



PARTE I Estatística Aplicada

PARTE 1.1 Introdução

CAPÍTULO 1

TIPOS DE VARIÁVEIS E ESCALAS DE MENSURAÇÃO E PRECISÃO.....	7
1.1. Introdução.....	7
1.2. Tipos de variáveis.....	7
1.2.1. Variáveis não métricas ou qualitativas.....	8
1.2.2. Variáveis métricas ou quantitativas.....	8
1.3. Tipos de variáveis × escalas de mensuração.....	9
1.3.1. Variáveis não métricas – escala nominal.....	10
1.3.2. Variáveis não métricas – escala ordinal.....	13
1.3.3. Variável quantitativa – escala intervalar.....	14
1.3.4. Variável quantitativa – escala de razão.....	14
1.4. Tipos de variáveis × número de categorias e escalas de precisão.....	15
1.4.1. Variável dicotômica ou binária (<i>dummy</i>).....	15
1.4.2. Variável policotômica.....	16
1.4.3. Variável quantitativa discreta.....	16
1.4.4. Variável quantitativa contínua.....	16
1.5. Códigos em R para o exemplo do capítulo.....	16
1.6. Códigos em Python para o exemplo do capítulo.....	16
1.7. Considerações finais.....	17
1.8. Exercícios.....	17

PARTE 1.2 Estatística Descritiva

CAPÍTULO 2

ESTATÍSTICA DESCRITIVA UNIVARIADA.....	21
2.1. Introdução.....	21
2.2. Tabela de distribuição de frequências.....	22
2.2.1. Tabela de distribuição de frequências para variáveis qualitativas.....	23
2.2.2. Tabela de distribuição de frequências para dados discretos.....	23
2.2.3. Tabela de distribuição de frequências para dados contínuos agrupados em classes.....	24
2.3. Representação gráfica de resultados.....	26
2.3.1. Representação gráfica para variáveis qualitativas.....	26
2.3.1.1. Gráfico de barras.....	26
2.3.1.2. Gráfico de setores ou pizza.....	28
2.3.1.3. Diagrama de Pareto.....	29
2.3.2. Representação gráfica para variáveis quantitativas.....	30
2.3.2.1. Gráfico de linhas.....	30
2.3.2.2. Gráfico de pontos ou dispersão.....	31
2.3.2.3. Histograma.....	32
2.3.2.4. Gráfico de ramo-e-folhas.....	35
2.3.2.5. <i>Boxplot</i> ou diagrama de caixa.....	37

2.4.	Medidas-resumo mais usuais em estatística descritiva univariada	38
2.4.1.	Medidas de posição ou localização	38
2.4.1.1.	Medidas de tendência central	38
2.4.1.2.	Medidas separatrizes	47
2.4.1.3.	Identificação de existência de <i>outliers</i> univariados	53
2.4.2.	Medidas de dispersão ou variabilidade	55
2.4.2.1.	Amplitude	55
2.4.2.2.	Desvio-médio	55
2.4.2.3.	Variância	58
2.4.2.4.	Desvio-padrão	60
2.4.2.5.	Erro-padrão	61
2.4.2.6.	Coeficiente de variação	62
2.4.3.	Medidas de forma	63
2.4.3.1.	Medidas de assimetria	63
2.4.3.2.	Medidas de curtose	66
2.5.	Exemplo prático em Excel	69
2.6.	Exemplo prático no software SPSS	73
2.6.1.	Opção Frequencies	74
2.6.2.	Opção Descriptives	77
2.6.3.	Opção Explore	79
2.7.	Exemplo prático no software Stata	84
2.7.1.	Tabelas de distribuição de frequências univariadas no Stata	84
2.7.2.	Resumo de estatísticas descritivas univariadas no Stata	84
2.7.3.	Cálculo de percentis no Stata	85
2.7.4.	Gráficos no Stata: histograma, ramo-e-folhas e <i>boxplot</i>	86
2.7.4.1.	Histograma	86
2.7.4.2.	Ramo-e-folhas	87
2.7.4.3.	<i>Boxplot</i>	87
2.8.	Códigos em R para o exemplo do capítulo	88
2.9.	Códigos em Python para o exemplo do capítulo	90
2.10.	Considerações finais	92
2.11.	Exercícios	92

CAPÍTULO 3

ESTATÍSTICA DESCRITIVA BIVARIADA	97	
3.1.	Introdução	97
3.2.	Associação entre duas variáveis qualitativas	98
3.2.1.	Tabelas de distribuição conjunta de frequências	98
3.2.2.	Medidas de associação	106
3.2.2.1.	Estatística qui-quadrado	106
3.2.2.2.	Outras medidas de associação baseadas no qui-quadrado	109
3.2.2.3.	O coeficiente de Spearman	113
3.3.	Correlação entre duas variáveis quantitativas	117
3.3.1.	Tabelas de distribuição conjunta de frequências	117
3.3.2.	Representação gráfica por meio de um diagrama de dispersão	117
3.3.3.	Medidas de correlação	121
3.3.3.1.	Covariância	121
3.3.3.2.	Coeficiente de correlação de Pearson	122
3.4.	Códigos em R para os exemplos do capítulo	125
3.5.	Códigos em Python para os exemplos do capítulo	127
3.6.	Considerações finais	130
3.7.	Exercícios	130

PARTE 1.3 Estatística Probabilística

CAPÍTULO 4

INTRODUÇÃO À PROBABILIDADE.....	135
4.1. Introdução.....	135
4.2. Terminologia e conceitos.....	135
4.2.1. Experimento aleatório.....	135
4.2.2. Espaço amostral.....	135
4.2.3. Eventos.....	136
4.2.4. Uniões, intersecções e complementos.....	136
4.2.5. Eventos independentes.....	136
4.2.6. Eventos mutuamente excludentes.....	137
4.3. Definição de probabilidade.....	137
4.4. Regras básicas da probabilidade.....	137
4.4.1. Campo de variação da probabilidade.....	137
4.4.2. Probabilidade do espaço amostral.....	137
4.4.3. Probabilidade de um conjunto vazio.....	138
4.4.4. Regra de adição de probabilidades.....	138
4.4.5. Probabilidade de um evento complementar.....	138
4.4.6. Regra da multiplicação de probabilidades para eventos independentes.....	138
4.5. Probabilidade condicional.....	139
4.5.1. Regra da multiplicação de probabilidades.....	139
4.6. Teorema de Bayes.....	141
4.7. Análise combinatória.....	142
4.7.1. Arranjos.....	142
4.7.2. Combinações.....	142
4.7.3. Permutações.....	143
4.8. Considerações finais.....	144
4.9. Exercícios.....	144

CAPÍTULO 5

VARIÁVEIS ALEATÓRIAS E DISTRIBUIÇÕES DE PROBABILIDADES.....	145
5.1. Introdução.....	145
5.2. Variáveis aleatórias.....	145
5.2.1. Variável aleatória discreta.....	146
5.2.1.1. Esperança de uma variável aleatória discreta.....	146
5.2.1.2. Variância de uma variável aleatória discreta.....	146
5.2.1.3. Função de distribuição acumulada de uma variável aleatória discreta.....	147
5.2.2. Variável aleatória contínua.....	147
5.2.2.1. Esperança de uma variável aleatória contínua.....	148
5.2.2.2. Variância de uma variável aleatória contínua.....	148
5.2.2.3. Função de distribuição acumulada de uma variável aleatória contínua.....	149
5.3. Distribuições de probabilidades para variáveis aleatórias discretas.....	149
5.3.1. Distribuição uniforme discreta.....	149
5.3.2. Distribuição de Bernoulli.....	151
5.3.3. Distribuição binomial.....	152
5.3.4. Distribuição geométrica.....	154
5.3.5. Distribuição binomial negativa.....	156
5.3.6. Distribuição hipergeométrica.....	157
5.3.7. Distribuição Poisson.....	159

5.4.	Distribuições de probabilidades para variáveis aleatórias contínuas.....	161
5.4.1.	Distribuição uniforme	161
5.4.2.	Distribuição normal	162
5.4.3.	Distribuição exponencial	166
5.4.4.	Distribuição Gama.....	168
5.4.5.	Distribuição qui-quadrado.....	169
5.4.6.	Distribuição <i>t</i> de Student	171
5.4.7.	Distribuição <i>F</i> de Snedecor	173
5.5.	Considerações finais	176
5.6.	Exercícios.....	176

PARTE 1.4 Estatística Inferencial

CAPÍTULO 6

AMOSTRAGEM	181	
6.1.	Introdução.....	181
6.2.	Amostragem probabilística ou aleatória	182
6.2.1.	Amostragem aleatória simples.....	182
6.2.1.1.	Amostragem aleatória simples sem reposição	183
6.2.1.2.	Amostragem aleatória simples com reposição.....	184
6.2.2.	Amostragem sistemática	184
6.2.3.	Amostragem estratificada	185
6.2.4.	Amostragem por conglomerados.....	186
6.3.	Amostragem não probabilística ou não aleatória.....	188
6.3.1.	Amostragem por conveniência	188
6.3.2.	Amostragem por julgamento ou intencional	188
6.3.3.	Amostragem por quotas.....	188
6.3.4.	Amostragem de propagação geométrica ou bola de neve (<i>snowball</i>).....	190
6.4.	Tamanho da amostra	190
6.4.1.	Tamanho da amostra aleatória simples.....	191
6.4.1.1.	Tamanho da amostra para estimar a média de uma população infinita	191
6.4.1.2.	Tamanho da amostra para estimar a média de uma população finita	191
6.4.1.3.	Tamanho da amostra para estimar a proporção de uma população infinita	192
6.4.1.4.	Tamanho da amostra para estimar a proporção de uma população finita.....	192
6.4.2.	Tamanho da amostra sistemática	193
6.4.3.	Tamanho da amostra estratificada	193
6.4.3.1.	Tamanho da amostra estratificada para estimar a média de uma população infinita	193
6.4.3.2.	Tamanho da amostra estratificada para estimar a média de uma população finita	194
6.4.3.3.	Tamanho da amostra estratificada para estimar a proporção de uma população infinita ..	194
6.4.3.4.	Tamanho da amostra estratificada para estimar a proporção de uma população finita	194
6.4.4.	Tamanho da amostra por conglomerados.....	196
6.4.4.1.	Tamanho da amostra por conglomerados em um estágio.....	197
6.4.4.2.	Tamanho da amostra por conglomerados em dois estágios.....	198
6.5.	Considerações finais	200
6.6.	Exercícios.....	200

CAPÍTULO 7

TESTES DE HIPÓTESES	203	
7.1.	Introdução.....	203
7.2.	Testes paramétricos.....	205
7.3.	Testes para normalidade univariada	206

7.3.1.	Teste de Kolmogorov-Smirnov	206
7.3.2.	Teste de Shapiro-Wilk	208
7.3.3.	Teste de Shapiro-Francia	210
7.3.4.	Resolução dos testes de normalidade por meio do software SPSS	211
7.3.5.	Resolução dos testes de normalidade por meio do software Stata	214
7.4.	Testes para homogeneidade de variâncias	215
7.4.1.	Teste χ^2 de Bartlett	215
7.4.2.	Teste C de Cochran	217
7.4.3.	Teste F_{\max} de Hartley	218
7.4.4.	Teste F de Levene	219
7.4.5.	Resolução do teste de Levene por meio do software SPSS	222
7.4.6.	Resolução do teste de Levene por meio do software Stata	223
7.5.	Testes de hipóteses sobre uma média populacional (μ) a partir de uma amostra aleatória	224
7.5.1.	Teste z quando o desvio-padrão populacional (σ) for conhecido e a distribuição for normal	224
7.5.2.	Teste t de Student quando o desvio-padrão populacional (σ) não for conhecido	225
7.5.3.	Resolução do teste t de Student a partir de uma única amostra por meio do software SPSS	227
7.5.4.	Resolução do teste t de Student a partir de uma única amostra por meio do software Stata	228
7.6.	Teste t de Student para comparação de duas médias populacionais a partir de duas amostras aleatórias independentes	229
7.6.1.	Resolução do teste t de Student a partir de duas amostras independentes por meio do software SPSS	231
7.6.2.	Resolução do teste t de Student a partir de duas amostras independentes por meio do software Stata	233
7.7.	Teste t de Student para comparação de duas médias populacionais a partir de duas amostras aleatórias emparelhadas	233
7.7.1.	Resolução do teste t de Student a partir de duas amostras emparelhadas por meio do software SPSS	236
7.7.2.	Resolução do teste t de Student a partir de duas amostras emparelhadas por meio do software Stata	237
7.8.	Análise de variância (ANOVA) para comparação de médias de mais de duas populações	238
7.8.1.	ANOVA de um fator (One-Way ANOVA)	238
7.8.2.	ANOVA fatorial	244
7.8.2.1.	ANOVA de dois fatores (Two-Way ANOVA)	244
7.8.2.2.	ANOVA com mais de dois fatores	252
7.9.	Códigos em R para os exemplos do capítulo	252
7.10.	Códigos em Python para os exemplos do capítulo	253
7.11.	Considerações finais	254
7.12.	Exercícios	255

CAPÍTULO 8

TESTES NÃO PARAMÉTRICOS	257	
8.1.	Introdução	257
8.2.	Testes para uma amostra	258
8.2.1.	Teste binomial	259
8.2.1.1.	Resolução do teste binomial por meio do software SPSS	262
8.2.1.2.	Resolução do teste binomial por meio do software Stata	263
8.2.2.	Teste qui-quadrado (χ^2) para uma amostra	264
8.2.2.1.	Resolução do teste χ^2 para uma amostra por meio do software SPSS	266
8.2.2.2.	Resolução do teste χ^2 para uma amostra por meio do software Stata	267
8.2.3.	Teste dos sinais para uma amostra	267

8.2.3.1.	Resolução do teste dos sinais para uma amostra por meio do software SPSS.....	269
8.2.3.2.	Resolução do teste dos sinais para uma amostra por meio do software Stata	270
8.3.	Testes para duas amostras emparelhadas.....	271
8.3.1.	Teste de McNemar	271
8.3.1.1.	Resolução do teste de McNemar por meio do software SPSS.....	273
8.3.1.2.	Resolução do teste de McNemar por meio do software Stata.....	275
8.3.2.	Teste dos sinais para duas amostras emparelhadas	276
8.3.2.1.	Resolução do teste dos sinais para duas amostras emparelhadas por meio do software SPSS	278
8.3.2.2.	Resolução do teste dos sinais para duas amostras emparelhadas por meio do software Stata.....	279
8.3.3.	Teste de Wilcoxon.....	280
8.3.3.1.	Resolução do teste de Wilcoxon por meio do software SPSS	283
8.3.3.2.	Resolução do teste de Wilcoxon por meio do software Stata	285
8.4.	Testes para duas amostras independentes.....	286
8.4.1.	Teste qui-quadrado (χ^2) para duas amostras independentes	286
8.4.1.1.	Resolução do teste χ^2 por meio do software SPSS.....	289
8.4.1.2.	Resolução do teste χ^2 por meio do software Stata	290
8.4.2.	Teste U de Mann-Whitney	290
8.4.2.1.	Resolução do teste de Mann-Whitney por meio do software SPSS.....	294
8.4.2.2.	Resolução do teste de Mann-Whitney por meio do software Stata.....	295
8.5.	Testes para k amostras emparelhadas.....	296
8.5.1.	Teste Q de Cochran.....	296
8.5.1.1.	Resolução do teste Q de Cochran por meio do software SPSS	298
8.5.1.2.	Resolução do teste Q de Cochran por meio do software Stata.....	300
8.5.2.	Teste de Friedman.....	300
8.5.2.1.	Resolução do teste de Friedman por meio do software SPSS	303
8.5.2.2.	Resolução do teste de Friedman por meio do software Stata.....	305
8.6.	Testes para k amostras independentes.....	306
8.6.1.	Teste χ^2 para k amostras independentes	306
8.6.1.1.	Resolução do teste χ^2 para k amostras independentes por meio do software SPSS.....	307
8.6.1.2.	Resolução do teste χ^2 para k amostras independentes por meio do software Stata.....	310
8.6.2.	Teste de Kruskal-Wallis	310
8.6.2.1.	Resolução do teste de Kruskal-Wallis por meio do software SPSS.....	313
8.6.2.2.	Resolução do teste de Kruskal-Wallis por meio do software Stata.....	314
8.7.	Códigos em R para os exemplos do capítulo	315
8.8.	Códigos em Python para os exemplos do capítulo	316
8.9.	Considerações finais	317
8.10.	Exercícios.....	318

PARTE II Técnicas Multivariadas Exploratórias

CAPÍTULO 9

ANÁLISE DE AGRUPAMENTOS	325
9.1. Introdução.....	325
9.2. Análise de agrupamentos	329
9.2.1. Definição das medidas de distância ou de semelhança em análise de agrupamentos	329
9.2.1.1. Medidas de distância (dissimilaridade) entre observações para variáveis métricas	329
9.2.1.2. Medidas de semelhança (similaridade) entre observações para variáveis binárias	335
9.2.2. Esquemas de aglomeração em análise de agrupamentos	338

9.2.2.1.	Esquemas de aglomeração hierárquicos.....	339
9.2.2.2.	Esquema de aglomeração não hierárquico <i>k-means</i>	353
9.3.	Análise de agrupamentos com esquemas de aglomeração hierárquicos e não hierárquicos no software SPSS.....	363
9.3.1.	Elaboração de esquema de aglomeração hierárquico no software SPSS	364
9.3.2.	Elaboração do esquema de aglomeração não hierárquico <i>k-means</i> no software SPSS	375
9.4.	Análise de agrupamentos com esquemas de aglomeração hierárquicos e não hierárquicos no software Stata	379
9.4.1.	Elaboração de esquemas de aglomeração hierárquicos no software Stata	379
9.4.2.	Elaboração do esquema de aglomeração não hierárquico <i>k-means</i> no software Stata	386
9.5.	Códigos em R para os exemplos do capítulo	388
9.6.	Códigos em Python para os exemplos do capítulo	389
9.7.	Considerações finais	390
9.8.	Exercícios.....	391
	Apêndice — Detecção de <i>outliers</i> multivariados	394

CAPÍTULO 10

ANÁLISE FATORIAL POR COMPONENTES PRINCIPAIS.....	399	
10.1.	Introdução.....	399
10.2.	Análise fatorial por componentes principais	401
10.2.1.	Correlação linear de Pearson e conceito de fator.....	401
10.2.2.	Adequação global da análise fatorial: estatística Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e teste de esfericidade de Bartlett	404
10.2.3.	Definição dos fatores por componentes principais: determinação dos autovalores e autovetores da matriz de correlações ρ e cálculo dos <i>scores</i> fatoriais.....	407
10.2.4.	Cargas fatoriais e comunalidades	411
10.2.5.	Rotação de fatores.....	412
10.2.6.	Exemplo prático de análise fatorial por componentes principais	415
10.3.	Análise fatorial por componentes principais no software SPSS.....	427
10.4.	Análise fatorial por componentes principais no software Stata.....	440
10.5.	Códigos em R para os exemplos do capítulo	448
10.6.	Códigos em Python para os exemplos do capítulo	449
10.7.	Considerações finais	451
10.8.	Exercícios.....	451
	Apêndice — Alpha de Cronbach	454

CAPÍTULO 11

ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA SIMPLES E MÚLTIPLA.....	459	
11.1.	Introdução.....	459
11.2.	Análise de correspondência simples	460
11.2.1.	Notação.....	460
11.2.2.	Associação entre duas variáveis categóricas e entre suas categorias: teste χ^2 e análise dos resíduos.....	461
11.2.3.	Decomposição inercial: a determinação de autovalores.....	464
11.2.4.	Definição das coordenadas (<i>scores</i>) das categorias no mapa perceptual	467
11.2.5.	Exemplo prático de análise de correspondência simples (Anacor)	470
11.3.	Análise de correspondência múltipla	486
11.3.1.	Notação.....	487
11.3.2.	Exemplo prático da análise de correspondência múltipla (ACM).....	489
11.4.	Análise de correspondência simples e múltipla no software SPSS.....	493

11.4.1.	Elaboração da análise de correspondência simples no software SPSS.....	493
11.4.2.	Elaboração da análise de correspondência múltipla no software SPSS.....	503
11.5.	Análise de correspondência simples e múltipla no software Stata.....	512
11.5.1.	Elaboração da análise de correspondência simples no software Stata.....	512
11.5.2.	Elaboração da análise de correspondência múltipla no software Stata.....	516
11.6.	Códigos em R para os exemplos do capítulo.....	522
11.7.	Códigos em Python para os exemplos do capítulo.....	523
11.8.	Considerações finais.....	525
11.9.	Exercícios.....	526
	Apêndice — Configurações do mapa perceptual de uma análise de correspondência simples.....	530

PARTE III Técnicas Multivariadas Confirmatórias: Modelos de Regressão

PARTE III.1 Modelos Lineares Generalizados

CAPÍTULO 12

MODELOS DE REGRESSÃO SIMPLES E MÚLTIPLA.....	539
12.1. Introdução.....	539
12.2. Modelos lineares de regressão.....	540
12.2.1. Estimacão do modelo de regressão linear por mínimos quadrados ordinários.....	541
12.2.2. Poder explicativo do modelo de regressão: R^2	550
12.2.3. A significância geral do modelo e de cada um dos parâmetros.....	553
12.2.4. Construção dos intervalos de confiança dos parâmetros do modelo e elaboração de previsões.....	559
12.2.5. Estimacão de modelos lineares de regressão múltipla.....	564
12.2.6. Variáveis <i>dummy</i> em modelos de regressão.....	569
12.3. Pressupostos dos modelos de regressão por mínimos quadrados ordinários (MQO ou <i>OLS</i>).....	576
12.3.1. Normalidade dos resíduos.....	576
12.3.2. O problema da multicolinearidade.....	577
12.3.2.1. Causas da multicolinearidade.....	578
12.3.2.2. Consequências da multicolinearidade.....	578
12.3.2.3. Aplicação de exemplos com multicolinearidade no Excel.....	579
12.3.2.4. Diagnósticos de multicolinearidade.....	583
12.3.2.5. Possíveis soluções para o problema da multicolinearidade.....	583
12.3.3. O problema da heterocedasticidade.....	584
12.3.3.1. Causas da heterocedasticidade.....	584
12.3.3.2. Consequências da heterocedasticidade.....	585
12.3.3.3. Diagnóstico de heterocedasticidade: teste de Breusch-Pagan/Cook-Weisberg.....	586
12.3.3.4. Método de mínimos quadrados ponderados: uma possível solução.....	586
12.3.3.5. Método de Huber-White para erros-padrão robustos.....	587
12.3.4. O problema da autocorrelação dos resíduos.....	588
12.3.4.1. Causas da autocorrelação dos resíduos.....	589
12.3.4.2. Consequências da autocorrelação dos resíduos.....	589
12.3.4.3. Diagnóstico de autocorrelação dos resíduos: teste de Durbin-Watson.....	589
12.3.4.4. Diagnóstico de autocorrelação dos resíduos: teste de Breusch-Godfrey.....	590
12.3.4.5. Possíveis soluções para o problema da autocorrelação dos resíduos.....	591
12.3.5. Detecção de problemas de especificação: o <i>linktest</i> e o teste <i>RESET</i>	591
12.4. Modelos não lineares de regressão.....	592
12.4.1. Transformação de Box-Cox: o modelo geral de regressão.....	594
12.5. Estimacão de modelos de regressão no software Stata.....	595
12.6. Estimacão de modelos de regressão no software SPSS.....	614

12.7. Códigos em R para os exemplos do capítulo	627
12.8. Códigos em Python para os exemplos do capítulo	628
12.9. Considerações finais	630
12.10. Exercícios	630
Apêndice — Modelos de regressão quantílica	633

CAPÍTULO 13

MODELOS DE REGRESSÃO LOGÍSTICA BINÁRIA E MULTINOMIAL..... 641

13.1. Introdução.....	641
13.2. Modelo de regressão logística binária.....	642
13.2.1. Estimação do modelo de regressão logística binária por máxima verossimilhança	644
13.2.2. Significância estatística geral do modelo e dos parâmetros da regressão logística binária	650
13.2.3. Construção dos intervalos de confiança dos parâmetros do modelo de regressão logística binária ..	660
13.2.4. <i>Cutoff</i> , análise de sensibilidade, eficiência global do modelo, sensibilidade e especificidade.....	662
13.3. Modelo de regressão logística multinomial	668
13.3.1. Estimação do modelo de regressão logística multinomial por máxima verossimilhança	669
13.3.2. Significância estatística geral do modelo e dos parâmetros da regressão logística multinomial.....	676
13.3.3. Construção dos intervalos de confiança dos parâmetros do modelo de regressão logística multinomial.....	679
13.4. Estimação de modelos de regressão logística binária e multinomial no software Stata.....	681
13.4.1. Regressão logística binária no software Stata	681
13.4.2. Regressão logística multinomial no software Stata.....	693
13.5. Estimação de modelos de regressão logística binária e multinomial no software SPSS.....	699
13.5.1. Regressão logística binária no software SPSS	699
13.5.2. Regressão logística multinomial no software SPSS.....	711
13.6. Códigos em R para os exemplos do capítulo	715
13.7. Códigos em Python para os exemplos do capítulo	717
13.8. Considerações finais	719
13.9. Exercícios.....	719
Apêndice — Modelos de regressão probit.....	723

CAPÍTULO 14

MODELOS DE REGRESSÃO PARA DADOS DE CONTAGEM: POISSON E BINOMIAL NEGATIVO..... 731

14.1. Introdução.....	731
14.2. Modelo de regressão Poisson.....	733
14.2.1. Estimação do modelo de regressão Poisson por máxima verossimilhança	735
14.2.2. Significância estatística geral e dos parâmetros do modelo de regressão Poisson	740
14.2.3. Construção dos intervalos de confiança dos parâmetros do modelo de regressão Poisson	744
14.2.4. Teste para verificação de superdispersão em modelos de regressão Poisson.....	746
14.3. O modelo de regressão binomial negativo.....	748
14.3.1. Estimação do modelo de regressão binomial negativo por máxima verossimilhança.....	751
14.3.2. Significância estatística geral e dos parâmetros do modelo de regressão binomial negativo.....	756
14.3.3. Construção dos intervalos de confiança dos parâmetros do modelo de regressão binomial negativo	759
14.4. Estimação de modelos de regressão para dados de contagem no software Stata.....	760
14.4.1. Modelo de regressão Poisson no software Stata	760
14.4.2. Modelo de regressão binomial negativo no software Stata.....	769
14.5. Estimação de modelos de regressão para dados de contagem no software SPSS	782

14.5.1. Modelo de regressão Poisson no software SPSS	782
14.5.2. Modelo de regressão binomial negativo no software SPSS	795
14.6. Códigos em R para os exemplos do capítulo	803
14.7. Códigos em Python para os exemplos do capítulo	805
14.8. Considerações finais	808
14.9. Exercícios	808
Apêndice — Modelos de regressão inflacionados de zeros	813

PARTE III.2 Modelos de Regressão para Dados em Painel

CAPÍTULO 15

MODELOS LONGITUDINAIS DE REGRESSÃO PARA DADOS EM PAINEL	833
15.1. Introdução	833
15.2. Dados longitudinais e decomposição de variância	835
15.3. Modelos longitudinais lineares	839
15.3.1. Estimação de modelos longitudinais lineares de regressão para dados em painel curto	839
15.3.1.1. Estimação de modelos longitudinais lineares de regressão para dados em painel curto no software Stata	841
15.3.2. Estimação de modelos longitudinais lineares de regressão para dados em painel longo	866
15.3.2.1. Estimação de modelos longitudinais lineares de regressão para dados em painel longo no software Stata	867
15.4. Modelos longitudinais não lineares	873
15.4.1. Estimação de modelos longitudinais logísticos	873
15.4.1.1. Estimação de modelos longitudinais logísticos no software Stata	874
15.4.2. Estimação de modelos longitudinais Poisson e binomial negativo	880
15.4.2.1. Estimação de modelos longitudinais Poisson e binomial negativo no software Stata	880
15.5. Códigos em R para os exemplos do capítulo	891
15.6. Códigos em Python para os exemplos do capítulo	893
15.7. Considerações finais	894
15.8. Exercícios	896

CAPÍTULO 16

MODELOS MULTINÍVEL DE REGRESSÃO PARA DADOS EM PAINEL	901
16.1. Introdução	901
16.2. Estruturas aninhadas de dados	903
16.3. Modelos hierárquicos lineares	905
16.3.1. Modelos hierárquicos lineares de dois níveis com dados agrupados (HLM2)	905
16.3.2. Modelos hierárquicos lineares de três níveis com medidas repetidas (HLM3)	910
16.4. Estimação de modelos hierárquicos lineares no software Stata	913
16.4.1. Estimação de um modelo hierárquico linear de dois níveis com dados agrupados no software Stata	913
16.4.2. Estimação de um modelo hierárquico linear de três níveis com medidas repetidas no software Stata	930
16.5. Estimação de modelos hierárquicos lineares no software SPSS	950
16.5.1. Estimação de um modelo hierárquico linear de dois níveis com dados agrupados no software SPSS	950
16.5.2. Estimação de um modelo hierárquico linear de três níveis com medidas repetidas no software SPSS	957

16.6. Códigos em R para os exemplos do capítulo	964
16.7. Códigos em Python para os exemplos do capítulo	966
16.8. Considerações finais	967
16.9. Exercícios	968
Apêndice — Modelos hierárquicos não lineares	974

PARTE III.3 Outros Modelos de Regressão

CAPÍTULO 17

MODELOS DE REGRESSÃO PARA DADOS DE SOBREVIVÊNCIA: RISCOS PROPORCIONAIS DE COX.....	989
17.1. Introdução.....	989
17.2. Procedimento Kaplan-Meier e o modelo de riscos proporcionais de Cox	991
17.2.1. Estimacão do modelo de riscos proporcionais de Cox por máxima verossimilhança parcial.	996
17.2.2. Significância estatística geral e dos parâmetros do modelo de riscos proporcionais de Cox.	1003
17.2.3. Construção dos intervalos de confiança dos parâmetros do modelo de riscos proporcionais de Cox	1005
17.2.4. Teste <i>Log-rank</i> para estudo de diferenças entre curvas de sobrevivência	1006
17.3. Procedimento Kaplan-Meier e modelo de riscos proporcionais de Cox no software Stata	1009
17.4. Procedimento Kaplan-Meier e modelo de riscos proporcionais de Cox no software SPSS	1026
17.5. Códigos em R para os exemplos do capítulo	1044
17.6. Códigos em Python para os exemplos do capítulo	1045
17.7. Considerações finais	1047
17.8. Exercícios	1047
Apêndice — Modelos paramétricos de regressão para dados de sobrevivência	1050

CAPÍTULO 18

MODELOS DE REGRESSÃO COM MÚLTIPLAS VARIÁVEIS DEPENDENTES: CORRELAÇÃO CANÔNICA	1059
18.1. Introdução.....	1059
18.2. Modelo de correlação canônica.....	1060
18.2.1. Estimacão dos parâmetros do modelo de correlação canônica	1063
18.2.2. Significância dos parâmetros e das correlações canônicas	1075
18.2.3. Hierarquia de influências das variáveis originais nas variáveis canônicas.....	1079
18.3. Estimacão de modelos de correlação canônica no software Stata	1080
18.4. Estimacão de modelos de correlação canônica no software SPSS	1085
18.5. Códigos em R para os exemplos do capítulo	1091
18.6. Códigos em Python para os exemplos do capítulo	1093
18.7. Considerações finais	1096
18.8. Exercícios.....	1096
<i>Resolução dos exercícios</i>	1099
<i>Apêndice</i>	1203
<i>Referências</i>	1227
<i>Índice alfabético</i>	1251