Sumário

Prefácio, xiii

1 Que é Estatística?, 1
- 1.1 Introdução, 1
- 1.2 Desenvolvimento da estatística, 1
  - 1.2.1 Estatística descritiva, 2
  - 1.2.2 Estatística inferencial, 2
- 1.3 Sobre os *softwares* estatísticos, 2
- 1.4 Coleta de dados – amostragem aleatória simples, 3
  - 1.4.1 Tabela de números aleatórios, 3
- Exercícios – Série I, 8

2 Séries Estatísticas, 9
- 2.1 Introdução, 9
- 2.2 Obtenção de dados, 9
- 2.3 Níveis de mensuração, 9
  - 2.3.1 Nível nominal, 9
  - 2.3.2 Nível ordinal, 10
  - 2.3.3 Nível intervalar, 10
  - 2.3.4 Nível de razão, 10
- 2.4 Gráficos, 10
  - 2.4.1 Descrição gráfica de variáveis qualitativas, 11
  - 2.4.2 Descrição gráfica de variáveis quantitativas, 13
- Exercícios – Série I, 25

3 Medidas Descritivas, 27
- 3.1 Medidas de posição ou de tendência central, 27
  - 3.1.1 Média aritmética, 27
- Exercícios – Série I, 29
  - 3.1.2 Média geométrica (G), 31
  - 3.1.3 Média harmônica (H), 33
  - 3.1.4 Mediana (M_e), 34
  - 3.1.5 Moda (M_o), 36
- 3.2 Medidas de ordenação ou separatrizes, 37
- Exercícios – Série II, 41
- 3.3 Medidas de dispersão, 43
  - 3.3.1 Amplitude total, 43
  - 3.3.2 Variância, 44
  - 3.3.3 Desvio-padrão, 45
  - 3.3.4 Coeficiente de variação de Pearson, 47
  - 3.3.5 Escore padronizado, 47
  - 3.3.6 Detectando *outliers*, 47
- 3.4 Medidas de assimetria, 48
- 3.5 Medida de curtose, 49
- 3.6 Relação de Pearson, 50
- Exercícios – Série III, 57
- Exercícios – Série IV, 61
- Exercícios – Série V, 63

4 Probabilidades, 64
- 4.1 Introdução, 64
- 4.2 Experiência aleatória, 64
- 4.3 Espaço amostral, 64
- 4.4 Medidas de probabilidades – escola objetivista, 64
- 4.5 Medidas de probabilidades – escola subjetivista, 65
- 4.6 Regras básicas da probabilidade, 65
  - 4.6.1 Campo de variação das probabilidades, 65
  - 4.6.2 Probabilidade do espaço amostral, 65
  - 4.6.3 Regra da adição de probabilidades, 65
  - 4.6.4 Probabilidade de um evento complementar, 65

4.7 Multiplicação de probabilidades e independência estatística, 66
4.7.1 Probabilidade condicionada, 66
4.7.2 Regra geral da multiplicação de probabilidades, 67
4.7.3 Independência de eventos, 67
4.8 Teorema de Bayes, 68
Exercícios – Série I, 72

5 Distribuições de Probabilidades de Variáveis Aleatórias Discretas, 76
5.1 Introdução, 76
5.2 Variáveis aleatórias, 76
5.2.1 Variável aleatória discreta, 76
5.2.2 Variável aleatória contínua, 77
5.3 Função de probabilidade, 77
5.4 Função de distribuição acumulada, 77
Exercícios – Série I, 78
5.5 Valor esperado ou média de uma variável aleatória discreta, 79
5.6 Variância e desvio-padrão de uma variável aleatória discreta, 79
Exercícios – Série II, 80
5.7 Distribuição binomial, 80
5.7.1 Medidas características, 81
Exercícios – Série III, 84
5.8 Distribuição de Poisson, 84
5.8.1 Hipóteses do modelo de Poisson, 85
5.9 Aproximação das probabilidades binomiais com as probabilidades da distribuição de Poisson, 88
Exercícios – Série IV, 88

6 Distribuições de Probabilidades de Variáveis Aleatórias Contínuas, 90
6.1 Introdução, 90
6.2 Distribuição normal, 90
6.2.1 Distribuição normal padronizada, 92
6.2.1.1 Uso da tabela da distribuição normal padronizada, 92
6.2.2 Efeitos do desvio-padrão sobre a distribuição normal, 93
6.2.3 Combinação linear de distribuições normais independentes, 94
Exercícios – Série I, 101
6.3 Distribuição exponencial, 104
6.4 Aplicação da distribuição exponencial à teoria da confiabilidade, 106
Exercícios – Série II, 106
6.5 Distribuição Qui-Quadrado, 106
6.5.1 Uso da Tabela da Distribuição Qui-Quadrado, 107
6.6 Distribuição *t* de *Student*, 110
6.6.1 Uso da tabela da distribuição *t* de Student, 110
6.7 Distribuição *F*, 113
6.7.1 Uso da tabela da distribuição *F*, 113
6.8 Distribuição de Weibull, 115
6.8.1 Parâmetro de Escala (a), 116
6.8.2 Parâmetro de Forma (β), 117
6.8.3 Estimação dos Parâmetros, 120
Exercícios – Série III, 127

7 Distribuições Amostrais, 129
7.1 Introdução, 129
7.2 Principais conceitos, 129
7.2.1 Inferência ou indução estatística, 129
7.2.2 Amostra aleatória, 129
7.2.3 Estimador ou estatística, 129
7.2.4 Estimativa, 130
7.2.5 Distribuição amostral, 130
7.3 Distribuição amostral das médias, 130
7.3.1 Teorema 1, 130
7.3.2 Teorema 2, 131
7.3.3 Teorema 3, 131
7.3.4 Teorema do limite central, 131
7.4 Distribuição amostral das frequências relativas, 131
7.5 Distribuição amostral das variâncias, 131
7.6 Distribuição amostral da soma, ou diferença, 132
7.6.1 Entre duas médias, 132
7.6.2 Entre duas frequências relativas, 132
7.7 Distribuição amostral das médias quando a variância da população é desconhecida, 132
7.8 Distribuição amostral do quociente entre duas variâncias, 133
Exercícios – Série I, 133

8 Inferência Estatística: Estimativas por Ponto e Intervalos de Confiança, 134
8.1 Introdução, 134
8.2 Estimativa por ponto, 134
8.3 Estimativa por intervalo, 134

8.4 Intervalo de confiança para a média populacional quando a variância é conhecida, 135
8.5 Intervalo de confiança (IC) para a média populacional quando a variância é desconhecida, 136
8.6 Intervalo de confiança para a variância, 139
8.7 Intervalo de confiança para o desvio-padrão, 140
8.8 Intervalo de confiança para a proporção, 141
Exercícios – Série I, 143

9 Amostragem, 145
9.1 Introdução, 145
9.2 Tamanho da amostra para estimar a média de uma população infinita, 145
9.3 Tamanho da amostra para estimar a média de uma população finita, 146
9.4 Tamanho da amostra para estimar a proporção (*p*) de uma população infinita, 146
9.5 Tamanho da amostra para estimar a proporção (*p*) de uma população finita, 146
9.6 Amostragem aleatória simples, 147
9.7 Amostragem sistemática, 153
9.8 Amostragem aleatória estratificada, 154
9.9 Tamanho da amostra aleatória estratificada para estimar a média de uma população finita, 154
9.10 Tamanho da amostra aleatória estratificada para estimar uma proporção de população finita, 154
9.11 Amostragem por conglomerados (*clusters*), 155
9.12 Tamanho da amostra de conglomerados para estimar a média populacional, 155
9.13 Métodos não probabilísticos, 156
9.13.1 Amostragem acidental, 156
9.13.2 Amostragem intencional, 156
9.13.3 Amostragem por quotas, 156
Exercícios – Série I, 157

10 Inferência Estatística: Testes de Hipóteses, 158
10.1 Introdução, 158
10.2 Principais conceitos, 158
10.2.1 Hipótese estatística, 158
10.2.2 Teste de hipótese, 158
10.3 Tipos de erros, 158
10.3.1 Configuração sobre o mecanismo dos erros, 159
10.4 Curva Característica de Operação (CCO), 161
Exercícios – Série I, 162
10.5 Testes de significância, 163
10.5.1 Teste de significância para média populacional, 163
10.5.2 Teste de significância para variância populacional, 167
10.5.3 Teste de significância para a proporção populacional, 168
10.5.4 Teste de significância para a igualdade entre duas variâncias populacionais, 169
10.5.5 Teste de significância para igualdade entre duas médias populacionais, 173
10.5.6 Teste de significância para igualdade entre duas proporções populacionais, 181
Exercícios – Série II, 182

11 Análise da Variância: Anova, 185
11.1 Introdução, 185
11.2 Modelo de classificação única ou experimento com um fator, 185
11.2.1 Lógica da análise da variância, 185
11.2.2 Estimadores da variância comum, 186
11.2.3 Configuração: a lógica da análise da variância, 187
11.2.4 Quadro de análise da variância, 188
11.3 Modelo de classificação dupla ou experimento com dois fatores, 191
11.4 Experimento fatorial ou experimento com dois fatores e repetições, 195
11.5 Teste de Scheffé, 202
Exercícios – Série I, 206

12 Teste Qui-Quadrado e Outras Provas Não Paramétricas, 208
12.1 Introdução, 208
12.2 Teste Qui-Quadrado, 208
12.2.1 Teste de Adequação, 208
12.2.2 Teste de Aderência, 211
12.2.2.1 Teste do Qui-Quadrado para Aderência, 212
12.2.2.2 Teste de Kolmogorov-Smirnov da Normalidade, 221

12.2.2.3 Teste de Shapiro-Wilks (Usando o SPSS), 226
12.2.2.4 Outros Testes K-S usando o SPSS, 226
Exercícios – Série I, 229
12.3 Teste Qui-Quadrado para independência ou associação, 230
12.4 Teste Qui-Quadrado para Tabelas (2 × 2), 233
12.5 Teste da mediana, 234
12.6 Teste de Mann-Whitney, 237
12.7 Testes para dois grupos relacionados: teste dos sinais, 240
12.8 Teste de Wilcoxon – dois grupos relacionados, 243
12.9 Testes para três ou mais grupos independentes, 245
12.9.1 Teste Qui-Quadrado, 245
12.9.2 Teste da mediana, 245
12.9.3 Teste Kruskal-Wallis, 246
Exercícios – Série II, 249

13 Correlação Entre Variáveis, 251
13.1 Introdução, 251
13.2 Coeficiente de correlação de Pearson – correlação linear entre variáveis com níveis de mensuração intervalares, 251
13.2.1 Cálculo do coeficiente de correlação, 251
13.2.2 Teste de hipótese para existência de correlação, 255
Exercícios – Série I, 256
13.3 Medidas de correlação entre variáveis com níveis de mensuração nominal ou ordinal, 257
13.3.1 Coeficiente de contingência, 257
13.3.2 Coeficiente V de Cramer, 258
13.3.3 Coeficiente de Correlação por Postos de Spearman, 259
13.3.4 Teste de hipótese para existência de Correlação por Postos de Spearman, 259
13.3.5 Coeficiente de Correlação por Postos de Kendall, 261
13.3.6 Teste de hipótese para existência de Correlação por Postos de Kendall, 263
13.3.7 Coeficiente de Concordância de Kendall, 264
Exercícios – Série II, 267

14 Regressão Linear Simples, 268
14.1 Introdução, 268
14.2 Diagrama de dispersão, 268
14.3 Modelo de regressão linear simples, 269
14.3.1 Determinação da equação de regressão linear simples, 269
Exercícios – Série I, 273
14.4 Hipóteses sobre o modelo, 274
14.5 Estimador da variância, 274
Exercícios – Série II, 274
14.6 Coeficiente de determinação, 275
14.7 Inferências sobre o coeficiente β, 276
14.7.1 Teste *t* de hipótese para a existência de regressão linear, 276
14.7.2 Teste de hipótese – Teste *F*, 276
14.7.3 Construção de intervalo de confiança para o coeficiente β, 277
Exercícios – Série III, 278
14.8 Uso do modelo de regressão para estimações e previsões, 278
Exercícios – Série IV, 279
14.9 Funções que se tornam lineares por transformações, 285
Exercícios – Série V, 291

15 Regressão Linear Múltipla, 293
15.1 Introdução, 293
15.2 Determinação da equação de regressão linear múltipla, 293
Exercícios – Série I, 297
15.3 Hipótese sobre o modelo, 297
15.4 Estimador da variância, 297
15.5 Coeficiente de determinação múltipla, 298
15.6 Teste de hipótese para a existência de regressão linear múltipla, 298
15.7 Testes de hipótese dos parâmetros β_i, 299
15.7.1 Procedimento para realização de testes de hipótese para os parâmetros β_i, 300
15.8 Regressão não linear, 314
Exercícios – Série II, 315
15.9 Uso de variável *dummy*, 316
15.10 Regressão logística, 317
Exercícios – Série III, 322

Anexos, 323

ANEXO A Cadastro da População de Empregados da Cia. XPTO, 323
ANEXO B Dígitos Aleatórios, 326
ANEXO C Valores de $e^{-\mu}$, 328
ANEXO D Distribuição Normal Padronizada (Probabilidades sob a curva normal), 329
ANEXO E Distribuição Normal Padronizada: Valores críticos de Z – bicaudais, 330
ANEXO F Distribuição Qui-Quadrado: Valores críticos unilaterais à direita, 331
ANEXO G Distribuição *t* de Student: Valores críticos unicaudais, 332
ANEXO H Distribuição *t* de Student: Valores críticos bicaudais, 334
ANEXO I Distribuição F de Snedecor: Valores críticos unilaterais à direita, 337, 338
ANEXO J Valores Críticos do Teste de Kolmogorov-Smirnov, tal que: $P(K - S_{calc} > K - S_{tab}) = \alpha$, 339
ANEXO K Tabela de valores da função gamma = $\Gamma(X)$, 340

Bibliografia, 341

Índice remissivo, 343