

gestão de empreendimentos

a componente de gestão da engenharia

João M. Coutinho Rodrigues

Professor de Engenharia Civil

Depart^o de Engenharia Civil - Faculdade de Ciências e Tecnologia

Universidade de Coimbra



ÍNDICE

GESTÃO DE EMPREENDIMENTOS - A Componente de Gestão da Engenharia (480 páginas, 96 Figuras, 70 Exemplos)

Autor: João Coutinho
Professor de Engenharia Civil, Eng^o Civil, MSc, PhD
Depart^o de Engenharia Civil - Faculdade de Ciências e Tecnologia
Universidade de Coimbra

)

Índice	iii a xvi
Índice de Exemplos	xvii e xviii
Nota Prévia	xix e xx

Cap. 1 Homem, o Empreendedor 1

1.1	As Motivações do Passado - Engenharia e Civilização.....	3
1.2	Empreendimentos e Engenho: das Pirâmides à Conquista Espacial	4
1.2.1	Empreendimentos da Civilização Egípcia.....	4
1.2.2	Empreendimentos da Mesopotâmia e Pérsia.....	7
1.2.3	Empreendimentos da Civilização Grega.....	9
1.2.4	Empreendimentos da Civilização Romana	11
1.2.5	Empreendimentos com Estilo: do Românico em diante	13
1.2.6	As Cidades e suas Fortificações.....	15
1.2.7	O Advento da Engenharia de Base Científica	20
1.2.7.1	Dos Talentos Inatos ao Conhecimento Científico	20
1.2.7.2	O Aparecimento Formal da Engenharia Civil	20
1.2.7.3	O Avanço do Conhecimento Científico e alguns Autores	21
1.2.7.4	Novos Materiais e Novos Meios.....	21
1.2.8	Vias Terrestres mais Exigentes: Pontes e Túneis	22
1.2.8.1	Túneis.....	22
1.2.8.2	Pontes.....	26
1.2.9	Barragens - As Grandes Pirâmides do Séc. XX.....	28
1.2.9.1	As Experiências do Passado.....	29
1.2.9.2	As Formas adoptadas e seu Funcionamento	31
1.2.9.3	Os Fins Múltiplos das Barragens	34
1.2.9.4	O Envolvimento dos Governos	34
1.2.9.5	Um Empreendimento Gigantesco	35
1.2.9.6	Um Empreendimento Exemplar	36
1.2.10	Arranha-Céus: Empreendimentos Verticais	37
1.2.11	Grandes Vãos em Edifícios do Séc. XX	42
1.2.12	Um Grande Empreendimento de Recuperação Regional.....	43
1.2.13	O Maior Empreendimento Privado do Mundo.....	45
1.2.14	Um Empreendimento Espacial - à Conquista da última Fronteira.....	46

ÍNDICE

Cap. 2 Gestão de Projectos 47

2.1	Introdução	47
2.1.1	As Origens	47
2.1.2	Conceito de Projecto e sua Gestão.....	49
2.1.3	Definições e Conceitos Gerais.....	51
2.1.3.1	Projectos e Sistemas	51
2.1.3.2	Ciclo de Vida - Forma Típica de Evolução do Projecto	53
2.1.3.3	Ambiente do Projecto	55
2.1.3.4	Estratégia	55
2.1.3.5	Avaliação	55
2.1.3.6	Integração	56
2.1.4	Entidades Intervenientes.....	56
2.1.5	Funções Gerais do Gestor do Projecto.....	57
2.1.5.1	Funções Gerais.....	57
2.1.5.2	Gestão do Risco	58
2.1.6	A Equipa do Projecto e sua Estrutura	59
2.1.7	Os Recursos Humanos.....	60
2.1.7.1	As Pessoas em Geral.....	60
2.1.7.2	O Gestor.....	61
2.1.7.3	A Constituição da Equipa do Projecto.....	64
2.1.7.4	A Gestão de Conflitos.....	64
2.2	A Fase da Análise de Viabilidade	65
2.2.1	A Definição do Âmbito.....	65
2.2.2	Estudos de Viabilidade.....	67
2.2.3	Avaliação do Empreendimento.....	69
2.3	A Fase da Estratégia.....	70
2.3.1	Controlo de Custos	70
2.3.2	Contratação	71
2.3.3	Seleção e Aquisição de Terrenos.....	72
2.3.4	Investigação dos Sítios Seleccionados.....	73
2.4	A Fase de Pré-Construção.....	74
2.4.1	Introdução	74
2.4.2	Gestão do Projecto Técnico	74
2.4.3	Preparação da Construção e Concursos.....	75
2.5	A Fase da Construção	76
2.5.1	Inicialização.....	77
2.5.2	Estabelecimento de Sistema de Controlo	77
2.5.3	Monitorização de Projectistas e Executantes.....	78
2.5.4	Controlo de Alterações	78

ÍNDICE

2.5.5	Relatórios	79
2.5.6	Controlo de Qualidade	79
2.6	A Fase da Conclusão e Recepção	80
2.7	A Fase da Ocupação	80
2.8	Revisão e Fecho.....	81
2.9	Aspectos da Legislação Portuguesa (Obras Públicas).....	81
2.9.1	Disposições Gerais - Execução	82
2.9.2	Tipos de Empreitadas	82
2.9.3	Disposições relativas a Empreitadas por Preço Global.....	83
2.9.3.1	Definição do Objecto da Empreitada.....	83
2.9.3.2	Variantes	83
2.9.3.3	Erros e Omissões.....	83
2.9.3.4	Pagamentos	84
2.9.4	Disposições relativas a Empreitadas por Série de Preços	85
2.9.4.1	Espécies e Quantidades dos Trabalhos	85
2.9.4.2	Pagamentos	85
2.9.5	Disposições comuns a Empreitadas por Preço Global e Série de Preços.....	85
2.9.5.1	Listas de Preços Unitários.....	85
2.9.5.2	Trabalhos Preparatórios ou Acessórios.....	85
2.9.5.3	Pagamento de Servidões e Ocupações.....	86
2.9.5.4	Trabalhos a Mais.....	86
2.9.5.5	Variantes durante a Execução	87
2.9.5.6	Rescisão do Contrato	87
2.9.5.7	Indemnização por Redução do Valor Total dos Trabalhos.....	87
2.9.5.8	Responsabilidade por Erros de Execução	87
2.9.5.9	Responsabilidade por Erros de Concepção do Projecto	88
2.9.5.10	Efeitos da Responsabilidade por Erros	88
2.9.6	Disposições relativas a Empreitadas por Percentagem	88
2.9.6.1	Custo dos Trabalhos.....	88
2.9.6.2	Encargos Administrativos e Lucros	88
2.9.6.3	Trabalhos a Mais ou a Menos	88
2.9.6.4	Pagamentos	88
2.9.7	Disposições relativas a Controlo dos Custos	89
2.9.8	Disposições relativas a Concursos e Contratos	89
2.9.8.1	Procedimentos e Formalidades dos Concursos.....	89
2.9.8.2	Formalidades - Publicação dos Actos	90
2.9.9	Concursos Públicos - Elementos Básicos	90
2.9.9.1	Elementos: Programa, Projecto e Caderno de Encargos.....	90

ÍNDICE

2.9.9.2	Peças do Projecto (Técnico)	90
2.9.9.3	Caderno de Encargos e Especificações Técnicas	91
2.9.10	Disposições relativas às Propostas.....	91
2.9.10.1	Conceito e Redacção da Proposta.....	91
2.9.10.2	Documentos que instruem a Proposta.....	91
2.9.10.3	Modelos das Propostas	92
2.9.10.4	Indicação do Preço Total	92
2.9.11	Concurso: Propostas, Acto Público e Decisão	92
2.9.11.1	Esclarecimento de Dúvidas.....	92
2.9.11.2	Apresentação das Propostas - Prazos e Modo	93
2.9.11.3	Acto Público	93
2.9.11.4	Análise das Propostas - Critério de Adjudicação	94
2.9.12	Concurso: Caução e Contrato	94
2.9.12.1	Função, Valor e Modo de Prestação da Caução	94
2.9.12.2	Contrato - Prazos	94
2.9.13	Consignação e Execução	95
2.9.13.1	Consignação da Obra.....	95
2.9.13.2	Plano de Trabalhos	95
2.9.13.3	Atraso no Cumprimento do Plano de Trabalhos.....	96
2.9.13.4	Data do início dos Trabalhos	96
2.9.13.5	Elementos para a Execução e Medição dos Trabalhos	96
2.9.13.6	Especificações de Materiais.....	97
2.9.13.7	Aprovação de Materiais	97
2.9.13.8	Substituição de Materiais.....	97
2.9.13.9	Depósito de Materiais não destinados à Obra.....	97
2.9.13.10	Fiscalização.....	97
2.9.13.11	Revisão de Preços	99
2.9.13.12	Multa por Violação dos Prazos Contratuais	99
2.9.13.13	Medição de Trabalhos - Periodicidade	99
2.9.13.14	Desconto para Garantia.....	99
2.9.14	Recepção e Garantia	99
2.9.14.1	Recepção Provisória	99
2.9.14.2	Prazo de Garantia.....	100
2.9.14.3	Recepção Definitiva.....	100
2.9.15	Contagem dos Prazos.....	100

ÍNDICE

Cap. 3 Os Problemas de Avaliação e Decisão 101

3.1	Decisões e Estádios do Desenvolvimento de um Empreendimento.....	102
3.2	Modelos e Apoio à Decisão	103
3.3	Avaliação Sistemática.....	106
3.4	Decisões nos Sectores Público e Privado	107
3.5	Algumas Técnicas de Avaliação	108
3.5.1	Avaliação Financeira	109
3.5.2	“Check-List” de Critérios.....	109
3.5.3	Análise do Grau de Satisfação de Metas.....	110
3.5.4	Avaliação de Custos de Recursos.....	110
3.5.5	Análise de Custos-Benefícios	110
3.5.6	Análise de Custos-Eficiências.....	111
3.5.7	Folha de Balanço.....	113
3.5.8	Métodos de Participação	113
3.5.9	Técnicas de Optimização	114
3.5.10	Teoria da Utilidade Multiatributo.....	114
3.5.11	Métodos de Análise Multicritério.....	114
3.6	Tipos de Avaliação em Planeamento	116

Cap. 4 Avaliação Financeira 119

4.1	Introdução.....	119
4.1.1	O Problema da Avaliação Financeira	119
4.1.2	O Factor Tempo.....	120
4.1.3	O Factor Risco.....	122
4.1.4	Rendibilidade, Tempo e Risco.....	124
4.2	Conceitos e Definições de Base	124
4.2.1	Diagrama de Fluxos de Tesouraria (<i>Cash-Flow</i>).....	124
4.2.2	O Valor do Dinheiro no Tempo - Preferência Temporal	126
4.2.3	Juro	127
4.2.4	Taxa de Juro i	127
4.2.5	Capitalização	127
4.2.6	Período de Capitalização.....	128
4.2.7	Regimes de Capitalização: Juro Simples e Composto	128
4.2.7.1	Regime do Juro Simples	128
4.2.7.2	Regime do Juro Composto.....	129
4.2.7.3	Comparação entre Juro Simples e Composto	131
4.2.8	Taxa Nominal, Taxa Efectiva, Taxa Real,	131
4.2.8.1	A Taxa Nominal.....	131

ÍNDICE

4.2.8.2	O Efeito de Sub-Períodos - Taxa Efectiva.....	131
4.2.8.3	O Efeito da Inflação - Taxa Real	135
4.2.8.4	O Efeito de Sub-Períodos e de Encargos Adicionais - TAEG.....	136
4.2.8.5	<i>Prime rate</i>	136
4.2.9	Equivalência no Tempo: Capitalização e Actualização	136
4.2.9.1	Capitalização: Valor Acumulado.....	136
4.2.9.2	Actualização: Valor Actualizado	137
4.2.9.3	Equivalência entre Valores Actuais e Futuros.....	138
4.2.10	Série Uniforme de Fluxos de Tesouraria	138
4.2.10.1	Significado	138
4.2.10.2	Valor Acumulado de uma <i>SUF</i>	139
4.2.10.3	Valor Actualizado de uma <i>SUF</i>	140
4.2.10.4	Anuidades	141
4.2.10.5	Perpetuidades Constantes	142
4.2.10.6	Perpetuidades Crescentes.....	143
4.2.11	Série de Fluxos em Gradiente Uniforme ou Aritmético (<i>SGA</i>)	145
4.2.11.1	Valor Acumulado de uma <i>SGA</i>	145
4.2.11.2	Relação de Equivalência entre <i>SUF</i> e <i>SGA</i>	146
4.2.11.3	Valor Actual de uma <i>SGA</i>	147
4.2.12	Série de Fluxos em Gradiente Geométrico (<i>SGG</i>).....	148
4.3	Métodos de Avaliação Financeira e de Selecção de Empreendimentos	150
4.3.1	Introdução	150
4.3.2	A Meta Básica: Maximização dos Benefícios Líquidos	150
4.3.2.1	Determinação da Dimensão no Caso de um único Projecto.....	150
4.3.2.2	Decisão no Caso de Projectos Múltiplos	153
4.3.3	Método do Valor Actual Líquido (<i>VAL</i>).....	154
4.3.3.1	Significado	154
4.3.3.2	Definição Matemática.....	155
4.3.3.3	Características Principais.....	157
4.3.3.4	Critério de Decisão	157
4.3.3.5	A Questão do Período da Análise	157
4.3.4	Método do Valor Futuro Líquido	164
4.3.4.1	Significado	164
4.3.4.2	Definição Matemática.....	164
4.3.4.3	Critério de Decisão	164
4.3.5	Método do Valor Equivalente Anual.....	165
4.3.5.1	Significado	165
4.3.5.2	Definição Matemática	165

ÍNDICE

4.3.5.3	Critério de Decisão	166
4.3.6	Método do Saldo Líquido.....	166
4.3.6.1	Significado	166
4.3.6.2	Definição Matemática.....	166
4.3.6.3	Critério de Decisão	167
4.3.7	Método da Taxa Interna de Rendibilidade (<i>TIR</i>).....	167
4.3.7.1	Significado	167
4.3.7.2	Definição Matemática.....	168
4.3.7.3	Características Principais	168
4.3.7.4	Cálculo	169
4.3.7.5	Critério de Selecção	170
4.3.7.6	Análise da relação entre <i>VAL</i> e <i>TIR</i>	173
4.3.7.7	Caso Particular da <i>TIR</i> : Empréstimo e Endividamento	173
4.3.7.8	Caso Particular da <i>TIR</i> : Raízes Múltiplas para a <i>TIR</i>	175
4.3.7.9	Caso Particular da <i>TIR</i> : <i>VAL</i> e <i>TIR</i> de Relações Contrárias	176
4.3.7.10	Caso Particular da <i>TIR</i> : a <i>TIR</i> dos Fluxos Incrementais.....	178
4.3.7.11	O Efeito da Estrutura Temporal das Taxas de Juro na <i>TIR</i>	179
4.3.7.12	Variante 1: Taxa Interna de Rendibilidade Integrada (<i>TIRI</i>)	179
4.3.7.13	Variante 2: Taxa de Rendibilidade Média (<i>TRM</i>)	181
4.3.7.14	Variante 3: Taxa Interna de Rendibilidade Modificada (<i>TIRM</i>)	181
4.3.8	Método do Período de Recuperação (<i>Pay-Back</i>).....	182
4.3.8.1	Significado	182
4.3.8.2	Definição Matemática - Forma Simples	183
4.3.8.3	Definição Matemática - Período de Recuperação Actualizado	183
4.3.8.4	Características Principais	183
4.3.8.5	Critério de Decisão	184
4.3.9	Método dos Rácios Benefício/Custo.....	185
4.3.9.1	Significado	185
4.3.9.2	Definição Matemática.....	185
4.3.9.3	Características Principais	186
4.3.9.4	Critério de Decisão e Equivalência com o <i>VAL</i>	186
4.3.9.5	Análise Incremental (Benefícios e Custos Diferentes)	187
4.3.10	Análise do Ponto Morto (<i>Breakeven</i>)	193
4.4	Avaliação de Projectos de Investimento Específicos	195
4.4.1	Alternativas com Diferentes Horizontes de Planeamento - <i>VAL</i>	195
4.4.2	Fluxos de Tesouraria com mais de uma Inversão de Sinal - <i>TIR</i>	200
4.5	Depreciação	202
4.5.1	Obsolescência e Deterioração - Substituição de Equipamentos.....	202

ÍNDICE

4.5.2	Contabilização da Depreciação.....	204
4.5.2.1	Depreciação e Valor Contabilístico.....	204
4.5.2.2	Depreciação Linear.....	205
4.5.2.3	Depreciação pela Soma dos Dígitos dos Anos.....	205
4.5.2.4	Depreciação em Balanço Decrescente.....	205
4.5.3	Depreciação no Sector Imobiliário.....	207
4.5.4	Amortizações - Disposições da Legislação Portuguesa.....	209
4.6	Inflação.....	214
4.6.1	Inflação e Índices de Custos.....	214
4.6.2	Taxa Interna de Rendibilidade Corrigida com a Inflação.....	214
4.6.3	Inflação Sectorial - Os Empreendimentos de Engenharia.....	217
4.6.3.1	A Justificação de Métodos de Cálculo Específicos.....	217
4.6.3.2	Algumas Disposições Legais Gerais.....	218
4.6.3.3	Indicadores Oficiais.....	220
4.6.3.4	Métodos e Fórmulas de Revisão de Preços.....	220
4.7	Aplicações (também) em Planeamento Financeiro Pessoal.....	227
4.7.1	Hipotecas.....	227
4.7.2	Fundos de Pensões.....	228
4.7.3	Obrigações.....	230
4.7.4	Acções e Fundos - Alguma Terminologia.....	232
4.8	<i>Project Financing</i> : Um Modelo de Gestão para Grandes Empreendimentos.....	233
4.8.1	Introdução.....	233
4.8.2	Requisitos.....	234
4.8.3	Características Apropriadas para <i>Project Financing</i>	235
4.8.4	Princípios de <i>Project Financing</i>	236
4.8.4.1	Necessidade de Contratos.....	236
4.8.4.2	Forma de Organização.....	236
4.8.4.3	Estruturação mais Eficiente de Contratos de Dívida.....	236
4.8.4.4	Organização mais Eficaz da Empresa e Compensações de Gestão.....	237
4.8.5	Vantagens.....	237
4.8.6	Desvantagens.....	238
4.8.6.1	Complexidade do <i>Project Financing</i>	238
4.8.6.2	Suporte Indirecto das Dívidas.....	238
4.8.6.3	Custos de Gestão mais Elevados.....	238
4.8.7	Conclusão.....	238

Cap. 5 **Análise de Custos-Benefícios em Engenharia e Planeamento 239**

5.1	Considerações Gerais.....	239
-----	---------------------------	-----

ÍNDICE

5.1.1	Algumas Características.....	239
5.1.2	Benefícios e Custos.....	240
5.1.3	Dificuldades e Críticas.....	241
5.1.4	A Questão da Contabilização.....	242
5.2	Tipos de ACB.....	244
5.2.1	Quanto ao Contexto de Incidência.....	244
5.2.2	Quanto ao Tipo de Decisão.....	246
5.2.3	Quanto aos Métodos de Quantificação.....	247
5.3	Características Gerais dos Benefícios e Custos.....	247
5.3.1	Reais e Pecuniários.....	247
5.3.2	Directos e Indirectos.....	248
5.3.3	Tangíveis e Intangíveis.....	248
5.3.4	Internos e Externos.....	248
5.3.5	Totais e Incrementais.....	249
5.3.6	Relativos a Utilizadores e a Não-utilizadores.....	249
5.3.7	Escalas: Macro e Micro.....	249
5.4	Fases Principais de uma ACB.....	250
5.5	Quantificação de Custos e Benefícios.....	251
5.5.1	O Problema da Unidade de Medida.....	251
5.5.2	Inexistência de Preços de Mercado.....	251
5.5.3	Definição da Situação de Não-implementação.....	251
5.5.4	Custos ou Benefícios a Desprezar na Análise.....	252
5.5.5	Preços Sombra.....	253
5.5.6	Avaliação de Benefícios com Valor de Mercado.....	254
5.5.7	Avaliação de Benefícios sem Valor de Mercado.....	254
5.5.8	Avaliação de Recursos não Renováveis.....	255
5.5.9	Distribuição por Grupos Sociais.....	255
5.5.10	Contabilização em Duplicado.....	255
5.5.11	Exemplos de Quantificação.....	256
5.6	Actualização.....	257
5.6.1	Significado da Taxa de Actualização.....	257
5.6.2	O Problema do Valor da Taxa de Actualização.....	258
5.7	O Horizonte da Análise.....	262
5.8	Indicadores.....	263
5.8.1	Indicadores usados e suas Particularidades.....	263
5.8.2	Escolha do Indicador.....	266
5.8.2.1	Problema de Aceitar/Rejeitar.....	266
5.8.2.2	Seleção entre Acções Mutuamente Exclusivas para o mesmo Fim... ..	266
5.8.2.3	Ordenação de Acções.....	266

ÍNDICE

5.8.2.4	Resumindo	267
5.9	Análise de Sensibilidade.....	271
5.10	ACB no Contexto Geral do Apoio à Decisão	272

Cap. 6 Avaliação Ambiental 273

6.1	A Origem da Avaliação Ambiental	273
6.2	Generalidades sobre a AIA	275
6.3	Os Efeitos Gerais dos Empreendimentos sobre o Ambiente	276
6.4	Ordenamento do Território e Gestão Ambiental.....	278
6.5	A Necessidade de Avaliação de Impactes Ambientais.....	279
6.5.1	Legislação Europeia.....	279
6.5.2	Legislação Portuguesa	280
6.5.3	Espaços e Objectos Classificados	291
6.5.3.1	Definição Geral de Áreas Protegidas.....	291
6.5.3.2	Áreas Protegidas de Interesse Nacional.....	291
6.5.3.3	Paisagem Protegida.....	292
6.5.3.4	Sítio de Interesse Biológico	292
6.5.3.5	Reservas e Parques Marinhos	292
6.5.3.6	Reservas Integrais	293
6.5.3.7	Rede Natura 2000	293
6.5.4	Património Cultural	295
6.5.4.1	Classificação dos Bens	295
6.5.4.2	Intervenções - Obras, Estudos e Projectos.....	297
6.5.4.3	Definição de Zonas de Protecção	298
6.6	A Poluição Sonora (Ruído).....	298
6.7	As Infra-estruturas de Transporte	302
6.7.1	A Necessidade Crescente das Infra-estruturas	302
6.7.2	Efeitos Ambientais.....	302
6.7.2.1	Qualidade do Ar.....	303
6.7.2.2	Ruído e Vibração	303
6.7.2.3	Ocupação do Solo	304
6.7.2.4	Intrusão Visual.....	304
6.7.2.5	Impactes Ecológicos	304
6.7.2.6	Património Cultural	305
6.7.3	Alguns dos Efeitos por Modos de Transporte.....	306

ÍNDICE

Cap. 7 Avaliação Multidimensional 307

7.1	A Necessidade da Consideração de Múltiplas Dimensões na Avaliação.....	307
7.1.1	A Natureza Multidimensional da Avaliação.....	307
7.1.2	Características Gerais e Tipos de Problemas.....	310
7.1.3	Casos no Domínio das Infra-estruturas de Transportes.....	311
7.1.4	Alguns Casos Preconizados na Realidade Portuguesa.....	313
7.1.4.1	Avaliação Multidimensional de Projectos Ambientais.....	313
7.1.4.2	Avaliação de Concorrentes em Empreitadas de Obras Públicas	314
7.2	Conceitos Gerais sobre Análise Multicritério.....	315
7.2.1	Alguma Terminologia.....	315
7.2.2	Os Critérios	316
7.2.2.1	Critérios e Pontos de Vista da Avaliação.....	316
7.2.2.2	A Família de Critérios.....	317
7.2.2.3	Os Verdadeiro- e os Pseudo-Critérios.....	317
7.2.2.4	Sentido de Preferência dos Critérios.....	318
7.2.2.5	Determinação dos Valores dos Critérios.....	318
7.2.2.6	Escalas de Medida.....	319
7.2.2.7	Normalização	319
7.2.2.8	Desagregação dos Critérios.....	319
7.2.3	Avaliação das Prioridades dos Critérios.....	320
7.2.3.1	Métodos de Determinação Directa dos Pesos.....	321
7.2.3.2	Métodos de Determinação Indirecta dos Pesos	323
7.2.3.3	Considerações Adicionais	324
7.3	Os Métodos Multiatributo	325
7.3.1	Métodos de Filtragem	329
7.3.1.1	Método da Análise de Dominância.....	329
7.3.1.2	Método Conjuntivo	331
7.3.1.3	Método Disjuntivo	332
7.3.1.4	Método dos Valores de Corte	333
7.3.2	Quantificação e Normalização	333
7.3.2.1	Quantificação de Atributos Qualitativos.....	333
7.3.2.2	Normalização Vectorial e Normalização Linear.....	334
7.3.3	Métodos Elementares Baseados na Identificação de Valores Extremos	337
7.3.3.1	Método MaxMax	338
7.3.3.2	Método MaxMin	338
7.3.3.3	Método MinMax	338
7.3.3.4	Método MinMin.....	339
7.3.4	Métodos Elementares Baseados em Ordenações segundo cada Critério.....	339

ÍNDICE

7.3.4.1	Método de Borda ou da Soma Posicional.....	339
7.3.4.2	Métodos de Condorcet e de Copeland.....	340
7.3.4.3	Método Lexicográfico.....	340
7.3.5	Métodos de Agregação usando uma Função de Síntese.....	342
7.3.5.1	O Método da Soma Ponderada - Descrição e Exemplificação.....	343
7.3.5.2	Limitações.....	344
7.3.5.3	Abordagem Baseada em Pontos de Referência - O TOPSIS.....	346
7.3.6	Métodos de Agregação usando uma Relação Binária de Síntese.....	351
7.3.6.1	O Método ELECTRE I - Descrição e Exemplificação.....	351
7.3.6.2	Outros Métodos da Família ELECTRE.....	365
7.4	Estudo de Caso: Avaliação de Zonas para Empreendimentos Habitacionais.....	366
7.4.1	Introdução.....	366
7.4.2	O Problema.....	367
7.4.3	Os Critérios usados no Estudo.....	367
7.4.3.1	Família A - Propriedades do Solo de Fundação.....	368
7.4.3.2	Família B - Qualidade de Ambiente Envolvente.....	369
7.4.3.3	Família C - Equipamentos de Recreio.....	369
7.4.3.4	Família D - Situação Agrícola.....	370
7.4.3.5	Família E - Acessibilidades.....	370
7.4.4	Edição da Matriz de Decisão no SAD <i>Polyhedra</i>	371
7.4.5	Atribuição de Pesos.....	373
7.4.6	Aplicação de Alguns Métodos da Base de Métodos.....	374
7.4.7	Apreciação dos Resultados.....	381
7.5	Abordagens de Avaliação com Múltiplos Objectivos.....	383
7.5.1	Introdução.....	383
7.5.2	Definição Matemática.....	383
7.5.3	Tipos de Modelos com Múltiplos Objectivos.....	385
7.5.3.1	Modelos de Utilidade.....	385
7.5.3.2	Modelos de Penalização.....	385
7.5.3.3	Modelos de Programação por Metas.....	386
7.5.3.4	Modelos de Restrição.....	386
7.5.3.5	Modelos de Optimização Hierárquica.....	386
7.5.3.6	Modelos MinMax.....	387
7.5.3.7	Geração e Exploração das Soluções Eficientes.....	388
7.5.3.8	Abordagens Interactivas.....	388
7.6	Estudo de Caso: Empreendimentos Obnóxios - Transportes e Localização.....	389
7.6.1	Introdução.....	390
7.6.2	O Modelo Matemático.....	391
7.6.2.1	O Problema e os Dados.....	391

ÍNDICE

7.6.2.2	Representação com Redes.....	391
7.6.2.3	Definição Formal do Modelo.....	392
7.6.3	Arquitectura do SADIE.....	394
7.6.3.1	As Componentes do Sistema	394
7.6.3.2	Os Dados.....	394
7.6.3.3	A Edição da Rede.....	395
7.6.3.4	A Geração de Soluções	395
7.6.3.5	Apresentação das Soluções.....	395
7.6.3.6	Gestão das Soluções Geradas.....	396
7.6.3.7	Comparação de Soluções	396
7.6.3.8	Guia para Novas Pesquisas	397
7.6.3.9	Um Método Gráfico de Guia	398
7.6.4	Demonstração do Funcionamento do SADIE.....	399
7.6.4.1	Definição do Problema do Exemplo.....	399
7.6.4.2	Abrir e Visualizar os Dados do Problema.....	400
7.6.4.3	Inicialização da Pesquisa - Geração das Primeiras 5 Soluções.....	400
7.6.4.4	Visualização das Soluções	401
7.6.4.5	Comparação das Primeiras 5 Soluções	402
7.6.4.6	Pesquisa de Nova Solução - 5 Objectivos com Pesos Iguais.....	404
7.6.4.7	Pesquisa de Nova Solução - 5 Pesos Iguais e Restrições Adicionais ..	405
7.6.4.8	Comparação das Soluções no Espaço dos Objectivos	407
7.6.4.9	Pesquisa de Nova Solução - Programação por Metas.....	408
7.6.4.10	Edição da Rede	408

Cap. 8 Gestão Integrada em Engenharia - Uso de Sistemas de Informação 409

8.1	Vertentes da Abordagem.....	409
8.2	Desenvolvimento de um Sistema de Informação - Aspectos Conceptuais.....	410
8.3	Particularidades da Gestão Prática em Engenharia	412
8.3.1	Fontes de Complexidade	412
8.3.2	Aspectos Práticos de um Sistema de Informação.....	412
8.4	Organização Geral do Sistema de Informação	414
8.5	Análise na Dimensão dos Custos	417
8.5.1	Estruturação Hierárquica da Informação relativa a Recursos.....	417
8.5.2	Exploração de Inter-relações na Entrada de Dados.....	420
8.5.3	Construção Hierárquica de uma Base de Preços.....	422
8.5.3.1	Os Três Níveis da Base de Preços.....	422
8.5.3.2	Os Preços Elementares.....	422
8.5.3.3	Os Preços Intermédios	423

ÍNDICE

8.5.3.4	Os Preços de Alto Nível	424
8.5.4	Estudo dos Preços do Empreendimento	426
8.5.4.1	Os Três Preços a Determinar	426
8.5.4.2	Obtenção do Valor de Custo	426
8.5.4.3	A Conclusão do Orçamento	428
8.5.4.4	A Análise Detalhada dos Custos	428
8.5.4.5	A Imposição do Preço de Venda Final	429
8.5.4.6	Conversão de Unidades Monetárias	431
8.6	Análise na Dimensão do Tempo: Planeamento Temporal	431
8.7	Análise na Dimensão dos Recursos Financeiros	435
8.7.1	Planeamento Financeiro	435
8.7.2	Avaliação Financeira	437
8.8	A Análise na Dimensão dos Recursos Físicos	437
8.9	Execução - Emissão de Autos e Facturação	438
8.10	Tratamento da Inflação - Revisão de Preços	440
8.11	Controlo da Execução de Trabalhos	443
8.12	Controlo de Fluxos de Recursos	445
8.13	Adiantamentos, Retenções e Garantias	446
8.14	Gestão de Fornecedores	447
8.15	Gestão de Promotores e Executantes	448
8.16	Comunicação com outras Entidades	449

ANEXO A	Valores da Depreciação Física de Edifícios e outros Parâmetros de Cálculo Financeiro	451
A.1	- Valores do Factor de Capitalização	452
A.2	- Factores de Actualização	453
A.3	- Factor de Formação de Capital de uma SUF	454
A.4	- Factores de Recuperação de Capital de uma SUF	455
A.5	- Valores da Depreciação Física de Edifícios	456
	Bibliografia	458

ÍNDICE

ÍNDICE DE EXEMPLOS

Exemplo 3.1	Um Problema de Decisão Familiar.....	117
Exemplo 4.1	Empréstimo - Juro Simples.....	129
Exemplo 4.2	Empréstimo - Juro Composto.....	130
Exemplo 4.3	Taxa Anual Nominal e Efectiva - Capitalização ao Mês.....	133
Exemplo 4.4	Taxa Anual Nominal e Efectiva - Capitalização Contínua.....	134
Exemplo 4.5	Taxa Anual Nominal e Tempo para Duplicar Capital Inicial.....	134
Exemplo 4.6	Valor Actualizado.....	137
Exemplo 4.7	Perpetuidade Constante.....	143
Exemplo 4.8	Rendimento Anual Perpétuo.....	144
Exemplo 4.9	Construção e Manutenção de uma Barragem.....	144
Exemplo 4.10	Manutenção de Estrada com Despesas Crescentes - Valor Anual e Actual.....	147
Exemplo 4.11	Escala de uma Barragem.....	154
Exemplo 4.12	<i>VAL</i> - Novo Equipamento para Redução de Custos.....	158
Exemplo 4.13	Decisão com o <i>VAL</i> - Localização de Novo Equipamento.....	159
Exemplo 4.14	Decisão com o <i>VAL</i> - Aquisição de Retroescavadora.....	161
Exemplo 4.15	Decisão com o <i>VAL</i> - Auto-estrada com Benefícios Crescentes Compostos.....	163
Exemplo 4.16	Decisão com a <i>TIR</i>	170
Exemplo 4.17	Cálculo da TAEG - Taxa Anual de Encargos Efectiva Global.....	171
Exemplo 4.18	Caso Particular da <i>TIR</i> : Empréstimo e Endividamento.....	174
Exemplo 4.19	Decisão com Período de Recuperação Actualizado.....	184
Exemplo 4.20	Avaliação de Pequena Barragem Municipal.....	188
Exemplo 4.21	Construção de um Parque de Estacionamento em Estrutura (Silo-auto).....	189
Exemplo 4.22	Rácios Benefício-Custo para Auto-estrada.....	193
Exemplo 4.23	Análise do Ponto Morto (<i>Breakeven</i>).....	194
Exemplo 4.24	<i>VAL</i> - Alternativas com Diferentes Horizontes (só Custos Periódicos).....	196
Exemplo 4.25	<i>VAL</i> em Alternativas com Diferentes Horizontes e Valor Residual.....	198
Exemplo 4.26	<i>TIR</i> em Fluxos de Tesouraria com mais de uma Inversão de Sinal.....	200
Exemplo 4.27	Depreciação e Valor Residual de um Equipamento de Construção.....	206
Exemplo 4.28	Cálculo de Prazos de Amortização.....	210
Exemplo 4.29	Taxa Interna de Rendibilidade Corrigida com a Inflação.....	215
Exemplo 4.30	Fórmula de Revisão de Preços para Edifícios Correntes.....	223
Exemplo 4.31	Cálculo de uma Revisão de Preços.....	223
Exemplo 4.32	Hipoteca e Depósitos a Prazo.....	227
Exemplo 4.33	Negociação de Obrigações com Pagamentos Periódicos.....	231

ÍNDICE

Exemplo 4.34	Negociação de Obrigações com Apenas Reembolso Final.....	232
Exemplo 5.1	Preços Sombra em ACB.....	253
Exemplo 5.2	Efeito da Taxa de Actualização na ACB.....	261
Exemplo 5.3	Efeito do Horizonte de Avaliação na ACB.....	263
Exemplo 5.4	Indicadores de ACB para uma Infra-estrutura Rodoviária.....	268
Exemplo 5.5	ACB - 2 Indicadores Opostos em Infra-estrutura Rodoviária.....	271
Exemplo 7.1	Avaliação Multicritério de Alternativas - Construção de uma Barragem.....	326
Exemplo 7.2	Avaliação Multicritério de Alternativas - Renovação Urbana.....	327
Exemplo 7.3	Avaliação Multicritério de Alternativas - Silo-Auto.....	327
Exemplo 7.4	Avaliação Multicritério de Alternativas - Auto-estrada.....	328
Exemplo 7.5	Avaliação Multicritério de Alternativas em Concurso Público.....	328
Exemplo 7.6	Avaliação Multicritério de Alternativas - Matriz de Decisão.....	329
Exemplo 7.7	Seleção de Alternativas - Análise de Dominância.....	330
Exemplo 7.8	Seleção de Alternativas - Método Conjuntivo.....	331
Exemplo 7.9	Quantificação de Atributos Qualitativos.....	333
Exemplo 7.10	Normalização Vectorial.....	335
Exemplo 7.11	Normalização Linear.....	337
Exemplo 7.12	Aplicação do Método Lexicográfico e Variante.....	341
Exemplo 7.13	Aplicação do Método Lexicográfico com Limiar de Indiferença.....	342
Exemplo 7.14	Método da Soma Ponderada.....	344
Exemplo 7.15 a 7.20	TOPSIS - Análise multicritério.....	348
Exemplo 7.21 a 7.30	ELECTRE - Análise multicritério.....	355