


**Apresentação** ..... 5

**Prefácio** – *Rubens Alves Dantas* ..... 7

**1. A engenharia de avaliações** ..... 21
1.1 Introdução ..... 21
1.2 Conceitos gerais ..... 30
1.2.1 O valor ..... 30
1.2.2 O mercado ..... 32
1.2.2.1 Concorrência perfeita ..... 32
1.2.2.2 Monopólio e oligopólio ..... 33
1.2.2.3 Monopsônio e oligopsônio ..... 33
1.2.2.4 A lei da oferta e da procura ..... 34
1.2.2.5 Diagnóstico ..... 36
1.2.3 O homem e os valores ..... 37
1.2.4 A classificação dos bens ..... 38

**2. Metodologia básica aplicável** ..... 41
2.1 Introdução ..... 41
2.2 Método comparativo de dados de mercado ..... 42
2.2.1 Vistoria do bem avaliando ..... 42
2.2.2 Identificação das variáveis influenciantes ..... 43
2.2.3 Levantamento de dados de mercado ..... 43
2.2.4 Tratamento dos dados ..... 43
2.2.4.1 Tratamento por fatores ..... 45
2.2.4.2 Tratamento científico ..... 49
2.3 Método comparativo de custo ..... 52
2.4 Método da quantificação do custo ..... 52
2.4.1 Avaliação a partir do custo unitário básico ..... 53
2.4.2 Avaliação do custo pelo orçamento detalhado ..... 57
2.4.3 Depreciação física ..... 59
2.4.3.1 Considerações preliminares ..... 59

2.4.3.2 Métodos técnicos ..... 59
2.4.4 Custo de reedição ..... 62
2.5 Método da renda ..... 63
2.5.1 Conceituação ..... 63
2.5.2 Desenvolvimento ..... 64
2.5.3 Matemática financeira aplicada à análise de investimentos ..... 66
2.5.3.1 Capitalização composta ..... 66
2.5.3.2 Receitas isoladas ..... 67
2.5.3.3 Receitas em série uniforme ..... 69
2.5.3.4 Taxas equivalentes ..... 72
2.5.3.5 Taxa nominal e taxa efetiva ..... 73
2.5.3.6 Receitas em série gradiente exponencial ..... 73
2.6 Método involutivo ..... 74
2.6.1 Conceituação ..... 74
2.6.2 Desenvolvimento ..... 75
2.7 Método evolutivo ..... 77
2.7.1 Conceituação ..... 77
2.7.2 Desenvolvimento ..... 77
2.8 Considerações finais ..... 79
2.9 Graus de especificação previstos na NBR 14.653-2:2011 ..... 79
2.10 Exercícios propostos ..... 80

**3. Metodologia científica** ..... 85
3.1 Introdução ..... 85
3.2 Conhecimento do objeto da pesquisa ..... 87
3.3 Preparação da pesquisa ..... 87
3.3.1 Considerações gerais ..... 87
3.3.2 Escolha de variáveis ..... 90
3.3.3 Elaboração de fichas de coleta de dados ..... 94
3.3.4 Codificação ..... 96
3.3.5 Métodos quantitativos e qualitativos ..... 98
3.3.6 Confiabilidade e validez ..... 99
3.3.7 Formulação de hipóteses ..... 100
3.4 O trabalho de campo ..... 102
3.4.1 Considerações gerais ..... 102
3.4.2 A precisão das informações ..... 103
3.4.3 A entrevista ..... 104
3.5 Processamento e análise dos dados ..... 107

3.5.1 Considerações gerais ..... 107
3.5.2 O equilíbrio da amostra ..... 107
3.5.3 Análise exploratória ..... 108
3.5.4 Inferência estatística ..... 108
3.5.5 Modelagem ..... 109
3.5.6 Modelagem por computador ..... 113
3.6 Interpretação e explicitação dos resultados ..... 114
3.7 Elaboração do laudo avaliatório ..... 114

**4. Inferência estatística aplicada** ..... 115
4.1 Introdução ..... 115
4.2 Objetivo ..... 117
4.3 Distribuição de frequência ..... 118
4.4 Estimadores de tendência central ..... 121
4.5 Estimadores de dispersão ..... 123
4.6 Distribuição de probabilidade ..... 124
4.6.1 Distribuição normal ..... 126
4.6.2 Distribuição t de student ..... 134
4.6.3 Distribuição de snedecor ..... 137
4.6.4 Distribuição lognormal ..... 138
4.7 Intervalo de confiança ..... 140
4.8 Teste de hipóteses ..... 142
4.8.1 Teste unicaudal ..... 143
4.8.2 Teste bicaudal ..... 143
4.9 Propriedade dos estimadores ..... 144
4.9.1 Não tendenciosidade ..... 144
4.9.2 Eficiência ..... 144
4.9.3 Consistência ..... 145
4.10 Modelos de regressão ..... 146

**5. Tratamento científico por modelos de regressão linear simples** ..... 149
5.1 Conceituação ..... 149
5.2 Diagrama de dispersão ..... 152
5.3 Linearização ..... 157
5.4 Estimação dos parâmetros ..... 162
5.4.1 O modelo nulo ..... 163
5.4.2 Modelo linear simples ..... 164
5.5 A verificação das hipóteses básicas ..... 166
5.6 Pontos atípicos ..... 172

5.6.1 *Outlier* ..... 172
5.6.2 Pontos influenciantes ..... 174
5.7 Coeficiente de correlação ..... 175
5.8 Coeficiente de determinação ..... 176
5.9 Desvio-padrão do modelo ..... 176
5.10 Teste de significância dos parâmetros ..... 177
5.11 Teste de significância do modelo ..... 179
5.12 Intervalo de confiança e intervalo de predição ..... 183
5.13 Exercícios propostos ..... 186

**6. Tratamento científico por modelos de regressão linear múltipla** ..... 189
6.1 Introdução ..... 189
6.2 O modelo linear geral ..... 191
6.3 A estimação dos parâmetros ..... 192
6.3.1 O método dos mínimos quadrados ..... 192
6.3.1.1 Método dos mínimos quadrados ponderados ..... 195
6.3.2 O método da máxima verossimilhança ..... 196
6.4 Variâncias do modelo e dos parâmetros ..... 198
6.5 Verificação das hipóteses básicas ..... 199
6.6 Testes de significância ..... 201
6.6.1 Significância global do modelo ..... 201
6.6.2 Significância conjunta de parâmetros ..... 204
6.6.3 Significância individual de um parâmetro ..... 206
6.7 Poder de explicação ..... 209
6.8 O intervalo de confiança para e $(y_h)$ ..... 210
6.9 Modelos via transformações ..... 211
6.9.1 Teste de tukey ..... 213
6.9.2 Teste de box-cox ..... 214
6.10 Algumas técnicas de modelagem ..... 216
6.11 Um exemplo aplicado a dados reais – o caso de Brasília ..... 220
6.11.1 Considerações iniciais ..... 220
6.11.2 O modelo de regressão ..... 222
6.11.3 Informações adicionais ..... 223
6.11.4 Interpretação dos resultados ..... 224
6.11.5 Conclusões ..... 224
6.12 Exercícios propostos ..... 225
6.12.1 Para avaliação de uma gleba ..... 225
6.12.2 Para avaliação de uma gleba urbana ..... 226
6.12.3 Pede-se interpretar os seguintes modelos: ..... 227

6.12.4 Pede-se avaliar o apartamento ..... 229
6.12.5 Assinale com V se verdadeira ou F se falsa ..... 230
**7. Tratamento científico utilizando modelos especiais** ..... 233
7.1 Introdução ..... 233
7.2 O modelo linear geral ..... 233
7.2.1 Conceituação ..... 233
7.3 O modelo-padrão ..... 235
7.3.1 Conceituação ..... 235
7.3.2 Testes de significância ..... 235
7.3.3 Variáveis do tipo *dummy* ..... 236
7.4 Modelos especiais ..... 238
7.4.1 Conceituação ..... 238
7.4.2 Testes de significância ..... 239
7.4.3 Análise dos resíduos ..... 240
7.4.4 Inclusão de variáveis *dummies* ..... 241
7.5 Aplicações práticas ..... 242
7.5.1 Caso I – lotes em duas regiões distintas ..... 242
7.5.2 Caso II – terrenos com vocações distintas ..... 245
7.5.3 Caso III – estudo de mercado de salas comerciais ..... 248
7.6 Conclusões e recomendações ..... 252
**8. Tratamento científico por modelos lineares generalizados** ..... 257
8.1 Introdução ..... 257
8.2 A componente aleatória ..... 258
8.3 Características de algumas distribuições de probabilidade ..... 259
8.4 A componente sistemática ..... 259
8.5 A função de ligação ..... 260
8.6 A estimação dos parâmetros ..... 261
8.7 Verificação da qualidade do ajustamento ..... 263
8.8 Análise do desvio ..... 264
8.9 Os resíduos ..... 265
8.10 Pontos influenciantes ..... 267
8.11 Seleção do modelo ..... 268
8.12 Validação cruzada ..... 269
8.13 O tratamento de dados reais via o Glim(1) ..... 270
8.14 Exercícios propostos ..... 289
**9. Avaliação de glebas urbanizáveis** ..... 291
9.1 Introdução ..... 291

9.2 A avaliação pelo método involutivo ..... 292
9.2.1 Vistoria da gleba avalianda ..... 293
9.2.2 Pesquisa de valores de lotes ..... 294
9.2.3 Estabelecimento do lote paradigma ..... 294
9.2.4 Elaboração de um projeto de loteamento para a gleba ..... 294
9.2.5 Levantamento das despesas de urbanização ..... 295
9.2.6 Previsão de despesas adicionais, taxas, lucro e prazos para o empreendimento ..... 297
9.2.7 Aplicação de modelos existentes ..... 297
9.3 Um modelo matemático para avaliação sob a ótica da análise de investimentos ..... 298
9.3.1 Introdução ..... 298
9.3.2 Desenvolvimento ..... 299
9.3.2.1 Receita obtida pela alternativa de investimento a (RLA) .. 299
9.3.2.2 Resíduo da urbanização (R) ..... 299
9.3.2.3 Cálculo da receita obtida com a venda dos lotes (RLB). 301
9.3.2.4 Considerando vendas na forma aleatória ..... 305
9.4 Expressão do valor final ..... 307
9.5 Aplicações do modelo proposto ..... 308
9.5.1 Vendas uniformes ..... 308
9.5.2 Valor máximo para a gleba com base em lucro definido ..... 312
9.5.3 Vendas na forma aleatória ..... 313
9.6 Algumas considerações acerca do modelo ..... 313
9.7 Extensões ..... 314
9.7.1 Nível ideal de urbanização ..... 314
9.7.2 Sensibilidade do modelo ..... 316

**10. Apresentação de laudos** ..... 323
10.1 Introdução ..... 323
10.2 O laudo de acordo com a NBR-14.652-1:2001 ..... 325
10.2.1 Vistoria ..... 326
10.2.1.1 Caracterização da região, correspondendo ..... 326
10.2.1.2 Caracterização do terreno avaliando, abrangendo ..... 327
10.2.1.3 Caracterização das benfeitorias, englobando os aspectos ..... 327
10.2.1.4 Complementação da caracterização do bem avaliando ..... 328
10.2.2 Diagnóstico do mercado ..... 328

10.2.3 Pesquisa ..... 328
10.2.3.1 Coleta de dados ..... 328
10.2.3.2 Escolha e justificativa dos métodos e critérios de avaliação ..... 328
10.2.3.3 Tratamento dos elementos que compõem a amostra ..... 329
10.2.4 Grau de especificação atingido ..... 329
10.2.5 Estimação do valor do imóvel ..... 329
10.2.6 Considerações finais e conclusão ..... 330

**Apêndices** ..... 331

Apêndice I – Tabelas estatísticas ..... 331

Apêndice II – Tabela de depreciação Ross/Heidecke ..... 341

Apêndice III – Programa para avaliação de glebas em linguagem Basic ..... 343

Apêndice IV – Dicas para utilização do Excel na análise de dados ..... 345

**Referências bibliográficas** ..... 347