

Sumário

1	Introdução / Histórico	1
2	Introduzindo o Problema de Programação Linear (PPL) .	7
2.1	Pressupostos dos Problemas de Programação Linear	9
2.2	Problemas Típicos de Programação Linear	10
2.2.1	Problema da Dieta	10
2.2.2	Problema de Alocação de Recursos	11
2.2.3	PPL Máx(Mín).	14
2.2.4	PPL Mín(Máx).	15
2.2.5	PPL do Transporte.	17
2.2.6	Problema do Corte	19
2.2.7	Problema da Regressão Linear por Programação Linear	21
2.2.8	Problema On the Job Training	23
2.3	Outros Problemas de Programação Linear	26
2.3.1	PPL da Manufatura com Opção de Compra	26
2.3.2	PPL de Orçamento de Capital	28
2.3.3	PPL da Criação de Animais	29

2.3.4 Problema do Corte de Caixas	30
2.3.5 Mistura de Componentes	32
2.4 Exercícios Resolvidos	35
2.5 Exercícios Propostos	38
2.6 Estudo de Caso: Planejamento Agregado da Produção	40
2.7 Estudo de Caso: Consumo de Energia	46
2.8 Estudo de Caso: Logística	50
3 Solução Gráfica e Equivalência entre Problemas de Programação Linear	55
3.1 Lugares Geométricos de um PPL.	55
3.2 Exemplo Ilustrativo	56
3.3 Situações que Podem Ocorrer em um PPL.	59
3.4 Um Exemplo Ilustrativo em Três Dimensões	61
3.5 Notação	63
3.6 Definições Necessárias	63
3.7 Equivalência entre PPL's	66
3.7.1. Exemplo	67
3.7.2 Generalização	68
3.8 Exercício Resolvido	70
3.9 Exercícios Propostos	73
4 Fundamentação Teórica do Simplex	75
4.1 Convexidade	75
4.2 Convexidade em Problemas de Programação Linear	78
4.3 Solução Básica de um Problema de Programação Linear	79
4.3.1 Exemplo	80
4.4 Equivalência entre Vértices e Soluções Básicas Viáveis	83
4.5 Motivação para o Simplex	85

5	Método Simplex	89
5.1	Introdução	89
5.2	O Tableau Simplex.	91
5.3	Resolvendo um Problema Exemplo no Tableau Simplex	91
5.3.1	Nota sobre o Tableau Simplex.	95
5.4	Situações que Podem Ocorrer	96
5.4.1	Problema Ilimitado	96
5.4.2	Múltiplas Soluções Ótimas.	98
5.5	Método Simplex Generalizado.	101
5.5.1	Colocando o Problema na Forma Padrão	102
5.5.2	O Método Big M	103
5.5.3	O Método das Duas Fases	106
5.5.4	Ilustração Gráfica	108
5.5.5	Teorema sobre as Variáveis Artificiais e Viabilidade	109
5.5.6	Solução Básica Viável Inexistente	111
5.6	Exercício Resolvido	112
5.7	Exercícios Propostos	115
5.8	Estudo de Caso Planejamento Agregado da Produção.	118
5.9	Estudo de Caso Consumo de Energia	121
5.10	Estudo de Caso Logística	124
6	Solução Matricial e Simplex Revisado	133
6.1	Estrutura Matricial do Algoritmo Simplex	133
6.1.1	Partição segundo as Variáveis Básicas e não Básicas.	134
6.1.2	Partição segundo as Variáveis Naturais e de Folga	137
6.1.3	Motivação para uma Resolução Matricial do Algoritmo Simplex	139
6.2	O Método Simplex Revisado	139
6.2.1	Problema Exemplo	140
6.2.2	Simplex Revisado em Problemas com Variáveis Artificiais . . .	143
6.3	Um Procedimento para Calcular a Inversa da Base.	149
6.4	Sumário do Simplex Revisado.	151
6.5	Comentários sobre o Simplex Revisado	151
6.6	Exercícios Propostos	152

7	Dualidade	153
7.1	Exemplos de Dualidade	154
7.1.1	Dualidade para o Problema da Dieta	154
7.1.2	Dualidade no PPL da Refinaria	157
7.1.3	Dualidade no Problema do Transporte	159
7.2	Obtenção do Dual a partir de seu PPL Primal	161
7.3	A Teoria da Dualidade	169
7.3.1	Teorema da Dualidade Fraca	169
7.3.2	Reciprocidade entre Problemas Dual e Primal	172
7.3.3	Teorema da Dualidade Forte.	173
7.3.4	Teorema Fundamental da Dualidade	174
7.3.5	Interpretação Econômica do Dual	176
7.3.6	Regiões de Viabilidade e Otimalidade para um PPL e seu Dual.	178
7.3.7	Introdução às Condições Complementares de Folga	182
7.3.8	Condições Complementares de Folga – C.C.F.	184
7.3.9	Teorema de Complementaridade de Folga	187
7.3.10	Utilizando as CCF para Resolução de um PPL	188
7.3.11	Mais um Exemplo	189
7.4	Algoritmo Dual – Simplex	192
7.4.1	Exposição Didática do Método Dual – Simplex.	192
7.4.2	Passos do Algoritmo Dual – Simplex	199
7.5	Exercício Proposto	199
8	Análise de Sensibilidade/Pós-otimização	203
8.1	Processando a Pós-otimização	204
8.1.1	Alterando o Lado Direito das Restrições (RHS)	204
8.1.2	Alterando os Coeficientes da Função Objetivo	205
8.1.3	Alteração em um Elemento A_{ij}	205
8.1.4	Introdução de uma Restrição no Problema	206
8.1.5	Inclusão de uma Nova Variável	206
8.2	Sobre Preços-sombra e Custo de Oportunidade	206
8.3	Exemplos	207

8.3.1 Exemplo Introdutório: Alterando o Vetor b	207
8.3.2 Exemplo Introdutório: Introduzindo Restrições	209
8.3.3 Exemplo Aplicado: Fábrica de Latas de Alumínio	210
8.3.4 Fábrica de Brinquedos	217
8.4 Exercícios Propostos	222
8.5 Exercícios de Formulação, Resolução e Pós-otimização.	225
9 Teoria dos Jogos.	229
9.1 Uma Classificação de Jogos	230
9.2 Jogos de Duas Pessoas e Soma Zero	231
9.2.1 Estratégias Dominadas e Dominantes	233
9.2.2 Seleção de Estratégias Ótimas em um Jogo de Duas Pessoas e Soma Zero	234
9.2.4 Jogos sem Pontos de Equilíbrio	237
9.2.5 Linearizando os Jogos	241
9.2.6 Sobre o Teorema Minimax	243
9.2.7 Exemplo 1: A Guerra de Audiência	243
9.2.8 Exemplo 2: As Chuvas no Rio de Janeiro	245
9.2.9 Exemplo 3: Polícia e Ladrão	247
9.3 Jogos de Duas Pessoas, Não Competitivos e de Soma Diferente de Zero	249
9.3.1 O Dilema do Prisioneiro	250
9.3.2 O Desejo da Comunicação Prévia no Jogo.	251
9.4 Exercícios Propostos	252
10 Avaliação de Desempenho: Análise Envoltória de Dados	255
10.1 Histórico.	255
10.2 Conceitos Básicos	257
10.3 Modelo Clássico CRS dos Multiplicadores-Motivação	259
10.4 Generalização do Modelo DEA CRS dos Multiplicadores	262
10.5 Modelos CRS e VRS do Envelope	264
10.6 Relação Dual entre Multiplicadores e Envelope	269

10.7 Aplicação para Seleção de Parceria Comercial	270
10.8 Aplicação à Avaliação do Ensino de Pós-graduação	274

A Modelos de Programação Linear no Solver do Ms-Excel	285
---	-----

B Análise de Sensibilidade e Limites no Solver	293
---	-----

Referências	297
-----------------------	-----