Página 335 - No Exemplo 9.14 (atual 9.13), valor corrigido $f_{obs} = 0,18$.

Página 338 - No Exemplo 9.16 (atual 9.15), a tabela com medidas descritivas ficou com duas decimais:

Medidas Descritivas	Tipo de Carga			
	D	A	E	O
Média	22,80	27,91	39,97	24,60
Mediana	23,50	28,10	40,20	23,90
Desvio padrão	1,85	1,25	2,18	1,67
Mínimo	20,30	25,30	37,30	22,60
Máximo	24,90	29,30	43,90	27,60

Página 343 - No Exemplo 9.17 (atual 9.16), como consequência de alterações nas decimais temos os valores da Anova corrigidos:

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F
Entre	3	1.254,40	$\frac{1.254,40}{3} = 418,13$	$\frac{418,13}{3,23} = 129,45$
Dentro	24	77,57	$\frac{77,57}{24} = 3,23$	
Total	27	1.331,97		

Página 365-366 - Modificação na redação do Exercício 24 (Seção 9.6):

24. Um geriatra está estudando a relação entre aspectos emocionais e cognitivos, coletando dados em 6 idosos de casas de repouso. Em um dado mês, obteve-se o tempo médio diário (X) de contato do idoso com familiares (seja por telefone, computador ou presencial). Ao final do mês, os idosos fizeram um teste cognitivo e tiveram seu tempo de conclusão (Y) anotado. Os dados, em minutos, seguem.

Idoso	A	B	C	D	E	F
Contato familiar (X)	22	25	15	19	22	18
Conclusão do teste (Y)	45	37	25	40	33	30

- Faça o gráfico de dispersão e calcule o coeficiente de correlação. Comente.
- Ajuste a reta de regressão e trace-a no gráfico de dispersão. Qual a interpretação para o coeficiente β ? É possível interpretar o coeficiente α ?
- Avalie, ao nível de significância de 5%, se o tempo no teste cognitivo é influenciado pelo contato com familiares. Quais foram as suposições feitas?
- Para um idoso com contato diário médio mensal igual a 20 minutos, qual seria o tempo esperado para realização do teste cognitivo?

Página 366 - No Exercício 26 (Seção 9.6), pergunta agora em itens:

- Determine a correlação entre as variáveis.
- Expresse a variável Y como função linear da variável X .
- Interprete os parâmetros da função encontrada em (b).

Página 367 - No Exercício 28 (Seção 9.6), novos itens:

- Utilizando o modelo ajustado, qual seria a expectativa de acréscimo na produção anual se houve uma variação positiva de 20 mm de um ano para outro, dentro do intervalo "usual" de chuva?
- Seria válido pensar que: "se a produção anual esperada fosse conhecida, poderíamos ter ideia de quanto choveu"?

Página 367-368 - Nos Exercícios 29, 30 e 31 (Seção 9.6), a referência aos números de exercícios do Capítulo 1 foram atualizadas convenientemente.

Apêndice B- Respostas dos exercícios

Página 380 - No Exercício 1 (Seção 1.2), correção no item (e): Quantitativa discreta (se usar números inteiros).

Página 380 - No Exercício 3 (Seção 1.2), item (c): $IA=[0;16,6]$, bigodes até 1,50 (inf.) e 10,7 (sup.), sem extremos.

Página 380 - No Exercício 4 (Seção 1.2), item (c): supor bigodes até 0 e 10.

Página 380 - No Exercício 5 (Seção 1.2), nova redação nos itens:

- Para construir os histogramas usamos 2 casas decimais e escolhemos, de modo arbitrário, a amplitude de 20 para as faixas não delimitadas.
- Supor valores dispersos uniformemente nas faixas. Região A : $Q_1 = 45,00$; $Q_2 = 52,94$; e $Q_3 = 60,67$, logo $IA = [21,49; 84,18]$. Primeira faixa tem 8 valores, que ficariam em intervalos uniformes de aproximadamente 2,22 ($20/(8+1)$), o primeiro valor em 22,22. Na última faixa, colocamos 9 observações em intervalos de tamanho 2, iniciando em 72,00 e terminando em 88,00. Assim, os bigodes seriam

até 22,22 (inf.) e 84,00 (sup.) e com apenas 2 pontos extremos na parte superior. Região *B*: $Q_1 = 73,24$; $Q_2 = 80,57$ e $Q_3 = 87,71$. Proceda como na Região *A*, obtendo valores aproximados de bigodes até 52,74 (inf.) e 109,28 (sup.); teremos 6 pontos extremos na parte inferior e 1 na parte superior. A construção dos *box-plots* confirma o mencionado no item (a), isto é, a Região *B* tem medidas superiores às da Região *A*.

- d. $g_b(A) = -0,01$ e $g_b(B) = -0,01$; baixa assimetria, concordando com os gráficos obtidos.

Página 381 - No Exercício 7 (Seção 1.4), no item (d) modificação dos valores de Salário na tabela: 1,0; 1,5; 2,3; 3,5 e 4,0.

Página 381 - No Exercício 13 (Seção 1.4), nova redação do item (d):

- d. $Q_1 = 7,3$; $Q_2 = 7,50$; $Q_3 = 7,65$; $IA = [6,875; 8,075]$; bigodes até 6,90 (inf.) e 7,90 (sup.) com 5 valores extremos inferiores e outros 5 valores extremos superiores.

Página 381 - No Exercício 15 (Seção 1.4), itens (b) e (c) trocaram de ordem:

- b. 138.
c. *Box-plot*, pelo histograma: $Q_1 = 116$, $Q_2 = 125$, $Q_3 = 134$, $IA = [89; 161]$; bigodes até 100 (inferior) e 160 (superior); sem extremos. Foi suposto existirem os valores 100 e 160.

Página 381 - No Exercício 19 (Seção 1.4), respostas do novo item (b) e dos demais (reordenados):

- b. Pelo histograma: $Q_1 = 69,13$; $Q_2 = 72,51$; $Q_3 = 76,48$. c. 4,92%. d. Sim.

Página 381 - No Exercício 21 (Seção 1.4), correção no item (c): 0,116 vezes o preço de custo.

Página 381+ - Novo Exercício 23 (Seção 1.4):

- b. Histogramas similares, notas do noturno um pouco mais concentradas entre os valores 2 e 7.
c. Diurno: usando o histograma, $Q_1 = 3,08$; $Q_2 = 5,13$; $Q_3 = 6,80$; $IA = [0; 10]$; suposto existirem valores 0 e 10; bigodes até 0 (inferior) e 10 (superior); sem extremos. Noturno: $Q_1 = 3$; $Q_2 = 5$; $Q_3 = 5$; $IA = [0; 8]$; bigodes até 0 (inf.) e 7 (sup.) com valor 10 discrepante.
d. A caixa central do diurno é bem maior. O notas do noturno são menos variáveis apesar de ter um valor discrepante.

Página 383 - No Exercício 5 (Seção 3.1), modificação dos valores de *G* na tabela: 70, 90, 100 e 120.

Página 384 - No Exercício 4 (Seção 3.2), nova redação nos itens (b) e (d):

- b. Não aplicável, exceto se as fábricas têm a mesma probabilidade de defeito.
d. Não, motorista pode aprender ou ficar nervoso a cada teste.

Página 384 - No Exercício 6 (Seção 3.2), correção no item (b): $P(\text{pelo menos dois não serem curados}) = P(\text{no máximo 13 são curados})$.

Página 384 - No Exercício 7 (Seção 3.2), acrescentar: "Obs.: No item (c), a probabilidade de assumir qualquer valor 5 ou superior, é muito pequena. Na precisão utilizada, essas probabilidades são consideradas como zero (às vezes indicadas como 0^+)".

Página 385 - No Exercício 9 (Seção 3.4), novos valores de preços:

d. Preço (reais)	30	36	42	48	54
p_i	0,03	0,24	0,30	0,38	0,05
Preço (c/cerveja)	36	42	48		
p_i	0,087	0,261	0,652		

Página 388 - No Exercício 21 (Seção 4.4), incluída na resposta a função de probabilidade:

Preço	30	33	35	38,5	40	44
p_i	1/10	7/30	1/10	7/30	1/10	7/30

Página 393 - No Exercício 3 (Seção 6.1), resposta do novo item (e): 0,64.

Página 393 - O Exercício 4 (Seção 6.1), tendo em vista reordenação e novos itens:

b. 1/2. **c.** 1/2; em v. a. contínuas, a igualdade não altera o cálculo.

d. 2/3. **e.** Usando integral: $Md(X) = 2$; $E(X) = 1,50$ e $Var(X) = 3,08$.

f. $E(Y) = 0,75$ e $Var(Y) = 0,19$.

Página 393 - O Exercício 5 (Seção 6.1), mudança em (c) e novos itens: **c.** $E(X) = 7,45$; $Dp(X) = 1,82$. **d.** 0,62. **e.** 1, o intervalo inclui todos os valores.

Página 393 - Resposta do novo Exercício 11 (Seção 6.2): Use $X + Y \sim N(60, 9)$ e obtenha pela tabela $P(65 \leq X + Y \leq 70) = 0,0471$.

Página 393 - Resposta do novo Exercício 12 (Seção 6.2): Use $W \sim N(25, 9/10)$ e, pela tabela, temos $P(W \leq 23) = 0,0174$.

Página 393 - O Exercício 3 (Seção 6.3), tendo em vista reordenação e novos itens: **b.** 1/4. **c.** 11/48. **d.** $b = 1,86$. **e.** $c = 0,5$.

Página 394 - No Exercício 15 (Seção 6.3), novo preço no item (b): R\$ 63,63.

Página 394 - No Exercício 1 (Seção 7.2), tendo em vista o novo estimador: Estimativas: $\hat{\mu}_{1_{obs}} = 1$; $\hat{\mu}_{2_{obs}} = 1/2$ e $\hat{\mu}_{3_{obs}} = 1,4$. Temos que $\hat{\mu}_1$, $\hat{\mu}_2$ e $\hat{\mu}_3$ são não viciados, com variâncias $\sigma^2/2$, $\sigma^2/2$ e $\sigma^2/15$, respectivamente. O estimador $\hat{\mu}_3$ é melhor, pois tem menor variância.

Página 394 - No Exercício 2 (Seção 7.2), tendo em vista o novo estimador: Estimativas: $\hat{\sigma}_{1_{obs}}^2 = 1,77$; $\hat{\sigma}_{2_{obs}}^2 = 0,25$ e $\hat{\sigma}_{3_{obs}}^2 = 1,88$. O estimador $\hat{\sigma}_3^2$ é melhor por ser não viciado. O vício de $\hat{\sigma}_1^2$ foi deduzido na Seção 7.2 e o de $\hat{\sigma}_2^2$ é obtido da mesma forma com $n = 2$.

Página 395 - No Exercício 3 (Seção 7.5), complemento da resposta: As estimativas (números) por si só, não dão (em geral), a indicação da qualidade da estimação. Precisa estudar as propriedades dos estimadores.

Página 395 - No Exercício 4 (Seção 7.3), respostas dos novos itens: **d.** 0,4219. **e.** 0,9984.

Página 395 - No Exercício 7 (Seção 7.3), respostas modificadas: **a.** 0,0013. **b.** 0,9875. **c.** Use o Teorema Central do Limite para obter 0,9992.

Página 395 - No Exercício 15 (Seção 7.5), resposta novo item (c): 4999,58 kg.

Página 396 - No Exercício 17 (Seção 7.5), modificação na resposta: Valor exato $n = 10,21$; como n deve ser inteiro, consideramos $n = 11$ para garantir a confiança.

Página 396 - No Exercício 33 (Seção 7.5), resposta novo item (c): 0,0638.

Página 396 - No Exercício 3 (Seção 8.2), resposta modificada no item (c):
 $RC = \{x \in \mathbb{R} : x < 2,97\}$.

Página 396 - No Exercício 4 (Seção 8.3), modificação na resposta: Teste unilateral, para 1% e 14 g.l., $t_c = 2,624$. Rejeitamos H_o . pois $t_{obs} = 5,422$.

Página 397 - No Exercício 3 (Seção 8.4), alteração na resposta: Teste unilateral, $t_{obs} = -2,27$; com interpolação na tabela *t-Student*, $\alpha^* \simeq 1,7\%$; rejeição de H_o .

Página 397 - No Exercício 5 (Seção 8.6), reordenação e novos itens:

- a.** Sim, estamos buscando simular "todos" os possíveis valores de \bar{X} .
- b.** $n = 27$ (maior inteiro superior a 26,21).
- c.** Não rejeitamos H_o .
- d.** $n = 48$ (maior inteiro superior a 47,33).
- e.** $\beta = 0,0294$.

Página 397 - No Exercício 9 (Seção 8.4), alteração na resposta:
 $RC = \{x \in \mathbb{R} : x > 14,78\}$.

Página 397 - No Exercício 21 (Seção 8.6), perguntas agora em itens:

- a.** Teste bilateral, não rejeita H_o e os dados são compatíveis, ao nível de significância $\alpha = 0,04$.
- b.** $\alpha^* \simeq 0,26$; valor alto que indica não rejeição de H_o .