

Sumário

I PROGRAMAÇÃO LINEAR, 1

1 CRIAÇÃO E EVOLUÇÃO HISTÓRICA, 3

- 1.1 George Dantzig e o Algoritmo Simplex, 3
 - 1.2 Algoritmos de tempo polinomial, 4
 - 1.3 Prêmio Nobel de Economia de 1975, 4
- Exercícios, 5
Referências, 5

2 CONCEITOS-CHAVE, SUPOSIÇÕES E TERMOS UTILIZADOS, 6

- 2.1 Conceitos-chave da programação linear, 6
 - 2.2 Suposições da programação linear, 8
- Exercícios, 9
Referências, 9

3 MODELAGEM DE PROBLEMAS DE PROGRAMAÇÃO LINEAR, 10

- 3.1 Problema da dieta, 10
 - 3.2 Problema do *mix* de produção, 12
 - 3.3 Problema do transporte, 13
 - 3.4 Problema do orçamento de capital, 15
 - 3.5 Problema do fluxo na indústria de processo, 16
- Exercícios, 18
Referências, 21

4 SOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE PROGRAMAÇÃO LINEAR, 22

- 4.1 Solução gráfica de problemas com duas variáveis, 22
 - 4.1.1 Três passos para a obtenção da solução ótima, 22
 - 4.1.2 Comentários adicionais, 26
- 4.2 Algoritmo simplex para a solução genérica de problemas de PL, 26
 - 4.2.1 Forma padrão de problemas de programação linear, 26
 - 4.2.2 Conceitos preliminares do algoritmo Simplex, 29
 - 4.2.3 Algoritmo Simplex, 29
 - 4.2.4 Quadro do Simplex para a solução manual do problema, 31

- 4.2.5 Exemplo resolvido manualmente, 31

4.3 Adaptação para outros casos, 37

- 4.3.1 Variáveis artificiais e método do grande M, 37
- 4.3.2 Segundo exemplo, 37

4.4 Comentários adicionais sobre o algoritmo Simplex, 40

4.5 Outros tópicos relacionados à solução, 40

- 4.5.1 Escala, 40
- 4.5.2 Soluções inexistentes, ilimitadas e múltiplas, 41
- 4.5.3 Degeneração, 41

Exercícios, 41

Referências, 43

5 CRIAÇÃO E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS NO COMPUTADOR, 44

5.1 Introdução do modelo na planilha eletrônica, 45

- 5.1.1 Estrutura da planilha, 45
- 5.1.2 Modelagem no Solver, Microsoft Excel versão 11, 46
- 5.1.3 Modelagem no Solver, Microsoft Excel versão 14, 49

5.2 Solução do modelo e saídas, 52

- 5.2.1 Saídas do Solver, Microsoft Excel versão 11, 52
- 5.2.2 Saídas do Solver, Microsoft Excel versão 14, 54
- 5.2.3 Mensagens de solução ilimitada, inexistente e múltipla, 56

5.3 Outros exemplos de solução, 58

- 5.3.1 Problema de orçamento de capital, 58
- 5.3.2 Problema do *mix* de produção, 60

5.4 Algumas diferenças de nomenclatura, 61

5.5 Diretrizes para a criação de modelos em planilhas, 62

- 5.5.1 Atributos desejáveis em modelos implantados em planilhas, 62
- 5.5.2 Diretrizes para a criação de planilhas, 62
- 5.5.3 Implantação de modelos de programação linear, 63

- Exercícios, 63
Referências, 67
- 6 DUALIDADE NA PROGRAMAÇÃO LINEAR, 68**
- 6.1 Definição das relações primal-dual, 68
6.2 Exemplos de transformação primal-dual, 69
6.3 Interpretação econômica do problema dual, 70
6.4 Preço-sombra, 71
Exercícios, 74
Referências, 76
- 7 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE, 77**
- 7.1 Importância da análise de sensibilidade, 77
7.2 Análise de sensibilidade usando o computador, 78
7.2.1 Alterações em coeficientes da função-objetivo, 78
7.2.2 Alterações em restrições: lados direitos e esquerdos, 80
7.2.3 Introdução e retirada de variáveis e restrições, 80
7.3 Exemplo: planejamento regional para irrigação no Agreste Alagoano, 81
7.3.1 Descrição da situação, 81
7.3.2 Formulação do modelo, 82
7.3.3 Solução e análise de sensibilidade, 82
7.4 Programação linear paramétrica, 85
7.4.1 Variação contínua de parâmetros da função-objetivo, 85
7.4.2 Variação contínua de lados direitos das restrições, 89
7.4.3 Generalização de resultados da parametrização, 92
Exercícios, 94
Referências, 99
- 8 PROGRAMAÇÃO DE METAS, 101**
- 8.1 Conceituação matemática e modelo básico, 101
8.2 Complementações do modelo básico, 102
8.2.1 Pesos para os desvios, 102
8.2.2 Metas unilaterais, 102
8.2.3 Uniformização das unidades das metas, 103
8.3 Exemplo: alocação de propagandas na guerra entre empresas cervejeiras, 103
8.3.1 Formulação do modelo, 104
8.3.2 Implantação no computador e solução, 105
8.4 Outras variantes do modelo básico, 107
8.4.1 Programação de metas com priorização, 107
8.4.2 Otimização do progresso em direção às metas: maximin e minimax, 110
Exercícios, 113
Referências, 118
- 9 MODELOS DE REDE, 119**
- 9.1 Conceitos básicos e terminologia, 119
9.2 Formulações típicas para problemas de rede, 121
9.2.1 Problemas de transporte, 121
9.2.2 Problemas de atribuição, 121
9.2.3 Problemas de transbordo, 122
9.2.4 Problemas de fluxo máximo, 125
9.2.5 Problemas de rota mínima, 127
9.2.6 Problemas de programação de projetos, 128
9.3 Fluxo em rede com custo mínimo, 131
9.4 Árvores geradoras mínimas, 132
9.4.1 Algoritmo AGM, 132
9.4.2 Exemplo: criação de uma rede de telecomunicações, 133
Exercícios, 136
Referências, 142
- 10 ANÁLISE POR ENVOLTÓRIA DE DADOS: DEA, 144**
- 10.1 Formulação padrão para a análise por envoltória de dados, 145
10.2 Exemplo: desempenho de hospitais, 146
10.2.1 Solução usando DEA, 146
10.2.2 Criação do conjunto de *benchmarks*, 148
10.3 Problemas de grandes dimensões: análise de autopeças brasileiras, 149
Exercícios, 152
Referências, 155
- 11 OUTROS TÓPICOS EM PROGRAMAÇÃO LINEAR, 156**
- 11.1 Notação matricial na programação linear, 156
11.1.1 Cálculos com matrizes e vetores, 156
11.1.2 Representação de problemas de programação linear, 160
11.2 Métodos de pontos interiores, 161
11.2.1 Forma padrão para o algoritmo de Karmarkar, 162
11.2.2 Exemplo de formulação, 163
Exercícios, 164
Referências, 165
- 12 CASOS EM PROGRAMAÇÃO LINEAR, 166**
- 12.1 Otimização do custo de transporte de açúcar na Usina Amazonas, 166
12.1.1 Usina Amazonas, 166
12.1.2 Cana-de-açúcar, 166
12.1.3 Surgimento da necessidade, 167
12.1.4 Descrição do sistema, 167
12.1.5 Interesse da Usina Amazonas, 167
12.1.6 Para discussão, 169
12.2 Melhorando a produtividade de um banco norte-americano usando DEA, 169
12.2.1 Growth Bank, 169

- 12.2.2 Crescer com lucratividade, 169
- 12.2.3 Atividades realizadas, 169
- 12.2.4 Resultados encontrados, 170
- 12.2.5 Implantação das recomendações, 171
- 12.2.6 Para discussão, 173
- Referências, 173
- II PROGRAMAÇÕES INTEIRA E DINÂMICA, 175**
- 13 CRIAÇÃO E CRIADORES DAS PROGRAMAÇÕES INTEIRA E DINÂMICA, 177**
 - 13.1 Ralph Gomory e as origens da programação inteira, 177
 - 13.2 Richard Bellman e a Programação Dinâmica, 178
 - Exercícios, 178
 - Referências, 179
- 14 MODELAGEM DE PROBLEMAS DE PROGRAMAÇÃO INTEIRA, 180**
 - 14.1 Problema da mochila 0-1, 180
 - 14.1.1 Formulação do modelo, 180
 - 14.1.2 Exemplo: orçamento de capital com variáveis inteiras, 181
 - 14.2 Problema de atribuição com variáveis inteiras, 182
 - 14.2.1 Formulação do modelo, 182
 - 14.2.2 Exemplo: alocação de atividades ao pessoal de manutenção, 182
 - 14.3 Problema de cobertura (ou de localização da fábrica), 183
 - 14.3.1 Formulação do modelo, 183
 - 14.3.2 Exemplo: localização de armazéns da CEARS, 184
 - 14.4 Problema do caixeiro-viajante, 185
 - 14.4.1 Formulação do modelo, 185
 - 14.4.2 Exemplo: definição de rotas de enfermeiros *home-care*, 186
 - 14.5 Problema de programação de produção, 188
 - 14.5.1 Formulação do modelo, 189
 - 14.5.2 Exemplo: sequenciamento de laminação de lingotes de aço, 189
 - 14.6 Alguns casos de modelagens complexas, 191
 - 14.6.1 Transformação de problema inteiro genérico em 0-1, 191
 - 14.6.2 Modelagem de condições “se-então”, 191
 - 14.6.3 Modelagem de condições “ou-ou”, 192
 - Exercícios, 193
 - Referências, 196
- 15 ALGORITMOS DE PROGRAMAÇÃO INTEIRA, 198**
 - 15.1 Algoritmo de planos de corte, 198
 - 15.1.1 Preliminares, 199
 - 15.1.2 Algoritmo de planos de corte, 199
 - 15.1.3 Algoritmo simplex dual, 200
 - 15.1.4 Exemplo de aplicação, 200
 - 15.1.5 Comentários adicionais, 203
 - 15.2 Algoritmo de *branch-and-bound*, 204
 - 15.2.1 Preliminares, 204
 - 15.2.2 Algoritmo de *branch-and-bound*, 205
 - 15.2.3 Exemplo de aplicação, 206
 - 15.2.4 Árvore de solução, 208
 - 15.2.5 Comentários adicionais, 209
 - 15.3 Algoritmo de programação inteira 0-1 (ou enumeração implícita), 210
 - 15.3.1 Descrição e detalhes do algoritmo, 210
 - 15.3.2 Exemplo de aplicação, 213
 - 15.3.3 Comentários adicionais, 217
 - Exercícios, 217
 - Referências, 218
- 16 SOLUÇÃO DE PROBLEMAS NO COMPUTADOR, 219**
 - 16.1 Modelagem de variáveis inteiras e parametrização do Solver, 219
 - 16.1.1 Microsoft Excel versão 11, 219
 - 16.1.2 Microsoft Excel versão 14, 220
 - 16.2 Exemplos de modelagem e solução pelo computador, 222
 - 16.2.1 Orçamento de capital com variáveis inteiras, 222
 - 16.2.2 Localização dos armazéns da CEARS, 223
 - 16.2.3 Definição de rotas de enfermeiros *home-care*, 225
 - 16.2.4 Sequenciamento da laminação de lingotes de aço, 227
 - 16.2.5 Fechamento de plantas após uma fusão, 228
 - 16.2.6 Programação de mão de obra da churrascaria, 230
 - Exercícios, 231
 - Referências, 237
- 17 PROGRAMAÇÃO DINÂMICA, 239**
 - 17.1 Conceitos e características de problemas de PD, 239
 - 17.2 Exemplo: gestão de estoques e demanda em um supermercado, 241
 - 17.2.1 Aplicação do método, 242
 - 17.2.2 Solução usando planilha, 244
 - 17.3 Alguns problemas e respectiva solução, 246
 - 17.3.1 Problema de programação linear, 246
 - 17.3.2 Alocação de força de vendas, 247
 - 17.3.3 Reposição de caminhões numa transportadora, 250
 - 17.3.4 Fluxo não serial: indústria de processo, 253
 - 17.3.5 Programação de máquina gargalo, 256
 - 17.4 Comentários adicionais, 260
 - Exercícios, 261
 - Referências, 265

18 CASOS EM PROGRAMAÇÕES INTEIRA E DINÂMICA, 266

- 18.1 Aumento de receitas e produtividade na rede de televisão NBC, 266
 - 18.1.1 Visão geral do problema e da NBC, 266
 - 18.1.2 Mercado *Up-front*, 267
 - 18.1.3 Necessidades e projeto realizado, 268
 - 18.1.4 Problema de geração do plano de vendas, 269
 - 18.1.5 Para discussão, 270
 - 18.2 Coordenação da geração hidrotermoelétrica brasileira na Eletrobras, 270
 - 18.2.1 Setor elétrico brasileiro, 271
 - 18.2.2 Características do problema operacional, 271
 - 18.2.3 Características do problema institucional, 273
 - 18.2.4 Solução dos problemas, 273
 - 18.2.5 Desenvolvimento do modelo operacional, 273
 - 18.2.6 Resultados, 274
 - 18.2.7 Para discussão, 274
- Referências, 274

III PROGRAMAÇÃO NÃO LINEAR, 277**19 CRIAÇÃO E EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA PROGRAMAÇÃO NÃO LINEAR, 279**

- 19.1 Cálculo, Newton, Leibniz, Lagrange e Euler, 279
 - 19.2 Programação não linear, 280
 - 19.3 Prêmio Nobel de Economia de 1990, 281
- Exercícios, 281
Referências, 281

20 OTIMIZAÇÃO COM CÁLCULO DIFERENCIAL, 282

- 20.1 Conceito de derivada e regras de derivação, 282
 - 20.1.1 Conceitos de limite e derivada, 282
 - 20.1.2 Regras de derivação e exemplos de cálculo, 283
 - 20.1.3 Derivadas de ordem superior e derivadas parciais, 284
- 20.2 Funções com uma variável, 285
 - 20.2.1 Pontos ótimos, 285
 - 20.2.2 Papel das derivadas na obtenção de pontos ótimos, 286
 - 20.2.3 Funções côncavas e convexas, 288
- 20.3 Funções com múltiplas variáveis sem restrições, 289
 - 20.3.1 Aspectos teóricos, 289
 - 20.3.2 Exemplo: investimento orientado pela sensibilidade do consumidor à propaganda, 290
 - 20.3.3 Testes de concavidade e convexidade em funções com 2^{as} derivadas, 291

- 20.4 Funções com múltiplas variáveis e restrições: multiplicadores de Lagrange, 293
 - 20.4.1 Caso de uma restrição, 293
 - 20.4.2 Caso de múltiplas restrições, 294
 - 20.4.3 Exemplo: otimização do custo de matéria-prima de embalagens, 295

Exercícios, 297

Referências, 301

21 PROGRAMAÇÃO NÃO LINEAR: VISÃO GERAL, MODELAGEM E SOLUÇÃO COMPUTACIONAL, 302

- 21.1 Programação não linear, 302
- 21.2 Problemas com funções-objetivo não lineares, 303
 - 21.2.1 Época ótima de abate de gado, 303
 - 21.2.2 Taxa ótima de crescimento de uma empresa, 305
 - 21.2.3 Definição de preço e investimento em mídia, 308
- 21.3 Problemas com restrições não lineares, 309
 - 21.3.1 *Mix* da gasolina, 309
 - 21.3.2 Definição de *mix* da gasolina na Texaco, 314
- 21.4 Problemas com funções-objetivo e restrições não lineares, 314
 - 21.4.1 Número de postos policiais para otimizar custos e atendimento, 314
 - 21.4.2 Formulação de antiespumantes para a indústria de papel e celulose, 315

Exercícios, 316

Referências, 318

22 ALGUNS ASPECTOS TEÓRICOS SOBRE PROGRAMAÇÃO NÃO LINEAR, 319

- 22.1 Condições necessárias e suficientes da solução de problemas de PNL, 319
 - 22.1.1 Condições de Karush-Kuhn-Tucker, 319
 - 22.1.2 Exemplo de avaliação das condições de Karush-Kuhn-Tucker, 320
 - 22.1.3 Condições necessárias e suficientes para otimização global, 321
- 22.2 Classificação e características de métodos de solução, 322
 - 22.2.1 Otimização com uma variável, 322
 - 22.2.2 Otimização com múltiplas variáveis, 325
 - 22.2.3 Múltiplas variáveis sem restrições, 325
 - 22.2.4 Múltiplas variáveis com restrições, 327
- 22.3 Parametrização do Solver, 329
 - 22.3.1 Significado de algumas opções do Solver, 329
 - 22.3.2 Condições de parada, 331
 - 22.3.3 Questões sobre modelagem com funções não suaves, 331
- 22.4 Análise de sensibilidade em problemas não lineares, 332

- 22.4.1 Multiplicadores como preços-sombras, 332
- 22.4.2 Relatórios do Solver para problemas não lineares, 332
- 22.5 Comentários finais, 333
- Exercícios, 333
- Referências, 334
- 23 PROGRAMAÇÃO QUADRÁTICA, 336**
 - 23.1 Otimização de preços e volumes de vendas, 336
 - 23.1.1 Conceitos preliminares, 336
 - 23.1.2 Modelo de maximização da margem, 337
 - 23.1.3 Exemplo: definição de preços de aparelhos celulares, 338
 - 23.2 Otimização de carteiras de ativos, 340
 - 23.2.1 Conceitos preliminares, 340
 - 23.2.2 Modelo genérico de Markowitz, 341
 - 23.2.3 Exemplo: seleção de carteiras de investimento, 341
 - 23.2.4 Algumas variantes do modelo de Markowitz, 343
 - Exercícios, 344
 - Referências, 348
- 24 PROGRAMAÇÃO SEPARÁVEL, 349**
 - 24.1 Conversão de funções não separadas em separadas, 349
 - 24.1.1 Funções multiplicativas de duas variáveis, 350
 - 24.1.2 Funções multiplicativas de três ou mais variáveis, 350
 - 24.1.3 Funções exponenciais, 351
 - 24.1.4 Exemplo de conversão, 351
 - 24.2 Aproximação de funções não lineares por funções lineares segmentadas, 351
 - 24.3 Formulação como uma função linear segmentada, 352
 - 24.3.1 Problema com funções côncavas, 352
 - 24.3.2 Problema com funções não lineares genéricas, 353
 - 24.4 Exemplo: desdobramento de força de vendas por produtos, 354
 - 24.4.1 Contextualização do problema, 354
 - 24.4.2 Modelo genérico de desdobramento da força de vendas, 355
 - 24.4.3 Solução do problema, 356
 - 24.5 Exemplo: o simples como uma função linear segmentada, 358
 - 24.6 Exemplo: dimensionamento de sistema termoelétrico, 359
 - Exercícios, 360
 - Referências, 363
- 25 CASOS EM PROGRAMAÇÃO NÃO LINEAR, 364**
 - 25.1 Definição do tamanho e alocação de força de vendas, 364
 - 25.1.1 Syntex Corporation, 364
 - 25.1.2 Produtos e marketing na Syntex, 364
 - 25.1.3 Problema, 365
 - 25.1.4 Início da solução, 365
 - 25.1.5 Para discussão, 367
 - 25.2 Maximização de margem em uma empresa de *trading*, 367
 - 25.2.1 Mercado sucroalcooleiro mundial, 367
 - 25.2.2 Planejamento da empresa, 367
 - 25.2.3 Contextualização do projeto, 368
 - 25.2.4 Características consideradas no modelo, 368
 - 25.2.5 Início da solução, 371
 - 25.2.6 Para discussão, 371
 - Referências, 371
- IV TEORIA DOS JOGOS E MÉTODOS HEURÍSTICOS, 373**
- 26 INTRODUÇÃO À TEORIA DOS JOGOS, 375**
 - 26.1 Conceitos e classificação, 375
 - 26.2 Jogos de soma constante com ponto de sela, 377
 - 26.2.1 Exemplo: negociação salarial entre empresa e sindicato, 377
 - 26.2.2 Solução por estratégias dominantes, 379
 - 26.2.3 Solução pelos critérios minimax e maximin, 380
 - 26.3 Jogos de soma constante sem ponto de sela, 381
 - 26.3.1 Modelagem do jogo, 381
 - 26.3.2 Uso de estratégias mistas em jogos repetidos e não repetidos, 383
 - 26.3.3 Exemplo: estratégias de propaganda em telefonia de longa distância, 383
 - 26.3.4 Solução por programação linear, 383
 - 26.4 Jogos de soma não constante, 384
 - 26.4.1 Representação bimatricial de jogos, 385
 - 26.4.2 Dilema do prisioneiro, 385
 - 26.4.3 Equilíbrio e estratégias de Nash, 386
 - 26.4.4 Exemplo 1: preço de equilíbrio de refrigerantes sabor cola nos EUA, 387
 - 26.4.5 Exemplo 2: estratégias para lançamento de um novo medicamento, 389
 - 26.4.6 Exemplo 3: programa 7½ do SBT (Sistema Brasileiro de Televisão), 390
 - 26.5 Comentários sobre o dilema do prisioneiro jogado repetidamente, 391
 - 26.6 Comentários adicionais sobre teoria dos jogos, 392
 - Exercícios, 393
 - Referências, 396

27 COMPLEXIDADE COMPUTACIONAL E INTRATABILIDADE: IMPORTÂNCIA DAS HEURÍSTICAS, 397

- 27.1 Introdução, 397
 - 27.1.1 Definições, 397
 - 27.1.2 Ordem assintótica: notação $O(\cdot)$, 398
 - 27.1.3 Algumas classes de complexidade, 399
- 27.2 Classificação de problemas algorítmicos, 400
 - 27.2.1 Três categorias de problemas algorítmicos, 400
 - 27.2.2 Problemas da classe P, 400
 - 27.2.3 Problemas da classe NP, 400
- 27.3 Comentários adicionais sobre complexidade computacional, 401
- Exercícios, 401
- Referências, 402

28 REGRAS DE SEQUENCIAMENTO, 403

- 28.1 Exemplo introdutório ao sequenciamento, 403
- 28.2 Regras de despacho, 405
 - 28.2.1 Regras mais conhecidas, 405
 - 28.2.2 Exemplo numérico, 406
 - 28.2.3 Resultados oriundos de análises teóricas sobre regras de despacho, 408
 - 28.2.4 Resultados oriundos de simulação de regras de despacho, 410
- 28.3 Regras de despacho parametrizáveis, 413
 - 28.3.1 Três exemplos de regras parametrizáveis, 413
 - 28.3.2 Exemplo numérico: problema do centro de usinagem, 413
 - 28.3.3 Resultados oriundos de estudos de simulação, 414
- 28.4 Comentários adicionais, 417
 - 28.4.1 Importância do estudo das regras de sequenciamento, 417
 - 28.4.2 Recordação dos principais pontos aprendidos, 418
- Exercícios, 418
- Referências, 419

29 MÉTODOS HEURÍSTICOS DE BUSCA, 420

- 29.1 *Beam Search*, 420
 - 29.1.1 Caso simples, 421
 - 29.1.2 Caso filtrado, 422
- 29.2 Algoritmos genéticos, 423
 - 29.2.1 Componentes dos AGs e algoritmo típico, 424
 - 29.2.2 Operadores genéticos básicos, 425
 - 29.2.3 Exemplo: otimização de funções multimodais, 426
 - 29.2.4 Algumas variantes de algoritmos genéticos, 428
 - 29.2.5 Parametrização do Solver, 429
 - 29.2.6 Comentários adicionais, 430
- 29.3 Busca tabu (*tabu search*), 430

- 29.3.1 Ideias básicas da técnica e algoritmo geral, 431
- 29.3.2 Exemplo: fabricação de placas de circuito impresso, 432
- 29.3.3 Outros detalhes, 435
- 29.4 *Simulated annealing*, 435
 - 29.4.1 Algoritmo geral, 436
 - 29.4.2 Algumas ideias associadas, 436
 - 29.4.3 Exemplo de aplicação, 437
- 29.5 Comentários finais, 439
- Exercícios, 439
- Referências, 441

30 AHP (ANALYTIC HIERARCHY PROCESS) – PROCESSO HIERÁRQUICO ANALÍTICO, 444

- 30.1 Base teórica do AHP, 444
 - 30.1.1 Representação da hierarquia de decisão, 445
 - 30.1.2 Comparação de pares, 445
 - 30.1.3 Método do autovalor, 446
 - 30.1.4 Agregação das prioridades e escolha final, 447
- 30.2 Exemplo: seleção de consultorias, 448
 - 30.2.1 Representação da hierarquia, 448
 - 30.2.2 Comparação de pares, 448
 - 30.2.3 Síntese das prioridades, 449
 - 30.2.4 Determinação da consistência, 450
 - 30.2.5 Agregação das prioridades e escolha final, 451
- 30.3 Implantação do AHP no computador, 452
 - 30.3.1 Solução usando planilha eletrônica, 452
 - 30.3.2 Uso de softwares específicos, 453
- Exercícios, 453
- Referências, 455

31 CASO EM HEURÍSTICAS, 456

- 31.1 Decisões de colheita de cana na Austrália para maximizar margem, 456
 - 31.1.1 Regime de colheita de cana na Austrália, 456
 - 31.1.2 Conceitualização do modelo, 457
 - 31.1.3 Versão simplificada do modelo matemático, 457
 - 31.1.4 Metodologia de solução, 458
 - 31.1.5 Resultados potenciais, 458
 - 31.1.6 Implantação efetiva, 459
 - 31.1.7 Para discussão, 459
- Referências, 460

Anexo: Tópicos em Matemática, 461

Soluções e Respostas dos Exercícios, 463

Bibliografia, 491

Índice, 499