

Janeiro | Junho 2007



República Portuguesa

47

REVISTA DO TRIBUNAL DE CONTAS

47

Janeiro
Junho
2007

REVISTA DO TRIBUNAL DE CONTAS



REVISTA

DO

TRIBUNAL DE CONTAS

FICHA TÉCNICA

Director: *Presidente do Tribunal de Contas,*
Guilherme d'Oliveira Martins

Conselho de Redacção:

João Pinto Ribeiro, Conselheiro da 2ª Secção
José Luis Pinto de Almeida, Conselheiro da 1ª Secção
Morais Antunes, Conselheiro da 3ª Secção
António Cluny, Procurador-Geral Adjunto

Coordenação:

Director-Geral do Tribunal de Contas,
José F. F. Tavares
e *Auditores-Coordenadores do DCP,*
Eleonora País de Almeida

Composição e Paginação:

Isabel Trigo

Apoio Técnico:

Departamento de Consultadoria e Planeamento

Propriedade: *Tribunal de Contas* (www.tcontas.pt)

Direcção, Redacção e Administração: *Sede do Tribunal de Contas,*
Av. Barbosa du Bocage, nº 61 – 1069-045 Lisboa

Administração: *Conselho Administrativo do Cofre do Tribunal de Contas*

Distribuição e assinaturas: *Av. Barbosa du Bocage, nº 61 – 1069-045 Lisboa*

Impressão: Tipografia Peres

Nº 47 – Número Especial Monográfico

Tiragem: 1500 exemplares

ISSN: 0871 3065

Depósito Legal: 93097/95

OS ARTIGOS PUBLICADOS NA «**REVISTA DO TRIBUNAL DE CONTAS**», EM QUAISQUER MATÉRIAS, SÃO ÚNICA E EXCLUSIVAMENTE DA RESPONSABILIDADE DOS SEUS AUTORES.

SUMÁRIO

(Número especial monográfico)

- I. Nota de apresentação pelo Conselheiro Presidente do Tribunal de Contas da dissertação de doutoramento:..... 9
- Risco, incerteza e decisão na negociação e contratualização de obras públicas: o modelo Multimpact aplicado a obras geotécnicas*, da autoria de António Fernando Tavares Flor
- II. António Fernando Tavares Flor; *Risco, incerteza e decisão na negociação e contratualização de obras públicas: o modelo Multimpact aplicado a obras geotécnicas*. (dissertação para obtenção do grau de Doutor em Engenharia de Sistemas). 11
- III. *Curriculum Vitae*: 311
António Fernando Tavares Flor

NOTA DE APRESENTAÇÃO

A presente publicação visa dar a conhecer ao público e aos estudiosos e investigadores a Dissertação de Doutoramento de António Fernando Tavares Flor, já apresentada neste Tribunal, em sessão pública que teve lugar em 5 de Junho de 2007, na qual esteve também presente o Senhor Professor Doutor Luis Valadares Tavares.

Nesta dissertação em Engenharia de Sistemas, é tratada a questão dos desvios que ocorrem com frequência na realização de obras públicas, entre o momento da celebração do contrato e a sua execução, designadamente, no que se refere ao seu custo final global — tema da maior importância para o Tribunal de Contas.

Trata-se de uma problemática diversas vezes evidenciada em relatórios de auditoria do Tribunal e referida abundantemente em órgãos da comunicação social, que exige um tratamento rigoroso e sereno, como aqui acontece.

Por isso o autor baseou-se em Relatórios de Auditoria do Tribunal de Contas, que abrangeram 73 obras, tendo incidido particularmente a sua atenção em quatro grandes empreitadas de obras públicas: - EXPO-98, Metropolitano de Lisboa, Euro-2004 e empresa EDIA/ALQUEVA-SA. Foi ainda considerado o Manual de Auditoria e de Procedimentos do Tribunal.

Afigura-se-nos do maior interesse o conhecimento público deste trabalho, que, se enquadra no papel que compete ao Tribunal de Contas, enquanto órgão supremo de fiscalização e controlo da actividade financeira pública das práticas que são gravemente lesivas do interesse público.

Dessas práticas resultam acréscimos de custos em obras públicas e situações de ilegalidade, negligência e desperdício no domínio dos dinheiros públicos — que se impõe prevenir e contrariar.

Como bem sublinhou em 1993 o saudoso Professor António de Sousa Franco, no cerne do Tribunal de Contas deve estar sempre “a garantia de que os dinheiros públicos são objecto de responsabilidade pública”. Daí que a leitura desta Dissertação de Doutoramento, contribuindo para um melhor conhecimento e atenção relativamente ao tema, constitua um elemento importante para a salvaguarda do interesse público e do bem comum.

Guilherme d' Oliveira Martins
Presidente do Tribunal de Contas

ANTÓNIO FERNANDO TAVARES FLOR

**RISCO, INCERTEZA E DECISÃO
NA
NEGOCIAÇÃO E CONTRATUALIZAÇÃO DE OBRAS PÚBLICAS:
O MODELO MULTIMPACT APLICADO A OBRAS GEOTÉCNICAS***

Dissertação para obtenção do Grau de Doutor em Engenharia de Sistemas

Orientador: Doutor Carlos dos Santos Pereira

Co-Orientador: Doutor Luís António de Castro Valadares Tavares

Júri

Presidente: Reitor da Universidade Técnica de Lisboa

Vogais: Doutor Manuel António de Matos Fernandes – FEUP

Doutor Luís António de Castro Valadares Tavares – IST, UTL

Doutor Emanuel José Leandro Maranhã das Neves – IST, UTL

Doutor Ruy Araújo da Costa – FCT, UNL

Doutor Carlos dos Santos Pereira – IST, UTL

Doutor José Álvaro Pereira Antunes Ferreira – IST, UTL

Abril 2007

(Provas concluídas em 9 de Abril de 2007 com a classificação de Aprovado)

* Dissertação com as correcções à versão de Janeiro de 2007, nomeadamente as que constavam na errata entregue no início da prova em 9/4/2007.

Nota Prévia

Esta dissertação apresenta desenvolvimentos metodológicos significativos com o objectivo de antecipar para a fase de contratação a resolução de muitos dos problemas e dos desvios que têm vindo a caracterizar a fase de execução dos contratos de empreitadas de obras públicas.

Os dados utilizados e que são essenciais à estimação e ao teste dos modelos apresentados baseiam-se nos relatórios de auditoria do Tribunal de Contas a mais de 70 contratos de empreitadas, verificando-se, assim, mais uma vez, como o trabalho desta instituição é também valioso e essencial para compreender a realidade nacional da contratação pública e permitir o desenvolvimento de melhores metodologias de análise e decisão.

A realidade estudada confirma que as conhecidas “derrapagens” dos custos das empreitadas de obras públicas não podem ser atribuídas a acasos, fortuitos e imprevisíveis, já que o montante médio dispendido além do contrato ultrapassa este mesmo valor. Ou seja, o valor contratado fora do desejável quadro concorrencial é superior ao deste. Também importa referir que são já importantes os desvios entre os valores adoptados na fase decisória e aqueles que são objecto do contrato, tal como se verificou para o exemplo dos Estádios em 2004 em que o quociente entre estes e aqueles é superior a 1.6.

Ser capaz de gerir melhor os empreendimentos públicos é, por certo, condição crucial para o nosso desenvolvimento e para a melhor gestão dos escassos recursos públicos, o que não será conseguido sem contributos interdisciplinares visando disponibilizar melhores quadros organizacionais, utilizar metodologias científicas mais rigorosas e adoptar procedimentos mais disciplinados e transparentes. Estes objectivos são, aliás, essenciais à reforma da Administração Pública que se ambiciona desde há muito e à aplicação das próprias orientações comunitárias sobre contratação pública, proximamente transpostas pelo novo Código dos Contratos Públicos.

Espera-se, pois, que esta dissertação possa contribuir para melhorar a gestão do processo de contratação das empreitadas de obras públicas, aumentando os seus níveis de eficácia, qualidade e eficiência.

L. Valadares Tavares

Resumo

Esta dissertação tem como objectivos principais:

- a) Compreender a complexidade e os factores de incerteza em obras públicas, designadamente de cariz geotécnico;
- b) Modelar e analisar as suas consequências em obra, estimando os correspondentes desvios de custo;
- c) Propor instrumentos de apoio à negociação, contratualização e gestão dos empreendimentos mitigando os inconvenientes dos referidos desvios.

Estes objectivos foram alcançados nesta dissertação através da seguinte investigação:

- a) Pesquisa bibliográfica das causas dos desvios;
- b) Proposta de modelos de previsão de desvio financeiro;
- c) Incorporação do modelo na negociação e contratualização do empreendimento.

A dissertação está organizada em três partes, pretendendo assim reflectir três níveis de preocupações: a complexidade e incerteza no empreendimento, a sua relação com a existência de desvio financeiro e a proposta do modelo Multimpact. Em suma, é possível referir como principais conclusões desta dissertação:

- a) Modelo conceptual entre o desvio financeiro e as causas que lhe dão origem;
- b) O desvio financeiro pode ser descrito por uma distribuição estatística exponencial;
- c) Proposta do modelo de previsão de desvios: Multimpact que relaciona o nível de gestão, complexidade e incerteza com o desvio financeiro;
- d) Proposta de uma sequência de acções no empreendimento de forma a minimizar os desvios.

Palavras chave: Gestão, projecto, risco, incerteza, previsão, desvio

Title:

Risk, uncertainty and decision in the negotiation on contract of public works:

the Multipact model applied to geotechnical works

Abstract

This thesis has the following main goals:

- a) To understand the complexity and uncertainty factors, specially the geotechnical ones, in public works;
- b) To model and analyze the influence those factors have on the work, and to estimate the resultant cost variation;
- c) To suggest tools concerning project negotiation, contract and management in order of control and minimize the unsuitable over cost;

These aims had been achieved with this thesis through a research work that had included:

- a) Bibliographic research on causes to cost variation in public works;
- b) Identification and proposal of models able to estimate cost variation;
- c) Model adjustment in way of its use in the project negotiation and contract of public works.

This thesis is organized in three parts, reflecting three kinds of reasons: the complexity and uncertainty about the public work nature and singularities, the influence of those aspects on the cost variation, and finally the proposal and use of a forecast model – the Multipact model.

Summarizing, this thesis presents the following main conclusions:

- a) The development of a concept model, able to link cost variation and its causes;
- b) The cost variation can be described by a statistic exponential distribution
- c) The proposal of a operating model – Multipact, connecting aspects as the management quality, the complexity and uncertainty associated with the project and the cost variation;
- d) Proposal of procedures having in view cost variation minimization.

Key words: Management, project, risk, uncertainty, forecast, diversion.

Agradecimentos

O autor deseja manifestar o seu reconhecimento a todas as pessoas e entidades que, das mais variadas formas, contribuíram para a realização deste trabalho e às quais deseja agradecer em particular:

- Ao Sr. Prof. Doutor Carlos Santos Pereira, pelo interesse que desde a primeira hora dedicou à orientação e acompanhamento deste trabalho, e ainda pela revisão crítica do mesmo;
- Ao Sr. Prof. Doutor Luís Valadares Tavares, pelo interesse, pelo entusiasmo e incentivos que sempre me transmitiu, principalmente nos momentos de maior desânimo. Pela indicação e cedência de bibliografia e pelos seus valiosos comentários;
- À Ferconsult, nas pessoas do Sr. Eng^o Rocio Mendes e do Sr. Eng^o Mineiro Aires, que subsidiou parte da realização deste trabalho e pelas facilidades concedidas;
- À Metropolitano de Lisboa, na pessoa do Sr. Eng^o Leiria Pinto, que permitiu a utilização de informação;
- Ao CESUR/IST, na pessoa do Sr. Prof. Doutor Luís Valadares Tavares, que subsidiou a matrícula nas cadeiras do mestrado de logística;
- À Engexpor, na pessoa do Sr. Eng^o Vítor Pimentel, pela informação disponibilizada;
- Ao Sr. Doutor José Pedro Coelho, pela sua disponibilidade e apoio incondicional durante todo o período do trabalho e, ainda, pela sua valiosa leitura do manuscrito;
- Ao Sr. Prof. Doutor Ribeiro Dias pelo incentivo constante, que foi bem necessário;
- Ao Sr. Eng^o Carlos Santos Silva, por me ter despertado para o mundo da gestão na construção;
- Ao Sr. Eng^o Frederico Melâneo, pelo entusiasmo e apoio à realização deste trabalho e pela sua descrença nestes assuntos;
- Ao Sr. Eng^o Jorge Roxo, pelo debate permanente e interesse neste tema, trazendo sempre à colação um argumento contrário;
- À Sra. Dr^a Ana Luísa Borges, pelo apoio constante e debate em torno das questões jurídicas;
- À Sra. Dr^a Conceição Oliveira, pelo entusiasmo nas questões da resolução alternativa de conflitos, por me ter mostrado um mundo alternativo, o da mediação e pela motivação que me transmitiu;
- Ao Sr. Eng^o Rui Pina pelos pontos de vista controversos e por colocar reiteradamente questões;

- À Sra. Dr^a Nélia Alexandre, pela disponibilidade e leitura do manuscrito;
- À Sra. Eng^a Ana Teresa Carvalho, pelo apoio incondicional;
- A todos os que de alguma forma contribuíram para tornar possível a execução deste trabalho;

Palavras de gratidão e estima são também devidas a meus Pais e aos meus Sogros pela disponibilidade de toda a ordem que sempre manifestaram e pelo apoio amigo que neles sempre encontrei.

Por fim, o agradecimento pelo apoio e estímulo, sempre presentes, a minha esposa e aos meus dois filhos.

À Ana

Ao Bartolomeu e à Gabriela

ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO	33
1.1	Considerações gerais.....	33
1.2	O problema abordado.....	34
1.3	Objectivos da dissertação.....	36
1.4	Contribuição desta dissertação.....	38
1.5	Estrutura da dissertação.....	39
2.	GEOTECNIA, RISCO E INCERTEZA	43
2.1	Considerações gerais.....	43
2.2	Relevância da geotecnia.....	46
2.3	Obras geotécnicas	53
2.4	Conclusões	60
3.	CAUSAS DE DESVIO EM EMPREENDIMENTOS.....	61
3.1	Introdução	61
3.2	Causas de desvio	62
3.2.1	Teoria dos contratos	63
3.2.2	Teoria dos Jogos.....	69
3.2.3	Modelo Causal.....	72
3.2.4	Gestão.....	75
3.2.5	Incerteza e Risco.....	78
3.2.6	Complexidade e caos.....	86
3.2.7	Geotecnia.....	88
3.2.8	Tipos de Contrato	89
3.2.9	Conflito.....	99
3.2.10	Razões para desvios ao contrato.....	100
3.3	Modelo conceptual entre as causas e o desvio ao contrato.....	101
4.	DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO DE PREVISÃO DE DESVIOS: MULTIMPACT	105
4.1	Introdução	105
4.2	Causas de desvios financeiros ao contrato. Experiência internacional.....	106
4.2.1	Causas globais de desvios financeiros.....	106
4.2.2	Causas sectoriais de desvio.....	110
4.2.3	Causas atribuídas ao sucesso de um empreendimento.....	114
4.2.4	Metodologias de previsão de desempenho	119
4.2.5	Algumas conclusões sobre a experiência internacional.....	128

4.3	Proposta de um questionário global (QG)	128
4.4	Proposta de classificação dos desvios por intervenientes.....	134
4.5	Desvios financeiros em empreendimentos portugueses	137
4.6	Ajuste de uma distribuição estatística aos desvios financeiros...	139
4.6.1	Desvios financeiros.....	139
4.6.2	Distribuição Exponencial.....	140
4.6.3	Testes de ajustamento para uma distribuição téorica.....	141
4.6.4	Proposta de simulação dos desvios financeiros recorrendo à distribuição Exponencial negativa	143
4.7	Proposta de previsão do desvio financeiro com base no questionário global (QG).....	144
4.8	Actividades <i>versus</i> artigos.....	148
4.9	O Modelo MULTIMPACT	149
4.9.1	Introdução.....	149
4.9.2	Modelação do custo.....	150
4.9.3	Considerações sobre os factores de impacto (FI e FII) e a distribuição exponencial negativa.....	153
4.9.4	Construção dos factores de impacto (FI e FII).....	155
4.10	Conclusões	162
5.	APLICAÇÃO DO MODELO MULTIMPACT E PROPOSTA METODOLÓGICA	163
5.1	Introdução	163
5.2	Caso A: Linha Vermelha do Metropolitano (túnel, viaduto, estações).....	164
5.2.1	Cálculo da distribuição de desvio financeiro do empreendimento	164
5.2.2	Cálculo da equação de acréscimo financeiro por simulação ..	168
5.3	Caso A1: Subempreendimentos da linha vermelha	172
5.4	Caso B: Linha Azul do Metropolitano: Estação de Alfarelos ..	174
5.4.1	Cálculo da média da distribuição de desvio do empreendimento	175
5.4.2	Cálculo da equação de acréscimo financeiro por simulação recorrendo à média do próprio empreendimento.....	178
5.4.3	Cálculo da equação de acréscimo financeiro por simulação recorrendo à média do empreendimento A.....	180
5.4.4	Cálculo dos factores de impacto (FI e FII) para o empreendimento B com base no caso A	181
5.5	Caso C – Parque de Estacionamento	182
5.5.1	Cálculo da equação de acréscimo financeiro por simulação recorrendo à média do empreendimento A	182

5.5.2	Cálculo dos factores de impacto (FI e FII) para o empreendimento C com base no caso A	184
5.6	Caso D – Edifício	184
5.6.1	Cálculo da equação de acréscimo financeiro por simulação recorrendo à média do empreendimento A.....	185
5.6.2	Cálculo dos factores de impacto (FI e FII) para o empreendimento D com base no caso A	186
5.7	Análise das relações entre os vários empreendimentos.....	186
5.8	Reflexões sobre modelo MultiImpact	189
5.9	A importância do questionário global (QG).....	193
5.10	Proposta da Metodologia para aplicação do modelo MultiImpact	195
5.11	Conclusões	196
6.	INCORPORAÇÃO DO MODELO MULTIMPACT NO EMPREENDIMENTO	199
6.1	Introdução	199
6.2	Objectivos de gestão	201
6.3	Aplicação do modelo MultiImpact às várias fases de um empreendimento.....	201
6.3.1	Explicitação da aplicação do modelo	201
6.3.2	Fases prévias ao contrato com o executante da obra	203
6.3.3	Negociação.....	207
6.3.4	Contrato.....	209
6.3.5	Acompanhamento e recepção da obra	210
6.3.6	Desvios e conflitos de interesses entre os intervenientes ..	214
6.4	Sistemas de Informação. Melhoria contínua	217
6.5	Seqüência de acções a implementar para minimizar os desvios financeiros.....	218
6.6	Conclusões	220
7.	CONCLUSÕES.....	221
7.1	Considerações gerais.....	221
7.2	Principais conclusões da dissertação.....	222
7.2.1	Compreensão do sistema “Empreendimento”	222
7.2.2	Ferramenta de previsão de desvios financeiros: MultiImpact	224
7.2.3	Metodologia para reduzir os desvios financeiros num empreendimento	226
7.3	Linhas de investigação futura.....	227

8.	BIBLIOGRAFIA	229
8.1	Referências bibliográficas	229
8.2	Bibliografia geral.....	238
9.	ANEXOS	245
9.1	Anexo I - Ajuste da distribuição exponencial negativa	245
9.1.1	Ajuste da distribuição Exponencial negativa a casos globais	245
9.1.2	Ajuste da distribuição Exponencial negativa a casos sectoriais.....	250
9.1.3	Ajuste da distribuição Exponencial negativa a casos de obra portugueses.....	262
9.2	Anexo II - Resposta ao questionário geral para os 69 casos portugueses com desvio positivo.....	265
9.3	Anexo III - Resposta ao questionário global para o caso A.....	269
9.4	Anexo IV - Resposta ao questionário comparativo, global e global 2ª Iteração para o caso B	273
9.4.1	Resposta ao Questionário Comparativo.....	273
9.4.2	Resposta ao Questionário Global.....	278
9.4.3	Resposta ao Questionário global – 2ª iteração.....	281
9.5	Anexo V - Resposta ao questionário comparativo, global e global 2ª Iteração para para o caso C.....	285
9.5.1	Resposta ao Questionário Comparativo.....	285
9.5.2	Resposta ao Questionário Global.....	289
9.5.3	Resposta ao Questionário global – 2ª iteração.....	292
9.6	Anexo VI - Resposta ao questionário comparativo, global e global 2ª Iteração para para o caso D	295
9.6.1	Resposta ao Questionário Comparativo.....	295
9.6.2	Resposta ao Questionário Global.....	299
9.6.3	Resposta ao Questionário global – 2ª iteração.....	302
	SIMBOLOGIA.....	305
	GLOSSÁRIO	309

Índice de figuras

Figura 1.1 – Dimensões de engenharia de sistemas (adaptado de ESD Symposium Committee, 2002)	37
Figura 1.2 – Esquema geral da dissertação.	41
Figura 2.1 – Distribuição da informação num empreendimento (modificado de Bielenberg 2004)	43
Figura 2.2 - Variabilidade do terreno	45
Figura 2.3 - Causas de reclamações de Construtores	46
Figura 2.4– Construção de uma povoação lacustre.....	47
Figura 2.5 – Código penal de Hamurabi e os jardins suspensos de Babilónia	47
Figura 2.6– Ponte romana, livro de Vitruvius e o coliseu de Roma	48
Figura 2.7– Bate-estacas idealizado por Leonardo da Vinci. Fonte: (Uwww.digilander.libero.it/debibliotheca/Arte/Leonardowork_file/page_02.htmU)	49
Figura 2.8– Construção de uma fortificação	50
Figura 2.9– Fundação dos edifícios da Baixa Pombalina, indicam-se as fases de execução. Fonte:.....	51
Figura 2.10– Construção da Ponte Maria Pia no Porto	52
Figura 2.11– Relação entre a fase de desenvolvimento do empreendimento e a dispersão entre o valor estimado na fase e o real	54
Figura 2.12– Conexão entre a relação do investimento em prospecção e o desvio relativamente ao contratado. Fonte: adaptada de Clayton, 2001.....	55
Figura 2.13 – Várias formas de deslizamento de um talude.....	57
Figura 2.14 – Danos numa edificação devido à ruptura da fundação.....	58
Figura 3.1 – Factores do sistema (figura modificada ESD Symposium Committee, 2002)	61
Figura 3.2 – Situações de contrato (adaptado de Macleod, 2000).....	65
Figura 3.3 - Probabilidade de insucesso.....	69
Figura 3.4 – Classificação de actos inseguros (adaptado de Reason, 1990)	73
Figura 3.5 – Sequência para a existência de um acidente ou de um incidente (adaptado de Reason, 1990)	73
Figura 3.6 – Erro Humano (adaptado de Reason, 2000)	74
Figura 3.7 – Relação em quantidade entre acidentes e incidentes.....	74
Figura 3.8 - Risco.....	78
Figura 3.9 - Risco versus incerteza (adaptado de Pipattanapiwong, 2004) ...	79
Figura 3.10 - Actividades relativas à gestão do risco (Caldeira, 2005).....	80

Figura 3.11 – Ponderação da probabilidade (Po) e do impacto (I) (adaptado de ASC, 2003).....	82
Figura 3.12 – Matriz de exposição do risco (adaptado de ASC, 2003).....	83
Figura 3.13 – Minimização do risco e impacto inicial (adaptado de Pipattanapiwong, 2004).....	84
Figura 3.14 – Estratégias defensivas (adaptado de Pipattanapiwong, 2004).....	85
Figura 3.15 – Relação entre estase e caos (adaptado de Battram, 2004).....	86
Figura 3.16 – Relação entre poder de decisão e os constrangimentos num empreendimento (adaptado de Bertelson & Koskela, 2003).....	87
Figura 3.17 – Capacidade de carga de uma estaca ensaiada versus as previsões (Fonte: Clayton, 2001).....	89
Figura 3.18 – Relação entre a incerteza existente em cada fase do empreendimento e os custos acumulados (adaptado de Eikeland, 1997).....	90
Figura 3.19 – Relação entre as fases e o tipo de contrato, ver Tabela 3.3 (adaptado de Pakkala, 2002).....	92
Figura 3.20 – Relação entre o tipo de contrato e o tipo de financiamento, ver Tabela 3.3 (adaptado de Pakkala, 2002).....	92
Figura 3.21 – Relação entre o tipo de contrato e o critério de adjudicação, ver Tabela 3.3 (adaptado de Pakkala, 2002).....	94
Figura 3.22 – Modelo conceptual da relação entre as causas e os desvios num empreendimento (modificação da figura de Bertelson & Koskela, 2003).....	103
Figura 4.1 – Relação entre a responsabilidade do projectista e o desvio existente.....	136
Figura 4.2 – Gráfico da função densidade de probabilidade da distribuição exponencial.....	141
Figura 4.3 – Relação entre a soma da pontuação do Questionário Global (QG) e o desvio financeiro.....	147
Figura 4.4 – Modelo do processo decisório (adaptado de Tavares et al., 1996).....	150
Figura 4.5 – Modelo Multimpact, factores FI e FII.....	154
Figura 5.1 – Ajuste de uma distribuição exponencial negativa pelo programa Statistica.....	167
Figura 5.2 – Simulação com 1000 iterações, FI=0,50 e X(média=2,1761).....	169
Figura 5.3 – Curvas de igual grau de confiança.....	171
Figura 5.4 - Vista geral da contenção. Quatro níveis de ancoragem e a 175proximidade dos edifícios.	175

Figura 5.5 - Ajuste de uma distribuição exponencial negativa pelo programa Statistica.....	177
Figura 5.6 - Simulação com 1000 iterações, para $FI=0,50$ e $X(\text{média}=0,0818)$	178
Figura 5.7 - Curvas de igual nível de confiança (X_i, C com média $0,0818$).....	179
Figura 5.8 - Curvas de igual grau de confiança.....	181
Figura 5.9 - Curvas de igual nível de confiança (X_n, C com média $2,18$) ...	183
Figura 5.10 - Curvas de igual nível de confiança (X_n, C com média $2,18$) .	185
Figura 5.11 - Variação de R/S para os casos A, B, C e D (referência distribuição do caso A)	188
Figura 5.12 - Valores de R/S para os vários casos (mesmo S e diferente nº de actividades)	189
Figura 5.13 - Modelo Multimpact - relação da gestão (FI) e da incerteza (FII) com o desvio financeiro (R/S).....	191
Figura 5.14 - Modelo Multimpact - relação entre a gestão (FI) e a incerteza (FII) com o investimento inicial no empreendimento (I_v/S)	192
Figura 5.15 - Modelo Multimpact - relação entre o investimento inicial no empreendimento (I_v/S) e o desvio financeiro expectável (R/S).....	192
Figura 6.1- Modelo Multimpact. Relação dos factores FI, FII com o desvio (R/S)	202
Figura 6.2 - Intervalo de variação para o custo final de um empreendimento em função do seu estado de concretização (adaptado de Schexnayder et al. 2003).....	204
Figura 6.3 - Relação entre o tempo da estimativa e o custo conhecido e quantificado (adaptado de Bielenberg 2004)	204
Figura 6.4 - Relação entre o nível de definição do empreendimento e a dispersão entre a estimativa e o custo real (adaptado de Merrow et al. 1981)	205
Figura 6.5 - Valores orçamentados e reais, custo final real e estimado (adaptado de Chistensen, 2004).	213
Figura 7.1- Modelo conceptual entre as causas e os desvios num empreendimento (modificação da figura de Bertelson & Koskela, 2003). Figura repetida, consultar o capítulo 3.....	223
Figura 7.2 - Modelo Multimpact. Relação dos factores FI, FII com o desvio (R/S). Figura repetida, consultar capítulo 4.....	225
Figura 7.3 - Sequência de acções num empreendimento de forma a minimizar os desvios ao contrato, ver capítulo 6.	227

Figura 9.1 - Ajuste da distribuição exponencial negativa a um conjunto de 222 projectos com desvio financeiro, média dos dados [(R/S-1)média= 0,33874]	245
Figura 9.2 - Ajuste da distribuição exponencial negativa a um conjunto de 60 projectos com desvio financeiro, média dos dados [(R/S-1)média= 0,30908]	247
Figura 9.3 - Ajuste da distribuição exponencial negativa a um conjunto de 60 projectos com desvio temporal, média dos dados [(R/S-1)média= 2,8367]	249
Figura 9.4 - Ajuste da distribuição exponencial negativa a um conjunto de obras em 38 estados da Índia com desvio financeiro, média dos dados [(R/S-1)média= 82,268%].....	250
Figura 9.5 - Ajuste da distribuição exponencial negativa a um conjunto de 13 projectos com desvio financeiro, média dos dados [(R/S-1)média= 2,4274]	252
Figura 9.6 - Ajuste da distribuição exponencial negativa a um conjunto de 24 projectos com desvio financeiro, média dos dados [(R/S-1)média= 10,548%]	253
Figura 9.7 - Ajuste da distribuição exponencial negativa a um conjunto de 695 projectos no desvio financeiro, média dos dados [(R/S-1)média= 0,066763]	254
Figura 9.8 - Ajuste da distribuição exponencial negativa a um conjunto de 131 projectos com desvio financeiro, média dos dados [(R/S-1)média= 0,14809].....	256
Figura 9.9- Ajuste da distribuição exponencial negativa a um conjunto de 18 projectos com desvio temporal, média dos dados [(R/S-1)média= 0,85939]	258
Figura 9.10 - Ajuste da distribuição exponencial negativa a um conjunto de 22 projectos com desvio financeiro, média dos dados [(R/S-1)média= 0,45067]	259
Figura 9.11 - Ajuste da distribuição exponencial negativa a um conjunto de 21 projectos com desvio financeiro, média dos dados [(R/S-1)média= 0,17952]	260
Figura 9.12 - Ajuste da distribuição exponencial negativa a um conjunto de 23 projectos com desvio temporal, média dos dados [(R/S-1)média= 0,28739]	261
Figura 9.13 - Ajuste da distribuição exponencial negativa a um conjunto de 69 projectos com desvio financeiro, média dos dados [(R/S-1)média= 1,0239].....	262

Índice de tabelas

Tabela 2.1– Relação entre as obras correntes e a geotecnia.....	56
Tabela 3.1 - Custo de escrever um contrato contingencial (adaptado de Macleod, 1997)	67
Tabela 3.2 –Dilema do prisioneiro – matriz de resultados.....	70
Tabela 3.3 – Designação de tipos de contratos	91
Tabela 3.4 – Critérios de apoio à decisão do Dono da Obra (adaptado de Pakkala, 2002).....	93
Tabela 3.5 – Relação entre métodos de contratualização e objectivos pretendidos, ver Tabela 3.3 (adaptado de Pakkala, 2002).....	95
Tabela 3.6 – Relação entre métodos de contratualização e forma de pagamento (adaptado de Pakkala, 2002).....	96
Tabela 4.1 – Desvios em empreendimentos hidráulicos em várias zonas geográficas	107
Tabela 4.2 – Acréscimos ao valor inicial (adaptado de Flyvbjerg & COWI, 2004).....	110
Tabela 4.3 – PDRI.....	120
Tabela 4.4 – Aspectos estudados	124
Tabela 4.5 – Projecto	124
Tabela 4.6 – Processos instituídos	124
Tabela 4.7 – Índice de desperdício na obra (adaptado de CII, 2001).....	127
Tabela 4.8 – Relação entre a bibliografia analisada e os factores de desvio considerados.....	130
Tabela 4.9 – Resumo das estatísticas χ^2 e K-S para as várias amostras ...	143
Tabela 4.10 – Questionário Global - ponderação.....	144
Tabela 5.1 - Dados relativos aos valores contratados (S) e respectivos valores realizados (R).....	165
Tabela 5.2 - variável X_n, C (média obtida 2,1761).....	166
Tabela 5.3 - Teste de ajustamento K-S	167
Tabela 5.4 – Caso A - Valores de R/S referidos ao factor FI e a graus de confiança.....	170
Tabela 5.5 - Valores contratados (S) e executados (R) dos vários empreendimentos	172
Tabela 5.6 – Caso A1 - Valores de R/S referidos ao factor FI e a graus de confiança.....	173
Tabela 5.7 - Valores contratados (S) e realizados (R) para as actividades da empreitada	176

Tabela 5.8 - Valores reais da variável X _{Bi} ,CB (média 0,0818).....	176
Tabela 5.9- Teste de ajustamento K-S.....	177
Tabela 5.10 – Caso B - Valores de R/S referidos ao factor FI e a graus de confiança	179
Tabela 5.11 - Caso B(A)- Valores de R/S referidos ao factor FI e a graus de confiança	180
Tabela 5.12 - Caso C(A)- Valores de R/S referidos ao factor FI e a graus de confiança	183
Tabela 5.13 - Caso D(A)- Valores de R/S referidos ao factor FI e a graus de confiança	185
Tabela 5.14 - Valores R/S estimados para os casos A, B, C, D com base na média do caso A (Expo).....	187
Tabela 5.15 - Correlações entre as variáveis R/S	187
Tabela 5.16 - Valores estimados de R/S a partir do Questionário Global (QG)	193
Tabela 5.17 - Valores estimados de R/S a partir do Questionário Global – 2ª iteração (QG).....	194
Tabela 9.1 – Teste de ajustamento Qui-Quadrado	246
Tabela 9.2 – Teste de ajustamento K-S	246
Tabela 9.3 - Teste de ajustamento Qui-Quadrado	248
Tabela 9.4 - Teste de ajustamento K-S.....	248
Tabela 9.5 - Teste de ajustamento Qui-Quadrado	249
Tabela 9.6 - Teste de ajustamento K-S.....	250
Tabela 9.7 - Teste de ajustamento Qui-Quadrado	251
Tabela 9.8 - Teste de ajustamento K-S.....	251
Tabela 9.9 - Teste de ajustamento K-S.....	252
Tabela 9.10 - Teste de ajustamento K-S.....	253
Tabela 9.11 - Teste de ajustamento Qui-Quadrado	254
Tabela 9.12 - Teste de ajustamento K-S.....	255
Tabela 9.13 - Teste de ajustamento Qui-Quadrado	255
Tabela 9.14 - Teste de ajustamento Qui-Quadrado	256
Tabela 9.15 - Teste de ajustamento K-S.....	257
Tabela 9.16 - Teste de ajustamento K-S.....	258
Tabela 9.17 - Teste de ajustamento K-S.....	259
Tabela 9.18 - Teste de ajustamento K-S.....	260
Tabela 9.19 - Teste de ajustamento K-S.....	261
Tabela 9.20 - Teste de ajustamento Qui-Quadrado	263
Tabela 9.21 - Teste de ajustamento K-S.....	263

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O presente trabalho é dedicado à análise dos empreendimentos de obras de construção civil, no aspecto de negociação e contratualização. Face à vastidão do tema e à sua pluridisciplinaridade, optou-se por incidir a investigação na problemática da previsão dos desvios financeiros nas empreitadas de construção.

Dentro deste âmbito procurou-se compreender o processo de desenvolvimento de um empreendimento de construção civil e dos interesses de cada um dos seus intervenientes (Dono de Obra, Projectista, Empreiteiro, Entidades Reguladoras, Público). Assim, constatou-se a existência de um grande número de interacções entre os vários intervenientes na execução de um empreendimento, bem como entre domínios de conhecimento diferentes (política, sociologia, ambiente, psicologia, gestão, engenharia, *etc.*). Neste contexto, a decisão é baseada num conjunto de informação que inclui sempre uma parcela de incerteza, o que faz com que a escolha efectuada possa levar a que o resultado não seja o esperado.

Um empreendimento de construção civil resulta da interacção, intercomunicação e interdependência de vários intervenientes, cada um com a sua própria especificidade, característica que permite considerar aquele processo como um sistema. Nesta investigação adoptou-se como meio de abordagem a teoria dos sistemas, já que esta permite “*evidenciar o que há de essencial e geral na multiplicidade da diversidade*” (Tavares *et al.*, 1996).

Para melhorar a qualidade da decisão num empreendimento desenvolve-se, nesta dissertação, uma ferramenta que permite prever o desvio financeiro que lhe estará associado em função das características do próprio empreendimento e da gestão que é implementada. A ferramenta desenvolvida, o modelo *Multimpact*, múltiplos *impactos* sobre o custo do empreendimento, foi inicialmente concebido por uma equipa de investigação, onde estava integrado o autor, e que deu origem ao artigo “*Model of Uncertainty and Risk for Project Networks: Multimpact*”, *cfr.* Tavares *et al.* (2002) e, entretanto, desenvolvida pelo autor (Flor *et al.*, 2004) na vertente de custos. A investigação incidiu na validação da formulação e na sua integração com a realidade de forma a permitir a sua aplicação prática (gestão, complexidade e incerteza). Deste modo, a versão agora, proposta, permite proporcionar ao decisor uma previsão do custo final do empreendimento. Para isto, o mode-

lo Multimpact recorre a modelos matemáticos e estatísticos baseados em informação recolhida do próprio projecto em análise e de empreitadas concretizadas.

O modelo Multimpact é aplicado, nesta dissertação, a empreendimentos com forte componente geotécnica, ou seja, envolve estruturas construídas com solos e rochas ou em solos e rochas. Sendo que o conhecimento do solo e da rocha nunca pode ser dado por inteiro, existe sempre alguma incerteza. Esta é, por vezes, a razão aludida para a existência de trabalhos a mais, como aliás decorre da legislação.

Neste capítulo, apresenta-se uma descrição do problema abordado, dos objectivos e das mais valias aduzidas por esta dissertação. Finaliza-se o capítulo com a estrutura do documento presente.

1.2 O PROBLEMA ABORDADO

Um empreendimento é um conjunto de actividades interligadas que visa a concretização de um determinado objectivo, no presente caso o de construir uma determinada estrutura (túnel, edifício, ponte, etc.). Um empreendimento de construção inclui em geral três actividades sequenciais: a realização do projecto (peças escritas e desenhadas), a escolha do empreiteiro e a execução da empreitada de construção.

Durante a execução de uma empreitada de construção é comum verificar-se a existência de erros e omissões no projecto devido a diversos factores, nomeadamente: características do terreno diferentes das que haviam sido previstas, trabalhos necessários não contabilizados, pormenorização deficiente e alterações impostas pelo Dono de Obra, entre outras. Estas situações conjugadas com os diferentes interesses dos vários intervenientes (Dono de Obra, Projectista, Empreiteiro, outras entidades) têm como consequência a existência de desvios, por vezes significativos, entre os valores do contratado e realizado de custo e prazo.

A ocorrência de um desvio financeiro significativo em relação ao contrato faz com que se levante a dúvida sobre a decisão inicial de construir aquela obra, visto que, com certeza houve outras alternativas, nomeadamente de financiamento, que foram preteridas, eventualmente por serem mais realistas. Deste modo, a equidade, a eficácia e a eficiência da deliberação ficam em causa. Em relação às obras públicas, a tomada de consciência pela

sociedade quanto ao elevado custo económico e social de tais desvios tem como consequência o descrédito tanto dos Donos de Obra como do sector da construção.

O descrédito a que são votados os Donos de Obra leva a que as suas decisões, em ocasiões futuras, mesmo que justificadas adequadamente, sejam mais susceptíveis de serem postas em dúvida, de que resulta maior dificuldade em concretizá-las.

A visibilidade pública dos acidentes na construção, dos atrasos e dos aumentos de custo das obras e da ilusória reduzida qualificação profissional necessária para o trabalho nesta actividade fazem com que a sociedade encare com alguma desconfiança o sector da construção. Estas questões reflectem-se para o interior deste sector económico nomeadamente na relação entre os vários intervenientes.

Para os empreiteiros, a falta de qualificação da mão-de-obra, aliada às reduzidas margens comerciais praticadas, potenciam a existência de acidentes e por consequência o conflito com o Dono de Obra. Por outro lado, no mercado do projecto, emergiu entretanto um número elevado de Projectistas especializados, beneficiando dos elevados ganhos de produtividade devido à sua apurada especialização o que tem como consequência custos mais atractivos para quem contrata o projecto. No entanto, a falta de coordenação entre os projectos das várias especialidades intervenientes potencia as alterações em obra, visto que só nessa fase se tornam evidentes muitas das incompatibilidades entre as partes. Como uma alteração, erro ou omissão ao projecto acarreta um custo, é comum os vários intervenientes tentarem atribuir a causa a terceiro ou apelidá-la de imprevisível. Este tempo de procura de um culpado, que não de uma solução, vai implicar em mais custos e atrasos para a obra.

É inquestionável que os desvios ao contrato potenciam os conflitos entre os vários intervenientes num empreendimento. Por vezes, a causa próxima, ainda que escamoteada, dos conflitos são os interesses económicos dos vários intervenientes (Dono de Obra, Projectista e Empreiteiro). Consequentemente, é lícito concluir que para reduzir o conflito dentro do sector da construção é necessário minimizar os desvios ao contrato. Foi a prossecução deste objectivo que determinou o objecto do trabalho de investigação que sustenta esta dissertação, a saber, o problema do desvio financeiro da empreitada em relação ao contratado.

1.3 OBJECTIVOS DA DISSERTAÇÃO

Pretende-se com esta dissertação contribuir com metodologia que permita minimizar os desvios financeiros ao contratado e, como consequência indirecta, proporcionar o aumento da credibilidade dos vários intervenientes na realização do empreendimento. Para alcançar este desiderato foram estabelecidos três objectivos.

Primeiro, compreender o sistema que envolve a realização de um empreendimento, ou seja, o modo como os vários intervenientes actuam para levar a cabo a construção de determinada obra.

A realização de um empreendimento de construção de uma obra pública envolve a participação de várias entidades: o Dono de Obra, o Projectista, que em geral inclui várias especialidades, o empreiteiro, as concessionárias, o público em geral e também outras entidades que detenham algum poder sobre o local da obra ou sobre a construção a realizar. Cada um destes intervenientes possui especificidades, motivações e interesses próprios e por vezes antagónicos às de outros participantes. A forma de ligação contratual e a conjuntura na época da sua celebração vão determinar o contexto do sistema "empreendimento". Este sistema, composto pelos vários intervenientes, pode considerar-se complexo, pois possui um número elevado de interligações, sendo o seu comportamento difícil de prever, analisar, descrever e gerir.

Outra componente que afecta um sistema é a ocorrência de situação imprevista (incerteza), já que esta pode modificar todos os pressupostos anteriores, com eventuais consequências financeiras graves. Na Figura 1.1 representa-se esquematicamente o conjunto de vertentes de um sistema.

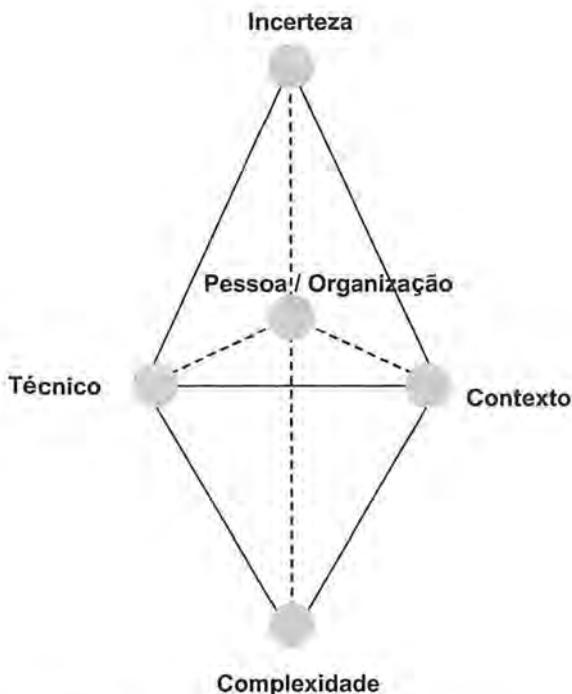


Figura 1.1 – Dimensões de engenharia de sistemas (adaptado de ESD *Symposium Committee*, 2002)

O segundo objectivo consiste em criar uma ferramenta que possibilite ao Dono de Obra antecipar o desvio financeiro susceptível de ocorrer. Ao fazê-lo, o Dono de Obra fica com a possibilidade de alterar procedimentos ou pressupostos de modo a situar o desvio de custo dentro da contingência financeira que planeou.

Para que a ferramenta de previsão, de facto, possa ser utilizada com alguma confiança deverá satisfazer as seguintes condições (*cf.* Popper, 2003):

- Unificar e estabelecer a conexão entre experiências passadas, ou seja entre as características dos empreendimentos passados e os respectivos desvios de custo ao contrato;
- Ser independentemente testável, isto é, para além de interpretar os dados para cuja explicação o modelo foi concebido, deve também ter consequências novas e testáveis;

- Ser fácil de utilizar na prática corrente.

Este tipo de modelo deve conter as principais variáveis do sistema em análise, ou seja, deverá conter aspectos que reflectam de algum modo a conjuntura, os intervenientes principais, a complexidade e a incerteza do empreendimento.

O terceiro dos objectivos preconizados neste trabalho é o de, recorrendo ao modelo Multimpact, propor uma sequência de acções sobre o empreendimento de tal modo que minimize a probabilidade de ocorrerem desvios ao contrato, e de maneira a que ela seja válida desde a fase de programa preliminar do empreendimento até à sua recepção física.

1.4 CONTRIBUIÇÃO DESTA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação assenta na identificação e investigação de vários factores que actuam no sistema “empreendimento de construção”. A partir da análise desses factores desenvolve-se um modelo conceptual que liga as causas ao desvio financeiro da empreitada.

A investigação realizada sobre causas de desvio a empreendimentos construídos, tanto no estrangeiro como a nível nacional, possibilitou o desenvolvimento de um método expedito de previsão de desvio financeiro de empreendimentos a realizar em Portugal.

A investigação permitiu o desenvolvimento do modelo Multimpact, possibilitando a sua utilização prática para empreendimentos de construção em qualquer parte do mundo.

É também proposta uma sequência de acções, a realizar durante o desenvolvimento do empreendimento, de modo a minimizar o desvio financeiro da empreitada.

Esta dissertação contribui também para legitimar a ideia de que a existência e o conhecimento de metodologia e ferramentas de previsão de fácil utilização, proporcionam ao decisor a possibilidade de obter informação sobre possibilidades futuras. Com base nessa informação, o decisor pode optar pelas acções a implementar no empreendimento em curso de forma a corrigir potenciais desvios e, assim, poder atingir os objectivos pretendidos com um mínimo de sobrecusto.

Os modelos e a metodologia propostos nesta dissertação contribuem também para que o Dono de Obra possa avaliar o quanto ignora acerca do objecto do contrato. Essa tomada de consciência vai exigir que o Dono de Obra tenha, nos seus quadros ou na qualidade de assessores, profissionais que reconheçam a sua não omnisciência, mas que estejam disponíveis e conscientes dos passos necessários para atingir os objectivos pré-definidos.

As alterações mais relevantes, introduzidas pela Directiva 2004/18/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 31 de Março de 2004, prendem-se com a possibilidade das entidades adjudicantes utilizarem técnicas electrónicas de compras e novos procedimentos adjudicatórios (os acordos-quadro, os sistemas de aquisição dinâmicos inteiramente electrónicos para compras de uso corrente e o diálogo concorrencial). Deste modo a Directiva diversifica as técnicas de concurso mas exige responsabilidade ao Dono de Obra. Assim, torna-se necessário a existência de um modelo que, antes do lançamento do concurso da empreitada, dê ao decisor uma ideia do grau de desvios que o empreendimento poderá ter. Com base nessa informação o Dono de Obra poderá optar pela técnica de concurso que melhor se ajustar à incerteza existente no empreendimento no momento do concurso. O modelo Multimpact ajusta-se a esta realidade.

1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação encontra-se dividida em sete capítulos. O primeiro situa o problema dos desvios ao contrato e identifica os objectivos desta dissertação.

No capítulo dois aborda-se a geotecnia na qualidade de factor de incerteza e risco nos empreendimentos de construção. Como esta dissertação se situa no domínio da engenharia de sistemas, para facultar ao leitor uma melhor compreensão do papel e da importância da geotecnia nas realizações da engenharia civil faz-se um enquadramento histórico da geotecnia e destaca-se a sua influência nos tipos de empreendimento mais comuns. Realça-se, como facto comum, algum desconhecimento acerca das características do terreno onde, será implantada a obra, na fase inicial do empreendimento. No entanto, durante o processo de realização do empreendimento, aquele desconhecimento deverá ser reduzido, o que, a não acontecer poderá ser uma das principais causas responsáveis por desvios temporais e financeiros ao contratado.

O processo de desenvolvimento de um empreendimento inclui várias fases, nas quais recebe a contribuição de vários intervenientes, cada um dos quais com uma linguagem própria, as suas competências profissionais e os seus interesses específicos. A interacção entre estes personagens faz com que o desenvolvimento do empreendimento ganhe complexidade, ou seja, consegue-se intuir qual o rumo imprimido mas é difícil especificar e quantificar as causas responsáveis pelo desvio em relação ao objectivo pretendido. No capítulo 3 abordam-se os factores que afectam o custo final do empreendimento, especialmente aqueles que se situam ao nível da gestão dos intervenientes.

Para definir um modelo que preveja o desvio orçamental é necessário investigar as causas que o geram. Com o objectivo de conhecer as causas que justificaram os desvios orçamentais em empreendimentos já realizados, fez-se uma pesquisa bibliográfica com a qual ainda se procurou identificar causas a que foi atribuída a razão do sucesso de alguns casos. Também foram procurados modelos de previsão de desvios, que se incluem no capítulo 4. Com base na informação recolhida, elaborou-se um questionário e criou-se uma formulação simplificada para prever o desvio orçamental. Ainda neste capítulo faz-se a modelação do desvio através da distribuição exponencial negativa, enunciando-se então a formulação do modelo Multimpact. Este modelo tem em conta a gestão dos vários intervenientes, a complexidade e a incerteza do empreendimento.

No quinto capítulo apresentam-se os resultados da aplicação do modelo Multimpact a quatro casos reais. A resolução das dificuldades encontradas na aplicação do modelo a aqueles casos permitiu melhorá-lo, trabalhando-o de modo a conferir-lhe a capacidade de previsão e de explicação do desvio do empreendimento. Este trabalho de aperfeiçoamento é consubstanciado numa metodologia de aplicação do modelo Multimpact, que é apresentada no final do capítulo.

Os modelos têm como objectivo fornecer informação de forma a introduzir alguma ordem no caos em que vivemos, tornando-o racionalmente previsível (*cf.* Popper, 2003). O mesmo se aplica ao modelo Multimpact, que deve fornecer elementos para que a gestão do empreendimento possa cumprir com os seus objectivos. No capítulo 6 referem-se genericamente os objectivos da gestão de um empreendimento e a forma de utilização do modelo Multimpact para os tornar possíveis em contexto de estabilidade. Indica-se uma sequência de acções, onde se inclui o modelo Multimpact, com o objectivo de minimizar os desvios ao contrato.

Por fim, no capítulo 7, apresentam-se as conclusões mais importantes da dissertação e indicam-se algumas linhas de investigação na área da previsão, negociação e contratualização que poderão ser aprofundadas e desenvolvidas no futuro. Com a Figura 1.2 ilustra-se a organização desta dissertação. Nela, os rectângulos definidos a traço grosso correspondem a capítulos e, dentro destes, os rectângulos reflectem trabalho existente, os rectângulos de cantos arredondados traduzem desenvolvimentos de trabalho existente e as elipses correspondem a inovações e resultados da investigação que se situam no âmbito dos trabalhos que sustentam esta dissertação.

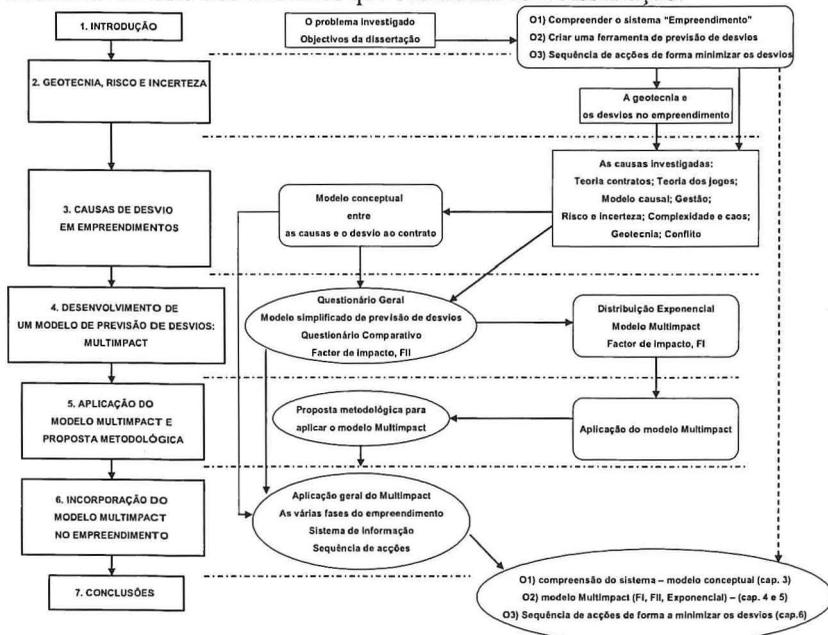


Figura 1.2 – Esquema geral da dissertação.

2. GEOTECNIA, RISCO E INCERTEZA

2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

A realização de um empreendimento constitui um sistema que é accionado por decisões conscientes ou não, e por factores externos, a incerteza (Tavares *et al.* 1996). Num empreendimento de construção o grau de incerteza depende do conhecimento e experiência dos intervenientes. A incerteza não se conhece, por não ser identificável e/ou quantificável (Pipattanapiwong, 2004), no entanto a incerteza pode ser reduzida aumentando o conhecimento do que é identificável e quantificável. Consequentemente, num empreendimento existe sempre informação conhecida, outra, conhecida mas não quantificada e informação desconhecida, que, habitualmente se distribuem como se mostra na Figura 2.1.

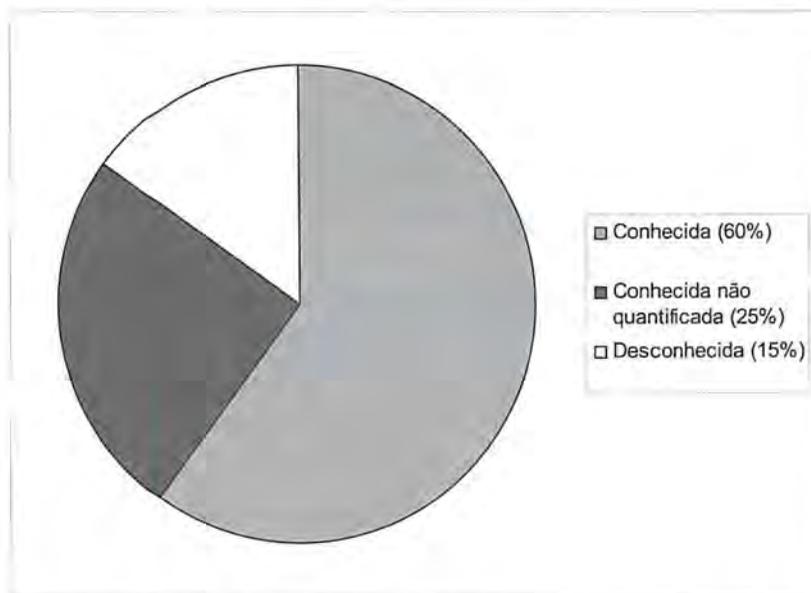


Figura 2.1 – Distribuição da informação num empreendimento (modificado de Bielenberg 2004)

Considera-se, a título de simplificação, que a informação que entra no sistema é conhecida e quantificável ou conhecida e não quantificável. Não se considera a hipótese de existir perda de informação dentro dum sistema,

ainda que para que tal aconteça seja suficiente que os dados (informação conhecida) não sejam tratados.

A engenharia geotécnica trata de estruturas construídas com solos e rochas (por exemplo aterros) ou em solos e rochas (p.ex. edifícios, pontes e túneis). O conhecimento das características e comportamento dos terrenos nunca é completo, assim, a engenharia geotécnica contém uma componente elevada de incerteza, da qual pode advir acréscimo de custo para o empreendimento. Este capítulo destina-se a destacar as consequências nefastas para o empreendimento em resultado de subavaliação da sua componente geotécnica.

A geotecnia envolve a utilização de materiais resultantes de processos naturais diversos e por vezes desordenados, o que dificulta o conhecimento acerca da sua distribuição espacial, características e propriedades, nomeadamente no que se refere ao seu comportamento mecânico. Para poder entender o comportamento mecânico de um maciço terroso é necessário conhecer a sua história geológica, como se ilustra com a Figura 2.2, as eventuais acções humanas a que possa ter estado sujeito, e avaliar as suas propriedades mecânicas. Para alcançar estes fins é necessário realizar trabalhos de prospecção geológica e geotécnica e o estudo de modelos que possam reflectir a geotecnia local e conhecer o tipo de trabalhos de construção a realizar.

Em geral a construção de uma obra interage com um volume considerável de terreno, de tal modo que o conhecimento em concreto da totalidade do maciço é impraticável tanto por limitações económicas como técnicas. Deste modo, são realizadas investigações em locais seleccionados por critérios exógenos de maneira a identificar e caracterizar os terrenos e, assim, permitir a criação de um modelo geológico e geotécnico do local para avaliação do comportamento da obra no seu todo. A selecção dos locais de prospecção, a investigação realizada e a extrapolação efectuada dependem significativamente do nível de conhecimento e experiência dos intervenientes, nomeadamente no que se refere a obras do mesmo tipo e a terrenos idênticos, bem como das limitações temporais e financeiras impostas ao programa de prospecção e aos demais estudos de caracterização do maciço.

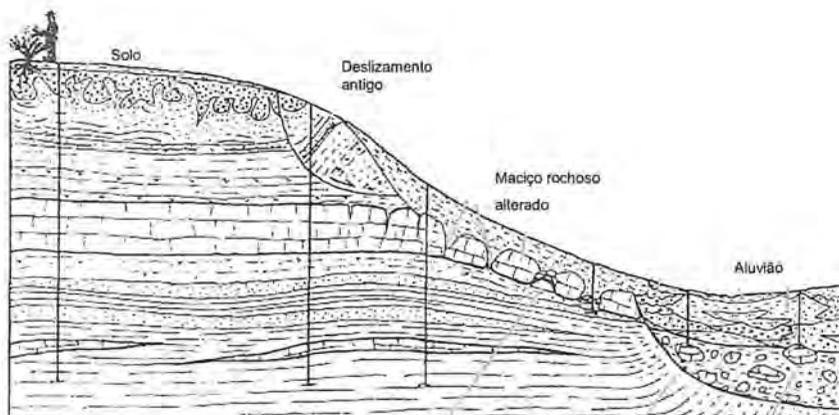


Figura 2.2 - Variabilidade do terreno

Fonte: Clayton, 2001

A geotecnia, no seu todo, constitui assim um factor de risco, dado que se conhece e caracteriza apenas uma pequena parte do terreno influenciado pela obra. Por isto, resta sempre alguma incerteza. De qualquer modo, pode afirmar-se que, até certo nível, mais informação acerca do terreno contribuiria para um maior grau de rigor e confiança no desenho das soluções de engenharia.

Em reconhecimento da importância e da incerteza associadas à geotecnia, a legislação portuguesa (Artº 14 e Artº 63 do Decreto Lei nº 59/99 de 2 de Março) refere como sendo causa de desvios a pagar pelo Dono de Obra a mudança de condições geotécnicas encontradas relativamente àquelas que foram incluídas nos elementos postos a concurso. Esta reserva é substanciada pela prática, como se mostra com a Figura 2.3, já que a mudança de condições geotécnicas é a terceira causa de reclamações dos empreiteiros.



Figura 2.3 - Causas de reclamações de Construtores

Fonte: adaptado de Callahan, 1998

No sub capítulo seguinte realçam-se aspectos relevantes da história da mecânica dos solos, o que se justifica pelo facto desta dissertação ter como alvo um tema interdisciplinar mas com tónica na engenharia de sistemas.

2.2 RELEVÂNCIA DA GEOTECNIA

Todas as obras de construção de infra-estruturas e edificações têm uma componente geotécnica. Em muitos casos as soluções geotécnicas foram encontradas através de processos de tentativa e erro, com este último a manifestar-se na maioria das vezes, sob a forma de colapsos. No entanto há casos em que o insucesso é aparente, transformando-se mesmo em objecto apreciado, de que o símbolo é a torre de Pisa.

Nos últimos dois séculos, a geotecnia foi ganhando importância acrescida devido à necessidade de se construir estruturas mais pesadas, de aproveitar o subsolo e de intervir em zonas com terrenos de piores características resistentes e de terem ocorrido resultados inaceitáveis. Em conjunto com a maior racionalização da actividade de construção, todos estes factores funcionaram como motores do conhecimento proporcionando maior aprofundamento na análise das questões de âmbito geotécnico.

Os problemas com as fundações remontam à Pré-História, cerca de 5000 a.C., às palafitas. A tentativa e erro imperaram, não havendo passagem de conhecimento, o que causou, com certeza, inúmeras perdas humanas e materiais.

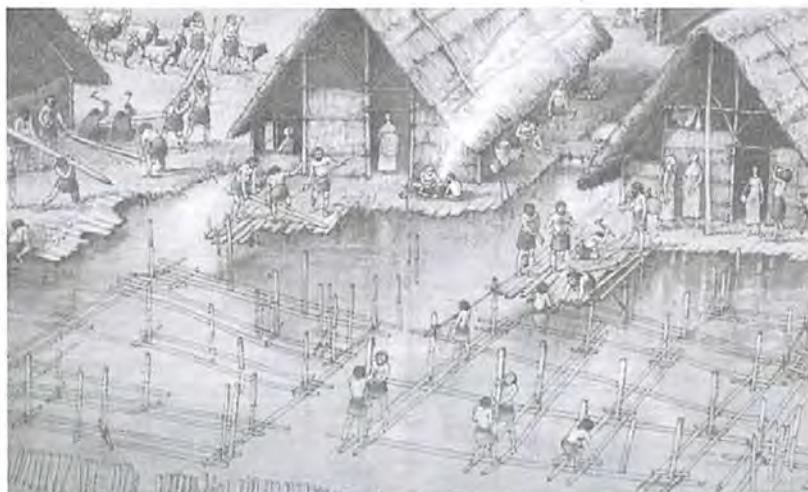


Figura 2.4 – Construção de uma povoação lacustre

Fonte: (www.pradi.com.br/newpage4.htm)

Cerca 1700 a.C., o código de Hamurabi impunha, indirectamente, critérios de segurança ao responsabilizar a pessoa e família do Construtor pelos danos resultantes de deficiências nas construções.

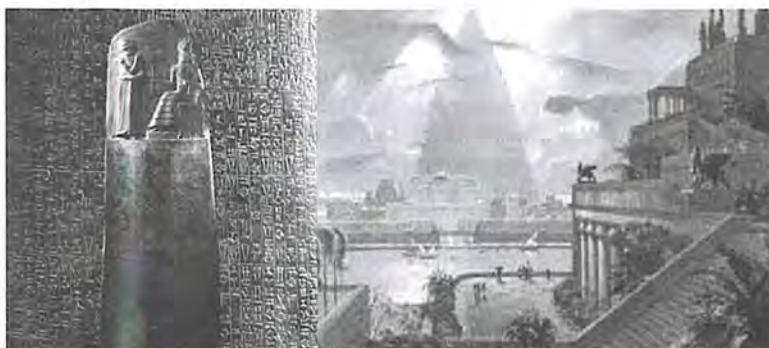


Figura 2.5 – Código penal de Hamurabi e os jardins suspensos de Babilónia
Fonte: (www.escolavesper.com.br/conflitos2003/ameaca_a_historia.htm)

Na mesma época, na China, em 1500 a.C. já se construíam diques de defesa contra cheias ao longo dos rios.

Sob o império romano produziram-se alguns avanços na sistematização dos processos de planeamento e construção de obras. Dessa época chegaram-nos a obra “De Architectura” de Marco Vitruvius Pollio, 100 a.C., que inclui capítulos com referência às fundações e denotando já alguma preocupação acerca da importância dos terrenos. Refere, nomeadamente, regras para as sapatas, fundação em abóbada invertida, melhoramentos de terrenos moles através da cravação de estacas de madeira, ensecadeiras.



Figura 2.6 – Ponte romana, livro de Vitruvius e o coliseu de Roma

Fonte: (www.cm-monforte.pt/concelho/historia.htmU;
www.ubeda.com/glosario/vitruvio.htmU;
www.airtonjo.com/historia45.htmU)

Para além dos aspectos técnicos das construções, refira-se que o problema do seu custo esteve sempre presente. Em 1561, Philibert de l’Orme publicou obra sobre as técnicas construtivas mais conhecidas à época, “Invenções para a boa construção e a baixo custo”. A importância da geotecnia nas construções, em particular das fundações, também é revelada pelo facto de Leonardo da Vinci ter dedicado alguma atenção ao tema, apresentando projectos de bate-estacas e de ensecadeiras (ver Figura 2.7). O mesmo se pode dizer quanto a Galileo Galilei que deixou escritas algumas notas sobre o comportamento dos solos granulares. Contudo prevalecia o empirismo, o sucesso na realização de uma obra passava também por uma correcta selecção do local da construção.



Figura 2.7 – Bate-estacas idealizado por Leonardo da Vinci. Fonte: (www.digilander.libero.it/debibliotheca/Arte/Leonardowork_file/page_02.htm)

Na viragem para o século XVIII, Vauban (1633-1707) comissário geral de fortificações de Luís XIV apercebe-se da natureza das acções sobre os muros de suporte de terras publicando então tabelas para o dimensionamento de muros de suporte. Esta compilação de informação constitui um marco na geotecnia, serviu para iniciar o estudo científico de temas neste domínio. Gadroy (1746) trata do cálculo das pressões sobre um muro de suporte através de hipotéticas superfícies de deslizamento, que tinha observado em casos reais de colapso.



Figura 2.8 – Construção de uma fortificação

Fonte:

(www.zum.de/faecher/G/BW/Landeskunde/rhein/pfalz/juelich/vauban.htm
U; www.econ.duke.edu)

Na sequência do sismo de 1755 que praticamente destruiu Lisboa, são desenvolvidas e aplicadas várias soluções para aumentar a segurança das construções em relação àqueles fenómenos naturais. Um dos processos adoptados incidu sobre as fundações das edificações sobre terrenos pouco resistentes, na forma de estacas de pinho cravadas e fundações em abóbada invertida, Figura 2.9.

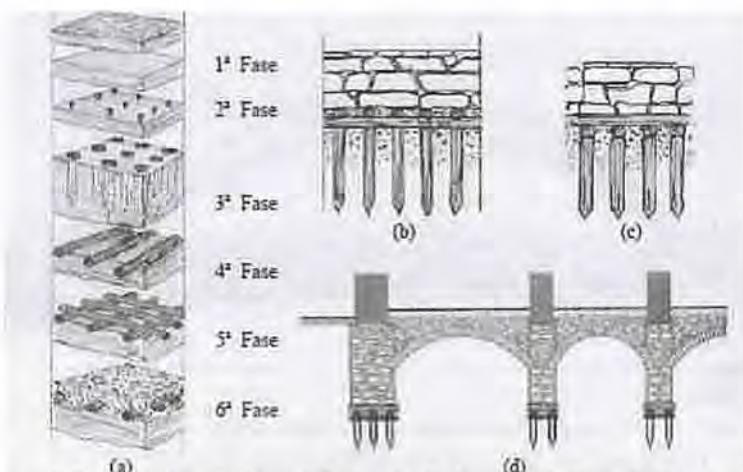


Figura 2.9 – Fundação dos edifícios da Baixa Pombalina, indicam-se as fases de execução. Fonte: www.baixapombalina.blogspot.com/2004_12_01_baixapomba_archive.html

Em 1776, Charles Coulomb apresenta à academia francesa uma publicação que continha um conjunto de regras para o cálculo dos impulsos de terra sobre muros de suporte (*cf.* Folque, 1991). Definiu o conceito de resistência ao corte de solos e referiu o conceito de coesão e de ângulo de atrito de um solo. Os conceitos expostos ajustam-se à realidade e ainda hoje são utilizados.

Em 1856, Rankine apresentou um trabalho relativo ao equilíbrio dos maciços terrosos. Esta contribuição é mais geral que a de Coulomb pois encara a ruptura global e simultânea de toda a massa do maciço. Rankine defende ainda que a coesão deve ser desprezada em estudos de equilíbrio de maciços terrosos a longo prazo, ou seja, introduz o conceito da importância do tempo no comportamento mecânico dos solos.

O concurso para a execução da ponte Maria Pia, no Porto, foi ganho em 1875 pelo projecto de Théophile Seyrig, sob a direcção de Eiffel. O preço ganhador teve as seguintes relações para os restantes concorrentes: 1 : 1,46 : 1,96 : 2,85. De referir que o vencedor mandou rever o projecto a uma equipa composta por três técnicos franceses com experiência naquele tipo de estruturas, *cf.* Guerra (1995). Atente-se na diferença de preços e na identificação da importância de proceder à revisão do projecto.



Figura 2.10 – Construção da Ponte Maria Pia no Porto

Fonte: (www.paginas.fe.up.pt/porto-ol/lfp/dmaria1.jpg)

Em 1913 formou-se a comissão geotécnica dos caminhos-de-ferro da Suécia, sendo esta a primeira vez que o termo foi utilizado. Neste país, entre 1916 e 1926, com Hultin, Petterson e Fellenius, a mecânica dos solos evoluiu, tendo-se inventado métodos de amostragem com pequena perturbação e ensaios de penetração com cone para avaliação da resistência ao corte das argilas. Passou-se a compreender parcialmente o fenómeno da consolidação, criaram-se métodos para análise da estabilidade de taludes e investigou-se a capacidade de carga em estacas. O sueco Olsson é considerado como o primeiro engenheiro que trabalhou a tempo inteiro na mecânica dos solos (*cf.* Brand & Brenner (1981) e Folque (1991)).

Em 1925 foi publicado por Karl Terzaghi a obra “A mecânica dos maciços terrosos baseada na física do solo”. É considerado um marco na história da geotecnia por ter dado significado ao comportamento do solo e ter esquematizado o corpo desta ciência. O autor da obra pôs em evidência a importância dos estados de tensão e deformação no solo, distinguindo a fase sólida da fase fluida e salientou que a tensão total é igual à contribuição da tensão normal efectiva e da pressão intersticial. Em colaboração com Frolich, formulou a teoria da consolidação, que constituiu um progresso para o estudo da evolução, no tempo, dos assentamentos de fundações (*cf.* Mineiro (1978), Folque (1992)).

Passou-se então das bases empíricas, apoiadas em experiência prévia, para uma situação em que as principais propriedades físicas dos solos eram incorporadas em modelos matemáticos com resultados satisfatórios.

Terzaghi mostrou a necessidade de se compreender as condições geológicas no local da obra, através da execução de sondagens capazes de recolher amostras dos vários solos ocorrentes, destinadas a ensaios em laboratório para determinar as respectivas propriedades mecânicas.

A resolução matemática dos problemas que incorporavam o material solo já podia ser realizada. Através da aplicação das leis da mecânica: meios contínuos e da hidráulica. Passou-se a poder estimar: os assentamentos de edifícios e barragens, a segurança de taludes ao deslizamento, os impulsos criados pelas terras, o risco de erosão interna por percolação de água através do solo. Em resumo, passou-se a dispor de ferramentas capazes de prever o comportamento das construções e dos terrenos, podendo assim satisfazer critérios de segurança e utilização.

2.3 OBRAS GEOTÉCNICAS

A Geotecnia é uma parte da engenharia em constante desenvolvimento e imensamente motivante, porque cada novo projecto é na realidade uma descoberta, dado que se desconhece a génese, a geologia e as características dos terrenos onde se pretende implantar a obra, *cfr.* Mineiro (1978). Mas, os processos de descoberta são ínvios, deficiente avaliação do problema, planeamento pobre ou incorrecto, inexperiência, conclusões apressadas, pressões de terceiros, são factores que contribuem decisivamente para a incerteza nos modelos, nas soluções e, por arrastamento, com reflexos no aumento de custos e dilatação de prazos.

As fases para a execução do projecto são habitualmente cinco: programa preliminar (documento da responsabilidade do Dono de Obra), o programa base, o estudo prévio, o anteprojecto e o projecto de execução, estes da responsabilidade do projectista, tendo de ser aprovados, no entanto, pelo Dono de Obra (Instruções para o cálculo dos honorários referentes aos projectos de obras públicas, Portaria de 7 de Fevereiro de 1972). Estas etapas deverão ser cumpridas pelo Dono de Obra, dado que várias vezes este conhece a função mas não a forma do que pretende. Deste modo, as fases de projecto servem para que o Dono de Obra reflita sequencialmente sobre o empreendimento, possa descobrir algumas das suas necessidades e identificar alguns interesses o mais cedo possível, para que ao chegar-se a uma fase de maior pormenorização não existam “novas” decisões que prejudiquem ou inviabilizem o rumo traçado. Na Figura 2.11 representa-se a

variação do nível de incerteza do custo com a fase do projecto, para obras de engenharia civil.

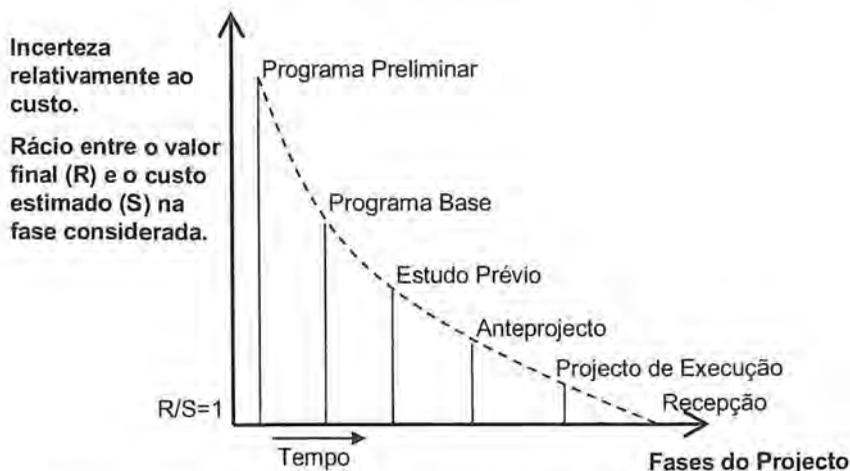


Figura 2.11 – Relação entre a fase de desenvolvimento do empreendimento e a dispersão entre o valor estimado na fase e o real

Em obras geotécnicas o conhecimento acerca do terreno é fundamental, dado que dele podem advir consequências sobre o desenvolvimento do projecto, podendo mesmo em alguns casos, inviabilizá-lo, ou seja, o projecto pode ser exequível tecnicamente mas a um custo incontrolável. Assim, há que prospectar o terreno também em várias fases – reconhecimento, que pode incluir prospecção e ensaios, e detalhada, onde se aprofunda a investigação. Este encadeamento deve-se ao facto de nas fases preliminares do projecto as soluções ainda não estarem definidas, por exemplo, o traçado de uma estrada pode variar em consequência de uma decisão política, da dificuldade em expropriar, da optimização do custo global, etc.

As alterações a um projecto geotécnico dependem do investimento inicial em prospecção e ensaios. Prospecção e ensaios pobres, em qualidade e quantidade, incompatíveis com a complexidade e a dimensão do empreendimento potenciam a necessidade de introduzir alterações, por deficiente avaliação de algumas das propriedades dos terrenos, que são evidenciadas em fases subsequentes, *vd.* Clayton (2001). Na figura seguinte mostra-se uma relação entre investimento em prospecção geotécnica e os desvios orçamentais da obra relativamente ao contrato. Mostra-se também a linha

média e a dispersão que podemos interpretar como reflectindo o risco associado ao gasto em prospecção.

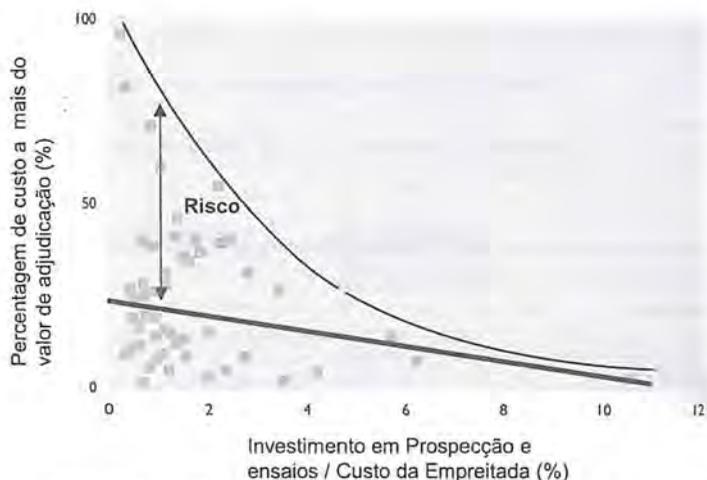


Figura 2.12 – Conexão entre a relação do investimento em prospecção e o desvio relativamente ao contratado. Fonte: adaptada de Clayton, 2001

Ao lidar-se com materiais como aqueles que formam os terrenos, são expectáveis resultados satisfatórios caso a análise seja baseada numa conveniente interpretação das condições geológicas, em cuidadosos e adequados ensaios “in situ”, na amostragem e ensaio das amostras recolhidas e, finalmente, num julgamento criterioso para avaliar o efeito dos vários factores não directamente incluídos na análise, tais como a heterogeneidade do terreno, erros e dispersão dos resultados dos ensaios, representatividade das amostras, a idealização matemática do modelo estrutural e o processo e faseamento construtivo.

A consciência de que há lacunas no conhecimento acerca da resposta do terreno exige que técnicos especializados acompanhem obrigatoriamente a execução da obra. Só assim é possível verificar se a obra está a corresponder à idealização efectuada, para o que se recorre à instrumentação e observação da obra. A qualquer momento, a análise das tendências registadas com o sistema de observação indicia o desvio da obra em relação ao comportamento teorizado.

Ora, de um modo geral todas as obras contêm uma componente geotécnica, como se mostra na Tabela 2.1. Assim, pode afirmar-se que é grande a susceptibilidade das obras aos factores de ordem geotécnica.

Tabela 2.1 – Relação entre as obras correntes e a geotecnia

Obras a construir	Obras Geotécnicas que integram a obra global				
	Taludes naturais	Fundações de estruturas	Aterros	Escavações e contenções	Túneis e obras subterrâneas
<i>Vias Rodoviárias ou ferroviárias</i>	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Pontes</i>	✓	✓	✓	✓	
<i>Edifícios</i>	✓	✓		✓	
<i>Vala</i>	✓		✓	✓	
<i>Muro</i>	✓	✓	✓	✓	
<i>Parques de estacionamento</i>		✓		✓	
<i>Túneis</i>	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Barragens de betão</i>	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Barragens de aterro</i>	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Metropolitano</i>	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Aproveitamentos energéticos</i>	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Portos</i>	✓	✓	✓	✓	
<i>Aeroportos</i>	✓	✓	✓	✓	

Os taludes ocorrem sob a forma de superfície inclinada que assegura a transição entre duas plataformas, recebendo a designação de naturais quando resultam de processos sem a intervenção humana, *cf.* Maranha das Neves, 2003. A estabilidade dos taludes depende fundamentalmente da sua inclinação e das características de resistência dos terrenos. Podem ser sucintamente classificados como estáveis, caso em que é necessária uma acção externa suficientemente grande para desencadear o seu movimento, e

instáveis – quando se deslocam pela acção do seu próprio peso, encontrando-se geralmente a fluir.

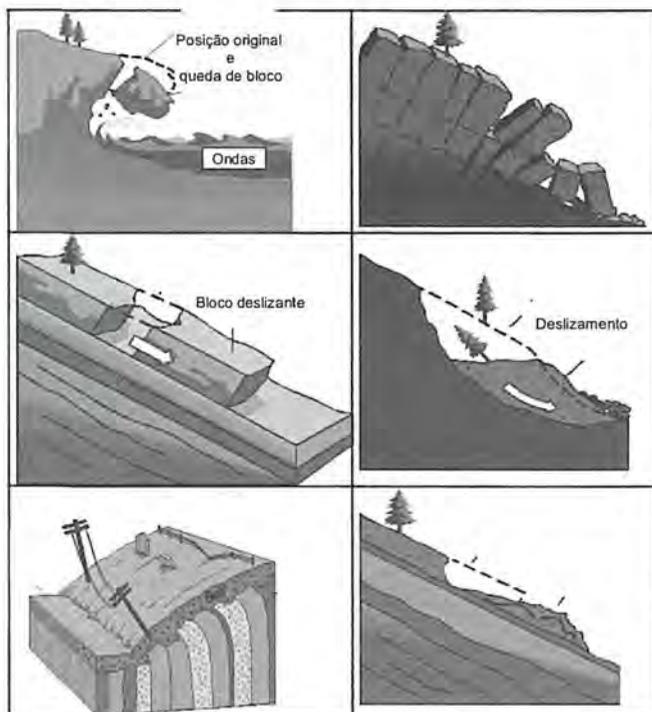


Figura 2.13 – Várias formas de deslizamento de um talude
Fonte: (adaptação de www.users.aber.ac.uk/ay2/vol.htm)

Os taludes podem tornar-se instáveis quer por acção da natureza quer humana. No entanto, a instabilidade de um talude só constitui um problema quando daí advêm danos humanos ou económicos. A alteração da geometria do talude ou das suas condições hidrogeológicas podem desencadear fenómenos de instabilidade que, desde que não previstos ou mal avaliadas podem promover desvios significativos ao preço e prazo da obra.

As fundações das estruturas colocam questões relativas a elas próprias, ao modo de transmissão das cargas ao terreno, à resistência dos terrenos, e outras que dizem respeito a interacção com estruturas vizinhas ou condições particulares dos terrenos, de que são representativos a existência de

infraestruturas enterradas e o carregamento indirecto das estruturas de fundação.



Figura 2.14 – Danos numa edificação devido à ruptura da fundação
Fonte: (www.members.aol.com/karlmyles/failure.htm)

Por vezes, uma das formas de encurtar o tempo para a elaboração de um projecto consiste em minimizar o tempo dedicado à prospecção dos terrenos, de fundação. Assim, é muito grande a probabilidade de a informação que é incorporada no projecto não ser ajustada à realidade, com consequências para a segurança, fiabilidade e até o preço final da obra, Figura 2.14.

Os aterros sofrem assentamentos, deslocamentos verticais, ao longo do tempo mas geralmente os valores registados são insignificantes e compatíveis com a funcionalidade que determinam a sua construção. No entanto quando a sua altura é grande, como no caso corrente de barragens de aterro, há necessidade de adoptar medidas que acomodem esses assentamentos sem prejuízo para a estrutura. Todavia há casos em que os assentamentos originados pelos aterros podem atingir dimensão exagerada, como seja a construção de aterros sobre solos moles. Nestes casos o projecto deve prever soluções que acelerem o fenómeno que está na origem dos assentamentos por consolidação dos solos moles. Ou seja, mais uma vez, a prospecção é imprescindível para identificar e caracterizar os terrenos de fundação de modo a poder reverter-se para o projecto a informação necessária para o

bom dimensionamento da obra. Ao não acautelar esta vertente do projecto os custos serão reflectidos, necessariamente, na fase de exploração da obra, agora de forma agravada.

As escavações colocam questões diferenciadas conforme o tipo de solução adoptada para a superfície de corte do terreno. Se livre, ou seja o terreno suporta a superfície de escavação e esta é geometricamente possível no local, então o problema reduz-se a uma questão de taludes. Quando a escavação se processa ao abrigo de estrutura de contenção, solução que é muito comum em zonas urbanas, há necessidade de acautelar o património edificado na vizinhança do perímetro de escavação, para além de garantir a segurança da obra. Mais uma vez o papel da prospecção geotécnica é fundamental para a adopção das soluções mais convenientes e de modo a que elas possam ser executadas em tempo útil e a custos controlados.

Nos meios urbanos existe também o problema das concessionárias de serviços públicos, que ocuparam o subsolo com cabos, condutas e colectores mas que, por vezes, desconhecem com rigor os respectivos traçados. Este facto faz com que o projecto tenha que ser modificado em obra devido à descoberta tardia de um tubo “perdido”.

A construção de um túnel subterrâneo envolve duas actividades principais, a saber: a escavação que consiste em retirar uma porção de terreno e a estabilização do maciço envolvente. A estabilização depende do nível admissível de deslocamento à superfície do terreno, sendo tanto mais forte, mais dispendiosa, quanto menor for o deslocamento admissível. Nas zonas urbanas, os túneis tendem a ter pouco recobrimento e sobre este existem edificações, o que dificulta a prospecção, e que, muitas vezes serve para justificar a ocorrência de situações geotécnicas inesperadas, classificadas como imprevistas, o que é invocado para justificar, também o aumento de custos e o atraso na conclusão da obra.

Assim, no caso dos túneis exige-se a definição da campanha de prospecção faseada, de modo a adequá-la a eventuais alterações ao traçado, ao método construtivo e à generalidade das soluções previstas. Para além disso, o projecto deverá ser suficientemente versátil para que possa ser ajustado facilmente a situações excepcionais identificadas em obra.

Os desvios ao contrato nos túneis têm tendência a aumentar com o seu comprimento, devido à maior importância relativa que o maciço toma, o que exige um programa de prospecção geotécnica mais criterioso.

2.4 CONCLUSÕES

Neste capítulo destacou-se o facto de, para o presente grau de desenvolvimento da técnica, o terreno abaixo da superfície encerrar uma componente elevada de incerteza e risco. Relacionou-se a geotecnia com as obras correntes num empreendimento de construção e realçou-se a importância da experiência dos técnicos envolvidos e da existência de uma boa campanha de recolha de informação sobre o local da obra (prospecção) para reduzir a incerteza.

3. CAUSAS DE DESVIO EM EMPREENDIMENTOS

3.1 INTRODUÇÃO

Um empreendimento é uma rede de actividades caracterizadas por produtos, recursos, processos, critérios e resultados que se situam no tempo, razão porque o empreendimento pode considerar-se um sistema. Este sistema é composto: pelos vários intervenientes, a especificidade da obra a levar a cabo e o contexto existente nas diversas fases do empreendimento. Assim, como se pode constatar pela Figura 3.1, uma decisão vai iniciar várias interacções e interdependências entre os vários intervenientes que, no seu conjunto, irão gerar um resultado. Deste modo, o resultado é função do nível técnico e organizacional, do contexto, da complexidade e da incerteza existentes no sistema.

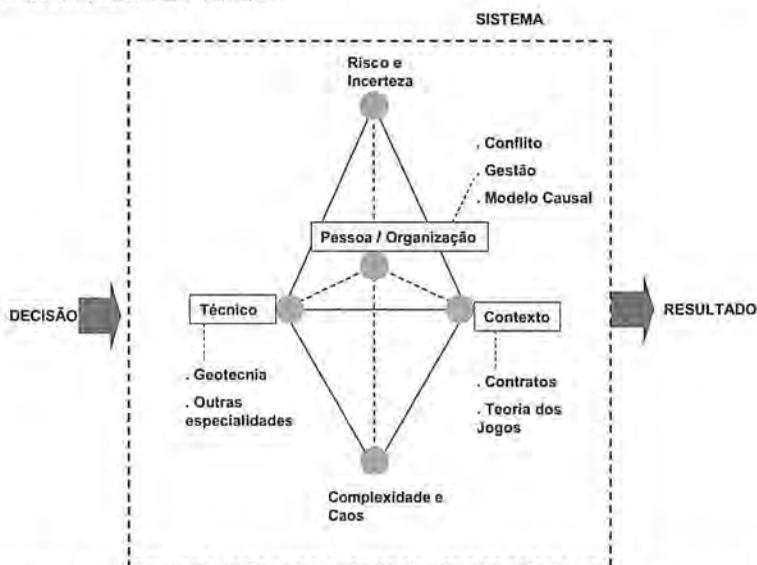


Figura 3.1 – Factores do sistema (figura modificada ESD *Symposium Committee*, 2002)

Neste capítulo são abordados os aspectos de contexto, técnico, organização, risco, incerteza, complexidade e caos que estão no interior do sistema “empreendimento” e que de alguma forma contribuem para o desvio financeiro da obra. No final do capítulo faz-se uma integração daqueles aspectos e relacionam-se com o desvio financeiro, para mais, ao inicialmente contratado.

3.2 CAUSAS DE DESVIO

Para seleccionar os aspectos do sistema empreendimento que vão ser abordados foram utilizados dois critérios de selecção. No primeiro optou-se pela escolha de aspectos que interligassem duas ou mais dimensões do sistema (técnico, organização, contexto). No segundo critério optou-se por seleccionar aspectos que aumentem a incerteza do resultado. Destacam-se os aspectos:

- teoria dos contratos, relaciona-se as interações dos vários intervenientes, mediante os incentivos existentes;
- teoria dos jogos, realça-se as atitudes possíveis dos intervenientes perante uma situação concreta;
- modelos causais (erro) – expõe-se a cadeia existente entre uma acção e um resultado indesejável (acidentes e incidentes);
- gestão – expõe-se as deficiências de comunicação dentro e entre cada interveniente no empreendimento;
- risco e incerteza – aborda-se a distinção e relação entre o risco e a incerteza e expõe-se uma abordagem da gestão de risco para o empreendimento;
- complexidade e caos – aborda-se a distinção e relação entre o complexidade e caos e, expõe-se um modelo conceptual de como o empreendimento pode atingir o caos;
- geotecnia – aborda-se a relação entre a incerteza do conhecimento local do terreno, por parte dos intervenientes e os resultados do empreendimento;
- tipos de contrato – expõe-se os vários tipos de contrato existentes para empreendimentos de construção, relacionando-os com o nível de conhecimento e de risco que o decisor possui no momento da selecção;
- conflito – expõe-se a forma de encarar uma disputa;
- desvios ao contrato – expõem-se as várias explicações para a existência do desvio financeiro ao inicialmente contratado.

Para cada um dos aspectos referidos, realçam-se as características mais

relevantes para a tomada de decisão, bem como a sua consequência no resultado.

3.2.1 TEORIA DOS CONTRATOS

A teoria dos contratos considera a existência de uma troca entre um Agente (contratado), que produz um serviço ou um bem, e o Principal (contratante) em troca de uma compensação, estudando esta relação de forma a torná-la mais eficaz. Os contratos são o resultado de uma negociação entre o Principal e o Agente, que escolhem o melhor contrato em função da informação disponível e do contexto existente.

O principal conceito na teoria dos contratos é o de utilidade, que pode ser definido como sendo o valor que é gerado por uma alternativa para o decisor quando ele se encontra em determinada posição (cfr. Tavares *et al.*, 1996). Assim, a utilidade para o Agente pode ser medida pela retribuição que recebe subtraindo o custo, para executar a tarefa e somando a expectativa de ganhos futuros da relação. Para o Principal, a utilidade é a soma do benefício que retira da acção do Agente menos a retribuição que tem de prestar ao Agente e mais a expectativa de ganhos futuros (cfr. Levin, 2003 e Macleod, 2000). As equações que regulam a relação são as seguintes:

Agente:

$$U_{A,t} = W - C(\theta, e, \beta) + E[U_{A,t+1}]$$

Equação 3.1

Principal:

$$U_{P,t} = B(\theta, e, \alpha) - W + E[U_{P,t+1}]$$

Equação 3.2

Retribuição do Agente:

$$W = w + b(\theta, e, B(\theta, e, \alpha))$$

Equação 3.3

Sendo:

W - a retribuição do Agente pelo serviço ou bem, podendo esta ter uma componente fixa (w) e uma variável ($b()$);

$C(\theta, e, \beta)$ - custo para o Agente em fazer o serviço ou bem, que depende de:

θ - complexidade do serviço e do mercado;

e - esforço do Agente;

β - incerteza ligada ao Agente;

$E[U_{A,t+1}]$ - expectativa do Agente em ganhos futuros com a mesma relação;

$B(\theta, e, \alpha)$ - benefício para o Principal resultante do serviço ou bem produzido pelo Agente, sendo:

α - incerteza ligada ao Principal;

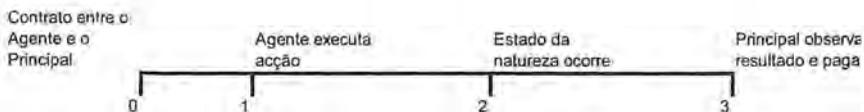
$E[U_{P,t+1}]$ - expectativa do Principal em ganhos futuros com a mesma relação.

Para que o contrato seja cumprido com um nível mínimo de conflito, torna-se necessário que as utilidades para ambos os intervenientes sejam positivas. Nesta análise são tidas em consideração as expectativas futuras de relação de um dos intervenientes relativamente ao outro. Caso alguma utilidade seja negativa a relação degradar-se-á. Analisando a Equação 3.1 e a Equação 3.2, podem retirar-se as seguintes ilações:

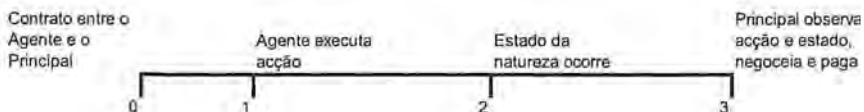
- se o Agente for retribuído unicamente pela parte fixa (w), ele não tem incentivos para aumentar o seu esforço, sendo apenas motivado para reduzir o seu custo $C()$ de forma a aumentar a sua utilidade;
- se o Agente beneficiar da parte variável $b()$, esta pode em alguns casos depender da avaliação do Principal. Caso o Agente considere a avaliação injusta, pode adequar o seu esforço à exigência de forma a aumentar a sua utilidade.

O momento da acção do Agente é fundamental para criar o maior benefício possível para o Principal, já que a acção vai influenciar o resultado e depende do momento em que ocorre um determinado facto, também designado por estado da natureza. No entanto, o momento da acção depende do tipo de contrato existente e do grau de autonomia do Agente relativamente ao Principal, podendo ocorrer quatro situações distintas, conforme descrito na Figura 3.2.

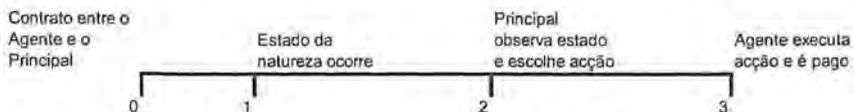
Caso 1 - Agente executa antes de conhecer o estado da natureza e o Principal observa o resultado



Caso 2 - Agente executa antes de conhecer o estado da natureza e o Principal observa a acção e o estado da natureza



Caso 3 - O estado da natureza ocorre, o Principal escolhe acção e o Agente executa



Caso 4 - O estado da natureza ocorre, o Agente observa e executa acção, o Principal observa estado e acção, negocia e paga

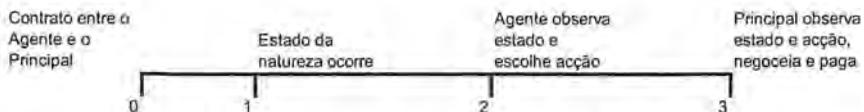


Figura 3.2 – Situações de contrato (adaptado de Macleod, 2000)

Durante a execução do contrato podem ocorrer situações e revelarem-se factores que influenciam a respectiva execução (Macleod, 2000).

Assimetria de informação

Advém de o Principal não observar o ambiente onde o Agente se movimenta, representado pela variável (θ). O Agente conhece o meio onde tem que realizar a sua função, ou seja, conhece as certezas, os riscos e vislumbra as incertezas, tem noção da complexidade do serviço e do mercado, podendo utilizar essa informação para retirar mais valias para si ou para o Principal. Por exemplo, um projectista, na ausência de uma determinada informação e sujeito à pressão de apresentar o seu projecto, pode pressupor um determinado cenário conservativo, que poderá ser bastante gravoso para o Dono da Obra, por exemplo dados de tráfego, parâmetros geotécnicos, etc.

Considerações Morais

Geralmente o Principal observa o resultado e conhece muito sucintamente o procedimento que levou o Agente a atingi-lo, recebe informação e desinformação que pode não saber interpretar e desconhece o esforço do Agente (e). O Agente tem consciência do seu esforço e por isso tende a optimizá-lo relativamente à valia que quer retirar da relação. Por exemplo, se um trabalho é contratado por um montante abaixo do valor de custo, o Agente tende a optimizar o seu trabalho de forma a conseguir, mesmo assim, beneficiar de alguma utilidade.

Contratos incompletos

Para que um contrato seja completo é necessário que contenha todos os eventos possíveis e que para cada um deles seja especificada a forma de retribuição ao Agente. No entanto, quando o número de eventos é elevado, a existência de um contrato completo torna-se impossível. A complexidade de um contrato pode ser aferida pelo custo da sua concepção escrita. Para escrever um contrato contingencial, que preveja uma solução para cada eventualidade, é necessário escrever todos os resultados possíveis e a sua forma de retribuição ao Agente. De forma simplificada, pode-se considerar k tarefas, às quais está associada a existência de m níveis de produtividade e n níveis de custo para a tarefa, um custo pu por escrever cada uma das cláusulas. Assim, o custo para redigir o contrato é a soma de todas as situações possíveis multiplicada pelo custo de redacção (pu). Na tabela seguinte apresenta-se uma exemplificação para 2, 5 e 10 tarefas, tendo-se considerado para cada uma a hipótese de os níveis de produtividade e de custo da tarefa serem iguais a 2, 3, 4 ou 5:

Tabela 3.1 - Custo de escrever um contrato contingencial (adaptado de Macleod, 1997)

Custo de escrever um contrato ($n^k \cdot m^k \cdot pu$)

Nº de níveis de custo (n) e de produtividade (m)	Nº de tarefas (k)		
	2	5	10
2	€ 0,16	€ 10,24	€ 10.485,76
3	€ 0,81	€ 590,49	€ 34.867.844,01
4	€ 2,56	€ 10.485,76	€ 10.995.116.277,76
5	€ 6,25	€ 97.656,25	€ 953.674.316.406,25

Custo de escrever uma cláusula (pu)

0,01 €

Da análise da Tabela 3.1 pode inferir-se que, para transacções complexas, por razões económicas e devido ao grau de incerteza na altura da execução do contrato, é inviável obter um contrato que contenha todas as possibilidades futuras.

Oportunismo

Quando um contrato é muito detalhado, contendo incentivos para motivar o incremento de produção por parte do Agente, corre-se o risco, caso o contrato não esteja bem especificado, de o Agente descobrir formas de potenciar os seus ganhos e não os do Principal, de que se dão alguns exemplos:

- **caso A** - de uma peça composta por dois componentes apenas ser incentivada a produção de um deles, o que não promove a produção do conjunto;
- **caso B** - remunerar as dactilógrafas por cada tecla carregada. Começando então a verificar-se, durante o almoço, batidas de uma única tecla;
- **caso C** - injectar uma calda no terreno quando o critério de paragem da injeção não é claro e a remuneração é feita por volume introduzido.

Incerteza no Projecto

A certeza de que um projecto está completo e que por isso não vai sofrer alterações nunca é absoluta. Pode ter-se dois níveis de incerteza para sus-

tentar esta afirmação (Chakravarty & Macleod, 2004):

- I. incerteza quanto ao grau de consolidação da decisão do Principal, ou seja, este só vai revelar as suas verdadeiras preferências após o início do contrato, apesar de o nível de pormenor do projecto poder ser elevado;
- II. incerteza do próprio contrato, quando o seu âmbito e o próprio projecto não são claros.

Para a situação de incerteza do Principal existe a probabilidade de o Agente não conhecer o contrato e de o seu esforço não estar adequado à necessidade, assim, a probabilidade de falha do contrato é:

$$P_{falha} = 1 - P(e)$$

Equação 3.4

sendo $P(e)$ a probabilidade de a acção do Agente resultar em sucesso, a qual depende do nível de esforço do Agente (e);

Para a situação de incerteza do contrato calcula-se:

$$P_{falha} = (1 - P(e)) * P(d) + (1 - P(d)) * P(e)$$

Equação 3.5

sendo $P(d)$ a probabilidade de o projecto não sofrer alterações; caso o valor de $P(d)$ seja baixo, o Agente não tem incentivo para se esforçar (e), dado que o seu esforço pode não ter nenhuma consequência para sua utilidade.

Da análise da Figura 3.3, onde se faz variar P_{falha} em função $P(e)$ fixado um valor de $P(d)$, ressalta a falta de incentivo para o Agente (Empreiteiro) quando este reconhece que o projecto fornecido pelo Principal (Dono da Obra) tem deficiências que necessitam de ser corrigidas, ou seja, como o seu planeamento vai ser alterado, o Agente vai adequar o seu esforço ao resultado que antevê.

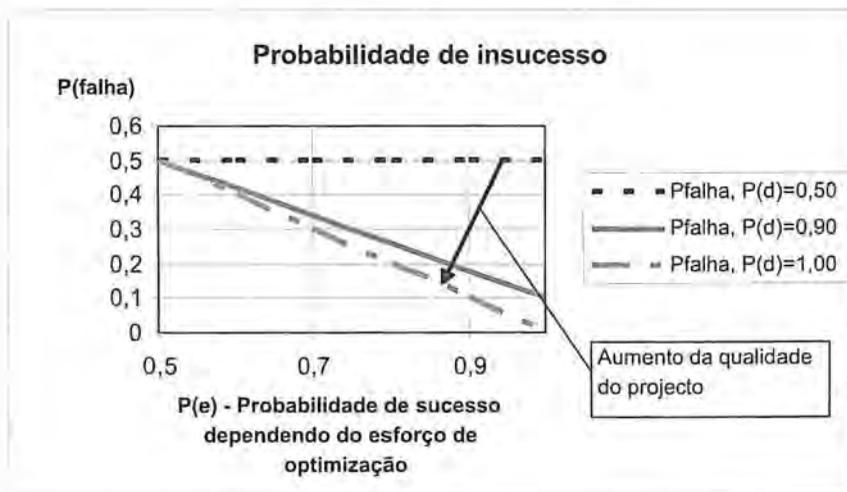


Figura 3.3 - Probabilidade de insucesso

Autoridade

Nos contratos de bens complexos em que o produto final não se encontra totalmente definido, a probabilidade de existirem alterações ao contrato é grande, quase uma certeza. Os contratos devem, por isso, prever formas de resolver os problemas que possam vir a ser encontrados. Para que estas situações sejam resolvidas a contento, torna-se necessário atribuir poder de decisão a um dos intervenientes, por exemplo, na construção é conferida autoridade ao Dono da Obra (Principal) para fazer alterações e dar poder ao Empreiteiro (Agente) para gerir os seus recursos.

Resumindo, considera-se que a compreensão dos conceitos da teoria dos contratos é fundamental para a realização do empreendimento. Assim, partindo do pressuposto de que o contrato é incompleto, admite-se que um dos objectivos do contrato é conter os termos da sua renegociação.

3.2.2 TEORIA DOS JOGOS

Entende-se por jogo um processo decisório em que intervenha sempre mais que um decisor (Tavares *et al.*, 1996). A teoria dos jogos permite analisar o processo de decisão quando existe mais que um decisor e para cada um deles há uma valia, utilidade, que depende da deliberação dos outros deci-

sores. Assim, a acção de um decisor depende das acções dos outros, ou seja, a acção depende do que ele acredita que as outras partes possam fazer.

Considera-se que cada decisor procura maximizar a sua utilidade, comportando-se com racionalidade económica, ou seja, faz a análise dos riscos, analisa os possíveis resultados e opta pela estratégia que lhe traz mais vantagem, tendo em consideração as acções dos outros intervenientes.

Os jogos podem classificar-se quanto ao nível de informação, à sequência e ao resultado. Dizem-se jogos com informação perfeita aqueles em que o jogador, antes de jogar, tem conhecimento do historial até ao momento e jogos de informação imperfeita aqueles em que o jogador não tem a totalidade daquela informação. Quanto à sequência, os jogos podem ser sequenciais ou simultâneos, geralmente nos primeiros a informação é conhecida e nos últimos não.

Existem jogos de soma nula, ou seja, a soma dos resultados é igual a zero, um ganha e outro perde, e jogos de soma não nula, o que significa que a soma dos resultados não é zero, ou seja, todos os resultados são admissíveis, incluindo o resultado em que todos os intervenientes ganham.

O jogo “dilema do prisioneiro” clarifica esta situação: dois presos, A e B, foram capturados por estarem na posse de dinheiro falso, o que corresponde a uma pena de 2 anos. Todavia, existem fortes suspeitas de que sejam os dois responsáveis pela sua produção. Se houver a confissão de um deles, considera-se prova suficiente. Neste caso, a pena é de 8 anos. Todavia, se ambos confessarem, é reduzida a 5 anos. Por último, a justiça oferece a cada prisioneiro a possibilidade de confessar em troca do anulamento da sua pena caso o outro não confesse. A matriz de resultados é dada por:

Tabela 3.2 – Dilema do prisioneiro – matriz de resultados

Matriz de resultados		Prisioneiro 2	
		<i>Confessa</i>	<i>Não confessa</i>
Prisioneiro 1	<i>Confessa</i>	-5, -5	0, -8
	<i>Não confessa</i>	-8, 0	-2, -2

Cada jogador preferirá ser ele a confessar e o outro a recusar a confissão,

pelo que se se adoptar a atitude pressionista optam pela confissão, o que acaba por originar a pena de 5 anos a cada. Note-se que esta solução corresponde a um número total de anos de prisão igual a 10 anos, enquanto poderão obter um total de apenas 4 anos. Em resumo, enquanto nos jogos com soma nula cada jogo corresponde a uma estrutura de conflito, não havendo lugar a qualquer cooperação entre jogadores, os jogos com soma não nula correspondem a estruturas que beneficiam os pactos de cooperação entre participantes.

A cooperação existirá sempre que haja perspectivas futuras para a relação, quando essas perspectivas não existirem, ou seja, quando o ganho de curto prazo for superior ao esperado de longo prazo, há possibilidades de se quebrar a cooperação.

Segundo Axelrod (in Battram, 2004), para fomentar a cooperação num sistema é necessário promover acções que facultem:

- Possibilidade de interacções repetidas;
- Soma positiva pelo jogo como um todo;
- Um valor futuro suficiente pela colaboração;
- Retaliação rápida, mas não continuada;
- Necessidade de massa crítica.

Em qualquer altura do processo, nenhum grupo de jogadores ligados deve ser tentado a quebrar tal situação, o que implica respeitar as condições de racionalidade individual e de grupo:

- Racionalidade individual - o custo para um determinado jogador é menor ou igual ao seu benefício ;
- Racionalidade de grupo - a soma dos custos finais é menor ou igual ao custo da coligação;

Quando existe colaboração, em geral cada interveniente segue a seguinte estratégia:

- Colaborar na primeira jogada;
- Daí em diante fazer como o outro jogador na jogada anterior.

Resumindo, considera-se que a teoria dos jogos permite explicar os comportamentos dos intervenientes em várias situações ligadas ao desenvolvi-

mento de empreendimentos, no que concerne a:

- negociações – jogo sequencial, de informação parcial e de soma não nula;
- concursos – jogo simultâneo, de informação parcial e de soma não nula.

3.2.3 MODELO CAUSAL

O modelo causal tem como objectivo explicar as causas de um determinado fenómeno, este tipo de modelo tem sido usado para investigar as principais causas dos acidentes, nas áreas da aeronáutica, em centrais nucleares e também na construção. Estes modelos permitem ainda descobrir as causas de acidentes que estão latentes na própria organização e, deste modo, prevenir e evitar futuros acidentes ou incidentes.

Entende-se por acidente o evento de que resultam danos humanos e materiais. Já um incidente é um evento inesperado que não tem como consequência danos humanos e materiais relevantes, como seja, por exemplo, a queda do trabalhador, que logo de seguida se levanta e recomeça a trabalhar.

Reason (1990) refere que para ocorrer um acidente ou um incidente é necessário que haja um acto inseguro. Este acto pode advir de acções não intencionais (desatenção ou esquecimento) e de acções intencionais (ilusão ou transgressão). Entende-se por ilusão a execução de procedimentos estabelecidos, apesar de o resultado não ser o esperado. Esta classificação é evidenciada com a Figura 3.4.

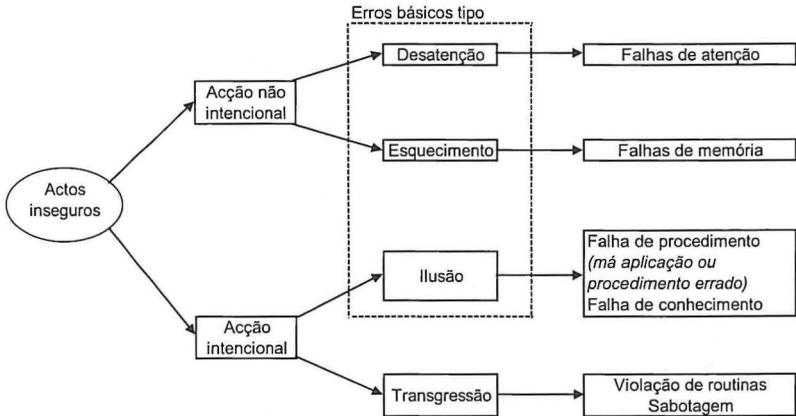


Figura 3.4 – Classificação de actos inseguros (adaptado de Reason, 1990)

Para que ocorra um acto inseguro é necessário que haja condições favoráveis para isso. Assim, é necessário que ocorram falhas que se encontram latentes, ou seja, são potenciadoras dos actos inseguros, como por exemplo: falta de formação dos recursos humanos, falta de equipamento adequado, falta de supervisão, gestão deficiente ou falta de estratégia empresarial (ver Figura 3.5). Reason (1990) assimilou o seu modelo a um queijo suíço, onde as cavidades têm o significado de falhas latentes, como se mostra na Figura 3.6.

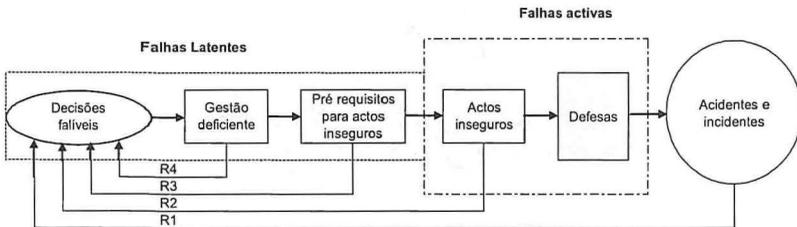


Figura 3.5 – Sequência para a existência de um acidente ou de um incidente (adaptado de Reason, 1990)

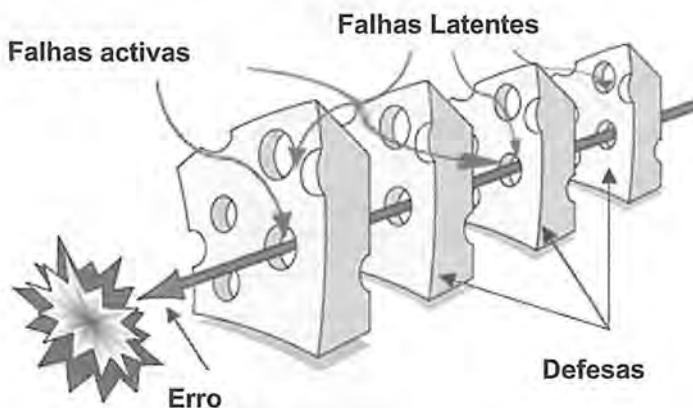


Figura 3.6 – Erro Humano (adaptado de Reason, 2000)

Fonte: (www.hf.faa.gov/webtraining/TeamPerform/TeamCRM009.htmU)

Deste modo, para reduzir os acidentes, torna-se necessário melhorar a qualidade das decisões, melhorar a gestão, adequar as defesas e, principalmente, analisar os incidentes que ocorreram, dado que a quantidade destes é muito superior aos acidentes, ver representação na Figura 3.7.

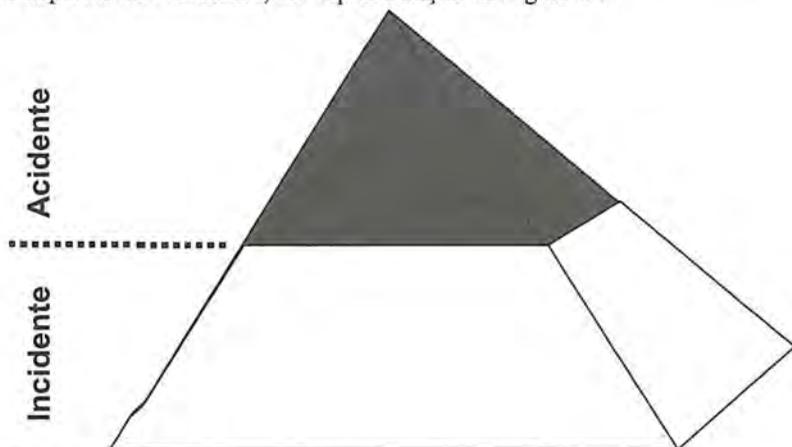


Figura 3.7 – Relação em quantidade entre acidentes e incidentes

Fonte: (modificado da figura obtida em: www.sfen.org/fr/intro/surete.htmU)

Este tipo de modelo, que realça as falhas latentes na organização, tem aplicação na gestão dos empreendimentos, já que ele permite a aquisição do conhecimento da própria organização, ainda que ele esteja disperso. A sistematização da informação possibilita a minimização dos erros cometidos, principalmente quando a análise se inicia pelos incidentes. Para uma efectivação desta estratégia dever-se-á incentivar a cultura da “responsabilidade” e estimular também que os erros sejam reportados.

3.2.4 GESTÃO

Os intervenientes num empreendimento de construção são fundamentalmente quatro: o Dono da Obra, o Projectista, o Empreiteiro e a Fiscalização. Cada um deles encara o empreendimento de forma diferenciada.

O interesse do Dono da Obra consiste em ter a obra concluída num determinado prazo. Para isso, uma das peças fundamentais é o projecto, mas, apesar disso o Dono da Obra tende a atribuir pouca importância a este elemento, não investindo suficientemente ao nível do seu desenvolvimento, da prospecção geotécnica e da coordenação do projecto.

O interesse do Empreiteiro é o de realizar a obra obtendo daí a maior mais valia possível, disponibilizando para isso recursos especialmente vocacionados para analisar o projecto, confrontando-o com a realidade envolvente, efectuando novas medições, explorando criticamente o contrato que firmou e procurando identificar os pontos fracos da cadeia criada pelo Dono da Obra para a execução da obra.

Qualquer das partes que incorrer em responsabilidade, por erros de execução ou por erros de concepção do projecto, deve custear as obras, alterações e reparações necessárias à adequada supressão das consequências da deficiência ou erro verificado, bem como indemnizar a outra parte ou terceiros pelos prejuízos sofridos (art. 36 a art. 38 do Decreto-Lei 59/99 de 2 de Março).

Tradicionalmente, um gestor tem funções de representação, de liderança, de ligação, de análise, de disseminação de informação, de afectação de recursos e de negociação. Para que o gestor exerça a sua função precisa de estar motivado. Para tal, segundo Herzberg (in Cardoso, 1999), devem estar bem resolvidos os factores higiénicos (salário, benefícios, chefia, condições de trabalho, políticas da organização e segurança) e os factores motivacio-

nais (auto-realização e estima). Assim, dependendo do nível de competências que lhe foram cometidas e dos seus próprios interesses, o gestor vai intervir no empreendimento tendo como objectivo maximizar a sua utilidade.

Todas as decisões que ocorrem num empreendimento giram à volta de trocas de informação, ou seja, de comunicação entre os vários intervenientes. A elevada interacção entre vários especialistas, cada um dos quais com a sua própria chave de descodificação, faz com que uma dada informação possa ser interpretada de forma diferente por dois ou mais intervenientes, ou seja, a mensagem pode ser distorcida. Assim, a interpretação da informação disponibilizada é crucial. Em geral existem dois grandes momentos de divulgação de informação relacionados com os eventuais desvios financeiros: quando se decide construir e quando se lança o concurso para a realização da obra.

No primeiro momento, decisão de construir, a informação do custo e do tempo de realização para várias opções é fundamental, de forma a seleccionar aquela que for mais vantajosa economicamente. Como os recursos financeiros são escassos, é necessário demonstrar que a construção é fundamental e que o benefício que se obterá para toda a vida da infra-estrutura é superior ao custo. Deste modo, a decisão de construir é ponderada entre o conseguir começar o empreendimento, com base num valor final optimista, ou renunciar a ele baseado num valor realista. Por vezes o valor inicial estimado é objecto de alguma viciação, baixando-o, com o objectivo da obtenção da aprovação do empreendimento.

No segundo momento, quando se adjudica a obra, já existe o projecto, com um determinado grau de rigor. Neste momento, o valor da adjudicação depende do nível de desenvolvimento do projecto e da sua adequação à realidade. Para obter um menor valor de base para lançar o concurso, o Dono da Obra pode seguir uma das seguintes estratégias ou uma combinação delas: utilizar preços unitários mais optimistas, reduzir quantidades de trabalho, omitir trabalhos ou, ainda, incluir actividades no valor da empreitada, sem que se definam os seus preços unitários.

Durante o desenvolvimento de um determinado empreendimento geram-se relações entre os vários intervenientes, geralmente com interesses diferenciados. Quando a relação não é igualitária, a resolução dos problemas tende a fazer-se por uma imposição da parte que detém, na altura, mais poder. Relativamente a este assunto, Flyvbjerg (1998) enuncia os seguintes dez

princípios sobre a relação poder/realidade/racionalidade:

1. O poder define a realidade;
2. A razão depende do contexto, o contexto da racionalidade é poder;
3. A racionalização apresentada como racionalidade é a principal estratégia para o exercício do poder;
4. Quanto maior o poder menor a racionalidade;
5. Relações de poder estáveis são mais comuns que as confrontações;
6. As relações de poder estão constantemente a ser produzidas e reproduzidas;
7. A racionalidade do poder é mais estável que o poder da racionalidade;
8. Em confrontações abertas a racionalidade perde para o poder;
9. As relações racionalidade/poder são características de relações de poder estáveis;
10. O poder da racionalidade está presente nas relações de poder estáveis e não nas confrontações.

Para se lançar o concurso para a execução de obra é necessário ter uma noção clara de qual vai ser a sua utilidade, para o que se torna necessário dispor de um projecto com adequado nível de desenvolvimento, condições que nem sempre se verificam à data da abertura do concurso. Nestas circunstâncias, colocam-se duas questões, a saber: ou se lança o concurso com os dados existentes e arca-se com as consequências ou, não se lança o concurso, adiando-se a abertura do mesmo, com eventual perda de oportunidade. Esta decisão vai ser tomada, ponderando as consequências a curto e médio prazo e o poder que possui o Dono da Obra nesse momento. É neste espaço de decisão que se aplicam os princípios enunciados por Flyvbjerg. Quem detém o poder pode criar o contexto, por esta via racionalizar a realidade e, assim, justificar uma determinada decisão. Caso exista oposição, a decisão que prevalece depende de quem tem a capacidade de impor o poder a curto prazo.

3.2.5 INCERTEZA E RISCO

O conceito de incerteza surge associado a eventos desconhecidos. Sempre que é possível melhorar o conhecimento relativo aos processos que os geram, às suas dinâmicas e possibilidades de ocorrência, procura-se quantificar esta possibilidade através do conceito de probabilidade. Designa-se por risco a probabilidade de ocorrência dum evento com impacto indesejável (cfr. Tavares et al., 1996) tal distribuição de probabilidade representa o conhecimento possuído do evento, sendo a dispersão da distribuição de probabilidade uma medida do nível de incerteza. No risco, pode-se atribuir uma determinada distribuição de probabilidade, neste caso o decisor tem acesso intuitiva ou racionalmente à probabilidade de ocorrência de um determinado evento. Caso não se possa atribuir uma distribuição de probabilidade, o que se caracteriza por incerteza, porque não existem dados históricos ou conhecimento prévio sobre o tipo de situação em análise (Pipattanapiwong, 2004), pode-se atribuir uma probabilidade que terá um elevado grau de subjectividade.

Esta análise do risco pressupõe o esclarecimento dos seguintes três conceitos (ver Figura 3.8):

- Evento, cujo impacto seja considerando como indesejável (perigo);
- Probabilidade de ocorrência do evento;
- Consequência associada à ocorrência do evento.

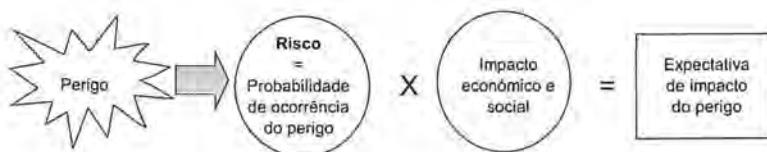


Figura 3.8 - Risco

Consoante o posicionamento e o conhecimento do decisor, o risco pode ser qualificado, pela possibilidade ou não de ser: identificável, quantificável e controlável.

Na Figura 3.9 apresenta-se uma classificação de um evento entre incerteza e risco referida aos atributos: quantificável e identificável. Da análise da

figura pode inferir-se que a classificação do evento é realizada pelos intervenientes do próprio processo, ou seja, a fronteira entre os vários quadrantes depende do conhecimento e da experiência do próprio interveniente e assim a classificação do evento entre risco e incerteza pode ser diferenciada de empreendimento para empreendimento. Consequentemente, existe uma parte da incerteza que é intrínseca ao empreendimento, que só será conhecida no decorrer do mesmo, e outra que poderá ser antecipada e traduzida em risco.



Figura 3.9 - Risco *versus* incerteza (adaptado de Pipattanapiwong, 2004)

O principal papel do gestor consiste em procurar minimizar o grau de incerteza de um projecto. Para levar a cabo esta missão, é necessário que realize a gestão do risco, ou seja, que identifique e quantifique o maior número de eventos indesejáveis para o seu projecto.

A gestão do risco compreende a avaliação do risco e a tomada de decisão, ver Figura 3.10. A avaliação contém a análise e a apreciação dos riscos, é essencialmente técnica enquanto a tomada de decisão é fundamentalmente de natureza política, cfr Caldeira, 2005.

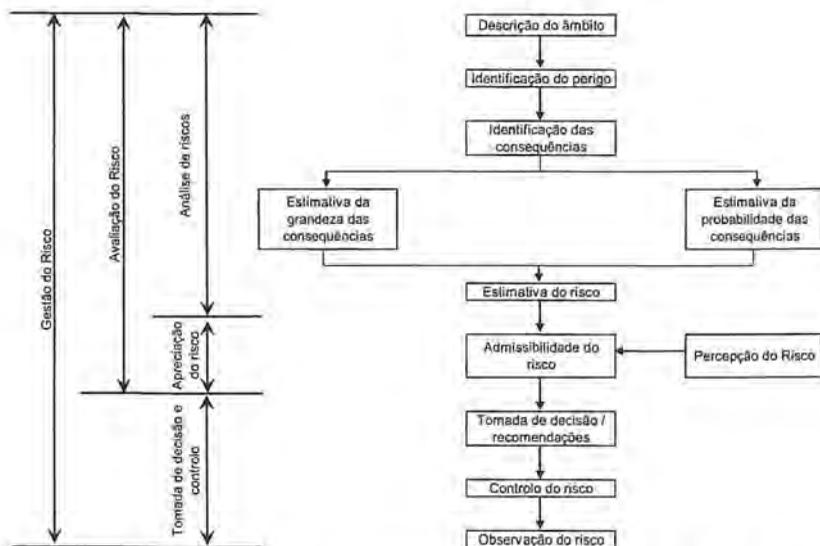


Figura 3.10 - Atividades relativas à gestão do risco (Caldeira, 2005)

A identificação do risco depende do nível da intervenção. Assim, se for um empreendimento que vai afectar vários grupos de interesse, a identificação deve ser iniciada pela análise estratégica da organização, o meio onde se insere, o âmbito do trabalho, os objectivos de gestão e só depois se começa um processo sistemático e contínuo de identificação e categorização dos riscos associados à actividade do empreendimento que possam pôr em perigo os objectivos traçados. A classificação dos eventos indesejáveis associada a obras públicas pode dividir-se em dois grupos, externo ou interno ao interveniente, do seguinte modo:

- De âmbito externo (em que estão em causa mudanças externas que colocam em perigo os objectivos traçados para o empreendimento), como sejam: regulamentos, outras entidades e comunicação;
- De índole interno (associado a mudanças internas que colocam em perigo os objectivos traçados para o empreendimento), destacando-se os seguintes: técnicos, de qualidade e de desempenho (complexidade, recursos humanos e materiais, e tecnologias utilizadas); organizacionais (gestão, financiamento, prioridades, comunicação).

Num empreendimento, os eventos indesejáveis mais comuns estão ligados

aos problemas que ocorrem no processo que conduz à sua concretização. Deste modo, a enumeração dos eventos indesejáveis pode ser indexada às deficiências que possam verificar-se, nomeadamente as que se referem adiante para cada uma das etapas do empreendimento:

- Fase de projecto
 - Estudo insuficiente, pobres ou pouco rigorosos;
 - Valorização de factores políticos em detrimento de factores técnicos;
- Fase de concurso
 - Atribuição de risco a uma parte;
 - Informação deficiente;
 - Tempo insuficiente para preparar a proposta;
 - Insuficiente comunicação;
- Contrato
 - Insuficiente atenção dedicada ao contrato;
 - Ineficiente comunicação;
- Construção
 - Insuficiente planeamento;
 - Atraso na apresentação do planeamento;
 - Ineficiência na comunicação entre as partes;
 - Conflito entre os intervenientes;
 - Falta de colaboração e cooperação entre as partes.

Esta identificação pode ser realizada recorrendo a listas pré-existentes, sendo recomendável, nesse caso, avaliá-las criticamente, completando-as se necessário, já que cada empreendimento possui características que lhe são próprias.

A análise dos eventos identificados tem como objectivo proporcionar uma

avaliação das consequências associadas a cada um deles. Essa análise deve centrar-se na identificação dos seguintes aspectos:

- Evento considerado;
- Fase do empreendimento onde o evento pode ocorrer;
- Elementos do empreendimento que podem ser afectados;
- Factores que influenciam a ocorrência do evento;
- Relação com outros eventos;
- Probabilidade de ocorrência do evento (risco);
- A forma como pode afectar o empreendimento.

Normalmente, para se obter a probabilidade de ocorrência do evento, recorre-se a análises objectivas, dados históricos e a análises subjectivas, que são geralmente produto da experiência. Para aferir os impactos de cada um desses eventuais eventos no projecto, em geral, procura-se quantificar: o aumento do custo; o aumento do prazo; redução de qualidade e desempenho e a redução do nível de segurança que lhe está associado.

Na análise convencional, a expectativa do impacto do risco, ER, pode calcular-se recorrendo à Equação 3.6, para aferir os valores para a probabilidade de ocorrência (P_o) do evento (risco) e, caso exista, o impacto das suas consequências (I). Para o efeito pode recorrer-se às tabelas que constam na Figura 3.11 (ASC, 2003 e Pipattanapiwong, 2004).

$$ER = P_o * I$$

Equação 3.6

Probabilidade de ocorrência (P_o)		Impacto (I)	
Remoto	0,10	Mínimo ou não impacto	1
Improvável	0,30	Aceitável, com margem confortável	2
Provável	0,50	Aceitável, com margem reduzida	3
Muito provável	0,70	Aceitável, sem margem	4
Quase certo	0,90	Inaceitável	5

Figura 3.11 – Ponderação da probabilidade (P_o) e do impacto (I) (adaptado de ASC, 2003)

Na Figura 3.12 apresenta-se o cálculo do parâmetro ER para vários valores de probabilidade de ocorrência e impacto, indicando-se o critério de classificação do da expectativa de impacto para cada valor (*cf.* ASC, 2003).

ER		Impacto (I)				
		1	2	3	4	5
Probabilidade de ocorrência (P _o)	0,9	0,9	1,8	2,7	3,6	4,5
	0,7	0,7	1,4	2,1	2,8	3,5
	0,5	0,5	1	1,5	2	2,5
	0,3	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5
	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5

Nível de exposição	
0,1 a 0,7	- baixo
0,9 a 2,1	- médio
2,5 a 4,5	- alto

Figura 3.12 – Matriz de exposição do risco (adaptado de ASC, 2003)

Ponderada a admissibilidade da expectativa de impacto ou do próprio risco, a renúncia à sua aceitação implica que o decisor defina uma estratégia relativa ao modo de lidar com o evento considerado. Genericamente, a resposta pode ser categorizada em quatro formas:

1. Aceitação do risco – comum quando não existe uma avaliação consciente do risco;
2. Redução da expectativa de impacto, quer por redução das causas, ou seja da probabilidade de ocorrência do evento, quer por redução das consequências ou impactos – esta opção implica o estudo da forma de actuar sobre o risco e o impacto da ocorrência do evento, o que se ilustra na Figura 3.13;
3. Eliminação da expectativa de impacto – tornando nulo um dos factores: risco ou impacto da ocorrência;
4. Transferência do risco - desde que economicamente vantajosa.

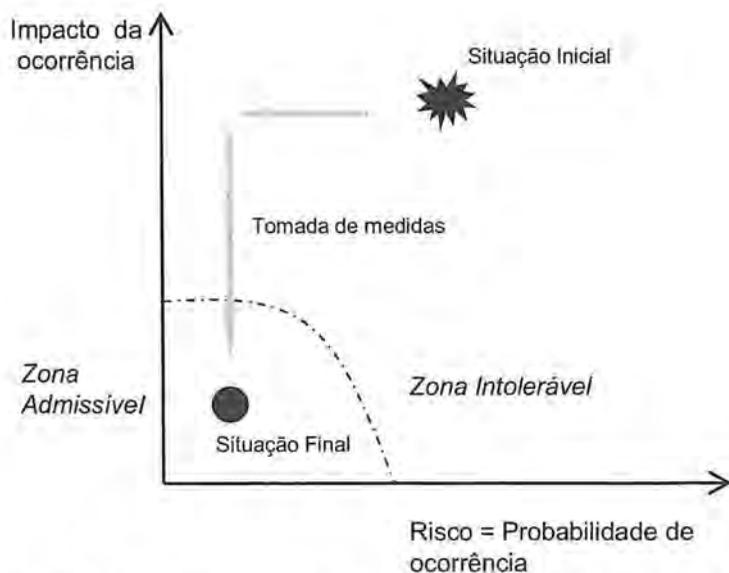


Figura 3.13 – Minimização do risco e impacto inicial (adaptado de Pipattanapiwong, 2004)

A gestão do risco para ser eficiente, e eventualmente eficaz, requer que seja implementada no início do empreendimento (pró-activa) e não após a ocorrência do evento (reactiva).

Numa transacção económica, a parte que detém mais poder, num determinado momento, tenta então passar os riscos para a outra parte. Este, por sua vez, geralmente acede de forma a poder manter-se no processo, no entanto vai procurar minimizar as suas perdas. Para isso pode optar por táticas defensivas que passam por:

- Impor contingências a futuras alterações;
- Adoptar uma atitude conservativa;
- Recusar concepções envolvendo novas tecnologias;
- Recorrer ao conflito de forma a equilibrar o contrato.

Como se mostra com a Figura 3.14, o facto de o risco ser atribuído a quem pode não estar habilitado para o assumir, pode trazer consequências adver-

sas para ambas as partes. Em empreendimentos que envolvem obras de construção, os riscos transferidos são, geralmente, os ligados à geologia, à geotecnica e às infra-estruturas existentes no subsolo.



Figura 3.14 – Estratégias defensivas (adaptado de Pipattanapiwong, 2004)

Para minimizar as estratégias defensivas por parte do contratado, é desejável situar o risco no âmbito da responsabilidade de quem melhor o pode gerir e controlar. É entendido que a uma parte deve ser atribuída a responsabilidade do risco desde que verificada uma das seguintes hipóteses:

- o risco é devido à sua própria conduta ou falta de eficiência;
- consegue cobrir o risco com um seguro;
- existe benefício caso lhe seja confiada a gestão do risco;
- por razões de eficiência;
- em caso de dúvida, quando a perda resulte prioritariamente para essa parte.

De qualquer modo, é recomendável que:

- os riscos recaiam no Dono da Obra, a não ser que tenham sido transferidos e assumidos pelo Empreiteiro ou Seguradora através de contrato;
- a transferência do risco recaia na parte que tem as competências para o gerir, controlar e minimizar;
- sejam identificadas vantagens para o Dono de Obra, para si ou para terceiros que com ele se relacionem, pelo facto de o risco ser transferido.

Resumindo, considera-se fundamental avaliar o projecto de forma a identificarem-se os eventos indesejáveis que lhe estão associados e estabelecer uma estratégia para lhes dar resposta, de tal modo que esta seja compreendida por todos os intervenientes. A falta da análise de risco ou a deficiente execução dela é um dos factores que propiciam os desvios ao contrato.

3.2.6 COMPLEXIDADE E CAOS

Sendo que o empreendimento é um sistema, ele pode evoluir entre as várias categorias de dificuldade. Num sistema podem identificar-se quatro categorias de dificuldade crescente:

- I. Estase – os padrões são imutáveis;
- II. Ordem – os padrões repetem-se sucessivamente;
- III. Complexidade – os padrões evoluem e mudam;
- IV. Caos – não existem padrões.



Figura 3.15 – Relação entre estase e caos (adaptado de Battram, 2004)

A complexidade é um estado que resulta da extrema quantidade de interações e de interferências entre um elevado número de unidades. Esta zona de dificuldade refere-se a um ambiente em que os detalhes não podem ser compreendidos, mas em que o todo pode ser entendido através da capacidade de formar padrões. A cada momento, o projecto está em mudança constante seguindo, contudo um padrão normal de desenvolvimento. Por outro lado, uma empresa está posicionada na zona da complexidade, dado que tem que se adaptar constantemente ao ambiente que a rodeia.

Num empreendimento, quando as modificações são muitas e não controladas, pode-se chegar a uma situação em que o presente é incerto e o futuro

deixa de ser previsível, estado que se designa por caos, ou seja, aquele em que não podem ser definidos padrões nem compreendidos os detalhes.

Adaptando o conceito de caos ao problema dos desvios ao contrato, considera-se, segundo Meyer *et al.*(2002), a existência de quatro categorias: variação, risco, incerteza e, por último, o caos. Para cada uma destas, a metodologia de gestão recomendável é diferente, já que se passa desde uma zona “ordenada” – variação – para outra, a incerteza, onde a monitorização, análise e decisão terão que ser constantes, de forma a poder haver recuperação. De facto, um dos objectivos da gestão de um empreendimento é o de controlar o seu desenvolvimento, sem o deixar entrar em zonas desconhecidas, como é o caos. Com este fim, Bertelson e Koskela (2003) idealizaram um modelo conceptual que tem em conta três forças (constrangimento interno, constrangimento externo e poder de decisão) como se evidencia na Figura 3.16.

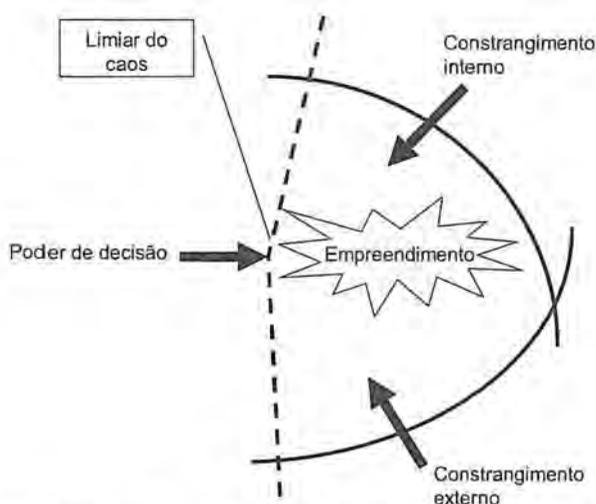


Figura 3.16 – Relação entre poder de decisão e os constrangimentos num empreendimento (adaptado de Bertelson & Koskela, 2003)

Duas dessas forças – o constrangimento interno e o externo – pressionam o empreendimento na direcção da zona caótica e a terceira, poder de decisão, tem a função de impedir que tal ocorra. Deste modelo subentende-se a importância de uma política de decisão atempada e ajustada.

Quando na zona caótica, o controlo do empreendimento deixa de ser efectivo, pelo que são expectáveis desvios significativos ao contrato, pelo que devem ser envidados esforços no sentido de manter o empreendimento fora desta zona. Tal significa que o empreendimento se mantém na zona complexa, ou seja, a gestão do empreendimento terá que permanecer constantemente alerta de modo a poder controlar os danos e evitar o descontrolo.

3.2.7 GEOTECNIA

Um túnel, uma estrutura enterrada ou uma barragem são exemplos de obras que tem uma forte componente geotécnica, ou seja, requerem o conhecimento aprofundado dos terrenos de fundação e dos materiais naturais com que se lidará em obra.

Nas fases iniciais do projecto é argumentado, por vezes, que não estão disponíveis verbas para levar a cabo uma campanha de prospecção geotécnica conveniente. Entenda-se por conveniente aquela campanha que visa fornecer informação criteriosa, em objectividade, qualidade e quantidade, acerca das características do terreno consideradas necessárias para a execução do projecto e, por conseguinte, da obra. Aliado àquele facto, junta-se, frequentemente, a urgência de lançar o concurso da empreitada. Assim, por vezes, logo no início da obra verifica-se que as características do terreno diferem daquelas que foram consideradas no projecto, o que obriga à reformulação e mesmo a refazer o projecto, na totalidade ou em parte, suscitando actividades e preços novos e, conseqüentemente, trabalhos a mais.

Esta situação de dúvida deve ser minimizada, embora não seja presumível eliminá-la por completo, pois o terreno é também um meio complexo, que se pode conhecer em sentido restrito mas não no lato. De qualquer modo, é possível e desejável, que o projecto e o contrato incorporem soluções que permitam ter em conta essas dúvidas ou omissões.

Um dos problemas com que o projectista se depara, quando estão em causa os terrenos em que ou com que a obra vai ser realizada, prende-se com os parâmetros geomecânicos. Estes parâmetros são obtidos através da ponderação do conjunto de resultados dos ensaios, à luz da experiência do projectista, e de registos referentes a outras obras em terrenos idênticos. Este facto explica que em projectos com uma forte componente geotécnica as soluções possam ser muito variadas, como se ilustra com a Figura 3.17, que

mostra a capacidade de carga de uma estaca calculada por diferentes técnicos. Neste exercício foram fornecidos os ensaios realizados no terreno e solicitados a vários técnicos a previsão da capacidade resistente da estaca. A variação do valor calculado é relevante, havendo estimativas conservativas, ou seja, a dimensão da estaca é excessiva, e outras contra a segurança, situação que traria graves consequências para a obra, pois poderia dar-se o caso de tal facto só ser detectado após a completa execução da obra. Este exercício releva a importância do acompanhamento técnico externo à equipa de projecto.

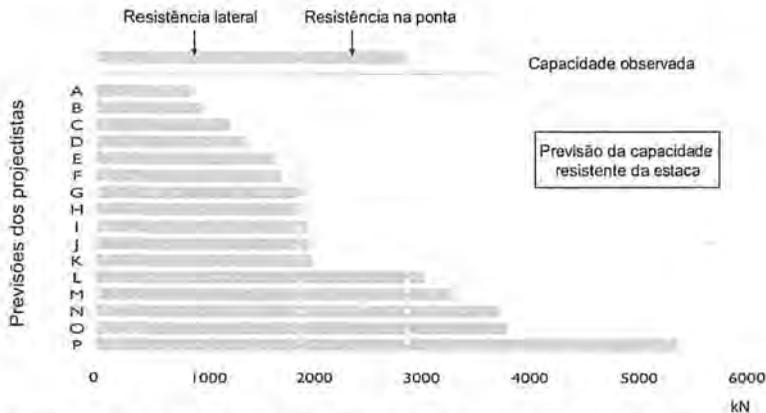


Figura 3.17 – Capacidade de carga de uma estaca ensaiada *versus* as previsões (Fonte: Clayton, 2001)

3.2.8 TIPOS DE CONTRATO

Um empreendimento tem um tempo próprio para se desenvolver, passando por quatro grandes fases: a primeira, na qual se avalia a sua viabilidade; na segunda, e assente nos pressupostos da primeira, desenvolve-se o projecto; na terceira constrói-se; finalmente na quarta fase faz-se a operação e manutenção da obra. No âmbito desta dissertação cabem unicamente as três primeiras fases.

Como se pode observar na Figura 3.18, nas fases iniciais do empreendimento o nível de incerteza é elevado, diminuindo à medida que o empreendimento evolui, situação traduzida pelas curvas A1. Caso não estejam reunidos todos os contributos relevantes para o projecto logo nas fases iniciais do empreendimento, os dados em falta vão reflectir-se nas fases subsequen-

tes sob a forma de aumento de incerteza (a curva representativa passa a ser a A2) o que significa um desvio do custo.

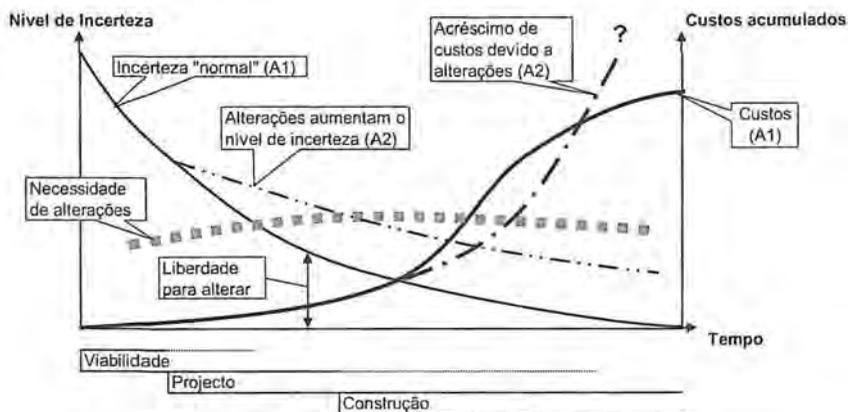


Figura 3.18 – Relação entre a incerteza existente em cada fase do empreendimento e os custos acumulados (adaptado de Eikeland, 1997)

Para levar a cabo a realização de um empreendimento, o promotor socorre-se da colaboração de terceiros. A relação entre as partes é regulada por um contrato, que pode tomar forma diversa e níveis de complexidade variados. Na tabela seguinte identificam-se alguns tipos de contrato recorrendo-se, como referência, à designação inglesa, por ser nesta língua que a maior parte delas é conhecida (Pakkala, 2002) e indicam-se as correspondentes designações em português utilizadas na presente dissertação.

Tabela 3.3 – Designação de tipos de contratos

Terminologia inglesa		Terminologia correspondente em português	
Extenso	Ab.	Extenso	Ab.
Design-Bid-Build	DBB	Projecto - Concurso - Construção	PCC
Design-Build	DB	Concepção Construção	C _p C
Operations and Maintenance	OM	Operação e Manutenção	OM
Design-Build-Operate	DBO	Concepção - Construção - Operação	C _p CO
Design-Build-Operate-Maintain	DBOM	Concepção - Construção - Operação - Manutenção	C _p COM
Build-Operate-Transfer	BOT	Construção - Operação - Transferência	COT
Build-Own-Operate	BOO	Construção - Concessão - Operação	CCO
Build-Own-Operate-Transfer	BOOT	Construção - Concessão - Operação - Transferência	CCOT
Design-Build-Finance-Operate	DBFO	Concepção - Construção - Financiamento - Operação	C _p CFO
Construction Management at risk	CM at-risk	Gestão da Construção (transferência do risco)	GC Risco
Construction Management at fee	CM at-fee	Gestão da construção (sem transferência do risco)	GC
Full Delivery or Program Management	PM	Fornecimento Completo	FC

A Figura 3.19 apresenta as várias fases de um empreendimento, desde o estudo de viabilidade até à fase de reabilitação da obra. Evidencia-se as várias formas de contratualização que poderão existir, desde a segmentação total (PCC) até à completa integração (FC ou C_pCFO). Contudo, em todos

os casos, o processo inicia-se pelo Dono da Obra.



Figura 3.19 – Relação entre as fases e o tipo de contrato, ver Tabela 3.3 (adaptado de Pakkala, 2002)

Dependendo do nível de competência técnica, de gestão e da capacidade de financiamento do Dono da Obra e do nível de integração desejado para o empreendimento, o Dono da Obra deverá escolher o tipo de contrato, ver a Figura 3.20, ponderada a utilidade de que dele vai beneficiar.

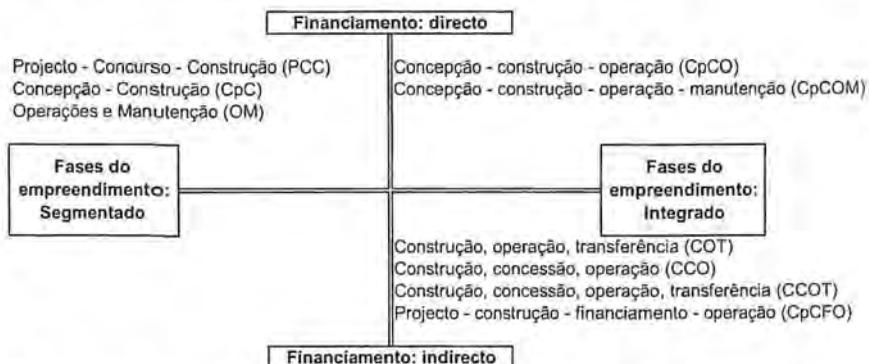


Figura 3.20 – Relação entre o tipo de contrato e o tipo de financiamento, ver Tabela 3.3 (adaptado de Pakkala, 2002)

A decisão quanto ao tipo de contrato é determinada também pelo grau de intervenção que o Dono da Obra pretende exercer no empreendimento. Assim, um Dono da Obra indeciso deverá segmentar o empreendimento, conseguindo desta forma minimizar os custos resultantes das alterações que ele próprio introduz. Ao Dono da Obra colocam-se duas opções: prescreve os objectivos e procede à verificação *à posteriori*, é a modalidade de

empreendimento baseado em especificações de controlo de resultados, ou indica clara e objectivamente os seus propósitos, criando oportunidade para fiscalizar a execução, o que corresponde a uma intervenção correspondente a especificações baseadas em procedimentos. Na Tabela 3.4 mostra-se uma tabela de apoio à escolha de um destes dois tipos de contrato. Refira-se que é necessário que o Dono da Obra possua um nível de competência elevado no caso de pretender optar por contrato com especificações assentes em resultados, uma vez que necessita de saber com exactidão o que pretende.

Tabela 3.4 – Critérios de apoio à decisão do Dono da Obra (adaptado de Pakkala, 2002)

Tipo de Contrato – Critérios de apoio à decisão do Dono da Obra		
	Contrato tradicional (baseado nos procedimentos)	Contrato por desempenho (baseado nos resultados)
Transferência de risco	Não	Sim
Manutenção do controlo	Sim	Não
Inovação	Não	Sim
Optimização de custos	Algum	Sim
Menos gestão durante o empreendimento	Não	Sim
Confiança no produto final	Não	Sim

Identificado e seleccionado o tipo de contrato a aplicar, o Dono da Obra deve apurar em seguida a entidade que vai realizar o serviço. Para o efeito, devem ser definidos critérios específicos, estabelecidos de forma a permitir a comparação das várias propostas, sendo certo que ao Dono da Obra estão reservadas duas vias fundamentais, uma que privilegia o preço, assente nas actividades conhecidas e a outra em que valoriza outras condições. Consoante a sua escolha, assim terá de adaptar os seus critérios, como se pode concluir a partir da Figura 3.21. Resumem-se as vantagens e desvantagens relativas destas duas hipóteses na Tabela 3.5.

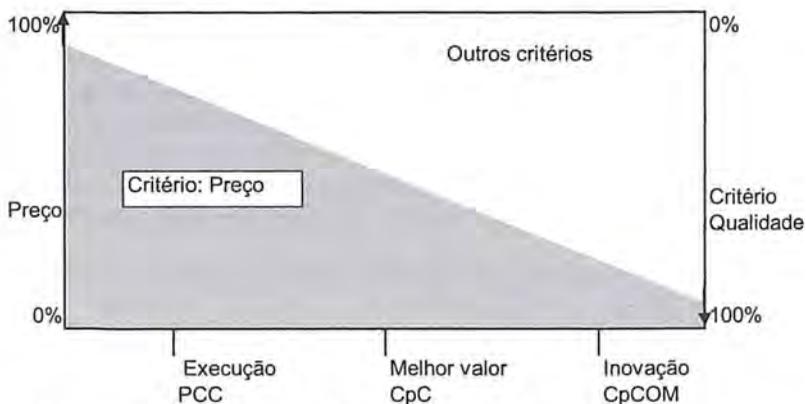


Figura 3.21 – Relação entre o tipo de contrato e o critério de adjudicação, ver Tabela 3.3 (adaptado de Pakkala, 2002)

Cada tipo de contrato e respectiva forma de remuneração encerra vantagens e desvantagens, como se mostra na Tabela 3.5 em relação ao tipo de contrato e na Tabela 3.6 relativamente ao modo de remuneração.

Tabela 3.5 – Relação entre métodos de contratualização e objectivos pretendidos, ver Tabela 3.3 (adaptado de Pakkala, 2002)

	Método	Vantagens	Desvantagens
Baseado no preço	PCC GC CpC (ra-ro)	<ul style="list-style-type: none"> - fácil de gerir; - usado e aceite; - processo de selecção claro e objectivo 	<ul style="list-style-type: none"> - falta de inovação; - tendência para modificações e custos a mais; - tendência para qualidade reduzida;
Baseado em aspectos de qualidade	GC CpC CpCOM CpCFO FC	<ul style="list-style-type: none"> - qualidade; - inovação; - organização mais qualificada; - recursos humanos mais qualificados; - metodologia; - sucesso do empreendimento 	<ul style="list-style-type: none"> - alguns critérios são subjectivos; - requer maior esforço e competência no processo de selecção.

Cada tipo de contrato e respectiva forma de remuneração encerra vantagens e desvantagens, como se mostra na Tabela 3.5 em relação ao tipo de contrato e na Tabela 3.6 relativamente ao modo de remuneração.

Tabela 3.6 – Relação entre métodos de contratualização e forma de pagamento (adaptado de Pakkala, 2002)

Tipo	Método	Descrição	Vantagens	Desvantagens
Valor global	PCC	Estipulado um valor para um determinado projecto	Empreiteiros aceitam; Empreiteiros eficientes e eficazes conseguem boas margens; o cliente conhece o preço; ambiente competitivo; preço de mercado; potencial para inovações quando conjugado com outros métodos	os custos podem exceder os estimados pelo projectista; potencial para reclamações.
Série de preços	PCC	Pagamento resultante das quantidades executadas	forma quando as quantidades não são conhecidas; geralmente tem preços reduzidos	pode complicar o processo de selecção; pode causar preços elevados.
Valor máximo garantido	CpC CpCOM CM CpCFO	Valor máximo a ser pago	cliente conhece o orçamento; as poupanças podem ser partilhadas	pode resultar em custos elevados, a não ser que as poupanças sejam partilhadas
Série de preços + um pagamento	CM	Retribuído por todos os trabalhos mais um pagamento	o construtor garante o custo e a mais valia; para projectos com incerteza.	Não incentiva à inovação nem à redução de custos; Não existe partilha de riscos.

Bajari e Tadelis (2001) estabeleceram a ligação entre o tipo de contrato, a execução e os desvios obtendo equações para a quantificação da utilidade de que beneficia cada interveniente. No seu estudo, estes investigadores

analisaram contratos de dois tipos, por valor global e por série de preços. No contrato por valor global a utilidade do Empreiteiro é avaliada através da equação:

Utilidade para o Empreiteiro:

$$U_C^{VG} = v - c(e) - g(e) + (1 - \tau) * U_{C,mod}^{VG}$$

Equação 3.7

em que:

- v – valor do contrato;
- c(e) – custo de construção para o Empreiteiro;
- g(e) – esforço de optimização;
- τ – fiabilidade do projecto;
- $U_{C,mod}^{VG}$ – utilidade das modificações para o construtor com um contrato do tipo valor global.

Para o mesmo tipo de contrato, a utilidade para o Dono da Obra é calculada por aplicação da equação seguinte:

$$U_{DO}^{VG} = va - c(e^{VG}) - g(e^{VG}) - d(\tau, T) - (1 - \tau) * \sigma * va - (1 - \tau) * K_1$$

Equação 3.8

Onde:

- va – valia da construção para o dono;
- $c(e^{VG})$ – custo de construção;
- $g(e^{VG})$ – esforço de coordenação;
- $d(\tau, T)$ – custo do projecto relativamente ao grau de fiabilidade (τ) e ao número de tarefas (T);
- σ – perda de eficiência devido à negociação;
- K_1 valor esperado para as modificações para o contrato de valor global.

No que diz respeito ao contrato por série de preços aqueles investigadores propõem que a utilidade para o Empreiteiro seja calculada pela equação:

$$U_C^{SP} = v - c(e) + (1 - \tau) * U_{C,mod}^{SP}$$

Equação 3.9

na qual:

- v – valor do contrato;

$c(e)$ – custo de construção;

$U_{C,mod}^{SP}$ – utilidade das modificações para o construtor com um contrato do tipo série de preços.

Já para o Dono da Obra, a respectiva utilidade é quantificada por aplicação da equação:

$$U_{DO}^{SP} = va - c(0) - g(0) - d(\tau, T) - (1 - \tau) * K_2$$

Equação 3.10

em que:

va – valia da construção para o Dono da Obra;

$c(0)$ – custo de construção;

$g(0)$ – esforço de coordenação;

$d(\tau, T)$ – custo do projecto relativamente ao grau de fiabilidade (τ) e ao número de tarefas (T);

K_2 – valor esperado para as modificações para o contrato de série de preços.

Tendo presente as equações anteriores, pode-se concluir que a escolha do tipo de contrato depende da fiabilidade do projecto (τ) e do nível implementado para a renegociação do contrato (σ). Refira-se como grande diferença entre os dois tipos de contrato o incentivo ao Empreiteiro ($g(e)$) para que desenvolva esforço de optimização do processo de realização física da obra.

Em termos gerais, pode-se considerar a modalidade de valor global como aquela que melhor defende o interesse do Dono da Obra, uma vez que, teoricamente, o valor do contrato é fixo. No entanto, o Dono da Obra só poderá tirar benefício efectivo deste tipo de contrato caso tenha definido previamente com exactidão o que pretende construir e o tenha descrito correctamente no concurso. Não procedendo deste modo, o Dono da Obra pode confrontar-se com uma situação que se situa no limiar do caos, o que, a ocorrer, coloca o Dono da Obra na dependência do gestor do empreendimento, nomeadamente em relação à sua competência para encontrar as melhores soluções.

3.2.9 CONFLITO

Sendo necessário o contributo de várias especialidades nas diferentes fases do empreendimento, a elevada interacção entre elas pode gerar dificuldades de comunicação que, não sendo apreendidas e resolvidas com prontidão, podem ser fonte de conflitos entre os intervenientes e comprometer o desenvolvimento do empreendimento.

A existência de conflitos geralmente origina perda de produtividade, custos acrescidos, degradação das relações entre as partes envolvidas e potencia novas situações de conflito.

Entende-se por conflito uma situação de concorrência em que as partes estão conscientes da incompatibilidade das suas posições e na qual cada uma delas deseja ocupar uma posição incompatível com os desejos da outra. No entanto, a existência de um conflito pode não constituir uma experiência negativa. Todavia, quando o conflito não é devidamente resolvido ou, sendo-o, a solução alcançada não é satisfatória para ambas as partes, pode acarretar consequências gravosas (*Cfr. Vezzulla, 2001*).

A existência de um conflito pressupõe que as suas causas latentes não foram identificadas e por consequência não foram resolvidas atempadamente, atingindo-se uma situação de ruptura.

Tradicionalmente, encara-se a existência de um conflito como uma ameaça. A primeira reacção é tentar resolvê-lo por via adversarial, isto é, geralmente a parte que se sente lesada pretende resolver o conflito com celeridade, levando a que a parte contrária sofra as consequências dos seus actos danosos. Muitas vezes, esta atitude mais não é do que esconder a verdadeira razão do conflito, pelo que se exige que a própria resolução do conflito obedeça a uma avaliação ponderada dos factores em jogo e das consequências dos actos para a resolução.

De forma simplista, a resolução de um conflito pode tomar as seguintes vias:

1. imposição da solução pela parte que detém mais poder (de informação, financeiro, de ascendência, etc.). Ou seja, um ganha e o outro perde, pelo que o futuro em conjunto pode estar comprometido, consoante o tipo de relação;

- II. cedência de ambas as partes, de modo a obter uma solução que seja aceite, embora tal solução não seja estável no tempo. Ou seja, a médio prazo ambos perdem, podendo ficar comprometido o futuro em conjunto;
- III. cooperação, em que ambas as partes trabalham o conflito, tentando obter uma solução que satisfaça os interesses mútuos. É uma solução em que os ambos ganham, ficando salvaguardada a relação futura entre as partes.

Habitualmente, os conflitos resolvem-se pelas duas primeiras formas. A primeira delas corresponde a um processo claramente adversarial, em que os intervenientes se confrontam, conferindo a um terceiro – juiz ou árbitro – a solução. Considera-se que seria vantajoso para o sector da construção que os conflitos existentes fossem resolvidos por cooperação entre as partes, o que pode ser implementada recorrendo, por exemplo, à mediação de conflitos.

3.2.10 RAZÕES PARA DESVIOS AO CONTRATO

Segundo Flyvbjerg *et al.* (2002), para justificar os desvios financeiros num contexto de projectos de infra-estruturas de transportes, existem quatro explicações possíveis: técnicas, económicas, psicológicas ou políticas.

A explicação técnica para o desvio recorre aos erros de estimativa envolvendo técnicas imperfeitas, elementos de base inadequados, falhas no processo de engenharia, dificuldades de previsão do futuro e falta de experiência da parte dos técnicos envolvidos. Assim, no caso de prevalência de aspectos técnicos na justificação do desvio ao contrato pode afirmar-se que o valor inicial estimado era incorrecto por defeito, para o empreendimento porque o projecto não possuía nem a qualidade nem o rigor necessário para uma estimativa mais adequada.

Existem duas explicações económicas para os desvios, uma focada no interesse privado de cada interveniente e outra no interesse público. No que respeita aos interesses privados, a realização de um empreendimento gera negócios em vários sectores de actividade, o que proporciona criação de riqueza, nomeadamente para os accionistas de empresas que de algum modo estejam envolvidas naquela realização. Neste cenário, o processo para a realização do empreendimento, nomeadamente o seu valor inicial estimado, pode ser influenciado por terceiros, tendo em vista a obtenção de

ganhos futuros. No que respeita ao interesse público, é vantajoso reduzir o valor inicial de modo a minimizar os gastos do dinheiro público e forçar o sector da construção a otimizar os seus procedimentos. Assim, quer para o interesse privado quer para o público é benéfico que o valor inicial para o empreendimento seja baixo, uma vez que se for, eventualmente, mais elevado o empreendimento poderá não avançar.

A principal explicação psicológica centra-se no optimismo, ou seja, na expectativa de conseguir que o preço final para o empreendimento corresponda ao mínimo possível, o que significa que a estimativa é realizada considerando que o futuro é totalmente conhecido e que não ocorrerá nenhuma mudança ao estipulado.

A explicação política envolve interesses e poder. O valor da empreitada é intencionalmente minimizado para servir o interesse do Dono da Obra, com o objectivo único de incentivar o início dos trabalhos.

3.3 MODELO CONCEPTUAL ENTRE AS CAUSAS E O DESVIO AO CONTRATO

As referências mais importantes para o gestor nas empreitadas de obras públicas são o custo, o prazo, a segurança durante a execução da obra e a qualidade desta.

Ainda que na realização de um empreendimento possam ter lugar alterações ao inicialmente configurado, é inaceitável que elas tenham como consequência desvios aos padrões de custo, prazo, qualidade e segurança previamente definidos. Para que se consiga este desiderato, torna-se necessário que o empreendimento esteja bem fundamentado e seja bem gerido.

Neste capítulo, e tendo como referência um qualquer empreendimento de construção, abordou-se a problemática relativa a contratos, interesses e motivações, erro, risco, incerteza e caos, justificações para os desvios e tempo de maturação do projecto, ficando identificados globalmente, os factores que têm impacto na ocorrência de desvios ao inicialmente contratado em termos financeiros.

Partindo da relação entre poder de decisão e os constrangimentos num empreendimento indicada por Bertelson & Koskela (2003), ver Figura 3.16 pode-se proceder às seguintes adaptações e ligações:

- o empreendimento possui falhas latentes que podem a qualquer momento tornarem-se activas (Reason, 1990), se o forem, significa que nesse aspecto deixou de haver controlo e, assim, há a possibilidade de existir desvios ao contrato;
- os constrangimentos externos advêm dos vários intervenientes na obra que tomando consciência da sua realização vão tentar impor algumas alterações;
- os constrangimentos internos advêm de que as alterações implicam tempo e custo e estes recursos estão limitados, bem como a garantia de qualidade para o empreendimento e uma minimização de acidentes na obra;
- o poder de decisão depende do grau de ligação contratual entre os vários intervenientes, assim esta componente está intimamente ligada aos constrangimentos indicados através do tipo de contrato e por consequência de gestão existente no empreendimento.

Assim pode-se condensar na Figura 3.22 as modificações introduzidas, resultando um modelo conceptual para os desvios ao contrato, ou seja, para existir um desvio é necessário haver falhas latentes no processo - situações que se encontram incompatíveis mas que ainda não foram descobertas. Quando é descoberta uma destas situações são realizadas modificações ao projecto, falha activa. As consequências desta modificação (custo e tempo) vão entrar em conflito com as limitações do empreendimento. Caso não sejam tomadas decisões de modo a impedir o desenvolvimento das referidas falhas, o projecto entra na zona de incerteza. Caso exista a falta de conhecimento e experiência por parte dos vários decisores, que permitiria recuperar o empreendimento, este entra na zona caótica.

Da figura seguinte pode inferir-se o modelo conceptual que liga e explica como as várias causas, expostas neste capítulo, influenciam a existência um desvio ao contrato.

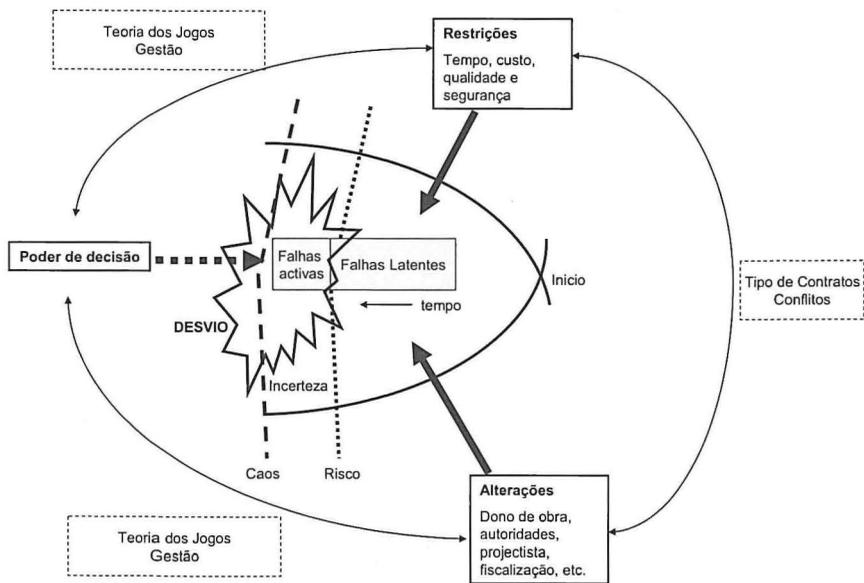


Figura 3.22 – Modelo conceptual da relação entre as causas e os desvios num empreendimento (modificação da figura de Bertelson & Koskela, 2003)

4. DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO DE PREVISÃO DE DESVIOS: MULTIMPACT

4.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo abordam-se as causas dos desvios orçamentais ao contrato recorrendo à bibliografia existente sobre a matéria. Com base na análise efectuada, elabora-se um Questionário Global (QG) com o objectivo de aferir o grau de desvio do empreendimento e propõe-se uma classificação do desvio por tipo de interveniente. Estudam-se 73 casos de obras em Portugal, a partir de elementos publicados pelo Tribunal de Contas.

Coloca-se a hipótese de o desvio orçamental, diferença entre o valor final e o inicial, seguir uma distribuição exponencial negativa, o que reflecte a ocorrência de um maior número de casos com desvio pequeno do que com desvio elevado. Ajusta-se a distribuição exponencial negativa aos casos de empreendimentos nacionais e internacionais. Avalia-se a fiabilidade desta lei de distribuição quando aplicada aos dados bibliográficos estudados, concluindo-se pela sua adequabilidade.

Propõe-se ainda uma metodologia expedita de quantificação do desvio financeiro para obras em Portugal com base nos casos publicados pelo Tribunal de Contas e no questionário global (QG) elaborado.

Propõe-se o modelo Multimpact para simular os desvios financeiros ao contrato, incluindo aqueles que resultam de uma eventual compressão do prazo previsto para as actividades críticas. Este modelo incorpora informação acerca de empreendimentos já realizados, considera o risco e a incerteza e tem em conta também informação relativa ao empreendimento em estudo. Para que a aplicação do modelo tenha um carácter prático foram definidos dois factores: factor de impacto FI (congrega os aspectos de gestão) e o factor de impacto FII (incerteza). Para quantificar estes factores de impacto é desenvolvido um questionário comparativo (QC).

4.2 CAUSAS DE DESVIOS FINANCEIROS AO CONTRATO. EXPERIÊNCIA INTERNACIONAL

A problemática dos desvios financeiros nas empreitadas coloca algumas questões, nem sempre de fácil resposta, de que se entende como mais relevantes:

- I. Os desvios financeiros ao contrato são um fenómeno nacional ou internacional?
- II. Quais as razões que se atribuem à existência de desvios?
- III. O desvio é intrínseco ao conceito de empreendimento?
- IV. É possível prever um desvio ao contrato?

Para dar resposta a estas interrogações mostram-se resultados de análises à escala global, ou seja, conclui-se que o desvio existe e que geralmente é positivo, ou seja o Dono da Obra paga valor superior ao contratado. Aborda-se também a questão do desvio dentro de sectores da indústria da construção localizados em áreas geográficas distintas.

Explicitam-se as razões que determinados grupos, dentro da indústria da construção, atribuem ao sucesso de um empreendimento, considerando sucesso como um reduzido desvio ao contrato. Procurou-se casos em que a avaliação do empreendimento incidiu sobre a fase de construção e não de exploração, de forma a evitar os casos em que uma exploração bem sucedida poderia ocultar uma fase de construção ruínosa, como é exemplo o edifício da ópera de Sidney.

Por fim, apresentam-se formas quantificadas de previsão de desempenho para vários intervenientes no empreendimento. A existência de indicadores quantificáveis permite que o gestor ajuste, desde uma fase inicial, o planeamento de modo a que os resultados se aproximem dos objectivos a que se propôs.

4.2.1 CAUSAS GLOBAIS DE DESVIOS FINANCEIROS

Clarke (2000) realizou uma análise, a nível mundial, sobre os desvios ao contratado, com incidência sobre o tempo e custo na construção de barragens, para o que utilizou um questionário. Aquele investigador verificou a existência de desvios financeiros em todos os projectos analisados, con-

cluindo desde logo pelo interesse em considerar cinco áreas geográficas. Analisando cada área geográfica e posteriormente comparando-as entre si, observou que a média difere, bem como a dispersão dos valores, como se pode constatar a partir da Tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Desvios em empreendimentos hidráulicos em várias zonas geográficas

Áreas geográficas	Amostra (n.º obras)	Desvio Custo (final/inicial)		Desvio temporal (anos)	
		Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão
Sul e Sudeste Asiático	42	1,20	0,30	1,74	2,38
Europa e Centro Asiático	34	1,27	0,24	1,46	2,06
África e Médio Oriente	20	1,06	0,24	0,68	1,17
América Latina e Caribe	17	1,15	0,39	1,31	1,32
Estados Unidos e Canadá	10	1,04	0,09	0,88	2,37
Totalidade	123	1,17	0,29	1,34	2,04

Aquele investigador analisou também a tendência dos desvios ao longo do tempo, tendo constatado que a média do desvio temporal tem aumentado para a amostra considerada, ou seja, desde a década de 1950 até à de 1990. No que respeita ao desvio do custo, verificou um aumento entre as décadas de 1950 e de 1970, após a qual o desvio médio tendeu a diminuir. O mesmo investigador refere como possíveis causas para o aumento do prazo de execução a crescente complexidade dos projectos hidráulicos integrados e para a diminuição do desvio financeiro a utilização de ferramentas e de metodologias de previsão mais avançadas.

Bertelsen & Koskela (2003) desenvolveram um modelo conceptual para explicar como um determinado empreendimento pode tornar-se caótico, como se referiu no capítulo 3. O modelo considera a existência de três tipos de forças que constroem o empreendimento, a saber: o poder de decisão (organização do Dono da Obra, equipa de gestão, cooperação), os cons-

trancimentos internos do projecto (custo, prazo, qualidade) e os constrangimentos externos (directivas, pré-requisitos, recursos). Ressalta que as forças que representam os constrangimentos internos e externos tendem a conduzir o empreendimento para uma zona caótica, tendo unicamente como meio estabilizador, o poder de decisão do Dono da Obra. Aqueles autores identificaram causas que dão origem aos constrangimentos:

- Constrangimentos internos:
 - Custo;
 - Prazo;
 - Especificações;
- Constrangimentos externos:
 - Directivas
 - Modificações legais;
 - Novos requisitos do Dono da Obra;
 - Requisitos das autoridades;
 - Estado do tempo;
 - Pré-requisitos:
 - Novo método construtivo;
 - Incerteza quanto ao terreno de fundação;
 - Quantidades erradas;
 - Entrega tardia de documentação (desenhos, memória, especificações);
 - Recursos:
 - Disponibilização das equipas de trabalho;
 - Disponibilização do equipamento necessário;
 - Existência de espaço para a execução do trabalho.

Também, segundo aqueles investigadores, os factores que contribuem para influenciar o poder de decisão são:

- Organização adequada do Dono da Obra;
- Equipa de gestão;
- Coóperação entre os intervenientes.

Flyvbjerg *et al.* (2004) estudaram cerca de 258 projectos ligados a infra-estruturas de transportes, construídas principalmente na Europa e nos Estados Unidos da América (EUA) mas também em países noutros continentes, executados entre 1910 e 1998. Daquele trabalho concluíram que:

- os desvios dependem do tipo de projecto: caminho-de-ferro, obras de arte ou estradas;
- os desvios dependem da zona geográfica;
- ao longo do tempo, a média dos desvios financeiros nos projectos não apresenta uma tendência decrescente;
- o desvio relaciona-se com a duração do projecto, na medida em que quanto mais longo o período de tempo da obra, maior é o desvio financeiro;
- os empreendimentos de construção de pontes e túneis de maior comprimento tendem a apresentar maior desvio do que os de menor extensão.

Flyvbjerg & COWI (2004) referem que a principal causa para os desvios relativamente ao custo inicialmente indicado é o optimismo, ou seja, pressupõe-se que o mundo é perfeito e que toda a informação necessária existe e é imutável. Neste pressuposto, as análises económicas são vantajosas ao empreendimento, ficando facilitada a sua aprovação. No entanto, o mundo não é perfeito nem é conhecida inicialmente a totalidade da informação necessária, razão porque aqueles investigadores sugerem que o valor previsto para o custo da empreitada resulte da adição da estimativa inicial acrescida de uma parcela que é uma percentagem do valor estimado, a qual depende do grau de confiança que se pretende alcançar (Tabela 4.2). Por exemplo, para um grau de confiança de 80% no custo final de uma linha da rede ferroviária de alta velocidade é sugerido que o custo estimado inicial seja multiplicado por um factor de 1,57.

Tabela 4.2 – Acréscimos ao valor inicial (adaptado de Flyvbjerg & COWI, 2004)

Categoria	Tipo de projecto	Percentagens de acréscimo devido ao optimismo				
		Grau de confiança desejado				
		50%	60%	70%	80%	90%
Estradas	Auto-estradas; estradas locais, parques, etc	15%	24%	27%	32%	45%
Caminho-de-ferro	Metropolitano, metro ligeiro, caminho-de-ferro normal, rede de alta velocidade	40%	45%	51%	57%	68%
Ligações fixas	Pontes e Túneis	23%	26%	34%	55%	83%
Edifícios	Estações, terminos	4 a 51% (*)				
Sistemas de Informação	Desenvolvimento de sistemas de informação	10 a 200% (*)				
Construção normal		3 a 44% (*)				
Construção com requisitos especiais		6 a 66% (*)				

(*) baseado num estudo da Mott MacDonald (incluído para servir de comparação)

Dos quatro trabalhos (Clarke (2000), Bertelsen & Koskela (2003), Flyvbjerg *et al.* (2004) e Flyvbjerg & COWI (2004)) atrás apresentados pode concluir-se que os desvios financeiros ao contrato existem independentemente da localização geográfica e do tipo de obra, no entanto, a sua grandeza depende do grau de optimismo da estimativa inicial, da complexidade do empreendimento e da zona geográfica em questão.

4.2.2 CAUSAS SECTORIAIS DE DESVIO

Neste sub-capítulo apresentam-se cinco casos onde o desvio ocorre num universo restrito. São ilustrados quatro casos focando principalmente a visão do Dono da Obra e um mostrando o ponto de vista do Empreiteiro, verificando-se uma elevada correlação entre as várias causas apresentadas.

Morris (1990) analisou vários projectos levados a cabo na Índia tendo identificado as seguintes causas de desvio financeiro ao valor inicialmente contratado:

- planeamento inadequado, em particular quanto ao projecto e sua implementação;
- atraso na construção, relacionados com o fornecimento de materiais e a colocação em obra de equipamentos;
- modificações no âmbito do projecto por decisão do Governo;
- restrições de recursos, financeiros e energéticos;
- atraso nas decisões governamentais, com falta de coordenação entre os diversos departamentos;
- escolha imprópria do local da obra;
- falta de competência técnica, falta de organização ou outras falhas para além das referidas no primeiro item;
- problemas laborais;
- calamidades naturais ou humanas, no caso a guerra indo-paquistanesa;
- falta de experiência dos consultores técnicos, acordos de colaboração não apropriados, monopólio de tecnologia.

Para uma outra realidade, o Botswana, Chimwaso (2000) fez um estudo sobre as causas de desvio ao contratado no sector da construção, para o que utilizou um questionário aos profissionais do sector. As principais razões encontradas foram:

- projecto incompleto a concurso;
- solicitação de trabalho adicional pelo Dono da Obra;
- omissões no projecto;
- variação nas quantidades iniciais;
- reclamações contratuais relativamente a prazo e custo.

Ahmed *et al.* (2002) realizaram um estudo sobre a indústria na construção no estado da Florida, EUA, identificando os seguintes factores que, segundo eles, estiveram na origem dos desvios financeiros:

1. referentes ao projecto

- Mudanças introduzidas pelo Dono da Obra;
- Alteração de desenhos;
- Documentos incompletos;
- Mudança de especificações;
- Falta de aprovação de peças de projecto;
- Falta de pormenorização do projecto;

2. relativos à construção

- Inspeções constantes e desajustadas;
- Atrasos no fornecimento de materiais ou na execução de trabalhos;
- Falta de competências dos subempreiteiros;
- Sistema de procura de materiais pouco eficiente;
- Falta de mão-de-obra especializada;
- Erros construtivos;

3. atraso nos pagamentos

4. modificações ao contrato

5. alteração de Regulamentação

Sobre empreendimentos realizados na Noruega, Berg *et al.* (2003) analisaram projectos de complexidade elevada (ferroviários, edifícios com requisitos especiais, sector petrolífero) nos quais ocorreram desvios significativos tendo concluído que as razões fundamentais para esses desvios foram essencialmente de três tipos:

- os projectos tinham forte componente política e os utilizadores finais tinham também grande influência, o que resultou em modificações tardias;
- a relação de responsabilidades entre a gestão do projecto e o Dono da Obra não era clara;
- a gestão do risco não foi eficiente.

Uma das causas que contribui para o desvio económico dos empreendimentos é o desperdício de materiais que se dá durante a execução da obra. Esta situação foi investigada por Molete *et al.*(2003) beneficiando para o efeito da colaboração de empresas inscritas na Associação de Empreiteiros Gauteng, de Joanesburgo. Aqueles investigadores foram conduzidos à identificação dos seguintes factores:

1. relacionados com o Dono da Obra

- A Dono da Obra para a conclusão do empreendimento teve como consequência planeamento optimista;
- Expectativas muito elevadas;
- Modificação tardia que faz abortar a sequência de trabalho planeada;
- Interferência com a execução do projecto em fases tardias;

2. relacionados com o projecto

- Alterações introduzidas pelo projectista à revelia do Dona da Obra;
- Erros de pormenorização;
- Especificações não aplicáveis;
- Projectos conservadores, margens de segurança maiores do que os necessários;

3. relacionados com a construção

- Falta de supervisão;
- Roubo e vandalismo;
- Absentismo;
- Material colocado em excesso devido a trabalho mal executado anteriormente;
- Má interpretação das peças de projecto;

4. relacionados com a gestão

- Falta de planeamento e organização;
- Falta de gestão de materiais;

- Quantidades de trabalho mal estimadas;
5. relacionado com o sistema de fornecimento e acondicionamento
- Deficiente armazenamento dos materiais;
 - Deficiente manuseamento dos materiais;
 - Sistema de entrega não adaptado às necessidades;
6. outras ocorrências
- Negligência;
 - Danos devido à intempérie;
 - Acidentes ou casos de força maior.

O conjunto de trabalhos referido abarca cinco países em quatro continentes (África, América do Norte, Ásia e Europa) no entanto em todos as causas identificadas para justificar o desvio são similares: indefinição do projecto e gestão deficiente do empreendimento.

Relacionando com o sub-capítulo anterior, ao nível do valor do desvio financeiro, pode inferir-se que embora as causas para a existência de desvio sejam semelhantes as consequências financeiras não o são, assim as causas devem possuir uma gradação de forma a conseguir-se correlacioná-las com as suas consequências, nomeadamente o desvio financeiro.

4.2.3 CAUSAS ATRIBUÍDAS AO SUCESSO DE UM EMPREENDIMENTO

Para perceber as causas de desvio ao contrato é fundamental entender as razões que levam a que uma entidade classifique de sucesso um empreendimento. Neste trabalho a avaliação do sucesso num empreendimento não se prolonga para além do final da obra. Não contempla a exploração e manutenção do empreendimento.

Uma das condições fundamentais para que se venha a verificar o sucesso do empreendimento corresponde à existência de um projecto com qualidade adequada. A satisfação desta condição não é fácil já que o projecto é executado a partir de conceitos e pressupostos, incluindo também a valorização de interesses dos vários responsáveis, exigindo coordenação entre as várias especialidades intervenientes, de modo a que durante a execução da obra todas as partes estejam conformes, por si só e entre elas. Cada vez

mais o tempo para a execução de um empreendimento é escasso, podendo mesmo afirmar-se que cada empreendimento existe uma janela de tempo que o torna economicamente interessante. Assim sendo, a diminuição do tempo de execução do empreendimento é fundamental e, por conseguinte, também o é o tempo gasto na elaboração de um projecto exequível. Deste modo, um dos objectivos a alcançar é o de diminuir o tempo gasto na execução do projecto, embora mantendo ou melhorando a sua qualidade final.

Chachere *et al.* (2004) abordaram a problemática da concepção e elaboração do projecto no sentido de encurtar o prazo de execução do mesmo, de que resultou a identificação do seguinte um conjunto de factores:

- equipa de projecto independente para que possa estar unicamente focalizada no projecto;
- execução do projecto em paralelo, ou seja, todos os especialistas a trabalhar ao mesmo tempo e com interdependência;
- compromisso da equipa relativamente à qualidade e ao prazo;
- comunicações fiáveis entre os vários elementos da equipa;
- rede de informações activa, integrada e partilhada e forma a existir uma rápida detecção de alterações;
- hierarquia horizontal de forma a reduzir o tempo de decisão;
- respeito entre os vários elementos da equipa;
- objectivo comum, o cumprimento do prazo;
- procedimentos e objectivos compreendidos e aceites por todos os elementos da equipa;
- resolução célere de problemas pelos intervenientes.

Uma das formas de que o Dono da Obra dispõe para contratualização da realização de um empreendimento é o formato “concepção – construção”. Neste tipo de abordagem o Dono da Obra tem como objectivo conseguir que o início da obra ocorra mais cedo e, conseqüentemente, também o usufruto dela. Para que assim seja o Dono da Obra necessita de ter previamente definido todos os conceitos e pressupostos que deseja ver integrados no empreendimento, de forma a interferir o menos possível na gestão do Empreiteiro. Se, ainda assim, surgirem situações não previstas e que sejam

razão de divergência entre intervenientes, é necessário que exista uma forma célere de ultrapassar esses problemas.

Chan *et al.* (2001) organizaram um questionário aos participantes em 19 empreendimentos públicos, construídos no sistema “concepção – construção” em Hong-Kong, com o qual procuraram avaliar o desempenho na realização, tendo concluído que os factores mais relevantes para o sucesso do empreendimento são os seguintes:

1. compromisso de cada elemento da equipa de gestão do empreendimento, nomeadamente:
 - Disponibilidade para resolução célere de conflitos;
 - Capacidade de desenvolver o projecto com qualidade dentro do prazo e no custo acordados;
 - Cooperação entre todos os intervenientes;
 - Entendimento por parte do Empreiteiro do processo executivo;
 - Adequado sistema de comunicação entre todos os intervenientes;
 - Elevada confiança entre todos os intervenientes;
 - Exequibilidade do projecto;
 - Requisitos claros e inequívocos;
 - Objectivos comuns do empreendimento.
2. competências do Empreiteiro
 - Utilizar técnicas especiais/ inovações para acelerar o processo;
 - Incorporar no projecto a sua experiência, de modo a adequá-lo à sua prática;
 - Capacidade de gestão;
 - Satisfação quanto à mais valia que resulta da execução do empreendimento;
 - Existência de metodologia de aprovação de modificações ao empreendimento estabelecido e entendido por todos;
3. análise de Risco
 - Pré-qualificação dos concorrentes;

- Cada participante entender e aceitar e entenderem o nível de risco e de garantias que lhe cabe;
 - Nível reduzido de modificações por parte do Dono da Obra durante o processo;
 - Análise da proposta do Empreiteiro;
4. competências do Dono da Obra
- Capacidade de gestão;
 - Entendimento preciso do âmbito do empreendimento antes de passá-lo ao Empreiteiro;
 - Sintonia com as necessidades dos utilizadores finais;
5. necessidades dos utilizadores finais
- Investigação efectuada das necessidades ser compreensível;
 - Os utilizadores finais devem fazer incorporar no projecto as suas necessidades;
 - Entendimento das necessidades dos utilizadores finais;
6. constrangimentos colocados pelos utilizadores (negativos)
- Os utilizadores finais desconhecem as suas necessidades;
 - Empreiteiro com muitos constrangimentos no empreendimento.

Li *et al.* (2001) prepararam um questionário, que utilizaram no Reino Unido, onde obtiveram 61 respostas em 500 questionários enviados, procurando identificar e caracterizar os factores de sucesso em empreendimentos executados em parceria público/privado, do tipo “concepção, construção, financiamento, operação e manutenção”. Após análise e tratamento das respostas resultaram quatro factores que foram considerados relevantes para justificar o sucesso:

1. eficiência do empreendimento
- Custo ao longo da vida reduzido;
 - Uso adequado do empreendimento
 - Sector privado com inovação técnica;

- Sistema de entrega atempada;
 - Gestão experiente e competente no sector privado;
 - Valor de portagens reduzido;
2. sustentabilidade
- Redução do nível de disputas, reclamações e litigação;
 - Inovação financeira;
 - Contratos de longa duração;
 - Especificações baseadas no desempenho;
 - Tratamento estatal privilegiado;
3. benefícios mútuos
- Transferência de risco;
 - Considerações ambientais;
 - Nível de benefícios tangíveis e intangíveis para os utilizadores;
 - Benefício financeiro para o sector privado;
4. sistema de procura público eficaz
- Concurso com concorrência efectiva;
 - Atribuição eficiente do risco.

O departamento de transportes da Florida (cf. *Florida Department of Transportation*, 2003), após proceder a uma análise de empreitadas na modalidade de “concepção - construção”, concluiu que as acções para potenciar o sucesso de um determinado empreendimento são:

- Utilizar a modalidade “concepção - construção” apenas para empreendimentos em que análise anterior tenha demonstrado a valia deste tipo de contrato. Os empreendimentos devem estar bem definidos, as expropriações devem estar realizadas e não devem existir problemas com o meio envolvente (ambiental e social);
- Escolher a equipa apropriada à complexidade do empreendimento;
- Preparar documentos de concurso claros e concisos;

- O âmbito do empreendimento deve cobrir todos os trabalhos pretendidos;
- Prever contingências para situações incertas;
- Submeter projectos executáveis em obra;
- Considerar no planeamento o tempo necessário para a revisão do projecto;
- Canalizar todas as informações e decisões através do gestor de projecto do Dono da Obra;
- Reconhecer que a comunicação é fundamental. Proceder a reuniões regulares com os intervenientes;
- Documentar todas as acções e decisões.

Os casos apresentados limitam-se fundamentalmente a situações tipo “concepção - construção” em que o sucesso do empreendimento depende de quem o executa, bem como de uma definição inicial clara dos objectivos pretendidos pelo Dono da Obra. No entanto os vários investigadores citados alertam para o facto de que este tipo de contratualização não se aplica a qualquer tipo de empreendimento, nem a qualquer tipo de Dono da Obra. Com base nas conclusões a que foram levados estes investigadores e tendo em conta o conhecimento da realidade da execução de empreendimentos vários, pode considera-se que grande parte das causas apresentadas para o sucesso de empreitadas do tipo “concepção - construção” é, extensível a outros tipos de contratação no sector da construção.

4.2.4 METODOLOGIAS DE PREVISÃO DE DESEMPENHO

Na realização de um empreendimento existe objectivos fundamentais como são o prazo e o custo, pelo que é importante dispor ao longo do desenvolvimento do empreendimento de uma previsão do resultado final para cada um destes dois objectivos. Essa informação permite ao gestor actuar de forma a manter, corrigir ou alterar a estratégia escolhida. Caso a previsão seja desfavorável, podem ser concebidas novas estratégias, conformes com os objectivos pretendidos.

Apresentam-se de seguida sete trabalhos que tem em comum o facto de possibilitarem a previsão de desempenho futuro no sector da construção. O primeiro avalia o nível de definição do empreendimento, o segundo aborda

a previsão de desempenho de engenheiros e arquitectos, o terceiro a selecção de um Empreiteiro, o quarto, quinto e sexto a previsão da relação entre Dono da Obra e Empreiteiro e, por último, apresenta-se um trabalho que prevê o nível de desperdício numa obra.

O Construction Industry Institute (CII, 1999) criou um índice para medir o grau de desenvolvimento de empreendimentos, no caso edifícios, a que apelidou de PDRI (Project Definition Rating Index). A utilização de um índice, sob a forma de pontuação tem a vantagem de poder ser usado na comparação do desempenho em vários empreendimentos do mesmo tipo. O PDRI esta dividido em três partes:

- Bases para a decisão;
- Bases para o projecto;
- Bases para a execução.

Cada um dos grupos contém várias categorias, ver Tabela 4.3, ponderando um total 64 aspectos. O cálculo do PDRI é efectuado através da soma dos pesos dados aos vários aspectos analisados.

Tabela 4.3 – PDRI

PDRI – Project Definition Rating Index		
Secção I Bases para decisão	Secção II Bases para projecto	Secção III Bases para a execução
A – Estratégia de negócio	D – Informação do local da obra	H – Estratégia de procura
B – Filosofias do Dono da Obra	E – Planeamento da construção	J – Entregas
C – Requisitos de projecto	F – Parâmetros para o projecto	K – Controlo de projecto
	G - Equipamento	L – Plano para execução

Para validar o indicador PDRI o Construction Industry Institute (CII) testou o procedimento em 32 projectos de edifícios no valor total de 890 milhões de dólares. A pontuação de cada factor foi atribuída após a ocorrência do

evento, com a pontuação máxima a atingir de 1000 pontos. A análise realizada pelo CII revelou uma significativa diferença de desempenho em empreendimentos com pontuação acima ou abaixo de 200 pontos. Foi verificado que projectos com pontuação inferior a 200 tinham menor número de alterações e menores desvios ao contrato no que respeita a custo e prazo. Como o valor final é uma pontuação pode ser utilizado para fazer comparações de desempenho de vários empreendimentos do tipo de edifícios.

O sucesso de um empreendimento depende significativamente do nível de adequação do projecto à complexidade da obra. Mas, o desenvolvimento do projecto depende das competências dos técnicos que o realizam. Ling (2002) inquiriu técnicos vinculados a Empreiteiros com experiência no processo “concepção - construção” e, com base nas respostas a 51 questionários, concluiu que o desempenho de um engenheiro ou arquitecto depende da postura desse técnico relativamente a três situações:

- Formulação adequada do problema e capacidade para a sua resolução;
- Rapidez na produção de desenhos exequíveis;
- Entusiasmo na execução da tarefa.

Este investigador relacionou o desempenho obtido com os resultados às questões através da Equação 4.1 ($R^2=0,836$):

$$Y = -2,477 + 0,482 \cdot X_1 + 0,425 \cdot X_2 + 0,413 \cdot X_3$$

Equação 4.1

sendo:

- Y – desempenho do técnico [1;10]. Quando Y for menor que 1 ou maior que 10 tome-se o valor de 1 ou 10 conforme a situação;
- X1 – entusiasmo na prossecução de uma tarefa difícil [1;10];
- X2 – rapidez na produção de desenhos exequíveis [1;10];
- X3 – capacidade de resolução de problemas e formulação adequada [1;10].

A escala para todas as variáveis (Y, X1, X2 e X3) é a seguinte:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
mau			médio		bom		muito bom		excelente

Para o sucesso de um empreendimento é fundamental que o adjudicatário da obra tenha as competências ajustadas às necessidades, pelo que a sua selecção se reveste de cariz fulcral. Kiani (2000) desenvolveu um modelo para medir o grau de eficiência de uma empresa de construção, para o que se baseou num questionário a intervenientes em 92 projectos. O resultado daquela investigação conduz a uma equação que relaciona a qualidade geral do Empreiteiro com duas variáveis, que reflectem o nível de satisfação do Dono da Obra e de entidades reguladoras, externas ao empreendimento. A equação é a seguinte:

$$Y = -15,6 + 0,49 \cdot X_1 + 0,69 \cdot X_2$$

Equação 4.2

sendo:

Y – capacidade do Empreiteiro para desenvolver a obra, [0;100], quanto maior o valor Y maior a capacidade do Empreiteiro. Para valores obtidos negativos considerar Y=0 e valores superiores a 100 considerar Y=100;

X1 – satisfação do Dono da Obra relativamente às características do Empreiteiro no que respeita ao cumprimento de prazos [0;100];

X2 – Satisfação dos organismos reguladores sobre a apetência do Empreiteiro para cumprir a legislação e especificações [0;100].

De acordo com este modelo, para seleccionar criteriosamente o Empreiteiro seria necessário conhecer unicamente os valores variáveis X1 e X2. Cada uma destas variáveis é uma medida cruzada, ou seja, traduz a eficiência do Empreiteiro na óptica do interveniente que avalia o resultado e sofre as consequências das acções do Empreiteiro.

Um aspecto relevante na gestão de um empreendimento consiste em poder antecipar a probabilidade de surgirem problemas no decorrer da obra em que esteja envolvido com um determinado Empreiteiro, o que possibilita a criação antecipada de estratégias conjuntas para resolver os problemas que possam revelar-se durante a realização da obra. Russell & Jaselskis (1992) desenvolveram um modelo que tem a pretensão de responder a esta preocupação do gestor, para o que efectuaram a recolha de informação de 48 projectos. A maioria das obras consideradas foi contratada por tipo valor global (83%) e as restantes por série de preços. Do trabalho resultou a equação seguinte:

$$Y = 9,18 - 1,93 \cdot X_1 - 2,22 \cdot X_2 - 0,53 \cdot X_3 - 0,09 \cdot X_4$$

Equação 4.3

sendo:

Y – valor da função determinante

X1 – nível de avaliação do Empreiteiro realizada pelo Dono da Obra (1-fraco, 2-médio, 3- bom);

X2 – o Dono da Obra faz controlo de custos (1-sim, 0-não);

X3 – percepção do Dono da Obra sobre o nível de apoio que a administração do Empreiteiro dá ao empreendimento (1-sem suporte, 10-apoia incondicionalmente);

X4 - % de envolvimento do responsável do Empreiteiro no empreendimento antes do seu início relativamente ao prazo da empreitada [0;100].

De acordo com este modelo, a probabilidade (P_{FalhaB}) de ocorrerem conflitos entre o Empreiteiro e o Dono da Obra durante a construção da obra é dada pela expressão:

$$P_{Falha} = \frac{e^Y}{1 + e^Y}$$

Equação 4.4

Diekmann & Girard (1995) desenvolveram um modelo que pretende prever o grau de conflito entre o Empreiteiro e o Dono da Obra durante a execução de uma determinada obra. No seu trabalho, aqueles investigadores avaliaram três assuntos principais: os intervenientes, o projecto e os processos instituídos. Nas tabelas seguintes identificam-se os aspectos que consideram mais relevantes, após o tratamento dos dados.

Tabela 4.4 – Aspectos estudados

Dono da Obra	Empreiteiro	Relacionamento
1a. Capacidade de gestão	1b. Capacidade de gestão	8. Construção da equipa
2a. Eficácia da responsabilidade da organização	2b. Eficácia da responsabilidade da organização	9. Histórico da relação
3a. Experiência com o tipo de obra em questão	3b. Experiência com o tipo de obra em questão	10. Balanço de poder
4a. Sucesso em projectos passados	4b. Sucesso em projectos passados	11. Expectativas de futuro em conjunto
5a. Experiência/ Competência	5b. Experiência/ Competência	
6a. Motivação (incentivos)	6b. Motivação (incentivos)	
7a. Competências interpessoais	7b. Competências interpessoais	

Tabela 4.5 – Projecto

Projecto	
Externo	Interno
12. Aspectos ambientais	17. Projecto pioneiro
13. Interferência do público	18. Complexidade do projecto
14. Limitações do local	19. Complexidade da obra
15. Dificil acesso de recursos	20. Tamanho
16. Existência de mão-de-obra especializada	

Tabela 4.6 – Processos instituídos

Processo	
Planeamento pré-contratual	Contrato de construção
21. Incorporação de informação de todos os intervenientes	25. Obrigações contratuais realistas
22. Planeamento financeiro	26. Identificação do risco e atribuição
23. Autorizações e Regulamentos	27. Adequação do projecto e das especificações
24. Definição do âmbito	28. Processo de resolução de conflitos instituído
	29. Procedimentos operacionais

Estes investigadores consideraram 36 questões e, como resultado do tratamento estatístico efectuado estabeleceram a seguinte expressão que relaciona as respostas (pontuadas numa escala de 1 a 6) àquelas questões com o nível de sucesso do empreendimento:

$$Y = -16,7123 + 0,4198 \cdot V_1 + 1,6984 \cdot V_2 + 0,1848 \cdot V_3 + \\ + 0,4229 \cdot V_4 + 0,0839 \cdot V_5 + 0,5296 \cdot V_6 + 0,7527 \cdot V_7 + 0,0303 \cdot V_8$$

Equação 4.5

sendo:

- Y – valor da função discriminante
- V1 – capacidade de gestão e organização do Dono da Obra (questões 1a, 2a, 4a e 7a);
- V2 – capacidade de gestão e organização do Empreiteiro (questões 1b, 2b, 3b, 4b, 5b, 7b e 9);
- V3 – Complexidade do projecto (questões 18 e 19);
- V4 – tamanho do projecto (questão 20);
- V5 – Planeamento financeiro (questão 22);
- V6 – definição do âmbito do projecto (questões 24, 27 e 29);
- V7 – atribuição do risco (questões 21 e 26);
- V8 – Obrigações contratuais (questão 25).

O índice de disputa potencial (DPI – *dispute potencial index*) durante a obra é calculado pela expressão, quanto maior o valor de P menor a probabilidade de disputas:

$$P = \frac{e^r}{1 + e^r}$$

Equação 4.6

Posteriormente, Molenaar *et al.* (2000), partindo do índice DPI, estabeleceram que o potencial de disputa depende fundamentalmente dos seguintes factores:

- capacidade de gestão do Dono da Obra
- Definição do âmbito do projecto;

- Atribuição do risco;
- complexidade do projecto;
- capacidade de gestão do Empreiteiro.

Do ponto de vista do Empreiteiro há necessidade de conhecer o nível de rigor e adaptabilidade do projecto para poder decidir a sua estratégia para aquela obra. Com este intuito de estimar o nível de desperdício numa obra, o Construction Industry Institute (CII), elaborou uma ficha intitulada “Field Rework Index” (índice de desperdício na obra) que inclui 14 questões, sendo a resposta a cada uma cotada com um valor inteiro de 1 a 5. Consoante o valor da soma de cada uma das pontuações, assim a obra em análise seria classificada: com sucesso (soma inferior a 30), normal (soma entre 30 e 45) e elevada probabilidade de desperdício (soma superior a 45). Como este índice é susceptível de ser avaliado em qualquer momento ele revela-se uma óptima ferramenta na orientação do Empreiteiro quanto à eventual necessidade de redefinir ou adaptar a sua estratégia. Apresentam-se na página seguinte as questões associadas a este trabalho do CII e a respectiva forma de classificação.

Tabela 4.7 – Índice de desperdício na obra (adaptado de CII, 2001)

Q	Descrição	Ponderação						
		1	2	3	4	5		
1	Grau de alinhamento entre os vários intervenientes da organização do Dono da Obra	Não podia ser melhor	1	2	3	4	5	Não podia ser pior
2	Grau de planeamento existente no projecto	Total	1	2	3	4	5	Nenhum
3	Qualificações do projectista para o projecto em análise	Não podia ser melhor	1	2	3	4	5	Não podia ser pior
4	Grau de rotatividade dos chefes das áreas de projecto necessárias	Não existiu mudança	1	2	3	4	5	Mudou mais que uma vez
5	Nível de levantamento dos condicionamentos existentes no terreno	Não podia ser melhor	1	2	3	4	5	Não podia ser pior
6	Qualidade da coordenação entre as várias especialidades do projecto	Não podia ser melhor	1	2	3	4	5	Não podia ser pior
7	Qualidade do nível de pré-qualificação das empresas fornecedoras de meios para o projecto	Não podia ser melhor	1	2	3	4	5	Não podia ser pior
8	Acessibilidade a informação de fornecedores de equipamento	Total	1	2	3	4	5	Nenhuma
9	Grau de compressibilidade do prazo para execução do projecto	Não foi comprimido	1	2	3	4	5	Totalmente comprimido
10	Grau de utilização de horário extra laboral da empresa projectista	Nenhum	1	2	3	4	5	Total
11	Nível de trabalho feito no projecto	Não podia ser menor	1	2	3	4	5	Não podia ser maior
12	Compromisso com a exequibilidade do projecto e grau de participação na execução da obra	Compromisso total	1	2	3	4	5	Falta de compromisso
13	Nível expectável de especialidade dos trabalhadores da obra requerida para o projecto	Totalmente acessível	1	2	3	4	5	Escasso
14	Nível expectável de horário extra laboral do Empreiteiro	Nenhum	1	2	3	4	5	Elevado

Do exame dos trabalhos referidos, ressalta a necessidade de quem faz a análise do empreendimento ter que conhecer o projecto e os constrangimentos ao mesmo. Estas ferramentas servem unicamente para criar cenários baseados nos dados fornecidos, a partir do que é possível avaliar as estratégias a desenvolver de forma a influenciar o resultado, na prossecução dos objectivos pré-estabelecidos. De um modo geral a estratégia passa pelo esclarecimento da definição e âmbito do empreendimento e pela modificação do tipo de gestão.

4.2.5 ALGUMAS CONCLUSÕES SOBRE A EXPERIÊNCIA INTERNACIONAL

Do exposto pode concluir-se que o desvio ao contrato num empreendimento de construção é comum a nível internacional (África, América do Norte, Ásia e Europa). Verifica-se também que as causas para a existência de desvio são similares nos diferentes casos estudados.

Da análise dos casos expostos pode considerar-se que o desvio é intrínseco ao conceito de empreendimento. Ao ser um sistema o empreendimento contempla uma componente de complexidade e incerteza, razão porque no momento do contrato existe uma parcela de desconhecimento, que posteriormente pode transformar-se em mais ou menos valias para o próprio empreendimento.

4.3 PROPOSTA DE UM QUESTIONÁRIO GLOBAL (QG)

Para ocorrer um desvio financeiro ou temporal é necessário que ocorram falhas, que se tornaram activas, que não foram detectadas ou que, se o foram, não existiu poder para as minimizar ou eliminar, como se torna evidente com o modelo conceptual mostrado no capítulo 3. As causas podem, ainda, estar no interior da organização ou no ambiente onde esta se move. Da análise da experiência internacional sobre as causas dos desvios, das razões de sucesso dos empreendimentos e do conceito de sistema ressaltam como pontos comuns: os intervenientes, o contexto, a complexidade do elemento a construir e a incerteza. Estes aspectos podem ser agrupados do seguinte modo:

- conjuntura, estabilidade organizacional e decisional do Dono da Obra relativamente à conflitualidade social, política ou concorrencial que existe durante o decorrer do empreendimento;

- capacidade de gestão do Dono da Obra;
- capacidade de gestão do projectista;
- capacidade de gestão do Empreiteiro;
- complexidade do empreendimento;
- análise de Risco;
- contrato.

Na tabela seguinte mostra-se a relação entre a bibliografia referida e os sete factores considerados, bem como a identificação do interveniente que mais pode influenciar o factor referido.

Tabela 4.8 – Relação entre a bibliografia analisada e os factores de desvio considerados

Factor de desvio	Bibliografia	Interveniente
Conjuntura	Flyvbjerg <i>et al.</i> (2004); Clarke (2000); Berg <i>et al.</i> (2002); Ahmed <i>et al.</i> (2002); Morris(1990); Chan <i>et al.</i> (2001) ; CII (1999)	Entidades reguladoras e Dono da Obra
Capacidade de gestão do Dono da Obra	Berg <i>et al.</i> (2002); Bertelsen & Koskela(2003); Ahmed <i>et al.</i> (2002); Morris(1990); Chan <i>et al.</i> (2001); Chimwaso (2000); Molete <i>et al.</i> (2003) ; Li <i>et al.</i> (2001); FDT (2003) ; Russell & Jaselskis (1992); CII-153 (2001); Diekmann & Girard (1995)	Entidades que superintendem o Dono da Obra e o próprio
Capacidade de gestão do projectista	Berg <i>et al.</i> (2002); Bertelsen & Koskela(2003); Ahmed <i>et al.</i> (2002); Morris(1990); Chimwaso (2000); Molete <i>et al.</i> (2003); Chachere <i>et al.</i> (2004); Chan <i>et al.</i> (2001); Li <i>et al.</i> (2001); FDT (2003); Ling (2002); CII-153 (2001)	Projectista
Capacidade de gestão do Empreiteiro	Bertelsen & Koskela(2003); Ahmed <i>et al.</i> (2002); Morris(1990); Molete <i>et al.</i> (2003); Chan <i>et al.</i> (2001); Li <i>et al.</i> (2001); Kiani (2000); Russell & Jaselskis (1992); CII-153 (2001); Diekmann & Girard (1995)	Empreiteiro
Complexidade do empreendimento	Clarke (2000); Bertelsen & Koskela(2003); Chan <i>et al.</i> (2001); FDT (2003); CII-153 (2001); Diekmann & Girard (1995)	Dono da Obra e projectista
Análise de risco	Berg <i>et al.</i> (2002); Chan <i>et al.</i> (2001); Li <i>et al.</i> (2001); FDT (2003); Diekmann & Girard (1995)	Dono da Obra
Contrato	Bertelsen & Koskela(2003); Ahmed <i>et al.</i> (2002); Chimwaso (2000); Molete <i>et al.</i> (2003); Chan <i>et al.</i> (2001); Li <i>et al.</i> (2001); FDT (2003); Diekmann & Girard (1995)	Dono da Obra

Para a construção de um questionário destinado à avaliação de empreendimentos na perspectiva do desvio financeiro, tendo em conta as causas que, o originaram e a experiência internacional, analisou-se cada factor com o objectivo de perceber quais seriam as questões a colocar, para que no seu conjunto proporcionassem uma noção aproximada da contribuição de cada factor para o desvio ao contrato.

Os critérios que presidiram à identificação e redacção de cada questão e à definição do número de questões associadas a cada factor foram os seguintes:

- minimizar o número de questões por factor e globalmente;
- selecção de questões que tenham correlação directa com a existência de um desvio financeiro ao contrato;
- análise dos questionários disponíveis na bibliografia e selecção das questões que melhor se adaptam ao critério anterior;
- abarcar os principais intervenientes no desenvolvimento do processo, bem como em todas as fases do empreendimento.

A estrutura e o conteúdo do Questionário Global (QG), desenvolvido no âmbito desta dissertação, é a que se passa a expor.

Conjuntura

1. *Qual a relação temporal entre a duração prevista do empreendimento e a duração de metade do mandato de administração do Dono da Obra?*
2. *Nível de estabilidade política / conflitualidade social?*
3. *Nível de estabilidade legislativa ou normativa (interna ou externa) relativamente ao projecto.*

Com este conjunto de questões aborda-se os interesses estratégicos da administração do Dono da Obra, bem como a estabilidade política e legislativa do sector em questão.

Capacidade de gestão do Dono da Obra

4. *Existe alinhamento entre os vários intervenientes da organização do Dono da Obra, toda a organização prossegue os mesmos objectivos (áreas envolvidas e tempo de resposta)?*

5. *Qual a rotatividade da chefia responsável do Dono da Obra durante todo o processo de desenvolvimento do empreendimento?*
6. *Como classifica a experiência e competência da equipa do Dono da Obra neste tipo de projecto?*
7. *O Dono da Obra tratou de todas as autorizações necessárias (impacto ambiental, etc.)?*
8. *O Dono da Obra tem o local da obra disponível para o início da obra (expropriações, etc.)?*
9. *Qual o sistema de controlo do empreendimento (sem estrutura definida, fora da empresa sem procedimentos definidos, controlo com procedimentos definidos e regularmente reportados)?*

O Dono da Obra é o principal motor de todo o empreendimento, mesmo quando transfere parte da sua responsabilidade para outra entidade. Deste modo torna-se relevante avaliar o nível de empenho e de gestão do Dono da Obra, bem como o grau de consenso em torno do empreendimento.

Capacidade de gestão do projectista

10. *Qualificações do projectista para o projecto em análise (com experiência, com experiência de uma obra, sem experiência).*
11. *Grau de rotatividade dos técnicos das diferentes áreas de projecto (não existiu, existiu na fase inicial 25%, existiu na fase final > 75%).*
12. *Nível de levantamento dos condicionamentos existentes no terreno (geotecnia, estruturas no subsolo e aéreas, arqueologia, materiais perigosos).*
13. *Nível de impacto da alteração da especialidade no projecto (ex: mudança de equipamentos)*
14. *Grau de compressibilidade do prazo para execução do projecto?*
15. *Qual o nível de resposta do projectista na assistência técnica?*
16. *O projecto foi revisto por equipa com conhecimento e experiência igual ou superior à do projectista e, na sequência, as considerações que têm impacto na obra foram consideradas e inseridas no projecto?*

Para que o empreendimento se realize é necessário existir um projecto que sintetize os interesses do Dono da Obra e possibilite a materialização física da estrutura idealizada. Para a sua elaboração é necessário a recolha de uma grande quantidade de informação. As questões colocadas visam verificar qual o nível do ponto de partida do projecto, bem como a experiência da equipa projectista.

Capacidade de gestão do Empreiteiro

17. *A organização tem experiência com este tipo de projecto? Com sucesso? (sim, sim mas sem sucesso, não)*
18. *Na qualificação e análise da proposta do Empreiteiro estiveram técnicos ligados ao projecto da obra em questão?*
19. *Qual a capacidade do representante do Empreiteiro para resolver problemas?*
20. *Qual o nível de constrangimento da empresa (económico, recursos humanos, experiência, prazo)?*

Qualquer empresa prossegue a obtenção de lucro e a escolha do Empreiteiro deve ter como critério fundamental de selecção a melhor aptidão para responder às dificuldades da empreitada sem constrangimentos orçamentais.

Complexidade do projecto

21. *O projecto é considerado ambientalmente sensível? (ambiente, social, político).*
22. *Número de entidades com que o Dono da Obra tem que interagir? (accionistas, câmaras e outras entidades públicas, particulares, etc.)*
23. *Qual é o grau de complexidade do projecto? (tipo de projecto, vários tipos de processo construtivo, prazo, número de actividades)*
24. *Encontram-se desenvolvidos os processos construtivos (geotecnia, impermeabilização, instrumentação)?*
25. *Qual é o grau de complexidade da obra para executar o projecto?*

Ciente de que um empreendimento pode tornar-se difícil de gerir devido ao aumento inesperado de situações imprevistas em fase de obra, tenta-se avaliar o nível expectável de interacção com o meio envolvente.

Análise de Risco

26. *Os riscos estão identificados, atribuídos e aceites pelos intervenientes?*
27. *Existe contingência financeira para fazer face à materialização de pelos menos um risco identificado?*
28. *O empreendimento está planeado e contratado de acordo com a análise de risco efectuada?*

A gestão do risco é fundamental num empreendimento por permitir identificar situações desfavoráveis e, de algum modo, permitir minimizar o seu impacto.

Contrato

29. *O âmbito do projecto é adequado para a funcionalidade pretendida? Tem em consideração os interesses dos utilizadores finais?*
30. *As obrigações contratuais são consideradas realistas (prazo, custo, exigências)?*
31. *Os projectos (desenhos e especificações) estão adequados à complexidade da obra? Estão devidamente conjugados entre si?*
32. *Sistema de resolução de conflitos escrito e aceite por todos os intervenientes?*

O contrato é o documento que regula a relação entre dois ou mais intervenientes, pelo que é útil avaliar se o contrato é consentâneo com o objectivo, se está bem estruturado e se permite responder com celeridade a situações imprevistas.

4.4 PROPOSTA DE CLASSIFICAÇÃO DOS DESVIOS POR INTERVENIENTES

A necessidade de reduzir os desvios ao contrato leva a que se faça o rastreio das causas. Para se conseguir tal desiderato torna-se necessário criar uma taxionomia para os vários desvios, o que se propõe ligando o desvio, ou parte deste, ao interveniente que esteja na melhor posição para o gerir

ou eliminá-lo. Ainda assim deve salientar-se que alguns desvios são o resultado da incerteza existente, como por exemplo, um sismo de intensidade superior à regulamentar. Os desvios podem ser classificados consoante as suas origens, ou seja:

- Dono da Obra (neste agrupam-se as entidades com que aquele tem que lidar cabendo-lhe o ónus da decisão de avançar ou não com o empreendimento). O revisor, a fiscalização e os utilizadores finais também estão ligados ao Dono da Obra;
- Projectista;
- Empreiteiro;
- Incerteza.

Esta classificação tem a vantagem de atribuir a cada desvio a respectiva causa e a cada causa pode ser, posteriormente atribuído um ou mais intervenientes. Para cada interveniente pode criar-se parâmetros de medida, passíveis de posterior avaliação. A aplicação constante desta sistemática e a respectiva análise pode levar à diminuição das causas de desvio e, conseqüentemente, a um ganho de eficácia do Dono da Obra. Com este tipo de procedimento possibilita-se o estudo das razões do desvio de forma a preveni-las em empreendimentos futuros.

A categorização das causas dos desvios tem uma segunda consequência, a saber, a de permitir conhecer qual a causa mais relevante para o desvio, e, a partir daí, estabelecer critérios para reduzir a incidência dessa origem. Neste ponto, e no que respeita à responsabilidade financeira do projectista, expõem-se os conceitos de Turcotte (1996), segundo o qual os desvios são inevitáveis ou evitáveis, com qualquer um deles a poder gerar valor para Dono da Obra. Desta forma, o projectista seria responsabilizado financeiramente pelos desvios evitáveis que não gerassem valor para o Dono da Obra, ver Figura 4.1.

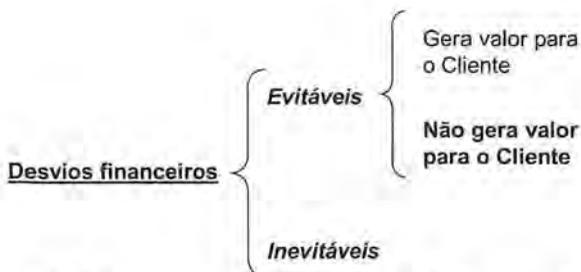


Figura 4.1 – Relação entre a responsabilidade do projectista e o desvio existente

A incerteza deixa de o ser após ser conhecida, por exemplo, ao encontrar durante a obra uma singularidade geológica, os custos resultantes devem ficar a cargo do Dono da Obra, caso a responsabilidade pelo projecto ou pelos dados de base sejam dele.

Cada factor proposto deve ser decomposto de modo a facilitar a classificação dos diversos desvios, propondo-se o seguinte desdobramento:

Dono da Obra

- Não cumprimento de obrigações contratuais;
- Modificações de especificações ou características do contratado;
- Adição de trabalhos acessórios ou complementares;

Projectista

- Erros do projecto;
 - Gera valor para o Dono da Obra;
 - Não gera valor para o Dono da Obra;
- Omissões do projecto
 - Gera valor para o Dono da Obra;
 - Não gera valor para o Dono da Obra;
- Não cumprimento de obrigações contratuais;

Empreiteiro

- Erros ou deficiências;

- Ineficiência, ineficácia;

Incerteza

- Não identificável durante a elaboração dos documentos para concurso;
- Identificável, mas não quantificável durante a elaboração dos documentos para concurso (evidenciado no capítulo 3).

4.5 DESVIOS FINANCEIROS EM EMPREENDIMENTOS PORTUGUESES

De um modo geral a informação sobre desvios ao contratado e as suas causas é geralmente de difícil acesso, pelo facto de a análise destes casos poder servir para prosseguir objectivos invios. Esta postura faz com que os erros que ocorrem sejam rapidamente escamoteados e por fim esquecidos. Deste modo, é possível perpetuar um erro ou uma transgressão.

No âmbito deste trabalho, o estudo dos desvios em Portugal em empreendimentos de obras públicas teve como base os relatórios realizados e publicados pelo Tribunal de Contas. Este órgão fiscaliza a legalidade e regularidade das receitas e das despesas públicas, aprecia a gestão financeira e efectiva responsabilidade por infracções financeiras. A sua jurisdição abrange toda a ordem jurídica portuguesa e estão sujeitas à sua jurisdição e poderes de controlo financeiro vários tipos de entidades nomeadamente as que estão integradas no sector público administrativo e no sector público empresarial e as empresas concessionárias (Tribunal de Contas, 1999).

O Tribunal de Contas realiza vários tipos de auditoria, em cada uma das quais o auditor assenta a sua análise em critérios de qualidade e de medida que deverão servir de guia às acções dos responsáveis pelos empreendimentos. O conjunto destes critérios fornece um quadro do nível da gestão, permitindo ajuizar sobre a conduta da equipa de gestão. A aplicação destes critérios permite concluir se uma gestão é:

- eficaz (se o objectivo fixado foi atingido);
- económica (se tiverem sido escolhidos os meios menos onerosos para atingir um dado objectivo);
- eficiente (se os meios utilizados tiverem sido aplicados da maneira mais apropriada).

As auditorias executadas pelo Tribunal de Contas seguem procedimentos rigorosos, de forma a uniformizar a actuação do Tribunal e são sujeitas ao exercício do contraditório. Só posteriormente é que ocorre a divulgação, também disponibilizada na *internet*, criando assim um repertório de informação valiosa sobre a gestão das empresas integradas no tecido empresarial do Estado.

Para o presente trabalho analisaram-se os seguintes relatórios:

- Auditoria de Gestão à EDIA, SA (Alqueva), Relatório nº 21/1999 – 2ª secção;
- Relatório de auditoria ao programa “Modernização da rede complementar” – Período de 1985 a 1997– Relatório nº 32/99 – 2ª Secção;
- Auditoria ao programa “Modernização da rede fundamental” - Período de 1985 a 1997– Relatório nº 33/99 – 2ª Secção;
- Projecto EXPO’98, Relatório de auditoria nº 43/2000 – 2ª secção;
- Auditoria ao Metropolitano de Lisboa, EP, Relatório nº 20/2001 – 2ª secção;
- Auditoria ao Metropolitano de Lisboa, EP, Relatório nº 05/2004 – 2ª secção;
- Auditoria Euro 2004, Relatório nº 19/2004 – 2ª secção;
- Auditoria Casa da Música/Porto 2001, S.A., Relatório nº 25/2004 – 2ª secção;
- Auditoria de Gestão Financeira ao Programa/Projecto PIDDAC “Construção”/“Estradas Nacionais” sub-projecto “Via de Cintura Sul de Coimbra – Ponte Europa”, Relatório nº 28/2004 – 2ª secção;

Em geral, o Tribunal de Contas analisa cada empreendimento tentando descortinar as razões para a existência de desvios ao contrato.

Para o presente trabalho, recolheu-se informação referente aos empreendimentos que tiveram desvio positivo (aumento de custo relativamente ao inicialmente contratado) e procuraram-se, as respectivas causas. Foram analisadas 73 obras, das quais 69 tiveram desvio positivo, ou seja, acima do inicialmente contratado.

4.6 AJUSTE DE UMA DISTRIBUIÇÃO ESTATÍSTICA AOS DESVIOS FINANCEIROS

4.6.1 DESVIOS FINANCEIROS

Em termos gerais, considera-se que o desvio financeiro ao contratado tanto pode ser para mais (positivo) como para menos (negativo). No entanto, da pesquisa bibliográfica resulta que existe uma assimetria nesta relação, persistindo uma tendência para desvios para mais que o contratado, ou seja, empreendimentos mais onerosos que o previsto. Este facto deve-se fundamentalmente a que o valor contratado (S) é estimado com base nas actividades conhecidas e medidas, pelo que não são contabilizadas as actividades conhecidas, mas não medidas, e as actividades que na altura desta análise ainda não se vislumbram. Consequentemente, é expectável que o valor final, R, seja superior ao inicial, S.

Como um dos objectivos desta dissertação é minimizar os desvios financeiros, de agora em diante, serão unicamente estudados empreendimentos em que tenham tido desvio positivo. Assim, como pressuposto base considera-se que os desvios são nulos ou positivos, ou seja $R \geq S$ sendo:

R – valor final do empreendimento;

S - valor inicial do empreendimento.

Pode então escrever-se:

$$R = S \cdot (1 + X)$$

Equação 4.7

em que X – parâmetro adimensional que representa o desvio para mais relativamente ao valor inicial, S, $X > 0$.

A Equação 4.7 pode ser escrita na forma:

$$\frac{R}{S} - 1 = X$$

Equação 4.8

Para estimar R, conhecendo S, torna-se necessário conhecer X. Para estimar o valor de X pode recorrer-se à análise de dados históricos de obras similares, e provavelmente inferir daí uma distribuição estatística para X. O

valor de $(R/S-1)$ ou X representa o desvio financeiro positivo, constituindo este valor uma distância até à origem, sendo esta o desvio nulo ou $R=S$.

Testou-se a hipótese de os desvios, X , poderem ser aproximados pela distribuição estatística exponencial negativa. Esta opção deve-se fundamentalmente a duas razões:

- desvios positivos;
- facilidade de simulação, dado que a distribuição exponencial negativa necessita unicamente de um parâmetro, exactamente o inverso da média da amostra em questão.

4.6.2 DISTRIBUIÇÃO EXPONENCIAL

Uma variável X contínua tem uma distribuição exponencial se a sua função densidade de probabilidade for dada pela equação (Reis *et al.* 2001):

$$f(x) = \lambda \cdot e^{-\lambda \cdot x}, x > 0$$

Equação 4.9

onde λ é o parâmetro caracterizador da distribuição, sendo $\lambda > 0$.

Se X tem distribuição exponencial de parâmetro λ , então:

$$E[X] = 1/\lambda;$$

$$\sigma = 1/\lambda;$$

Onde: $E[]$ - representa o valor esperado;
 σ - é o desvio padrão da função.

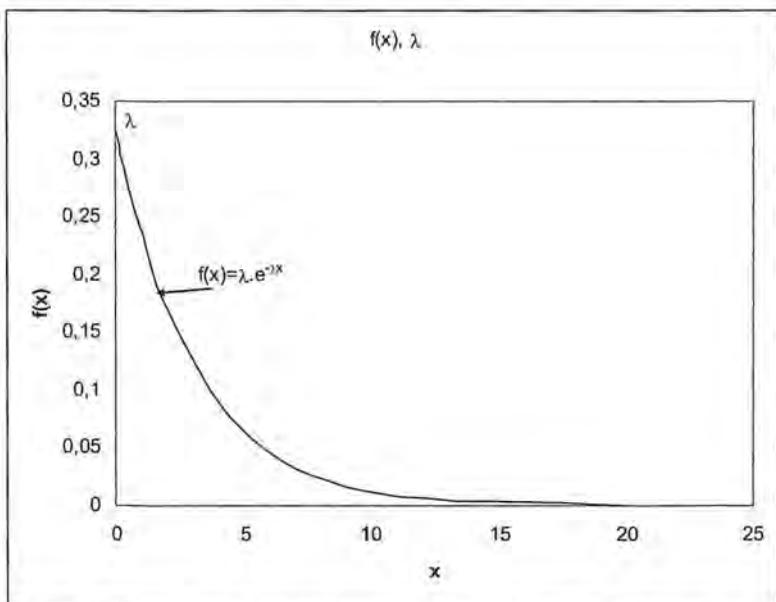


Figura 4.2 – Gráfico da função densidade de probabilidade da distribuição exponencial

A função distribuição cumulativa é dada pela expressão:

$$P(X \leq x) = 1 - e^{-\lambda x}$$

Equação 4.10

4.6.3 TESTES DE AJUSTAMENTO PARA UMA DISTRIBUIÇÃO TEÓRICA

Para verificar se uma distribuição teórica se ajusta a um conjunto de dados utiliza-se o teste de ajustamento (Reis *et al.* 1999 e Lapin, 1993). Os testes utilizados são o do χ^2 (Qui-Quadrado) e o de K-S (Kolmogorov-Smirnov).

Para o teste de ajustamento do Qui-Quadrado é calculada a estatística expressa pela Equação 4.11, a qual é de seguida comparada com a distribuição Qui-Quadrado com $(c-1)$ graus de liberdade.

$$T = \sum_{i=1}^c \frac{(o_i - e_i)^2}{e_i}$$

Equação 4.11

Sendo:

- T – estatística,
- c – o número de classes;
- o_i – frequências observadas;
- e_i – frequências esperadas de acordo com a distribuição testada.

Para utilizar o teste de ajustamento χ^2 é necessário satisfazer as seguintes condições:

- Numero de observações superior a 30;
- Não mais de 20% das classes com valores expectáveis inferior a 5;
- Todas as classes com valores expectáveis superior ou igual a 1.

Este teste permite estudar o ajustamento de uma distribuição totalmente especificada ou parcialmente especificada, neste último caso reduzindo o número de graus de liberdade, o que equivale a reduzir a zona de aceitação.

No teste de ajustamento do K-S avalia-se as discrepâncias entre a função distribuição da amostra e a função distribuição teórica em teste, tomada em valor absoluto. A estatística será a seguinte:

$$D = \max_{i=1, \dots, n} |F_n(x) - F_e(x)|$$

Equação 4.12

Sendo:

- D – estatística,
- n – o número de observações;
- $F_n(x)$ – função distribuição da amostra;
- $F_e(x)$ – função distribuição teórica.

A estatística é então comparada com valores tabelados, valores que são função do número de amostras. A tabela considerada é exacta para distribuições contínuas, como é o caso presente. Este teste é mais robusto para amostras de pequena dimensão. Para executar este teste a distribuição tem que estar completamente especificada.

Para os dois testes de ajustamento referido vão ser utilizados o nível de significância de $\alpha = 5\%$.

4.6.4 PROPOSTA DE SIMULAÇÃO DOS DESVIOS FINANCEIROS RECORRENDO À DISTRIBUIÇÃO EXPONENCIAL NEGATIVA

Foram estudados dez conjuntos de dados de desvios financeiros em empreendimentos de construção, dois com dados a nível mundial e os restantes restringidos a determinadas zonas geográficas. No Anexo I pode ser consultado em maior detalhe a análise efectuada. Embora tenham sido unicamente seleccionados os empreendimentos com desvio positivo verificou-se que em cada conjunto de dados (várias empreitadas) o desvio financeiro positivo é preponderante.

Na Tabela 4.9 apresenta-se os resultados dos testes de ajustamento. Nesta análise apenas foram consideradas as amostras com desvio positivo. Verifica-se que para cerca de 69% dos casos considerados a distribuição estatística exponencial negativa consegue descrever os desvios financeiros. Para três dos quatro casos em que os testes não validam a hipótese nula (H_0) pode constatar-se, ver anexo, que existe um maior número de desvios pequenos do que grandes. Constata-se que a média do desvio positivo (R/S-1) de cada conjunto de dados varia entre 7% e 243%.

Tabela 4.9 – Resumo das estatísticas χ^2 e K-S para as várias amostras

Amostra	Teste de Ajustamento										
	Observ. Total	Observ.	R/S-1	Teste χ^2 (Qui-Quadrado)			V/F	Teste Kolmogorov-Smirnov			Decisão
	n.º	n.º (+)	(média)	$\chi^2_{0,05}$ (esp)	$\chi^2_{0,05}$	χ^2		D _{0,05}	D	V/F	
Flyvbjerg et al. (2003)	258	222	0,33	5,9915	3,8415	11,8985	F	0,0819	0,2556	F	F
Clarke (2000)	80	60	0,31	7,8147	5,9915	9,7727	F	0,1575	0,1758	F	F
Clarke (2000)	80 (t)	49		9,4877	7,8147	2,0225	V	0,1743	0,0386	V	V
Morris (2003)	40	38	0,82	5,9915	3,8415	0,8077	V	0,1940	0,1262	V	V
Pillai & Kannan (2001)	20	13	2,43	-	-	-	-	0,3250	0,1962	V	V
Pocock et al. (1996)	25	24	0,11	-	-	-	-	0,2420	0,0656	V	V
Jaharen & Ashe (1990)	1370	695	0,07	16,9190	15,5073	30,6247	F	0,0463	0,0566	F	F
Jaharen & Ashe (1990)	1380	695	0,07	15,5073	14,0671	7,5143	V	-	-	-	-
Love (2002)	161	131	0,15	11,0705	9,4877	3,7906	V	0,1066	0,0508	V	V
Seemple et al. (1994)	24 (t)	19		-	-	-	-	0,2710	0,1404	V	V
Seemple et al. (1994)	24	22	0,45	-	-	-	-	0,2530	0,1569	V	V
FDT, 2003	33	21	0,18	-	-	-	-	0,2590	0,3349	F	F
FDT, 2003	33 (t)	24		-	-	-	-	0,2420	0,1217	V	V
TC - Portugal	73	69	1,02	5,9915	3,8415	4,0571	V/F	0,1469	0,1339	V	V

casos que não foram validados considera-se como admissível que a distribuição estatística exponencial negativa descreve satisfatoriamente os desvios financeiros ao empreendimento.

4.7 PROPOSTA DE PREVISÃO DO DESVIO FINANCEIRO COM BASE NO QUESTIONÁRIO GLOBAL (QG)

As questões incluídas no questionário global (QG), proposto em 4.3, foram valoradas cada uma delas de 1 a 3, sendo 1 para resposta favorável, 2 para resposta intermediária ou desconhecimento da resposta e o valor 3 para resposta desfavorável, conforme exposto na Tabela 4.10.

Tabela 4.10 – Questionário Global – ponderação

Questionário Global						
Instruções : complete o questionário seguinte para um projecto real						
1º passo - Antes do início da construção, responda às 32 questões utilizando os pesos de 1 a 3						
Coloque pesos em todas as questões, quando não souber coloque o peso "2"						
2º passo - Responda às 32 questões, a pontuação de cada questão é igual ao peso indicado						
Q		Ponderação				Pontos
Conjuntura						
1	relação entre a duração prevista do projecto e a duração de metade do mandato de administração do DO (dur/1,5 anos)	< 1	1	2	3	>1
2	Nível de estabilidade política / conflitualidade social	Estável (horizonte ao nível do prazo da obra)	1	2	3	instável (horizonte ao nível do prazo da obra)
3	Nível de estabilidade legislativa ou normativa relativamente ao projecto (interna ou externa)	não se vislumbra	1	2	3	alteração iminente
DO - gestão e organização						
4	Existe alinhamento entre os vários intervenientes da organização do Dono de Obra (áreas envolvidas e tempo de resposta)	compromisso e resposta em tempo útil	1	2	3	não foram ouvidos e o tempo de resposta demorado
5	Dono de obra: Qual a rotatividade da chefia responsável durante todo o processo ?	único resp	1	2	3	> 2 resp
6	Dono de obra: Como classifica a experiência e competência da equipa ?	Adequada (experiência com o mesmo tipo obra e sucesso)	1	2	3	Desadequada
7	Dono de obra trata de todas as autorizações necessárias ? (não; sim mas não tem as autorizações ou sim mas para outra função; sim tem todas as autorizações)	sim	1	2	3	não
8	Dono de obra tem o local da obra disponível para o início da obra ? (não, parcialmente, total)	sim	1	2	3	Não
9	Dono de obra: Qual o sistema de controlo do empreendimento (sem estrutura definida, fora da empresa sem procedimentos definidos, controlo com procedimentos definidos e regularmente reportados)	Procedimentos definidos e rotulados regulares (DO está informado semanalmente do nível de progresso da empreitada)	1	2	3	Sem estrutura definida (o dono da obra tem conhecimento dos problemas após terem acontecido)

Tabela 4.10 – Questionário Global – ponderação (Continuação)

Projectista - gestão e organização						
10	Qualificações do projectista para o projecto em análise (experiencia >3, experiencia 1 obra, sem experiencia)	Experiencia no mesmo tipo de obra, > 3	1	2	3	Sem experiencia no tipo de obra
11	Grau de rotatividade dos técnicos das áreas de projecto necessárias (não existiu, existiu na fase inicial 25%, existiu na fase final >75%)	Não existiu mudança	1	2	3	Existiu
12	Nível de levantamento dos condicionamentos existentes no terreno (geotecnia, estruturas no subsolo e aéreas, arqueologia, materiais perigosos)	Levantamento, prospeção e ensaios adequada	1	2	3	não existiu
13	Nível de impacto da alteração da especialidade no projecto (ex: mudança de equipamentos)	reduzida (sem consequências ao nível do projecto)	1	2	3	elevada (consequências ao nível das dimensões dos espaços)
14	Grau de compressibilidade do prazo para execução do projecto	todas as fases	1	2	3	1 única fase ou tempo de execução reduzido a 75% do necessário
15	Qual o nível de resposta do projectista na assistência técnica (2 - teve impacto na obra, mas foi no tempo acordado)	em tempo útil (não teve impacto na obra)	1	2	3	responde fora do prazo acordado
16	O projecto foi revisto por equipa com conhecimento e experiência igual ou superior à do projectista, na sequência as considerações que tem impacto na obra foram consideradas e inseridas no projecto ?	revisto e melhorado	1	2	3	não revisto ou revisto mas considerações relevantes não foram vertidas para o projecto
Empreiteiro - gestão e organização						
17	A organização tem experiência com este tipo de projecto? Com sucesso ? (2 - sim sem sucesso)	Sim, com sucesso	1	2	3	Não
18	Na qualificação e análise da proposta do Empreiteiro estiveram técnicos ligados ao projecto da obra em questão?	sim	1	2	3	Não
19	Qual a capacidade do representante do empreiteiro para resolver problemas ?	Detecta-os atempadamente e apresenta soluções admissíveis	1	2	3	Detecta-os perto da execução e/ou não apresenta soluções e/ou apresenta soluções mais caras
20	Qual o nível de constrangimento da empresa ? (2 - média do mercado do tipo de obra em questão)	Boa carteira de encomendas, situação financeira solida	1	2	3	Fortes restrições orçamentais, geralmente vai abaixo da média do mercado, situação financeira preocupante

Tabela 4.10 – Questionário Global – ponderação (Continuação)

Complexidade do projecto							
21	O projecto é considerado ambientalmente sensível? (ambiente, social, político)	não	1	2	3	sim	
22	nº de entidades com que o DO tem que interagir?	interacção simples (sem alterar o procedimento normal)	1	2	3	> 5 entidades ou alterações substanciais aos procedimentos normais	
23	Qual é o grau de complexidade do projecto ?	Normal e processos construtivos dos aspectos singulares definidos	1	2	3	Elevado ou processos construtivos dos aspectos singulares não definidos	
24	Encontra-se desenvolvido os processos contrutivos (geotecnia, impermeabilização, instrumentação) ? (normal e sem definição de processos construtivos)	Normal e processos construtivos dos aspectos singulares definidos	1	2	3	Elevado ou processos construtivos dos aspectos singulares não definidos	
25	Qual é o grau de complexidade da obra para executar o projecto?	Normal	1	2	3	Fora do normal	
Atribuição de risco							
26	Estão os riscos identificados, atribuídos e aceites pelos intervenientes?	sim (identificados, atribuídos e aceites)	1	2	3	Não a pelo menos uma das questões	
27	materialização de pelo menos um riscos ? (2 - materialização de 50% riscos normais)	Sim (100% dos riscos normais)	1	2	3	Não	
28	O empreendimento esta planeado e contratado de acordo com a análise de risco efectuada (caso não tenha sido efectuada = 3)	sim	1	2	3	não	
Projecto - ambito							
29	O ambito do projecto é adequado para a funcionalidade pretendida ? Tem em consideração os interesses dos utilizadores finais ?	Sim, adequado e conjugado com interesses dos util.	1	2	3	não, inadequado e/ou sem levar em conta os utilizadores finais	
30	As obrigações contratuais são consideradas realistas (prazo, custo, exigencias) ?	sim	1	2	3	não, basta uma delas	
31	Estão os projectos (desenhos e especificações) adequados à complexidade da obra? Estão devidamente conjugados entre si ?	sim a ambas	1	2	3	Não, inadequado e/ou não conjugados	
32	Sistema de resolução de conflitos escrita e aceite por todos os intervenientes?	sim	1	2	3	não	

Este questionário foi aplicado aos casos relatados pelo Tribunal de Contas onde se verificou desvio positivo, em número de 69 num total de 73. Para cada um dos empreendimentos avaliados considerou-se dois valores:

- Pontuação – que corresponde à soma da pontuação atribuída a cada resposta às 32 questões do Questionário Global (QG) (Em anexo mostra-se a pontuação atribuída pelo autor a cada pergunta, sendo que no momento da resposta o autor conhecia o valor de R/S);

- Valor de R/S, retirado do relatório respectivo do Tribunal de Contas. Assumiu-se que o desconhecimento da resposta a uma qualquer questão constitui um aspecto negativo.

Colocou-se os 69 pares de valores (Pontuação, R/S) num gráfico (ver Figura 4.3) e àqueles pontos ajustou-se a Equação 4.13 pelo método dos mínimos quadrados tendo-se obtido um coeficiente de correlação de 0,77. A equação obtida só é válida dentro da amostra testada, ou seja [64;83]. Para o critério estabelecido de pontuação o domínio possível da variável é entre 32 e 96, assim e com base nos dados existentes pode considerar-se que para valores inferiores a 64 o valor a considerar para $R/S(Pontuação < 64) = 1,05$ e para valores superiores a 83 o valor a considerar $R/S(Pontuação > 83) = 6.42$.

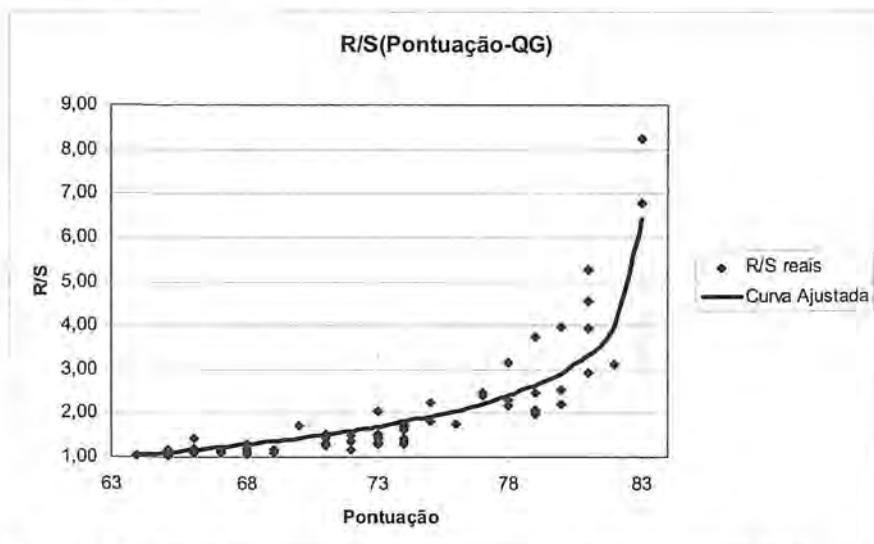


Figura 4.3 – Relação entre a soma da pontuação do Questionário Global (QG) e o desvio financeiro

$$R/S = 1 - 1,02388 * \ln\left(\frac{83,1 - Pontuação}{20}\right);$$

Equação 4.13

Em que:

R – valor final da empreitada;

S – valor inicial contratado da empreitada;
1,02388 – corresponde à média dos casos reais R/S subtraindo uma unidade, ver Tabela 4.9;
 $\ln()$ – logaritmo natural de um número;
Pontuação – soma das respostas ao Questionário Global (QG), se a pontuação for menor que 64 então tomar o valor 64 e se for maior que 83 então tomar o valor 83.

Esta forma expedita de estimação do desvio (R/S-1) possibilita ao decisor tomar consciência do grau de informação de que ainda não dispõe e, conseqüentemente, do tipo de gestão que deve implementar.

Esta proposta de questionário global (QG) e da Equação 4.13 tem as seguintes vantagens:

- Fácil implementação;
- Apenas exige informação de fácil acesso ao gestor;
- Fornece uma estimativa de desvio (R/S-1);
- Possibilita a definição atempada de estratégias para reduzir o desvio.

Esta proposta vai melhorando com a inclusão de mais casos reais. Deste modo, considera-se fundamental criar um sistema de informação que recolha, trate e armazene a informação que venha a ser produzida.

4.8 ACTIVIDADES VERSUS ARTIGOS

Para controlar um empreendimento, o gestor necessita de conhecer a terminologia do sector e compreender quais as actividades incluídas na empreitada e por que ordem devem ser executadas de forma a poder ser materializado o objecto requerido.

No âmbito da execução do projecto do empreendimento são realizadas medições de quantidades de trabalho. Estas listas de vários itens de medições são fulcrais, visto que os contratos de empreitada se fundamentam nelas. Em obra, servem para confrontar o executado com o planeado. No entanto, em termos de gestão, este procedimento não deixa espaço para a

inovação, dado que não se incentiva o Empreiteiro a apresentar novas soluções.

No caso de os artigos serem muito específicos, a sua descrição exige redacção rigorosa já que a deficiente descrição pode conduzir a interpretação dúbia o que proporciona a reclamação. Em contrapartida, se num único artigo forem colocadas várias actividades diferentes, sendo por isso muito genérico, é grande a probabilidade de existir discordância entre o Empreiteiro e o Dono da Obra durante a fase de realização da obra.

Uma perspectiva diferente consiste em considerar a actividade, ou seja, um conjunto de artigos. Esta opção tornaria mais fácil a ligação entre o controlo financeiro e o planeamento temporal da obra, bem como o controlo pelas entidades exteriores à obra.

O agrupamento de actividades, desde que devidamente ponderado facilita também a sua gestão, pois é possível programar e concatenar grupos de actividades por períodos de tempo. Para se obter a matriz das actividades do empreendimento, pode recorrer-se à seguinte fórmula:

$$S_{i,C} = \sum_j (Q_{i,j} \times CU_j)$$

Equação 4.14

Sendo

$S_{i,C}$ – Custo contratado da actividade i ;

$Q_{i,j}$ – Quantidade do produto/artigo j no actividade i ;

CU_j – Custo unitário do produto/artigo j .

4.9 O MODELO MULTIMPACT

4.9.1 INTRODUÇÃO

O comportamento de um modelo do processo decisório pode ser simplificada representado pela Figura 4.4, ou seja, para que o modelo produza um resultado positivo ou negativo é necessário intervir. Esta intervenção dá-se ao nível das decisões conscientes ou não conscientes ou ainda por meio de acções que não são controláveis por quem tem a responsabilidade de obter um determinado resultado do sistema.

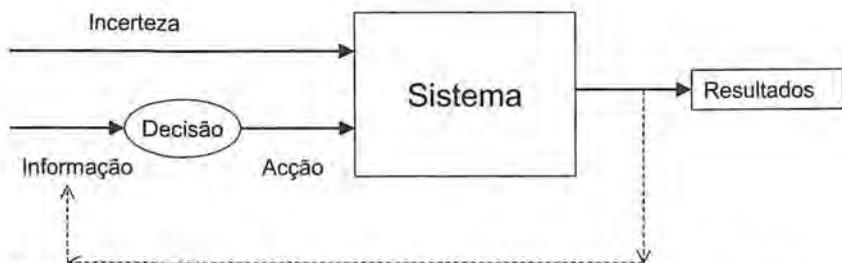


Figura 4.4 – Modelo do processo decisório (adaptado de Tavares *et al.*, 1996)

Para efeitos do modelo proposto, vão considerar-se unicamente os desvios positivos, ou seja, aqueles que dão um resultado oneroso para o Dono da Obra (mais custo e/ou mais tempo).

Num empreendimento, desde a decisão de fazer algo até à sua disponibilização para o utente final, são colocados objectivos ao gestor que, geralmente, estão relacionadas com o prazo, o orçamento e os níveis de segurança e de qualidade exigidos legalmente ou pelo Dono da Obra. Ao gestor cabe tomar medidas para cumprir aqueles objectivos. Ao longo da sua execução o empreendimento vai sofrendo *múltiplos impactos* dos diversos intervenientes e consoante a organização estabelecida aqueles podem ter, ou não, consequências nos valores inicialmente contratados.

O modelo Multimpact permite prever, numa fase inicial do empreendimento, o resultado final para o custo. Com esta estimativa, o gestor pode corrigir a sua actuação, de forma a reduzir os desvios onerosos aos objectivos inicialmente estabelecidos.

O modelo considera que impactos sobre os objectivos iniciais podem ter várias origens (Dono da Obra, Projectista, Empreiteiro e Incerteza). Estas encontram-se condicionadas pelos diversos intervenientes que, pelas acções ou inacções, podem condicionar, definitivamente, o desfecho do projecto.

4.9.2 MODELAÇÃO DO CUSTO

Designam-se por $S_{i,C}$ os valores contratuais referentes ao custo de cada uma das n actividades consideradas para a obra em questão. Para uma avaliação expedita de um qualquer empreendimento pode considerar-se, em primeira

aproximação unicamente as actividades que contribuem para 80% do valor total do empreendimento.

Designam-se por $R_{i,C}$ os valores estimados para a realização de cada uma das actividades previstas, rescrevendo a Equação 4.7, obtém-se:

$$R_{i,C} = S_{i,C} \times (1 + \delta_{i,C} (FI) \times X_{i,C}) \times FII$$

Equação 4.15

Em que:

- $R_{i,C}$ – estimativa do modelo para o custo da actividade i ;
- $S_{i,C}$ – o custo inicial da actividade i ;
- $\delta_{i,C}$ – variável binária (0;1), correspondendo zero à não existência de desvio e a unidade à sua ocorrência;
- FI – o factor de impacto global associado à gestão do empreendimento, que inclui o Dono da Obra, Empreiteiro e projectista;
- $X_{i,C}$ – variável aleatória com distribuição exponencial negativa que descreve o desvio de custo da actividade i (distribuição estatística exponencial negativa com média igual ao do projecto de referência);
- FII – factor de impacto devido à complexidade do empreendimento.

O valor final, R , é a soma do custo da totalidade das actividades consideradas, com a Equação 4.16.

$$R = \left(\sum_i (S_{i,C} \times (1 + \delta_{i,C} (FI) \times X_{i,C})) \right) \times FII$$

Equação 4.16

Pode também incluir uma parcela representando o custo que será necessário pagar na eventualidade de ser requerido se um prazo inferior ao contractual (SB_{PIB}). O custo final é fornecido pela equação:

$$R = \sum_i R_{i,C} + CU_{dia} * (S_P - S_{P1})$$

Equação 4.17

$$R = \left(\sum_i (S_{i,c} \times (1 + \delta_{i,c}(FI) \times X_{i,c})) \right) \times FII + CU_{dia} * (S_p - S_{p1})$$

Equação 4.18

Em que:

- R – estimativa do custo final da obra;
- CU_{dia} – custo unitário por antecipar a conclusão da obra;
- S_{p1} – prazo da obra, inferior ao contratual;
- S_p – prazo inicialmente previsto, contratado, para a realização da obra.

Considera-se, de acordo com a legislação em vigor, que para as empreitadas a alteração da duração da actividade é proporcional ao aumento ou decréscimo do custo da mesma (ver artigo 151.º do Decreto-Lei nº. 59/99 de 2 de Março).

Designam-se por R_{i,p} os valores estimados do prazo para a realização de cada actividade com desvio positivo no custo. Cada um destes valores é calculado pela expressão seguinte:

$$R_{i,p} = S_{i,p} \left[1 + \frac{R_{i,c} - S_{i,c}}{S_{i,c}} \right];$$

Equação 4.19

Em que:

- R_{i,p} – estimativa do modelo para a duração de uma actividade *i*, considerada crítica no momento da análise, ou seja, as actividades que condicionam o prazo do empreendimento;
- S_{i,p} – os valores contratuais referentes ao prazo de cada uma das *i* actividades críticas;

O prazo para a construção da obra resulta da soma das durações das várias actividades que compõem o caminho crítico da obra.

$$R_p = \sum_i R_{i,p}$$

Equação 4.20

Em que:

R_p – prazo final da obra estimado pelo modelo;

$R_{i,p}$ – duração estimada de cada actividade n , considerada critica.

Se existir um custo para cada dia de atraso no empreendimento, então o custo pode ser estimado pela fórmula:

$$R = \left(\sum_i (S_{i,c} \times (1 + \delta_{i,c}(FI) \times X_{i,c})) \right) \times FII + CU_{\text{dia,atraso}} * (R_p - S_p)$$

Equação 4.21

Em que:

$CU_{\text{dia, atraso}}$ – custo unitário por atrasar a conclusão da obra.

4.9.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS FACTORES DE IMPACTO (FI E FII) E A DISTRIBUIÇÃO EXPONENCIAL NEGATIVA

Em consonância com o modelo causal de Reason (1990), apresentado anteriormente, considera-se que o desvio financeiro de um empreendimento tem várias causas. Estas causas devem-se, em grande parte, às acções ou omissões dos próprios intervenientes e da incerteza. As causas do desvio associadas a cada interveniente referem-se essencialmente ao respectivo estilo de gestão e à complexidade e incerteza inerentes ao empreendimento.

Para a utilização do modelo proposto é necessária informação variada, nomeadamente quanto à variável X . A informação acerca desta variável é representada pela distribuição teórica do desvio ocorrido em empreendimento já realizado, que o gestor conhece ou seja, tem conhecimento sobre o modo como decorreu a execução do referido empreendimento, que recebe a designação de “empreendimento de referência”.

O factor de impacto (FI) vai modificar o valor de R/S (valor final/valor contratado) do empreendimento de referência, através da distribuição binária, assim este parâmetro vai variar entre 0 e 1, ver Figura 4.5. Este factor, FI, depende fundamentalmente das características de gestão dos intervenientes assim, coloca-se como hipótese que este parâmetro incorpore as contribuições de todos os intervenientes (Dono da Obra, Empreiteiro e Projectista).

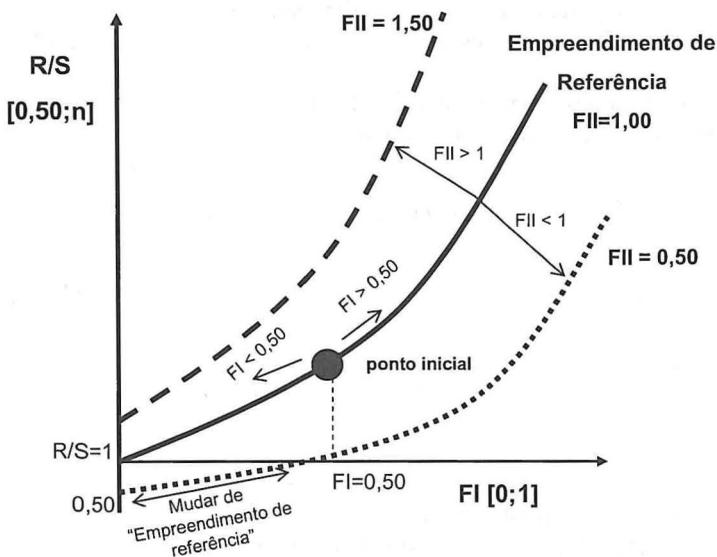


Figura 4.5 – Modelo Multipact, factores FI e FII

Quanto ao factor FII, este adequa a distribuição do caso de referência à complexidade existente para o empreendimento em análise, ou seja vai servir para extrapolar para fora do empreendimento de referência, ou seja dar a indicação se o empreendimento em análise é diferente em termos de incerteza e complexidade daquele que está a ser utilizado como referência. Deverá ser sempre utilizado um empreendimento de referência semelhante ao que se está a analisar, para que o valor de FII seja sempre que possível unitário (FII=1). Como hipótese estabelece-se que o empreendimento de referência tem um intervalo de validade de 50%, ver Figura 4.5.

Como a análise é realizada por comparação sobre um empreendimento de referência, torna-se necessário adoptar um valor comum, ou seja, um par de valores (FI, R/S) onde os dois empreendimentos, o de análise e o de referência, são coincidentes em termos de resultado financeiro (R/S). Para valores superiores ao valor de referência, o empreendimento em análise terá um comportamento pior, maior desvio, e para valores inferiores sê-lo-á melhor. Os valores de referência para FI é 0,50 e para o FII é 1,0. Da análise da Figura 4.5 é possível entender o modo de variação de R/S com os factores FI e FII.

4.9.4 CONSTRUÇÃO DOS FACTORES DE IMPACTO (FI E FII)

Para utilizar o modelo Multimpact, torna-se necessário conhecer os valores dos factores FI e FII para o empreendimento em causa. De forma a facilitar a utilização do modelo considerou-se que os factores devem constituir medidas relativas, ou seja, relacionáveis com o empreendimento de referência.

O modelo Multimpact incorpora informação existente, empreendimento de referência, e requer que o empreendimento em análise seja comparado com aquele. Para o efeito preconiza-se a utilização das questões incluídas no Questionário Global (QG) mas conferindo-lhes agora um carácter de comparação entre o empreendimento de referência e aquele que se pretende analisar.

De seguida enunciam-se os 32 termos de avaliação comparativa, divididos em quatro grupos: Dono da Obra, projectista, Empreiteiro e incerteza. A resposta a cada um dos quesitos deve ser fornecida atribuindo-lhe pontuação segundo o seguinte critério:

- 1 - para situação melhor que no empreendimento de referência;
- 2 - para situação similar entre ambos os empreendimentos ou para o caso de inexistência de informação;
- 3 - para situação pior que no empreendimento de referência.

Como hipótese considerou-se para o cálculo do factor de impacto (FI) o resultado da soma de 27 perguntas relativas aos intervenientes (Dono da Obra, Empreiteiro e Projectista) do Questionário Comparativo (QC). A fórmula a utilizar é a seguinte:

$$FI = \frac{\text{Soma da pontuação (Dono de Obra, Empreiteiro, Projectista)} - 27}{54}$$

Equação 4.22

donde resulta que FI esteja compreendido no intervalo [0;1]

Relativamente ao cálculo do factor de impacto devido à complexidade e incerteza relativa (FII), considerou-se, também como hipótese, a utilização do resultado da soma de 5 questões do Questionário Comparativo (QC) relativas ao grupo “incerteza”. A fórmula a utilizar é a seguinte:

$$FII = \frac{\text{Soma da pontuação(Incerteza)}}{10}$$

Equação 4.23

de que resulta que FII esteja situado no intervalo [0,5;1,5]

Os parâmetros FI e FII necessitam ser validados e calibrados, este trabalho requer mais investigação e principalmente maior número de casos práticos, onde seja possível utilizar o modelo em momentos anteriores ao início das obras.

Apresentam-se as questões comparativas por grupos, referindo entre parêntesis o número da pergunta similar no Questionário Global (QG):

Grupo: Dono da Obra

1. *A duração prevista do empreendimento relativamente ao de referência é (Q1)?*

Resposta:

1 - inferior	2 - similar	3 - superior
--------------	-------------	--------------

2. *O alinhamento entre os vários intervenientes da organização do Dono da Obra (áreas envolvidas e tempo de resposta) relativamente ao de referência é (Q4)?*

Resposta:

1 - melhor	2 - similar	3 - pior
------------	-------------	----------

3. *A rotatividade da chefia responsável do Dono da Obra durante o processo de desenvolvimento do empreendimento relativamente ao de referência (Q5)?*

Resposta:

1 - menor	2 - similar	3 - maior
-----------	-------------	-----------

4. *A experiência e competência da equipa do Dono da Obra neste tipo de projecto relativamente ao empreendimento de referência é (Q6)?*

Resposta:

1 - melhor	2 - similar	3 - pior
------------	-------------	----------

5. *As autorizações necessárias relativamente ao empreendimento de referência foram tratadas de forma (Q7)?*

Resposta:

1 - melhor	2 - similar	3 - pior
------------	-------------	----------

6. *A disponibilidade do local da obra relativamente ao empreendimento de referência é (Q8)?*

Resposta:

1 - maior	2 - similar	3 - menor
-----------	-------------	-----------

7. *O sistema de controlo relativamente ao empreendimento de referência é (Q9)?*

Resposta:

1 - melhor	2 - similar	3 - pior
------------	-------------	----------

8. *O grau de compressibilidade do prazo para execução relativamente ao empreendimento de referência é (Q14)?*

Resposta:

1 - menor	2 - similar	3 - maior
-----------	-------------	-----------

9. *A revisão e respectiva compatibilização de projecto relativamente ao empreendimento de referência é (Q16)?*

Resposta:

1 - melhor	2 - similar	3 - pior
------------	-------------	----------

10. O número de entidades com que o Dono da Obra tem que interagir relativamente ao empreendimento de referência é (Q22)?

Resposta:

1 - menor	2 - similar	3 - maior
-----------	-------------	-----------

11. A atribuição da responsabilidade do risco aos intervenientes relativamente ao empreendimento de referência é (Q26)?

Resposta:

1 - melhor	2 - similar	3 - pior
------------	-------------	----------

12. O constrangimento financeiro relativamente ao empreendimento de referência é (Q27)?

Resposta:

1 - inferior	2 - similar	3 - superior
--------------	-------------	--------------

13. O planeamento e o contrato relativamente ao empreendimento de referência é (Q28)?

Resposta:

1 - melhor	2 - similar	3 - pior
------------	-------------	----------

14. O âmbito do projecto é adequado para a funcionalidade pretendida, ou seja, a sua definição relativamente ao empreendimento de referência é (Q29)?

Resposta:

1 - melhor	2 - similar	3 - pior
------------	-------------	----------

15. As obrigações contratuais relativamente ao empreendimento de referência são (Q30)?

Resposta:

1 - melhores	2 - similares	3 - piores
--------------	---------------	------------

16. O sistema de resolução de conflitos relativamente ao empreendimento de referência é (Q32)?

Resposta:

1 - melhor	2 - similar	3 - pior
------------	-------------	----------

Grupo: Projectista

1. As qualificações do projectista para o projecto em análise relativamente ao empreendimento de referência são (Q10)?

Resposta:

1 - melhores	2 - similares	3 - piores
--------------	---------------	------------

2. O grau de rotatividade dos técnicos das áreas de projecto necessárias relativamente ao empreendimento de referência é (Q11)?

Resposta:

1 - menor	2 - similar	3 - maior
-----------	-------------	-----------

3. O nível de impacto da alteração da especialidade no projecto relativamente ao empreendimento de referência é (Q13)?

Resposta:

1 - inferior	2 - similar	3 - superior
--------------	-------------	--------------

4. O nível de resposta do projectista previsível para a assistência técnica relativamente ao empreendimento de referência é (Q15)?

Resposta:

1 - melhor	2 - similar	3 - pior
------------	-------------	----------

5. O desenvolvimento dos processos construtivos relativamente ao empreendimento de referência é (Q24)?

Resposta:

1 - melhor	2 - similar	3 - pior
------------	-------------	----------

6. *A adequação dos projectos à complexidade da obra relativamente ao empreendimento de referência é (Q31)?*

Resposta:

<i>1 - melhor</i>	<i>2 - similar</i>	<i>3 - pior</i>
-------------------	--------------------	-----------------

Grupo: Empreiteiro

1. *A experiência do Empreiteiro relativamente ao empreendimento de referência é (Q17)?*

Resposta:

<i>1 - melhor</i>	<i>2 - similar</i>	<i>3 - pior</i>
-------------------	--------------------	-----------------

2. *A qualificação e análise da proposta do Empreiteiro relativamente ao empreendimento de referência é (Q18)?*

Resposta:

<i>1 - melhor</i>	<i>2 - similar</i>	<i>3 - pior</i>
-------------------	--------------------	-----------------

3. *A capacidade do representante do Empreiteiro para resolver problemas relativamente ao empreendimento de referência é (Q19)?*

Resposta:

<i>1 - maior</i>	<i>2 - similar</i>	<i>3 - inferior</i>
------------------	--------------------	---------------------

4. *O constrangimento do Empreiteiro relativamente ao empreendimento de referência é (Q20)?*

Resposta:

<i>1 - inferior</i>	<i>2 - similar</i>	<i>3 - superior</i>
---------------------	--------------------	---------------------

5. *O grau de complexidade da obra para executar o projecto relativamente ao empreendimento de referência é (Q25)?*

Resposta:

<i>1 - inferior</i>	<i>2 - similar</i>	<i>3 - superior</i>
---------------------	--------------------	---------------------

Grupo: Incerteza

1. *O nível de estabilidade política relativamente ao empreendimento de referência é (Q2)?*

Resposta:

<i>1 - maior</i>	<i>2 - similar</i>	<i>3 - menor</i>
------------------	--------------------	------------------

2. *O nível de estabilidade legislativa ou normativa no que diz respeito ao empreendimento relativamente ao de referência é (Q3)?*

Resposta:

<i>1 - maior</i>	<i>2 - similar</i>	<i>3 - menor</i>
------------------	--------------------	------------------

3. *O nível de levantamento dos condicionamentos existentes no terreno relativamente ao empreendimento de referência é (Q12)? (geotecnia, estruturas no subsolo e aéreas, arqueologia, materiais perigosos, etc.)*

Resposta:

<i>1 - maior</i>	<i>2 - similar</i>	<i>3 - menor</i>
------------------	--------------------	------------------

4. *O empreendimento, comparativamente ao de referência, é ambientalmente sensível (Q21)?*

Resposta:

<i>1 - menos</i>	<i>2 - similar</i>	<i>3 - mais</i>
------------------	--------------------	-----------------

5. *O grau de complexidade do projecto relativamente ao empreendimento de referência é (Q23)?*

Resposta:

<i>1 - inferior</i>	<i>2 - similar</i>	<i>3 - superior</i>
---------------------	--------------------	---------------------

4.10 CONCLUSÕES

A possibilidade de criar uma ferramenta que possa antever, numa fase pré-contratual, o resultado económico da execução e da gestão da empreitada é uma mais valia para o gestor do empreendimento. Assim e de forma a responder a esta necessidade foi desenvolvido o modelo Multimpact que permite visualizar com antecedência os principais problemas e, desta forma, criar estratégias para minimizá-los ou mesmo eliminá-los.

O modelo Multimpact tem em consideração a forma de gestão dos vários intervenientes no passado e presente, nomeadamente: dados de empreendimentos já concluídos (contrato, realização, gestão), nível de organização e de consistência do projecto existente, perspectivas de gestão para a empreitada e o nível de incerteza expectável. Permite ainda implementar uma filosofia de melhoria contínua.

As dificuldades na utilização do modelo residem na obtenção de dados de empreendimentos já executados, especificamente, o conhecimento das causas que levaram à existência de desvios ao contratado, bem como obter uma resposta que seja credível e realista ao questionário comparativo. Este último aspecto necessita de calibração futura, no entanto tal só é possível através da implementação do modelo Multimpact a empreendimentos, em que não se conheça inicialmente o seu resultado final.

5. APLICAÇÃO DO MODELO MULTIMPACT E PROPOSTA METODOLÓGICA

5.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo vai aplicar-se o modelo Multimpact a quatro empreendimentos:

- caso A - uma linha de metropolitano que contém dois túneis, duas estações e um viaduto, cada uma destas obras constitui um subempreendimento;
- caso B - uma estação de metropolitano;
- caso C - um parque de estacionamento;
- caso D - um edifício.

A informação disponível para cada empreendimento é diferenciada, razão pela qual o número de actividades considerado em cada um dos casos é desigual. Para aplicação do modelo Multimpact é necessária de informação quantitativa (distribuição dos desvios) e qualitativa (gestão e respectivo desempenho) referente a empreendimentos já realizados. Assim, para poder aplicar o modelo elegeu-se como empreendimento de referência o caso A, dado ser o empreendimento com mais informação e com maior desvio. As análises efectuadas foram as seguintes:

- Cálculo da distribuição do desvio para o caso A (variável X), aplicação do modelo Multimpact ao caso A;
- Aplicação do modelo Multimpact a cada um dos subempreendimentos do caso A (túnel, estação e viaduto) conhecendo a distribuição de desvio do empreendimento global (variável X do caso A);
- Cálculo da distribuição do desvio para o caso B e aplicação do modelo Multimpact ao caso B;
- Aplicação do modelo Multimpact ao caso B conhecendo a distribuição de desvio do empreendimento global (variável X do caso A);
- Aplicação do modelo Multimpact ao caso C conhecendo a distribuição de desvio do empreendimento global (variável X do caso A);
- Aplicação do modelo Multimpact ao caso D conhecendo a distribuição de desvio do empreendimento global (variável X do caso A).

Após a análise dos resultados da aplicação do modelo aos vários empreendimentos são retiradas ilações, a partir das quais foi possível generalizar o modelo Multimpact.

A confrontação entre o modelo teórico e a sua aplicação a casos reais realça algumas das suas limitações. Analisando-as, foi possível suprir algumas das limitações encontradas.

Neste capítulo expõe-se em primeiro lugar o desenvolvimento da investigação, razão pela qual a metodologia de aplicação do modelo Multimpact se encontra na última parte.

5.2 CASO A: LINHA VERMELHA DO METROPOLITANO (TÚNEL, VIADUTO, ESTAÇÕES)

A Linha Vermelha do Metropolitano de Lisboa liga a Estação da Alameda à Estação do Oriente, no Parque das Nações (EXPO98), num total de 6 km. Este empreendimento foi dividido em dois troços, sendo que neste estudo só é analisado o primeiro troço, o qual tem cerca de 2 km de comprimento (troço Alameda – Chelas).

O troço em análise contempla cinco obras: dois túneis, um viaduto e duas estações construídas a céu aberto. A ligação entre Alameda e a Estação do Oriente tinha que estar a funcionar para a abertura da exposição mundial de Lisboa, EXPO 98.

5.2.1 CÁLCULO DA DISTRIBUIÇÃO DE DESVIO FINANCEIRO DO EMPREENDIMENTO

Para aplicar o modelo Multimpact é necessário conhecer a distribuição dos desvios, X . Para calcular cada valor de $X_{i,C}$ é necessário utilizar a equação seguinte :

$$X_{i,C} = \frac{R_{i,C}}{S_{i,C}} - 1$$

Equação 5.1

Em que:

$R_{i,C}$ – valor final real do custo da actividade i ;

$S_{i,C}$ – o custo contratado da actividade i ;

$X_{i,C}$ – variável que representa o acréscimo relativamente ao contratado da actividade i .

Considerando cinco subemprendimentos, onde se distinguem cinco actividades em cada um deles, na documentação disponível obtêm-se os valores reais de S (valor total contratado) e de R (valor total final), ver tabela seguinte.

Tabela 5.1 - Dados relativos aos valores contratados (S) e respectivos valores realizados (R)

Valores em euros (€)		Projectos				
		Troço 90	Estação O	Viaduto	Túnel A	Estação
(Real)	S	1	2	3	4	5
<i>Terraplenagens</i>	1	1.511.995	2.208.924	18.493	582.367	1.700.036
<i>Betão</i>	2	2.866.621	4.589.898	1.239.648	968.489	5.101.556
<i>Cofragens</i>	3	261.739	637.379	422.971	121.039	700.442
<i>Aços</i>	4	1.950.081	2.801.363	526.189	610.796	3.167.097
<i>Diversos</i>	5	43.233	115.084	0	8.544	312.241

(Real)	R	1	2	3	4	5
<i>Terraplenagens</i>	1	1.595.198	6.194.056	217.728	1.005.913	4.211.872
<i>Betão</i>	2	5.305.379	7.326.310	460.269	3.492.120	8.800.025
<i>Cofragens</i>	3	237.922	1.838.145	324.671	160.362	1.044.380
<i>Aços</i>	4	12.449.123	5.999.912	645.674	12.327.065	10.374.586
<i>Diversos</i>	5	5.800	492.545	5.578	0	1.110.883

Caso o empreendimento em análise tenha no seu conjunto um desvio financeiro positivo, para calcular os valores da variável $X_{i,C}$, utiliza-se a seguinte sequência:

1. Cálculo do valor $X_{i,C}$, pela Equação 5.1;
2. Análise dos valores calculados para $X_{i,C}$, de acordo com os seguintes critérios:
 - a) Valor de $X_{i,C}$ positivo, aceita-se;
 - b) Valor de $X_{i,C}$ negativo, rejeita-se, dado que um dos pressupostos do modelo é que a distribuição do desvio é a exponencial negativa. No entanto, de forma a não distorcer a análise, considera-se que a informação associada a

uma redução de trabalho deve ser incorporada na análise. O procedimento utilizado é o seguinte:

- i. Somar todas as actividades que tenham valor $X_{i,C}$ negativo, de forma a obter uma única actividade equivalente;
- ii. Identificar as actividades com maior valor positivo $X_{i,C}$;
- iii. Somar a actividade equivalente ($X_{i,C}$ negativo) com a actividade com maior valor positivo, obtendo-se uma actividade fictícia, assim, poder-se-á calcular para essa um novo valor de $X_{i,C}$;
- iv. Repetir este procedimento até obter uma actividade fictícia que tenha $X_{i,C}$ positivo.

O procedimento tem como consequência a redução do número de valores de $X_{i,C}$. Utilizando a referida sequência de operações obteve-se os valores de $X_{i,C}$ que constam na Tabela 5.2.

Tabela 5.2 - variável $X_{n,C}$ (média obtida 2,1761)

	1,804
	1,478
	1,142
	0,851
	0,727
	0,725
	0,596
	0,491
	0,325
	0,227
	0,055
$X_{n,C}$	
10,774	
5,384	
4,165	
3,280	
2,606	
2,558	
2,276	
1,884	

A estes valores foi ajustada uma distribuição exponencial negativa com parâmetro $\lambda = 0.4595$ (inverso à média dos valores $X_{i,C}$, como se referiu no capítulo 4). Na Figura 5.1 mostra-se o ajuste conseguido utilizando a distribuição exponencial negativa.

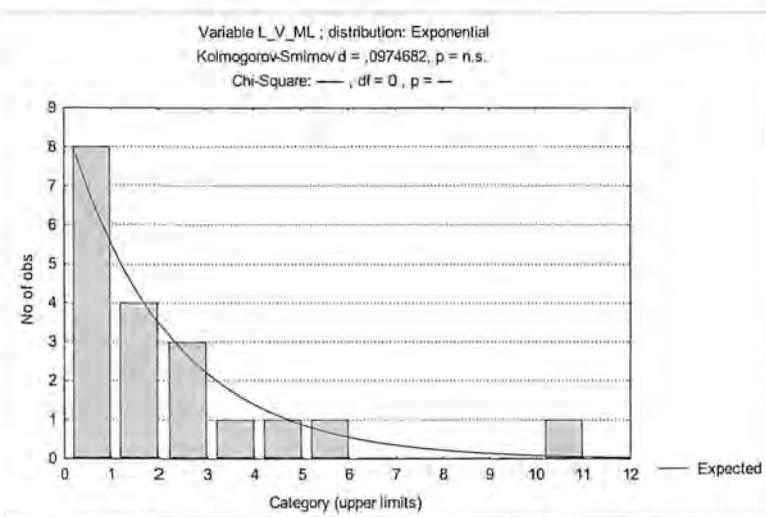


Figura 5.1 – Ajuste de uma distribuição exponencial negativa pelo programa *Statistica*

Como número da amostra é reduzido ($n < 30$) não se calcula o teste de ajustamento do Qui-Quadrado. O teste de ajustamento utilizado é unicamente o de Kolmogorov-Smirnov. Na Tabela 5.3 verifica-se que a hipótese nula pode ser considerada, ou seja, a distribuição exponencial negativa adequa-se aos valores em análise.

Tabela 5.3 - Teste de ajustamento K-S

Teste de Ajustamento	Variable L_V_ML ; distribution: Exponential (flor1.sta)
Passo 1 Hipótese nula: Função densidade de probabilidade é Exponencial Negativa	
	n° observações = 19
	média da distribuição exponencial : 2,1761
Passo 2 Estatística a utilizar: Kolmogorov-Smirnov	
Passo 3 Nível de significância de 5%	
	$D_{0,05} = 0,271$
Passo 4 Cálculo do valor do teste	
	$D = 0,097468$ contínuo
Passo 5 Decisão	
	$D_{0,05} > D$

Não se rejeita a hipótese nula para o nível de significância de 5%
 Pode-se, assim assumir que o desvio estudado segue uma distribuição Exponencial

5.2.2 CÁLCULO DA EQUAÇÃO DE ACRÉSCIMO FINANCEIRO POR SIMULAÇÃO

Com recurso à Equação 4.15 calcula-se o valor $R_{i,C}$ para cada actividade. Para o efeito é necessário conhecer o valor da probabilidade de ocorrência de desvio, a que se designa por factor de impacto, FI. Considera-se, ainda, que a variável X segue uma distribuição exponencial negativa com parâmetro $\lambda = 0.4595$, ou seja, considera-se que o modelo está a ser aplicado ao empreendimento que deu origem à distribuição da variável X, deste modo o valor de FII=1.

Recorrendo ao método Monte-Carlo, no caso um processo com 1000 iterações, e utilizando o programa *DistributionView* (Cfr. Coelho, 2004), calcula-se a distribuição da estimativa do custo final do empreendimento recorrendo à Equação 4.16.

Na Figura 5.2 representa-se a distribuição de R obtida para um factor de impacto (FI) de 0,50, mostrando-se a frequência de ocorrência (eixo ordenadas) e os respectivos valores (eixo das abcissas). A análise desta figura suscita as seguintes questões:

- Qual o valor de FI a utilizar, dado que este parâmetro modifica a distribuição?
- Qual o nível de confiança a considerar de modo a poder ser comparado com o real?

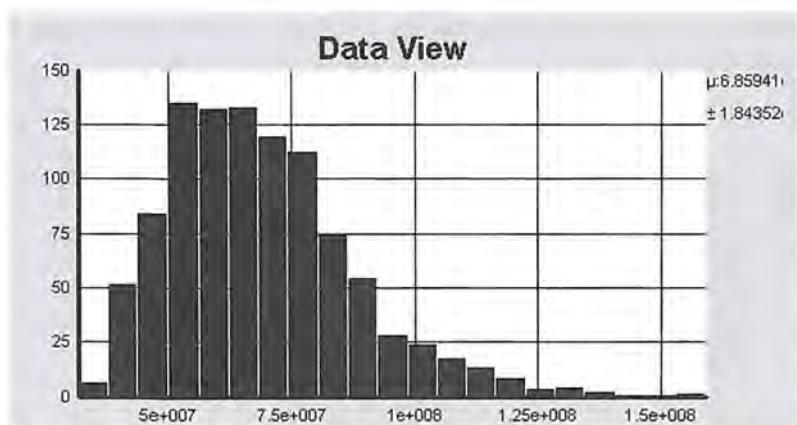


Figura 5.2 – Simulação com 1000 iterações, FI=0,50 e X(média=2,1761)

No intuito de encontrar resposta para estas interrogações procedeu-se do seguinte modo:

- Foram considerados vários valores de FI e, para cada um deles, executadas simulações com 1000 iterações, de forma a obter uma distribuição de R;
- De seguida procedeu-se à análise de cada distribuição de modo a quantificar os valores de R para vários Graus de Confiança (GC) designadamente 50%, 75%, 80%, 85% e 90%;
- Por último foi escolhido o par [FI, GC] que melhor se aproxima aos valores reais dos casos estudados.

Utilizando este procedimento obtiveram-se distribuições da variável R para valores de FI entre 0,00 e 1,00, medindo-se então para cada uma delas os quantis de 50%, 75%, 80%, 85% e 90%. Cada um destes valores foi dividido pelo valor do total do contrato inicial, S, dando assim origem a uma variável adimensional [R/S]. Na Tabela 5.4 mostram-se os valores calculados para R/S obtidos para vários valores de FI e relativos aos quantis acima identificados.

Tabela 5.4 – Caso A - Valores de R/S referidos ao factor FI e a graus de confiança

<i>Simulação - relação entre percentis e o valor contratado (S) - (Caso A)</i>					
Factor de impacto	R_{90%}/S	R_{85%}/S	R_{80%}/S	R_{75%}/S	R_{50%}/S
0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,05	1,32	1,23	1,17	1,12	1,01
0,10	1,56	1,45	1,37	1,31	1,12
0,15	1,80	1,61	1,53	1,46	1,23
0,20	1,95	1,79	1,68	1,60	1,33
0,22	2,10	1,93	1,78	1,69	1,38
0,35	2,37	2,21	2,06	1,96	1,64
0,44	2,71	2,54	2,42	2,30	1,88
0,50	2,83	2,67	2,53	2,44	2,03
0,55	3,00	2,80	2,66	2,56	2,14
0,60	3,09	2,87	2,73	2,63	2,24
0,65	3,16	3,01	2,89	2,77	2,30
0,75	3,48	3,30	3,18	3,01	2,57
1,00	3,98	3,84	3,71	3,59	3,12

Para valores de R/S retirados do mesmo quantil, ou seja com igual grau de confiança, e para diferentes valores de FI, ajustaram-se curvas polinomiais as quais reflectem correlações sempre superiores a 95%, como se mostra na Figura 5.3.

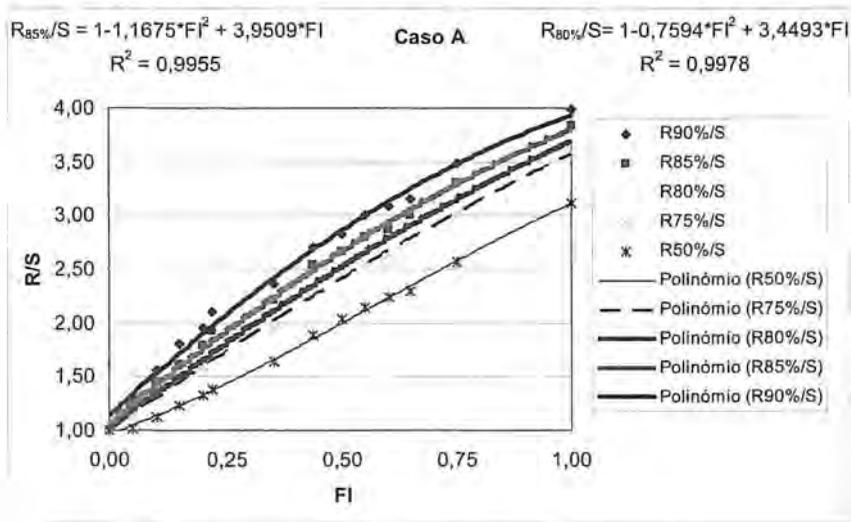


Figura 5.3 – Curvas de igual grau de confiança

Analisando a Figura 5.3, constata-se que a relação R/S aumenta com o factor de impacto (FI) e que, para o mesmo valor de FI quanto maior é o grau de confiança maior o valor de R/S, neste caso, este atinge o máximo de 3.98.

Para o empreendimento em estudo o valor real de R/S foi de 2,64. Como o empreendimento em análise é o mesmo que o de referência o valor de FI é de 0,50 de acordo com o pressuposto referido em 4.9.3, deste modo é necessário obter o quantil que melhor aproxima a simulação ao valor real. Verifica-se recorrendo à Tabela 5.4 que o GC que melhor se aproxima aos valores de R/S=2,64 e FI=0,50 é de 85%, uma vez que $R_{85\%}(FI=0,50)/S=2,67$. Assim, como hipótese considera-se para a utilização do modelo um GC de 85%.

Tendo como referência um GC=85% e FII=1 a equação é a seguinte:

$$\left(\frac{R_{85\%}}{S} \right) = \left[1 + \left(-1,1675 \cdot FI^2 + 3,9509 \cdot FI \right) \right]$$

Equação 5.2

5.3 CASO A1: SUBEMPREENDIMENTOS DA LINHA VERMELHA

Considerando agora cada um dos cinco subempreendimentos do caso A obtém-se para cada um deles os valores reais de S e R, que constam na tabela seguinte.

Tabela 5.5 - Valores contratados (S) e executados (R) dos vários empreendimentos

Real	Projectos				
	Troço 90	Estação O	Viaduto	Túnel A	Estação
	1	2	3	4	5
S	6.633.669	10.352.648	2.207.301	2.291.235	10.981.372
R	19.593.422	21.850.968	1.653.920	16.985.460	25.541.746
R/S	2,95	2,11	0,75	7,41	2,33
R/S (total)	2,64				

Como se pode observar nesta tabela, os valores R/S, são bastantes díspares, havendo-os menores que a unidade, obra com menor custo do que o contratado, até 7,41. Os diferentes valores podem justificar-se pela elevada incerteza ao nível de geotecnia no subempreendimento nº 4 (R/S=7,41) e, em oposição, o subempreendimento 3, a que corresponde R/S inferior à unidade. Neste último caso, o facto pode dever-se à reduzida extensão do viaduto e em simultâneo uma situação de local mais favorável ao que havia sido considerado no projecto.

Considerando como empreendimento de referência o caso A (total), ou seja, a variável X é aproximada por uma distribuição exponencial negativa com parâmetro $\lambda = 0.4595$, calculam-se os quantis de R para os graus de confiança de 90%, 85%, 80%, 75% e 50%, mostrados na Tabela 5.6, para cada subempreendimento e para o FI que melhor se aproxime do valor real e utilizou-se FII=1,00.

Tabela 5.6 – Caso A1 - Valores de R/S referidos ao factor FI e a graus de confiança

Simulação - relação entre percentis e o valor							
Subemp.	Factor de impacto	R _{99%} /S	R _{85%} /S	R _{80%} /S	R _{75%} /S	R _{50%} /S	Valores reais
1	0,500	3,66	3,17	2,87	2,63	1,80	2,95
2	0,500	3,61	3,23	2,89	2,63	1,83	2,11
2	0,300	2,69	2,35	2,11	1,90	1,33	2,11
3	0,500	3,61	3,19	2,91	2,55	1,72	0,75
3	0,001	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,75
4	0,500	3,48	3,07	2,79	2,55	1,81	7,41
4	1,000	4,75	4,38	4,07	3,86	2,99	7,41
5	0,500	3,53	3,13	2,79	2,54	1,77	2,33
5	0,300	2,64	2,30	2,04	1,87	1,31	2,33

Da análise da Tabela 5.6 conclui-se que a modelação é limitada entre R/S=1 e R/S=4,75, deste modo, os projectos 3 e 4 encontram-se fora deste intervalo, para os quantis e para a variável $X_{i,c}$ considerados. Assim, os resultados têm que ser corrigidos de modo a alterar os limites (esta modificação é realizada através do parâmetro FII).

No sub empreendimento nº 3 foi registado um valor de R/S inferior à unidade, contudo uma das premissas do modelo é que os desvios são positivos ou seja, o modelo proposto não simula desvios negativos ($R/S < 1,00$). No entanto, FII pode ser menor que 1,00 podendo servir para corrigir o valor R/S calculado, recorrendo à Equação 5.2 e multiplicando por FII é possível expandir o domínio do modelo, refere-se contudo que sempre que R/S seja menor que a unidade a análise deverá ser reformulada utilizando para o efeito outro “empreendimento de referência”.

Considerando como hipótese um GC=85%, assim $R_{85\%}/S = 1,00 * FII = 0,75$ obtendo-se $FII = 0,75$. Este valor de FII significa que este subempreendimento tem um nível de complexidade e incerteza inferior ao empreendimento de referência. Relativamente ao projecto nº 4, verifica-se que o valor real de R/S é superior ao estimado para o quantil de 85%, para FI=1,00. A correcção com recurso a FII para $R_{85\%}/S = 4,38 * FII = 7,41$ é conseguida para $FII = 1,69$, o que reflecte a maior complexidade e incerteza deste sub empreendimento em relação ao empreendimento de referência. Deste modo e como o projecto 3 obtém $R/S < 1$ e o projecto 4 obtém um $FII > 1,5$ a análise deverá ser refeita uma vez estarem fora dos intervalos considerados para o modelo. Para fazer a nova análise teria que se ter empreendimentos com um nível de complexidade diferente.

Constata-se que os resultados obtidos de R/S para os sub empreendimentos 1, 2 e 5, para o grau de confiança de 85%, são consentâneos com os reais. Verifica-se que o FI obtido para o subempreendimento 2 e 5 é menor que 0,50, ou seja, R/S menor que o empreendimento global (2,64), como era expectável.

Como consequência da análise realizada, a utilização do modelo Multimpact deverá ser criteriosa e ter em linha de conta o seguinte:

- O empreendimento usado como referência deverá ser semelhante àquele que está em análise nomeadamente em relação à complexidade e incerteza (X e $FII=1$) e às competências dos intervenientes, (FI);
- O modelo pressupõe que o empreendimento será realizado na sua totalidade e que as actividades estão quantificadas de forma realista ou optimista;
- Embora o parâmetro FII permita corrigir os valores de $R_{85\%}/S$, ele deverá ser utilizado com precaução, principalmente quando for utilizado para diminuir o valor de $R_{85\%}/S$;
- A análise deverá ser refeita sempre que o R/S seja menor que a unidade.

5.4 CASO B: LINHA AZUL DO METROPOLITANO: ESTAÇÃO DE ALFORNELLOS

O caso B corresponde a uma estação de metropolitano, a Estação de Alfornelos, integrada na linha Azul do Metropolitano de Lisboa. A Estação é enterrada e tem uma configuração tipo paralelepípedica com 105 m de comprimento, largura variável entre 20 a 35 m e cerca de 17m de altura. É constituída por um nível de cobertura, por um átrio central, por um cais e laje de soleira e, também, por dois acessos. Na Figura 5.4 mostra-se uma das fases da construção, a escavação a céu aberto ao abrigo de uma cortina de estacas estabilizada com ancoragens.



Figura 5.4 - Vista geral da contenção. Quatro níveis de ancoragem e a proximidade dos edifícios.

5.4.1 CÁLCULO DA MÉDIA DA DISTRIBUIÇÃO DE DESVIO DO EMPREENDIMENTO

Para calcular a distribuição da variável X adoptou-se o procedimento descrito em 5.2.1, utilizando-se os valores conhecidos de S e R das diferentes actividades, os quais se apresenta na Tabela 5.7, sendo o valor real $R/S=1,07$.

Tabela 5.7 - Valores contratados (S) e realizados (R) para as actividades da empreitada

Euros (€)	Contrato	Final	
Actividades	S	R	X
Escavação	946631,14	1072755,84	0,133
Aterro	233033,20	225273,57	-0,033
Demolição	51980,96	52240,01	0,005
Entivacões	2614132,96	2836835,08	0,085
Betão	2274055,19	2280124,35	0,003
Cofragem	1220343,30	1208048,45	-0,010
Aço	3607322,81	3463907,02	-0,040
Ancoragem	785046,08	604058,70	-0,231
Drenagem	234992,59	238739,90	0,016
Juntas	7611,67	8254,30	0,084
Alvenarias	96251,88	97107,21	0,009
Desvios	1154252,72	1575681,46	0,365
Serralharias	42102,58	28417,60	-0,325
águas e esgotos	101718,82	118815,07	0,168
impermeabilização	283504,14	271386,70	-0,043
Electricidade	8511,20	165604,23	18,457
Tratamento terrenos	305579,46	307514,58	0,006
Preços novos		327885,63	
Mais valias		42664,04	
Total	13967070,70	14925313,74	

Os valores tomados pela variável X, são os que constam na Tabela 5.8.

Tabela 5.8 - Valores reais da variável $X_{i,C}$ (média 0,0818)

$X_{n,C}$
0,133
0,005
0,085
0,003
0,016
0,084
0,009
0,365
0,168
0,006
0,025

A estes valores foi ajustada uma distribuição exponencial negativa com parâmetro $\lambda = 12,2178$ (o inverso da média dos valores de X), como se constata na figura seguinte:

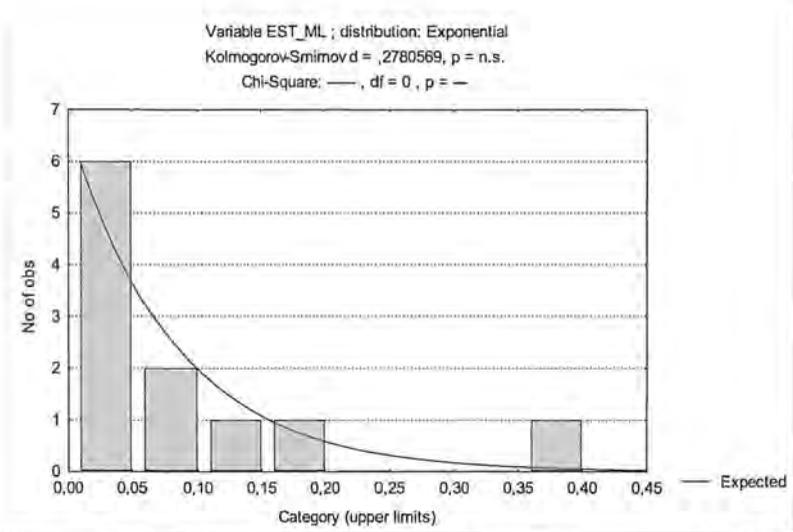


Figura 5.5 - Ajuste de uma distribuição exponencial negativa pelo programa *Statistica*

O teste de ajustamento utilizado foi Kolmogorov-Smirnov, os resultados encontram-se na Tabela 5.9, mostram que no caso em apreço a hipótese nula pode ser considerada, o que significa que a distribuição exponencial negativa se adequa aos dados em análise.

Tabela 5.9 - Teste de ajustamento K-S

Teste de Ajustamento	Variable EST_ML ; distribution: Exponential (flor1.sta)
Passo 1 Hipotese nula: Função densidade de probabilidade é Exponencial Negativa	
nº observações =	11
média da distribuição exponencial :	0,08185
Passo 2 Estatística a utilizar: Kolmogorov-Smirnov	
Passo 3 Nível de significância de 5%	
$D_{0,05} =$	0,352
Passo 4 Calculo do valor do teste	
$D =$	0,278057 continuo
Passo 5 Decisão	
$D_{0,05} > D$	
Não se rejeita a hipótese nula para o nível de significância de 5%	
Pode-se, assim assumir que o desvio estudado segue uma distribuição Exponencial	

5.4.2 CÁLCULO DA EQUAÇÃO DE ACRÉSCIMO FINANCEIRO POR SIMULAÇÃO RECORRENDO À MÉDIA DO PRÓPRIO EMPREENHIMENTO

Com base no procedimento descrito em 5.2.2, adoptando $FI=0,50$ e $FII=1,00$ (comparação com o próprio empreendimento), obtém-se a distribuição ilustrada na Figura 5.6.

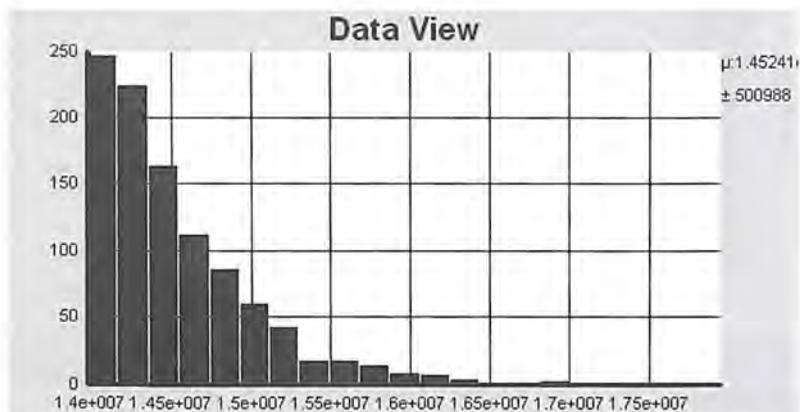


Figura 5.6 – Simulação com 1000 iterações, para $FI=0,50$ e X (média=0,0818)

Para estudar a influência do factor de impacto (FI) no desvio foram realizadas nove simulações. Mostra-se na Tabela 5.10 os valores relativos obtidos para os vários quantis de 50%, 75%, 80%, 85% e 90%, verificando-se que o valor de R/S varia entre 1 e 1,134.

Tabela 5.10 – Caso B - Valores de R/S referidos ao factor FI e a graus de confiança

Simulação - relação entre percentis e o valor contratado (S) - (Caso B)					
Factor de impacto	R _{90%/S}	R _{85%/S}	R _{80%/S}	R _{75%/S}	R _{50%/S}
0,050	1,010	1,005	1,003	1,001	1,000
0,100	1,021	1,015	1,010	1,007	1,001
0,150	1,038	1,028	1,021	1,016	1,003
0,200	1,050	1,035	1,027	1,021	1,006
0,300	1,058	1,046	1,038	1,032	1,015
0,437	1,080	1,065	1,054	1,046	1,024
0,500	1,085	1,073	1,064	1,056	1,030
0,750	1,118	1,102	1,091	1,082	1,052
1,000	1,134	1,121	1,110	1,100	1,071

Na Figura 5.7, incluem-se as curvas que traduzem a relação R/S e FI para os vários quantis.

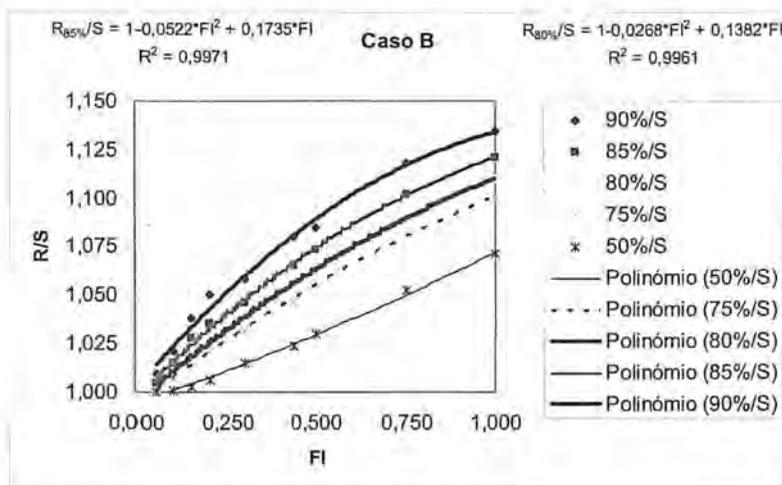


Figura 5.7 – Curvas de igual nível de confiança ($X_{i,C}$ com média 0,0818)

Para o empreendimento em estudo o valor de R/S real foi de 1,07. Como é uma comparação com o próprio empreendimento então FI=0,50 e FII=1,00, considerando como hipótese GC=85% obtém-se $R_{85\%/S} = 1,073$. Deste

modo, para empreendimentos que tenham características similares a este, os desvios seguem a equação seguinte:

$$\left(\frac{R_{85\%}}{S} \right) = \left[1 + \left(-0,0522 \cdot FI^2 + 0,1735 \cdot FI \right) \right]$$

Equação 5.3

5.4.3 CÁLCULO DA EQUAÇÃO DE ACRÉSCIMO FINANCEIRO POR SIMULAÇÃO RECORRENDO À MÉDIA DO EMPREENDIMENTO A

Usando o mesmo procedimento referido em 5.2.2, mas tendo agora como referência a distribuição de desvios, X, do empreendimento de referência A. Calcula-se R/S, para FII=1 (Tabela 5.11). Na Figura 5.8 incluem-se as curvas de variação de R/S com FI e GC.

Tabela 5.11 - Caso B(A)- Valores de R/S referidos ao factor FI e a graus de confiança

<i>Simulação - relação entre percentis e o valor contratado (S) - Caso B com A de referência</i>					
Factor de impacto	R_{90%}/S	R_{85%}/S	R_{80%}/S	R_{75%}/S	R_{50%}/S
0,007	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,036	1,12	1,05	1,02	1,01	1,00
0,045	1,22	1,11	1,04	1,02	1,00
0,061	1,34	1,17	1,10	1,06	1,00
0,081	1,57	1,35	1,20	1,13	1,01
0,116	1,75	1,48	1,36	1,25	1,04
0,161	2,11	1,83	1,65	1,45	1,11
0,250	2,45	2,13	1,90	1,74	1,29
0,500	3,35	3,01	2,72	2,52	1,85
0,750	4,09	3,55	3,28	3,09	2,33
1,000	4,68	4,25	3,99	3,75	2,94

$$R_{85\%/S} = 1 - 1,4222 \cdot FI^2 + 4,6246 \cdot FI$$

$$R^2 = 0,9941$$

$$R_{90\%/S} = 1 - 0,6117 \cdot FI^2 + 3,5871 \cdot FI$$

$$R^2 = 0,9934$$

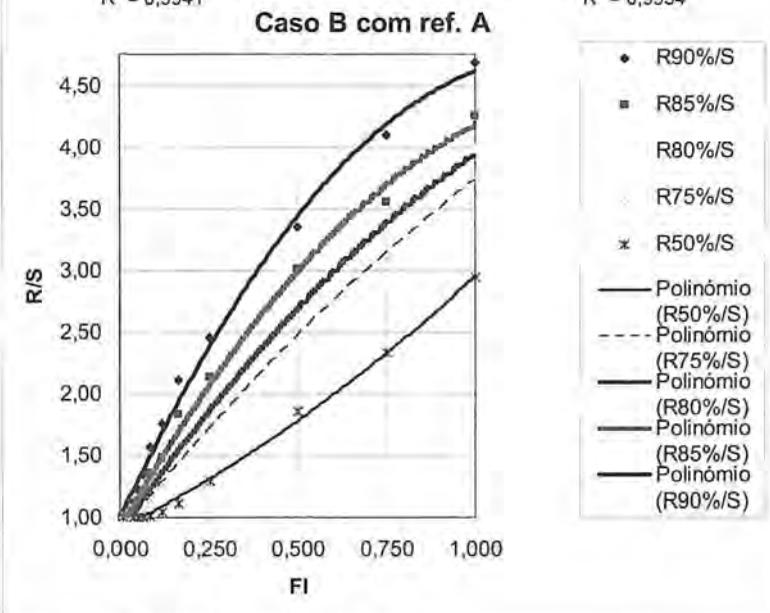


Figura 5.8 - Curvas de igual grau de confiança

Tomando como referência o empreendimento A, os desvios para empreendimento idênticos ao B são fornecidos pela equação, considerando $FII=1$:

$$\left(\frac{R_{85\%}}{S} \right) = \left[1 + (-1,4222 \cdot FI^2 + 4,6246 \cdot FI) \right] \cdot FII$$

Equação 5.4

5.4.4 CÁLCULO DOS FACTORES DE IMPACTO (FI E FII) PARA O EMPREENDIMENTO B COM BASE NO CASO A

Para calcular os factores FI e FII utiliza-se o procedimento descrito no capítulo 4. A resposta ao questionário comparativo (QC), tendo como referência o empreendimento A, conduz $FI=0,13$ (34 pontos) e $FII=0,70$ (7 pontos). Como valores de FI e FII são menores que os de referência

(FI=0,50 e FII=1,00) e por isso é expectável um valor de R/S inferior ao do empreendimento de referência (2,64).

Introduzindo os valores de FI=0,13 e FII=0,70 na Equação 5.4, obtém-se R/S=1,10, resultado que constitui uma boa aproximação ao verificado na realidade (1,07).

Ao verificar-se que os resultados fornecidos pelo modelo estão consentâneos com os dados introduzidos, torna-se necessário decidir se o empreendimento deverá ser objecto de nova análise. De acordo com a recomendação AACEI (2000) os empreendimentos deverão ser reanalisados sempre que $R/S_{GC=85\%,ref.} > 1,05$. O próprio modelo Multimpact fornece indicações sobre as actividades do empreendimento que devem ser objecto de nova análise, o que traduz a qualidade do modelo proposto.

Para o presente caso, e de acordo com o critério acima conclui-se que o empreendimento deve ser reanalisado. Analisando os factores FI e FII verifica-se que o primeiro ainda é menor que 0,50 e o segundo também é menor que 1,00 o que sugere que o nível de complexidade e incerteza do projecto em análise é menor que o utilizado como referência, deste modo a nova análise deverá ter como base outro empreendimento.

5.5 CASO C – PARQUE DE ESTACIONAMENTO

A obra em análise é um parque de estacionamento com o valor contratual de € 1587886,39 (S), tendo o respectivo custo final atingido € 1825286,57 (R), o que corresponde a R/S= 1,15.

A obra desenvolve-se numa área de 53395 m², dos quais 9667 m² são áreas verdes, 9937 m² são passeios e 33791 m² são dedicadas a estacionamento automóvel ou arruamentos.

5.5.1 CÁLCULO DA EQUAÇÃO DE ACRÉSCIMO FINANCEIRO POR SIMULAÇÃO RECORRENDO À MÉDIA DO EMPREENDIMENTO A

Com base no procedimento proposto, procedeu-se à aplicação do modelo Multimpact, tendo como base a distribuição de desvios, $X_{i,C}$, do empreendimento de referência (caso A). Na Tabela 5.12 mostram-se os valores de R/S calculados.

Tabela 5.12 - Caso C(A)- Valores de R/S referidos ao factor FI e a graus de confiança

Simulação - relação entre percentis e o valor contratado (S) - Caso C com ref. A					
Factor de impacto	R _{90%} /S	R _{85%} /S	R _{80%} /S	R _{75%} /S	R _{50%} /S
0,137	1,65	1,00	1,00	1,00	1,00
0,191	2,28	1,47	1,00	1,00	1,00
0,203	2,44	1,50	1,00	1,00	1,00
0,250	3,19	2,33	1,72	1,23	1,00
0,500	4,47	3,56	2,99	2,48	1,00
0,750	5,28	4,40	3,92	3,48	1,94
1,000	6,07	5,26	4,68	4,01	2,40

Ajustaram-se as curvas para os valores de R/S retirados do mesmo quantil, com igual grau de confiança, e para diferentes valores de FI, obtendo-se correlações sempre superiores a 95%. Na Figura 5.9 mostra-se as curvas que relacionam R/S com FI para os vários quantis ensaiados.

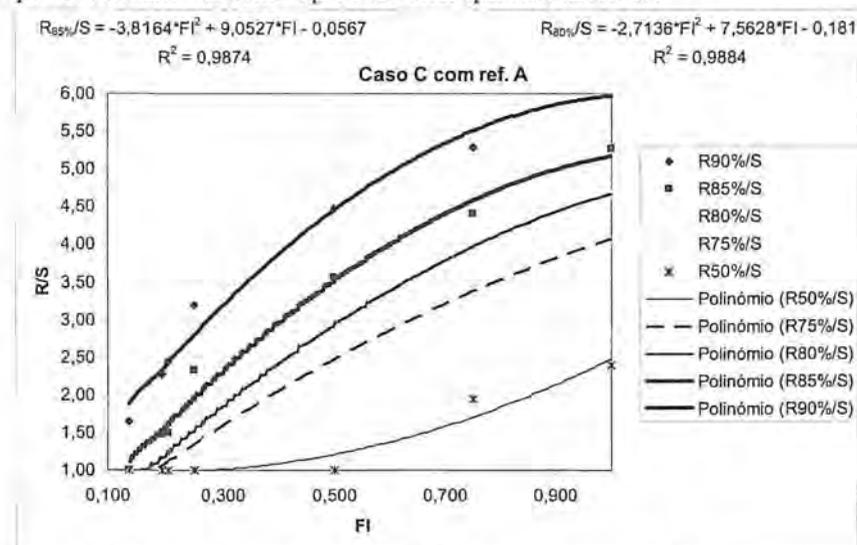


Figura 5.9 - Curvas de igual nível de confiança ($X_{n,C}$ com média 2,18)

Para o empreendimento C, baseado distribuição de X relativa ao empreendimento A, obtém-se a equação seguinte:

$$\left(\frac{R_{85\%}}{S} \right) = \left[1 + \left(-3,8164 \cdot FI^2 + 9,0527 \cdot FI - 1,0567 \right) \right] \cdot FII$$

Equação 5.5

5.5.2 CÁLCULO DOS FACTORES DE IMPACTO (FI E FII) PARA O EMPREENDIMENTO C COM BASE NO CASO A

Para calcular os factores FI e FII utiliza-se o procedimento descrito no capítulo 4, incluindo a resposta ao Questionário Comparativo (QC), tendo como base o empreendimento A, calculando-se então os valores de FI=0,24 (40 pontos) e FII=0,70 (7 pontos). O valor de FI é menor que 0,50 (referência). Pelo que o valor de R/S estimado é menor que o verificado no empreendimento de referência. O valor FII é menor que 1 (referência), pelo que se pode concluir que a complexidade e incerteza associado ao empreendimento em análise (C) são menores que o de referência.

Aplicando na Equação 5.5 os valores de FI e FII calculados obtém-se R/S=1,32. Confirma-se, como se previa com o tratamento da informação obtida com a resposta ao questionário proposto, que este valor é inferior ao R/S do empreendimento de referência (caso A, R/S=2,64). Este resultado indica a necessidade de reavaliar o empreendimento, dado que o valor é superior a $(R/S_{GC=85\%,ref}=1,05)$.

Verifica-se que o valor obtido pelo modelo (R/S=1,32) é superior ao real (R/S=1,15). Refira-se, no entanto, que o modelo alerta para a existência de um desvio superior (R/S=1,32) ao admissível (R/S=1,05). Uma forma de aproximar a estimativa é recorrer a um empreendimento de base com um nível de complexidade e incerteza semelhante ao que se pretende analisar.

5.6 CASO D – EDIFÍCIO

Este empreendimento consiste num edifício para comércio (1500 m²) e escritórios (6200 m²), tendo também estacionamento (11000 m²). Neste empreendimento foram realizadas quatro empreitadas: (i) contenção periférica, escavação geral e estrutura; (ii) acabamentos e instalações especiais; (iii) instalações electromecânicas e (iv) instalação de postos de transformação. O valor real de R/S é de 1,13.

5.6.1 CÁLCULO DA EQUAÇÃO DE ACRÉSCIMO FINANCEIRO POR SIMULAÇÃO RECORRENDO À MÉDIA DO EMPREENDIMENTO A

Na Tabela 5.13 mostram-se os valores de R/S obtidos calculados utilizando o procedimento definido anteriormente, impondo FII=1.

Tabela 5.13 - Caso D(A)- Valores de R/S referidos ao factor FI e a graus de confiança

Simulação - relação entre percentis e o valor contratado (S) - Caso D com referência A					
Factor de impacto	R _{90%} /S	R _{85%} /S	R _{80%} /S	R _{75%} /S	R _{50%} /S
0,100	1,55	1,16	1,07	1,03	1,00
0,150	2,18	1,62	1,32	1,15	1,00
0,200	2,41	1,94	1,63	1,41	1,02
0,250	2,73	2,28	1,97	1,66	1,07
0,500	4,12	3,29	2,88	2,58	1,62
0,750	4,62	3,98	3,68	3,30	2,19
1,000	5,30	4,60	4,19	3,77	2,74

Mostram-se na Figura 5.10 as curvas de variação de R/S com FI para os quantis ensaiados.

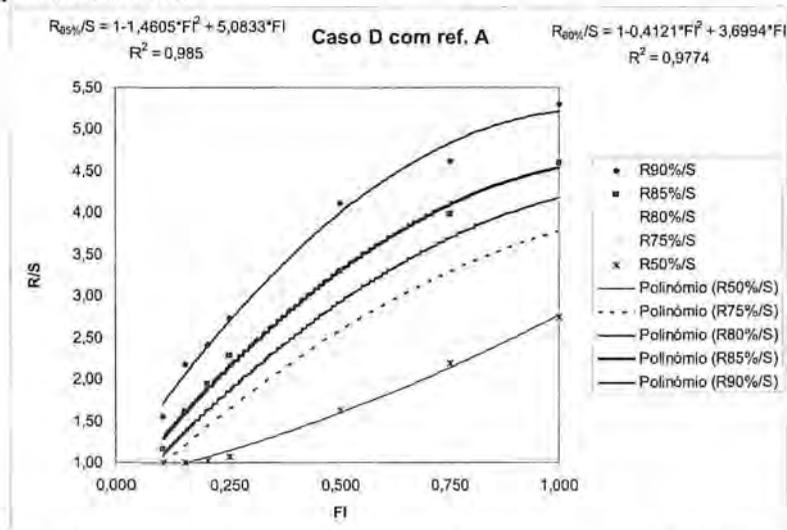


Figura 5.10 - Curvas de igual nível de confiança ($X_{n,C}$ com média 2,18)

Para o empreendimento D, baseado no empreendimento A, obtém-se a equação seguinte:

$$\left(\frac{R_{85\%}}{S} \right) = \left[1 + \left(-1,4605 \cdot FI^2 + 5,0833 \cdot FI \right) \right] \cdot FII$$

Equação 5.6

5.6.2 CÁLCULO DOS FACTORES DE IMPACTO (FI E FII) PARA O EMPREENDIMENTO D COM BASE NO CASO A

A da resposta ao questionário comparativo (QC) relativamente ao empreendimento A, permite o cálculo de FI=0,22 (39 pontos) e FII=0,60 (6 pontos). Como o valor de FI é menor que 0,50 (referência), o valor de R/S estimado é menor que o do empreendimento de referência. O valor FII é menor que 1 (referência) o que significa que a complexidade e incerteza associadas a este empreendimento em análise é inferior ao de referência.

Entrando com os valores de FI e FII calculados na Equação 5.6 obtém-se R/S=1,22. Como o valor estimado (1,22) é superior a $R/S_{GC=85\%,ref}=1,05$ conclui-se de acordo com AACE que este empreendimento deve ser reavaliado.

5.7 ANÁLISE DAS RELAÇÕES ENTRE OS VÁRIOS EMPREENDIMENTOS

Na Tabela 5.14 mostram-se os resultados obtidos para R/S em cada um dos quatro empreendimentos A, B, C e D simulados a partir da mesma distribuição X. Estes cálculos foram efectuados para o nível de confiança de 85% e para os mesmos FI.

Tabela 5.14 - Valores R/S estimados para os casos A, B, C, D com base na média do caso A (Expo)

FI	R/S _{85%}			
	Caso A (19 act.)	Caso B (11 act.)	Caso C (1 act.)	Caso D (4 act.)
0,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,10	1,45	1,43	1,00	1,16
0,20	1,79	2,00	1,83	1,94
0,30	2,09	2,29	2,37	2,61
0,40	2,40	2,69	3,20	3,09
0,50	2,67	3,01	3,56	3,29
0,60	2,87	3,23	4,09	3,54
0,70	3,14	3,58	4,40	3,86
0,80	3,39	3,69	4,83	4,20
0,90	3,59	4,02	5,08	4,48
0,95	3,84	4,25	5,26	4,60

Na Tabela 5.15 mostram-se os valores das correlações entre as quatro variáveis R/S, uma por cada caso analisado, indicadas na Tabela 5.14. Verifica-se que todas elas têm correlações superiores a 0,98, o que era expectável uma vez que todas as simulações tem como base uma mesma distribuição de (X).

Tabela 5.15 - Correlações entre as variáveis R/S

Correlação	Caso A (19 act.)	Caso B (11 act.)	Caso C (1 act.)	Caso D (4 act.)
Caso A (19 act.)	1	0,9980	0,9896	0,9903
Caso B (11 act.)		1	0,9914	0,9935
Caso C (1 act.)			1	0,9940
Caso D (4 act.)				1

Na Figura 5.11 mostra-se a variação de R/S com FI para cada empreendimento e nas condições enunciadas. Pode observar-se a existência de duas zonas distintas, a primeira (FI<0,20) os valores calculados de R/S para os empreendimentos B, C e D são inferiores ao caso A, verificando-se o oposto para FI>0,20.

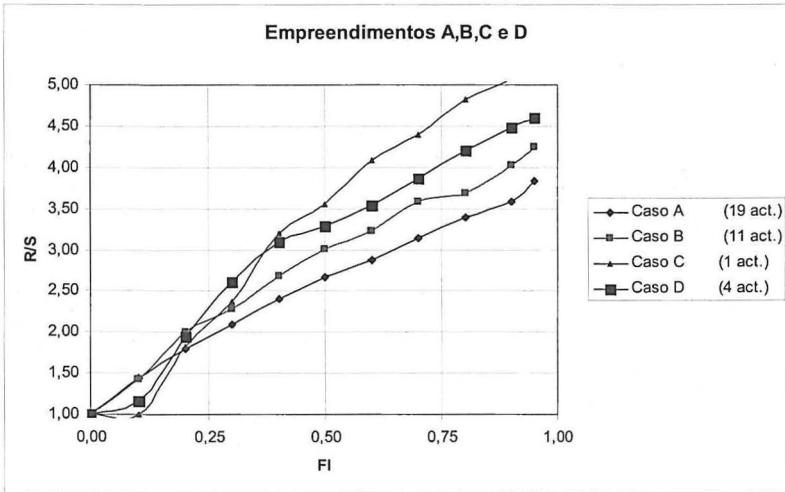


Figura 5.11 – Variação de R/S para os casos A, B, C e D (referência distribuição do caso A)

Da análise a figura precedente pode inferir-se que o número de actividades considerado para os vários cálculos executados é também um variável a ter em consideração.

Considerando, agora, um empreendimento com $S=10$ unidades monetárias, calculam-se distribuições de R/S para vários valores de FI e diferente número de actividades (n). Em cada simulação o valor de S de cada actividade é igual a S/n , sendo n o número de actividades utilizado.

Na Figura 5.12 mostra-se a variação de $R_{85\%}/S$, com FI fixado o número de actividades, sempre para o mesmo valor contratado S. Desta figura conclui-se que para um número reduzido de actividades, menor que cinco, o modelo conduz a resultados mais baixos até $FI=0,20$ e mais elevados para $FI>0,20$. Por este motivo existe um problema em transferir informação entre cálculos efectuados com um número de actividades diferente.

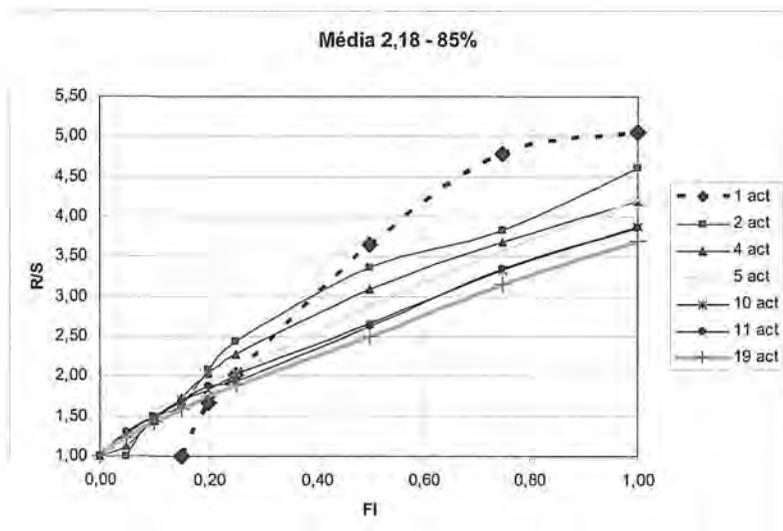


Figura 5.12 - Valores de R/S para os vários casos (mesmo S e diferente nº de actividades)

Para ultrapassar o problema exposto acima, ou seja, para minimizar os problemas de transferência de informação, recomenda-se que, pelo menos, sejam utilizadas 10 actividades para simulação.

5.8 REFLEXÕES SOBRE MODELO MULTIMPACT

Da aplicação do modelo Multimpact a quatro casos distintos fica evidente que a sua aplicação a um empreendimento requer obrigatoriamente o conhecimento:

- dos aspectos de gestão ligados aos intervenientes (FI);
- da distribuição da variável X do empreendimento de referência;
- pormenorizado do empreendimento, em particular o nível de complexidade e incerteza (FII) que lhe estão associados.

Desde que se conhece a informação relevante o modelo Multimpact permite obter informação no que concerne a:

- Estimativa dos desvios financeiros, para um determinado grau de confiança, o utilizado neste trabalho foi de 85%;

- Cálculo do nível de contingência orçamental para o empreendimento;
- Aspectos a melhorar no empreendimento, de forma a reduzir os desvios financeiros, quer ao nível de gestão quer ao nível da incerteza;
- Análise do binómio custo - benefício da informação necessária para reduzir o desvio financeiro;
- Análises de sensibilidade de investimento;
- Ponderação da responsabilidade de cada interveniente no desvio obtido;
- Informação adimensionada (Empreendimento de referência, R/S, X, FI, FII), útil também para comparar o desempenho de vários empreendimentos (base de dados).

A principal vantagem do modelo é, no entanto, a de prever o desvio financeiro de um empreendimento para um determinado conceito de gestão, dando pistas para o minimizar.

O modelo é também uma ferramenta que incentiva a reflexão sobre o empreendimento em análise, sendo por isso expectável que o seu âmbito seja mais adequado aos interesses do Dono de Obra, o que permite uma melhor definição do projecto e um menor número de alterações nas fases posteriores. Por esta via, o modelo Multimpact potencia o cumprimento do prazo e o aumento da qualidade do empreendimento, bem como o incremento da segurança dos trabalhadores.

O modelo Multimpact permite analisar o benefício de uma melhoria no desempenho da gestão (FI), bem como a influência da variação dos níveis de complexidade e incerteza (FII), conforme se pode concluir da Figura 5.13.

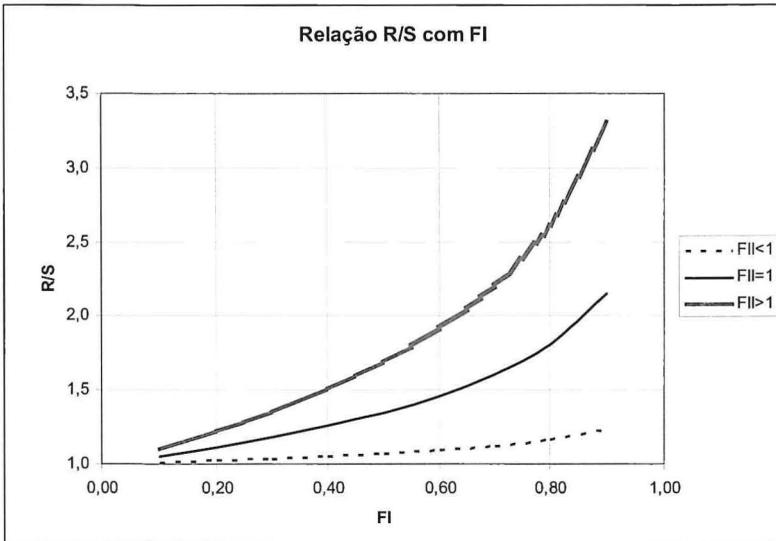


Figura 5.13 – Modelo Multimpact – relação da gestão (FI) e da incerteza (FII) com o desvio financeiro (R/S)

Na Figura 5.14 mostra-se, conjecturalmente, a relação entre o FI e o nível de investimento inicial necessário para empreendimento (I_v), ou seja, quanto maior o desempenho (menor FI) maior a relação entre o investimento inicial e o valor da adjudicação do empreendimento (I_v/S). Na Figura 5.15 mostra-se a relação entre o investimento e os desvios, ressaltando da análise que quanto maior for o investimento, menor é o desvio financeiro. Por este facto, o modelo permite também ajuizar as áreas onde o investimento proporciona uma maior redução do desvio.

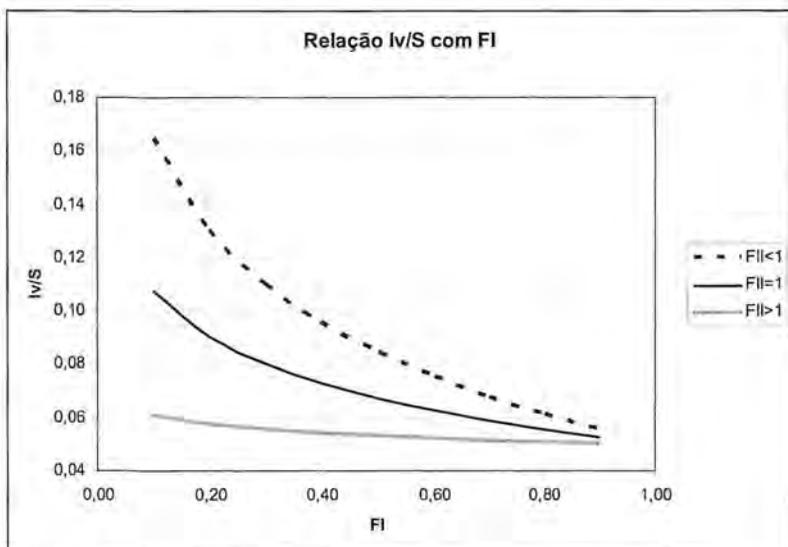


Figura 5.14 – Modelo Multimpact – relação entre a gestão (FI) e a incerteza (FII) com o investimento inicial no empreendimento (Iv/S)

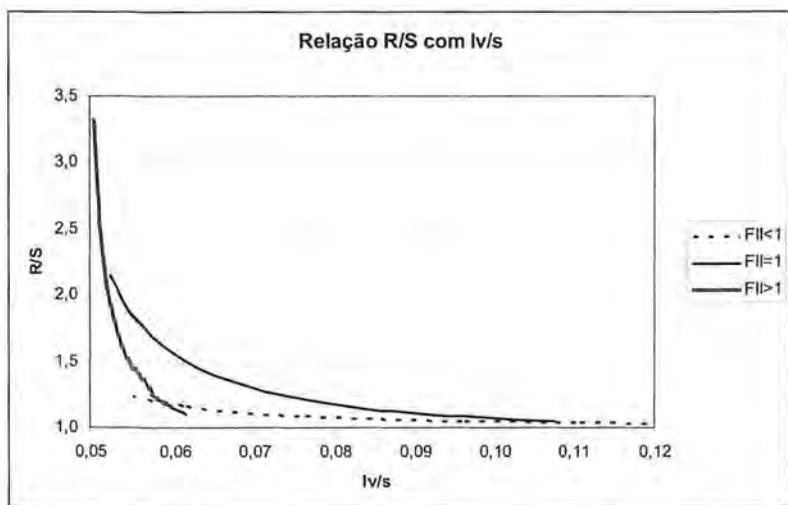


Figura 5.15 – Modelo Multimpact – relação entre o investimento inicial no empreendimento (Iv/S) e o desvio financeiro expectável (R/S)

Conceptualmente, a interpretação do conjunto da Figura 5.13, Figura 5.14, e Figura 5.15 permite explicar o sucesso ou insucesso dos empreendimentos, ou seja, quanto maior é o investimento inicial, maior é a probabilidade de se ter um bom desempenho da gestão (FI) e um nível de incerteza (FII) menor para empreendimento. Assim, caso se verificarem estas duas circunstâncias, é expectável que o nível de desvio ao contratado seja reduzido e, por consequência, fique dentro da contingência financeira prevista.

5.9 A IMPORTÂNCIA DO QUESTIONÁRIO GLOBAL (QG)

Neste cálculo e tendo em consideração que o resultado do desvio é conhecido *a priori* fizeram-se duas iterações. Na primeira, adoptou-se para a resposta ao QG uma postura optimista, optando-se em caso de dúvida pela pontuação mais baixa, assim na Tabela 5.16 apresenta-se para os quatro casos estudados, a pontuação obtida na resposta ao questionário global, entre parêntesis encontra-se o pontuação mínima considerada de acordo com o modelo desenvolvido (encontram-se em anexo as respostas relativas a cada caso). Na mesma tabela incluem-se os valores da relação “custo real /custo contratado (S)” e “custo estimado (R)/custo contratado (S)” também para cada um dos casos.

Tabela 5.16 - Valores estimados de R/S a partir do Questionário Global (QG)

Caso	Pontuação resultante do Questionário Global (QG)	R/S Estimado (Eq. 4.13)	R/S Real
A	81	3,31	2,64
B	53 (64)	1,05	1,07
C	54 (64)	1,05	1,15
D	61 (64)	1,05	1,13

Verifica-se que a estimativa do acréscimo de custo está dentro da ordem de grandeza do real nos casos A e B. Nos casos C e D a estimativa do desvio fica aquém do real, dando deste modo uma indicação errada ao decisor.

Na segunda iteração adoptou-se uma atitude pragmática e assim, a opção em caso de dúvida foi atribuir para as pontuações mais elevadas. Com este critério obtiveram-se os valores que constam na Tabela 5.17.

Tabela 5.17 - Valores estimados de R/S a partir do Questionário Global – 2ª iteração (QG)

Caso	Pontuação resultante do Questionário Global (QG)	R/S Estimado (Eq. 4.13)	R/S Real
A	81	3,31	2,64
B	59 (64)	1,05	1,07
C	65	1,10	1,15
D	66	1,16	1,13

Verifica-se que a estimativa do acréscimo de custo está dentro da ordem de grandeza do real, ou verificado para os casos considerados em duas iterações. Pode tirar-se a conclusão que o técnico que responda ao QG deverá ter uma atitude pragmática e em caso de dúvida adoptar as pontuações mais elevadas.

Ressalva-se neste ponto o facto de, quando se executou o cálculo da estimativa, já ser conhecido o custo real, o que influenciou as respostas ao Questionário Global (QG). De qualquer modo, considera-se esta abordagem bastante promissora, principalmente se for aplicada *a priori* num número elevado de casos e, posteriormente, analisados os resultados.

5.10 PROPOSTA DA METODOLOGIA PARA APLICAÇÃO DO MODELO MULTIMPACT

A aplicação prática do modelo fez com que ressaltassem aspectos que antes não foram equacionados, como por exemplo a influência do número de actividades na distribuição da relação R/S. A análise do modelo tendo em consideração este aspecto resultou na sua adaptação de maneira a ajustá-lo à realidade. Devido a esta iteração entre a concepção e a aplicação, a metodologia de aplicação inicial do modelo sofreu alterações, razão por que só se apresenta nesta fase.

A metodologia de aplicação do modelo, para a variável custo, depende da fase do empreendimento, propondo-se a seguinte:

- I. Fase de Programa Preliminar e Programa Base, cálculo do valor R/S recorrendo à seguinte metodologia:
 - Resposta ao Questionário Global (QG);

- Cálculo do valor R/S (previsão de resultado / contratado) conforme indicado no capítulo 4, pela equação 4.13;
- II. Fases: Estudo Prévio, Anteprojecto e Projecto de Execução - cálculo do valor R/S através do cálculo da curva intrínseca do empreendimento recorrendo à seguinte metodologia:
- Resposta ao Questionário Global (QG) e cálculo do valor R/S (conforme este valor assim deverá ser seleccionado o empreendimento de referência);
 - Obter informação sobre o empreendimento de referência, de complexidade similar ao empreendimento em análise;
 - Ajustar a distribuição exponencial negativa à distribuição da variável X do empreendimento de referência, conforme no subcapítulo 5.2.1;
 - Calcular o custo estimado $S_{i,C}$ para cada uma das n actividades;
 - Simular m vezes de forma a obter várias distribuições para o valor de R, uma para cada FI considerado, através da equação 4.16, pressupondo $FII=1,0$;
 - Calcular o valor de R/S para o quantil desejado (neste trabalho foi utilizado o 85%) e para os vários valores considerados de FI;
 - Obter a equação da curva de variação de R/S com FI que melhor se aproxima aos valores simulados;
 - Resposta ao Questionário Comparativo (QC) e cálculo dos factores FI e FII;
 - Calcular o valor de R/S;
 - Análise do valor R/S obtido (caso seja aceitável, $R/S < 1,05$, a abordagem ao empreendimento é compatível com o resultado expectável, caso contrário deverão ser analisados os factores FI e FII, de forma a descobrir a melhor estratégia para reduzir o desvio ao contratado).
- III. Durante a execução – algumas actividades vão sendo terminadas podendo obter-se para estas o valor real de X, com este conhecimento pode-se actualizar a variável X e deste modo melhorar a previsão de R/S.

Os passos indicados no ponto (I), Questionário Global (QG), da metodologia podem, também, ser utilizados para as fases de projecto subsequentes. Considera-se, no entanto, que estão mais ajustados ao empreendimento quando o nível de informação ainda é reduzido.

Após a obtenção dos valores de R/S para um determinado grau de confiança, estes deverão ser criticados e analisados também em função do desconhecimento dos pormenores associado à fase a que se reporta.

5.11 CONCLUSÕES

Neste capítulo aplicou-se o modelo Multimpact a quatro empreendimentos distintos:

- A - construção de uma linha de metropolitano com cerca de 2 km;
- B - a construção de uma estação de metropolitano enterrada, mas construída a céu aberto;
- C - um parque de estacionamento;
- D - um edifício de comércio e serviços.

Nos dois primeiros casos, existia informação para ajustar uma distribuição e assim aferir o modelo, embora se tenha tomado apenas o caso A como empreendimento de referência. Na estação (caso B), parque (caso C) e edifício (caso D) utilizou-se o modelo Multimpact, tendo como referência a média da distribuição da variável X calculada para o caso A.

O modelo contém informação sobre um empreendimento de referência, na variável X. Para que aquele possa prever o desvio do empreendimento em análise, é necessário afectar a distribuição da variável X por um factor de impacto (FI), que depende do nível de gestão e por um factor de impacto (FII) que se deve à incerteza do próprio empreendimento.

Verificou-se, para cada empreendimento, um bom ajustamento entre o factor FI e as relações R/S calculadas. Constatou-se ainda que quanto maior o factor FI, maior o desvio para o mesmo nível de confiança. Quanto maior o grau de confiança requerido maior o valor do desvio estimado. Efectuou-se o cálculo das correlações entre os valores de R/S das várias empreitadas para o grau de confiança de 85%, tendo-se obtido sempre

correlações superiores a 95%. Este resultado permite transferir informações entre vários tipos de empreitada.

Realizou-se, para os quatro empreendimentos, o cálculo da relação R/S através da utilização Questionário Global (QG). Os resultados obtidos aproximam-se dos reais, ainda que à época do cálculo, o custo final já fosse conhecido. Considera-se que esta metodologia é benéfica e que deverá ser utilizada nas fases iniciais do empreendimento (programa preliminar e programa base), deixando a utilização do modelo Multimpact para as fases posteriores.

Durante a elaboração deste trabalho questionou-se a identificação da identidade que deve responder ao inquérito, dado que a informação assim obtida é peça fundamental para o sucesso do modelo. Sugere-se que deverá ser a pessoa que se mantenha em funções durante todo o período do empreendimento e que tenha ambição para executar outros na sequência e no mesmo interveniente. Deverá igualmente conhecer o empreendimento de referência e entender o propósito de cada questão.

6. INCORPORAÇÃO DO MODELO MULTIMPACT NO EMPREENDIMENTO

6.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo abordam-se os objectivos de gestão por parte do interveniente Dono da Obra. Considera-se que ele é o fio condutor de todo o processo e que, por isso, deve possuir meios de alerta que lhe dêem informação a tempo de poder corrigir as suas acções, de modo a cumprir os objectivos económicos a que se propôs.

Propõe-se, finalmente, uma sequência de acções baseada na aplicação do modelo Multimpact para minimizar os desvios financeiros do empreendimento.

6.2 OBJECTIVOS DE GESTÃO

Para a execução de um determinado empreendimento é necessário o contributo de especialistas de diferentes áreas. Este processo inicia-se com uma ideia simples e genérica do que é necessário realizar, após o que o Dono da Obra transmite a terceiros, os técnicos, as suas intenções, de forma a que eles possam elaborar os projectos e, posteriormente, com base naqueles, se consiga construir o objecto inicialmente idealizado pelo Dono da Obra. Assim, este interveniente é o motor de todo o empreendimento, dependendo dele o sucesso do empreendimento. Na prossecução desta tarefa incluem-se as seguintes fases: contratação do Projectista, abertura do concurso, selecção do Empreiteiro e a contratação da fiscalização.

No caso de obras públicas o princípio da legalidade constitui o limite e o fundamento da actuação do Dono da Obra, ou seja, a decisão de mandar executar uma obra tem que se integrar no âmbito das atribuições que estão legalmente cometidas à entidade que funciona como Dono da Obra, que deve, na sua prossecução, respeitar as leis aplicáveis. O princípio da prossecução do interesse público vincula o Dono da Obra, no sentido de que a empreitada deve ter como fim a satisfação das necessidades colectivas que a lei define como suas atribuições.

Durante a fase do projecto o Dono da Obra deve entender a forma final do objecto funcional que se propõe construir e fazer com que ele se aproxime o mais possível do seu desejo, tendo em conta os factores geográficos e

físicos que condicionam a obra. Este processo é iterativo, com a participação dos vários intervenientes no projecto, dado que, em geral, o Dono da Obra não domina a técnica nem tem o poder necessário para executar a totalidade do empreendimento.

O desenvolvimento do projecto é quase sempre caracterizado por avanços e recuos, sempre com o fito de se chegar a um resultado admissível para o Dono da Obra. Este processo necessita de tempo para maturação dos problemas, o que justifica a elaboração do projecto por fases, sendo a inicial da responsabilidade do Dono da Obra e as restantes do Projectista. No entanto, este só deverá avançar para a fase seguinte após a aprovação da que a antecede. Este procedimento permite que ambas as partes, o Dono da Obra e o Projectista, enriqueçam o seu conhecimento acerca da obra proporcionando condições para que o projecto de execução, a última fase, esteja associada uma margem de erro de cerca de 5% (Cfr. ACEI, 2000) em relação ao custo final da obra.

Na preparação do concurso, exige-se ao Dono da Obra que publicite peças concursais com a maior rigor possível, de modo a permitir identificar na totalidade as características e as condições técnicas de execução da obra.

O dever de boa gestão, imposto pela lei ao Dono da Obra, obriga-o a exigir do Empreiteiro a obtenção do resultado contratado e confere-lhe o direito de fiscalizar a sua execução, a fim de verificar se a obra está a ser realizada segundo as normas técnicas e as regras da arte, mas sem perturbar o normal desenvolvimento dos trabalhos.

A prossecução do interesse público exige que a obra seja executada pelo preço, prazo e qualidade definidos no contrato, com respeito pelas regras sobre higiene, saúde e segurança no trabalho. No entanto, quando o processo com vista ao empreendimento não é devidamente maturado, preparado e concertado, o Dono da Obra pode ver-se na necessidade de, no decorrer da obra, detalhar, alterar ou até reformular a sua ideia para o empreendimento, o que, em muitos casos, obriga a renegociar o contrato, gerando, normalmente, desvios financeiros.

O modelo *Multimpact* tem como objectivo fornecer atempadamente informação ao Dono da Obra quanto aos desvios financeiros expectáveis e também indicações sobre a forma de os minimizar, para o que se preconiza o recurso Questionário Comparativo e a análise da resposta a cada uma das perguntas.

6.3 APLICAÇÃO DO MODELO MULTIMPACT ÀS VÁRIAS FASES DE UM EMPREENDIMENTO

6.3.1 EXPLICITAÇÃO DA APLICAÇÃO DO MODELO

O modelo Multimpact tem como objectivo proporcionar uma previsão do nível de desvio financeiro expectável. Esta análise pode ser realizada em relação a cada uma das várias fases do empreendimento, desde a ideia até à sua concretização. O modelo entra em consideração com a experiência passada, com o desempenho expectável dos intervenientes e com o nível de incerteza expectável para o empreendimento em análise.

Com a Figura 6.1 ilustra-se o modo de extrair ilações vantajosas para o empreendimento através da aplicação do modelo Multimpact. Para o efeito, o utilizador deverá conhecer em pormenor o empreendimento de referência. Posteriormente deverá responder ao questionário comparativo aplicado ao empreendimento que pretende desenvolver (QC) e calcular os valores de FI (desempenho dos intervenientes, gestão) e de FII (nível de complexidade e incerteza). Assim, como se representa nesta figura, a partir do ponto inicial 0 ($FI=0,5$ e $FII=1$) relativo ao empreendimento de referência, o empreendimento em análise pode, conforme o respectivo valor de FI, ter um valor de R/S menor (1-), ou maior (1+), do que o valor de R/S do empreendimento de referência. Ou seja, se a implementação da gestão for inferior à seguida no empreendimento de referência, $FI > 0,50$, então é provável que o empreendimento em análise venha a ter um desvio superior ao verificado no empreendimento de referência.

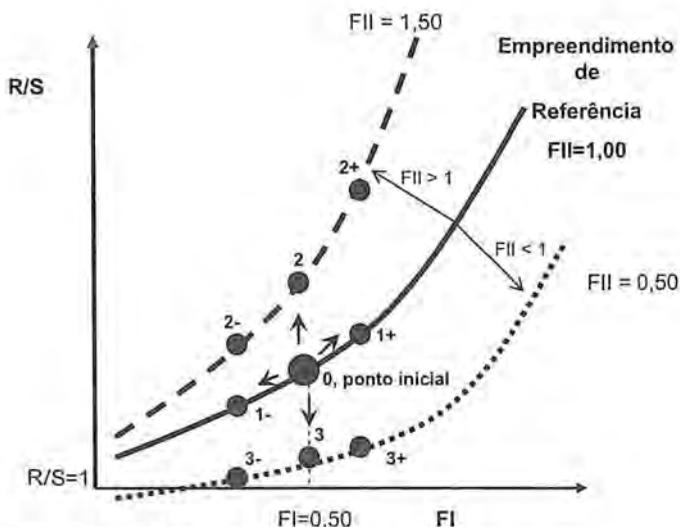


Figura 6.1 – Modelo Multimpacto. Relação dos factores FI, FII com o desvio (R/S)

No entanto, o empreendimento em análise pode possuir complexidade e incerteza diferente das do de referência, caso, em que o valor de FII reflecte o grau de afastamento entre ambos. Assim, tomando em consideração de novo o ponto 0, quando $FII > 1$ significa que para o mesmo valor de FI, ou seja o mesmo tipo de gestão, é expectável um aumento do desvio financeiro. Da análise da figura ressalta de imediato que a redução do desvio financeiro é conseguida com mais eficácia actuando sobre o parâmetro FII, ou seja sobre a quantidade e qualidade da informação relevante para o projecto e para a realização do empreendimento.

Para minimizar a possibilidade de ocorrerem desvios financeiros em relação ao contratado, torna-se necessárias actuar sobre os seguintes aspectos:

- a) Reduzir o factor de impacto relativo aos intervenientes, FI;
- b) Reduzir a complexidade, risco e incerteza que envolve o empreendimento, FII.

6.3.2 FASES PRÉVIAS AO CONTRATO COM O EXECUTANTE DA OBRA

Nas fases anteriores ao lançamento do anúncio do concurso para a execução física da obra, o Dono da Obra pública pode ver-se sujeito a várias pressões. Uma delas é a necessidade de mostrar para o exterior que está a desenvolver o empreendimento. De um modo geral este tipo de Dono da Obra é condicionado na sua acção pelos seguintes aspectos:

- Urgência em lançar o concurso da obra;
- Necessidade de gastar a verba destinada àquela obra;
- Não conhece com rigor o objecto final que se propõe realizar;
- Os estudos necessários à execução do projecto exigem tempo e dinheiro que, muitas vezes, são julgados mais úteis noutras vertentes do empreendimento.

A atitude do Dono da Obra nestas fases vai condicionar todo o desenvolvimento do empreendimento, por exemplo, no tempo que disponibiliza para o projecto e na data que estipula para o concurso. A capacidade de previsão depende significativamente da qualidade e quantidade da informação disponível sobre o assunto em causa, facto que também se ajusta à estimativa do custo final de uma obra, como se mostra com a Figura 6.2. Quando a estimativa de custo final da obra é realizada em fases muito iniciais do projecto é elevada a probabilidade de ainda se desconhecer aspectos importantes do empreendimento ou de não ter sido avaliado correctamente o trabalho necessário, como se ilustra na Figura 6.3. Tradicionalmente o custo de um empreendimento é estimado com base num conjunto de medições baseadas em peças escritas e desenhadas, no entanto conforme se pode inferir da Figura 6.3, uma parte do trabalho necessário para o empreendimento pode ainda não estar quantificado ou, até, ser desconhecido na ocasião da análise.

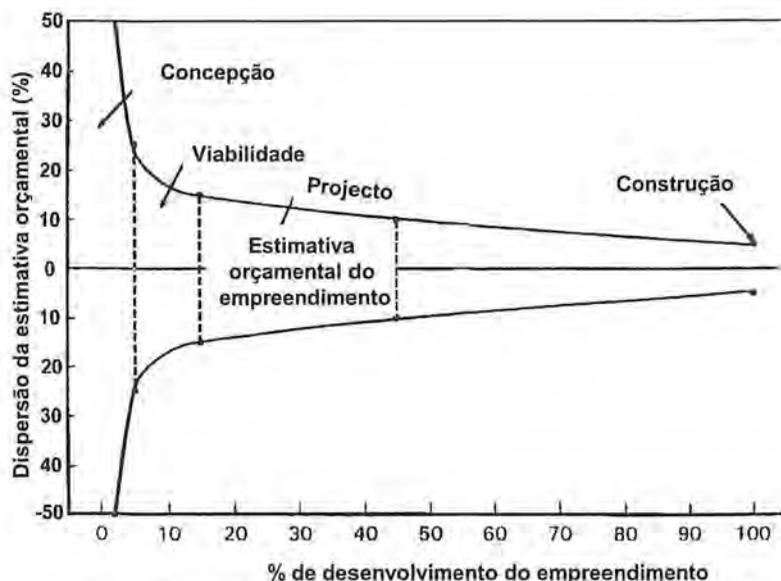


Figura 6.2 – Intervalo de variação para o custo final de um empreendimento em função do seu estado de concretização (adaptado de Schexnayder *et al.* 2003)

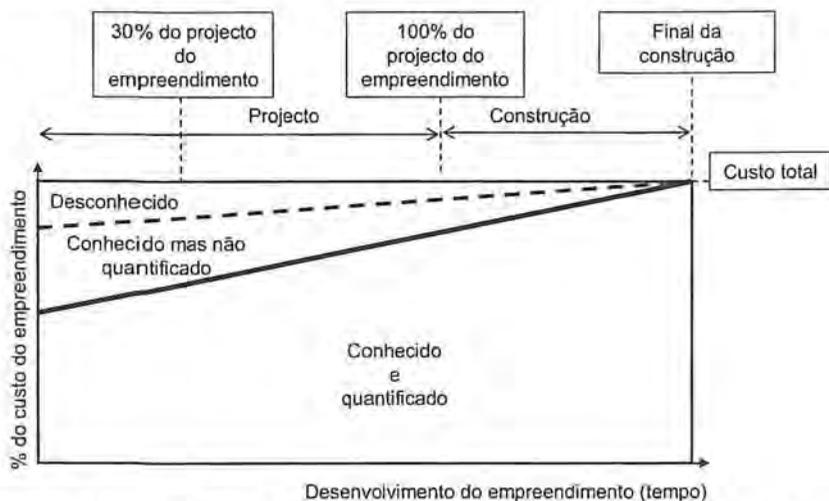


Figura 6.3 – Relação entre o tempo da estimativa e o custo conhecido e quantificado (adaptado de Bielenberg 2004)

O custo estimado, tradicionalmente, é definido unicamente com base no que se consegue quantificar e em parte do que é conhecido mas não medido. Deste modo uma fracção do que é conhecido, mas não quantificado, bem como a parte que ainda é desconhecida vão constituir o desvio financeiro, o qual depende do nível de desenvolvimento do empreendimento. A Figura 6.4 evidencia este facto, realçado com o trabalho de Merrow *et al.* (1981).

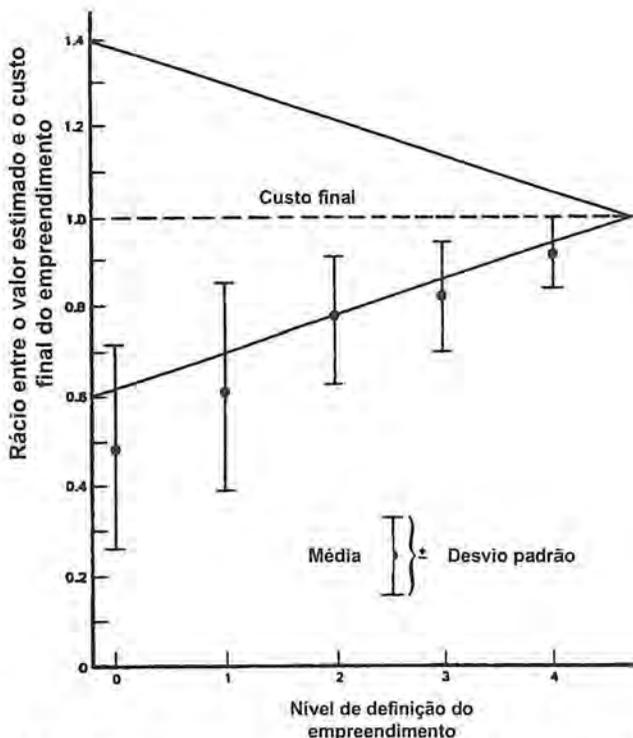


Figura 6.4 – Relação entre o nível de definição do empreendimento e a dispersão entre a estimativa e o custo real (adaptado de Merrow *et al.* 1981)

A assimetria nos desvios deve-se fundamentalmente à falta de informação nas fases iniciais do empreendimento, sendo alguma dessa informação não quantificável directamente. Assim para aumentar o rigor e a fiabilidade da estimativa é necessário realizar análises estatísticas, por exemplo pelo método Monte Carlo, onde possa ser incluída uma análise de risco e incerteza. O modelo Multimpact é uma destas ferramentas.

O modelo Multimpact tem como objectivo avaliar a estimativa do desvio do empreendimento em análise tendo em consideração as características de gestão em uso. Com a sua aplicação este modelo aponta formas para a redução do desvio actuando sobre os factores de impacto de gestão (FI) e do factor de impacto relacionado com a incerteza (FII). É vantajoso que o modelo seja utilizado desde do início do empreendimento, já que ele fornece indicação dos aspectos a melhorar de forma a reduzir o desvio financeiro previsto.

O modelo deve ser utilizado principalmente, antes do lançamento do concurso para a execução da obra, de modo a identificar os respectivos pontos fracos e, ainda, a permitir que nos posteriores documentos do processo sejam incorporadas formas de minimizar os problemas previsíveis, como seja, por exemplo, mudar o tipo de contratualização da empreitada ou prever períodos de tempo dedicados à análise de situações diversas e ao diálogo com o Empreiteiro.

Uma forma de minimizar erros e omissões no projecto consiste em proceder à sua revisão por equipa experimentada e independente, ou seja sem interesse em realizar projectos para o Dono da Obra no curto e médio prazo. Para que a revisão não se venha a constituir de facto como um obstáculo ao bom andamento do processo, ela deve ser começada no início do desenvolvimento do projecto, de modo a que possam ser revertidos para o projecto alguns dos aspectos determinantes no processo de revisão.

Antes de lançar o concurso para a obra, o Dono da Obra deverá estar consciente do grau de adequabilidade do projecto às condições reais no local e às suas efectivas necessidades. O Dono da Obra deve, também, possuir a informação acerca das lacunas do projecto e a noção do seu impacto no empreendimento.

Actualmente, o Tribunal de Contas, rejeita o visto a empreitadas em que o valor da proposta seja superior em 25% ao valor base (VB) do concurso. Posteriormente, durante a obra, o valor de trabalhos a mais não poderá exceder 25% do valor do contrato, ou seja, o acréscimo de preço não poderá ir além de 56,25% do valor base posto a concurso.

Podem ocorrer dois casos: num deles, o Dono da Obra estima um valor base (VB) superior ao valor de mercado global, sendo expectável que os valores propostos pelos concorrentes coincidam com VB ou sejam inferior-

res. A opção dos concorrentes vai depender do nível de competitividade entre eles.

No outro caso, o Dono da Obra estima um valor base mais baixo que o valor de mercado global. Nesta situação é de esperar os valores propostos pelos concorrentes sejam superiores ao de referência ou, então, os concorrentes que eventualmente se encontrem com dificuldades financeiras terão tendência a indicar valor abaixo da base. Nesta última situação, e caso lhe seja adjudicada a obra, o adjudicatário parte com uma margem económica muito pequena ou mesmo negativa, situação que ele tentará melhorar no decorrer da obra.

É pois recomendável que, em favor das boas relações comerciais, o Dono da Obra indique um valor base que seja realista e que traduza convenientemente a complexidade da obra.

Para o Dono da Obra é fundamental possuir informação sobre os desvios expectáveis para o empreendimento, uma vez que lhe permite alterar, caso o entenda, o tipo de contratualização, por exemplo, de um processo tradicional “projecto-concurso-construção” para um outro de “concepção-construção”, ou mesmo incluir o financiamento e a exploração.

Com a directiva comunitária 2004/18/CE de 31 de Março, a fase imediatamente anterior ao lançamento do concurso passa a ser, ainda mais, fundamental, pois permite, nesse período, vários tipos de interacção com eventuais concorrentes à obra, por forma a que possam desenvolver processo construtivo realista e em respeito aos condicionamentos orçamentais do Dono da Obra.

6.3.3 NEGOCIAÇÃO

Na fase de negociação entre o Empreiteiro e Dono da Obra, a pressão sobre o Dono da Obra é, também, elevada, dado que é expectável que o custo do empreendimento seja o menor possível mas dentro dos limites legais, por exemplo espera-se que o custo seja menor que o inicialmente indicado pelo concorrente. Em resultado da experiência do Dono da Obra, a negociação pode ser mutuamente vantajosa ou pode revelar-se totalmente ruínosa para uma ou ambas as partes. Os principais condicionamentos que afectam o Dono da Obra nesta fase são:

- Urgência em começar a obra;

- Necessidade de gastar a verba destinada àquela obra;
- Não conhecer por inteiro o objecto que se propõe realizar.

Em qualquer questão, a assimetria na relação entre duas partes existe sempre que uma delas tenha informação relevante e a outra a desconheça ou não saiba que a primeira a tem. A assimetria de informação entre as partes envolvidas numa empreitada conduz geralmente a que aquela que possui mais informação acerca da empreitada, em particular quando ela não está incluída nas peças do concurso, delinear uma estratégia de negociação, escolhendo os momentos mais oportunos para rentabilizar essa informação. A criação da assimetria envolve uma estratégia, que se inicia logo na fase de projecto e pode ser cultivada até ao final da obra.

A assimetria deriva da falta de precisão e rigor das peças concursais na caracterização da empreitada, bem como, da sua inadequação, ainda que parcial, à realidade. Com efeito, na pressa de lançar o concurso, é, por vezes, preterida a qualidade das peças concursais, o que pode conduzir a erros e a omissões do projecto e, posteriormente, a suspensões dos trabalhos, atrasos na execução da empreitada e a maiores custos. Neste caso, é comum que o concurso seja lançado sem toda a informação relevante, nomeadamente a nível de prospecção geotécnica, estudos específicos exigidos por lei, expropriações realizadas, etc.

Por vezes, antecedendo a adjudicação, o Dono da Obra apercebe-se da existência de condicionantes à empreitada, não contemplados nas peças concursais, querendo incluí-las no contrato de empreitada. Para este efeito, necessita do acordo do Empreiteiro, que as negocia de forma a obter mais valias.

A negociação em momento imediatamente anterior à adjudicação é uma das ocasiões em que o Dono da Obra pode ter mais poder. No entanto, ele deverá ser cuidadosamente doseado de forma a obter um resultado da negociação que seja considerado aceitável por ambas as partes.

O conceito da negociação, na perspectiva do Dono da Obra, consiste em obter o produto que deseja com a melhor qualidade e segurança possível, no prazo indicado e ao mais baixo preço. Deste modo, todo o procedimento de concurso e de negociação deverá estar pensado de forma a alcançar estes objectivos.

A negociação não deverá desvirtuar o que foi posto a concurso. O procedimento só deverá permitir melhorar a relação custo / benefício, salvaguardando as valias que constavam das propostas iniciais dos concorrentes. Retirar trabalhos à empreitada, sabendo-se que futuramente terão que ser necessariamente realizados, apenas com o objectivo de diminuir o custo da proposta, embora seja exequível, por permitir a adjudicação da empreitada dentro dos limites legais, mais não passa do que de um logro para a sociedade.

Na fase de negociação, o modelo Multimpact fornece indicações sobre os aspectos que não foram tidos em consideração no concurso mas que se reconhece deverem ser trazidas para o diálogo como, por exemplo os trabalhos em falta. Nesta oportunidade ainda existe competição, permitindo que os preços conseguidos sejam melhores do que em fases posteriores, em que não existe situação de concorrência. A negociação nesta fase permite também avaliar o grau de incerteza e de complexidade da obra percebida pelos concorrentes e, por isso, actualizar a estimativa do desvio.

6.3.4 CONTRATO

O contrato é crucial, visto que vai ser ele que regulará a relação futura entre o Dono da Obra e o Empreiteiro. Por consequência, deverá ter incorporado toda a certeza, risco e incerteza existentes, bem como a forma de ultrapassar eventos que na altura da sua assinatura não são expectáveis. Por vezes, a urgência, na assinatura do contrato faz com que aspectos considerados menores sejam omitidos ou menosprezados, podendo mesmo levar a consequências ruinosas. Os principais aspectos que condiciona o Dono da Obra nesta fase são:

- Urgência em começar a obra;
- Necessidade de gastar a verba destinada àquela obra;
- Necessidade de cumprir prazos.

Nalguns países, quando os intervenientes em empreitadas tomaram consciência do elevado custo financeiro dos conflitos encetaram estratégias para os resolverem rapidamente. Por exemplo, no Reino Unido (Thompson, 1998) foi reconhecido que o problema estava fundamentalmente na qualidade e no rigor das peças de contrato, pelo que foi considerada a hipótese de se criar um contrato de raiz, aproveitando a experiência acumulada. Este modelo de contrato recebeu a designação de “New Engineering Contract”.

Esta metodologia, testada em pequenas obras, foi sendo cada vez mais utilizada com a consolidação daquele documento regulador.

O modelo Multimpact é uma ferramenta de intervenção nesta linha já que fornece indicações sobre o grau de incerteza existente no projecto e sobre os aspectos de gestão a incorporar no contrato, como por exemplo: atribuição do risco e forma de resolução de conflitos. O modelo permite vislumbrar as áreas menos conhecidas do projecto, possibilitando a introdução de cláusulas contratuais que simplifiquem o processo para os intervenientes se os efeitos nelas contidos vierem a materializar-se.

6.3.5 ACOMPANHAMENTO E RECEPÇÃO DA OBRA

É na fase de obra que surgem todos os eventos, os expectáveis e os que não o eram. Estes últimos colocam o Dono da Obra sob grande pressão, principalmente se o condicionam economicamente ou legalmente. Nesta fase o Dono da Obra está susceptível em relação a:

- Urgência em concluir a obra;
- Necessidade de limitar os desvios financeiros;
- Introdução das alterações necessárias para que a empreitada cumpra efectivamente a função a que se destina.

É frequente que antes da adjudicação o Dono da Obra tenha mais informação do que a patenteada a concurso, existindo assim uma assimetria de informação. Serve de exemplo, por ser comum a incapacidade para assegurar ao adjudicatário a liberdade de acesso incondicional a toda a área de intervenção da obra. Esta incapacidade condicioná-lo-á no futuro da empreitada já que é introduzida uma fonte de conflito, que o obrigará a negociar com o Empreiteiro a introdução da nova informação, e a respectiva contrapartida, de forma a assegurar o equilíbrio financeiro do contrato.

Por vezes é durante a execução da obra que o Dono da Obra a entende, nomeadamente quanto às suas funções, passando então a ficar habilitado a situar-se na posição de interventor conhecedor, que alia ao seu potencial participativo. Agora o tempo para decidir, que aparentemente não existiu na fase de projecto, passa a ser prioritário, tudo passa a ser urgente. Ao Dono da Obra exige-se então agilidade na gestão da obra, na interacção com o Empreiteiro, sempre perante a ameaça de interrupção dos trabalhos

em contraponto à necessidade de introduzir as alterações entretanto identificadas.

Por outro lado, o Empreiteiro pode obter mais valias através da gestão adequada da ignorância ou avidez do Dono da Obra, nomeadamente em relação aos seguintes aspectos (Zack Jr. 1993):

- Erros e Omissões de projecto – o Empreiteiro tem a obrigação de realizar a obra posta a concurso, pressupondo que o projecto está correcto e é adequado ao local.
- Após a consignação, o Empreiteiro deve reclamar contra erros e omissões, no entanto, se demonstrar que lhe era impossível identificá-los mais cedo, pode apresentar novas reclamações contra erros e omissões do projecto ao longo da execução da obra. Apesar de, em regra, não lhe competir a revisão do projecto, nada impede que o faça, colocando o Dono da Obra perante novos erros e omissões no momento que julgar mais oportuno.
- Apresentação de variantes ou alterações ao projecto – uma das formas de aumentar a margem económica da obra é apresentar variantes ou alterações ao projecto; na proposta, se o programa de concurso admitir a apresentação de variantes ao projecto ou a parte dele, ou durante a execução da obra, propondo, nomeadamente, processos construtivos alternativos;
- Gerir as folgas das actividades de forma a torná-las críticas – o conhecimento, por parte do Empreiteiro, dos factores condicionantes da obra vai aumentando com o desenvolvimento desta, podendo induzir, numa fase inicial, quais as actividades que serão críticas devido a futuras intervenções do Dono da Obra, gerindo a folga das actividades e criando situações críticas para o desfecho do projecto;
- Atrasar o mais possível a discussão do valor dos trabalhos a mais aprovados pelo Dono da Obra – esta atitude pode trazer mais valias para o Empreiteiro nas negociações em fases cruciais para o Dono da Obra, por exemplo, quando o Dono da Obra manifesta enfaticamente o seu desejo de ver a empreitada concluída mais cedo que o contratado;
- Reclamar aceleração ou atraso de actividades, dependendo das modificações introduzidas pelo Dono da Obra – o Empreiteiro pode reclamar compensação por aceleração, atrasos ou falta de produtivi-

dade desde que demonstre que eles são devidos a acções atribuição ao Dono da Obra ou a terceiros;

- Alterações à empreitada – com o desenrolar da obra pode ser necessário introduzir-lhe modificações, devido a erros, omissões, novas solicitações do Dono da Obra, imposições de entidades públicas, etc. Criam-se condições para que no final da obra o executado não traduza a obra posta a concurso, havendo casos em que até é alterado o seu âmbito. O Empreiteiro pode reclamar compensações, devido aos custos indirectos em que incorreu para executar a nova obra, os quais, como é natural, não foram contemplados na sua proposta;
- Alteração de última hora – estando fixada a data de inauguração da obra, qualquer alteração de última hora carece de tempo para a negociação, circunstância em que o Dono da Obra se encontra em debilidade negocial, face à sua vontade em ver a obra concluída;
- Aumentar os preços unitários ou reduzir o nível de qualidade da mão-de-obra e dos equipamentos – de forma a considerar a falta de pagamento no prazo contratado pelo Dono da Obra.

Caso o modelo Multimpact seja utilizado nas fases anteriores à execução da obra, ele contribui decisivamente para que o Dono da Obra possa tomar consciência do estado do objecto que se propõe levar a cabo, tendo conhecimento do nível de desvio financeiro estimado. Assim, nestas circunstâncias poderá colocar no projecto e no contrato formas e procedimentos que garantam o seu interesse, reduzindo desta forma problemas futuros.

O modelo Multimpact permite acompanhar o desenrolar da obra e ir actualizando a previsão do valor do custo final da obra, a cada actividade realizada, apurando o rigor da estimativa. Este modelo reúne capacidades necessárias para, através de uma nova aplicação à mesma obra mas em que sejam integrados factores que tenham reflexo no custo da obra, projectar o novo valor final da empreitada. Com este modelo ficam reunidas as condições que permitem a adopção das medidas de gestão da parte restante da empreitada.

Na fase de obra o modelo Multimpact deve ser calibrado com o histórico da própria obra e com a metodologia de previsão do custo final de um trabalho, como sugerido indicada por Christensen (2004). A abordagem sugerida por este investigador é sustentada pela experiência americana na área de desenvolvimento de armamento, preconizando que o custo final seja estimado através da seguinte equação:

$$CFO = VA + \frac{(CFE - VOR)}{CPI}$$

Equação 6.1

Sendo:

CFO – previsão para o valor final;

VA – valor actual realizado até à data de análise (orçamentado e não orçamentado)

CFE – valor estimado para o valor final;

VOR - valor orçamentado acumulado realizado até à data de análise;

CPI – índice de desempenho do custo (*cost performance index*) (CPI = VOR/VA).

Na Figura 6.5 ilustra-se a relação entre as várias variáveis da equação anterior. Segundo Lipke (2004) o parâmetro CPI tende a estabilizar quando é realizado cerca de 20% do total da empreitada. Aquele investigador verificou que este indicador entre aquele momento e o final da empreitada pode sofrer variação até 10%. Refira-se que, segundo aquele investigador, a existência de um desvio financeiro associado a 20% de realização da empreitada então a tendência será para aquele desvio.

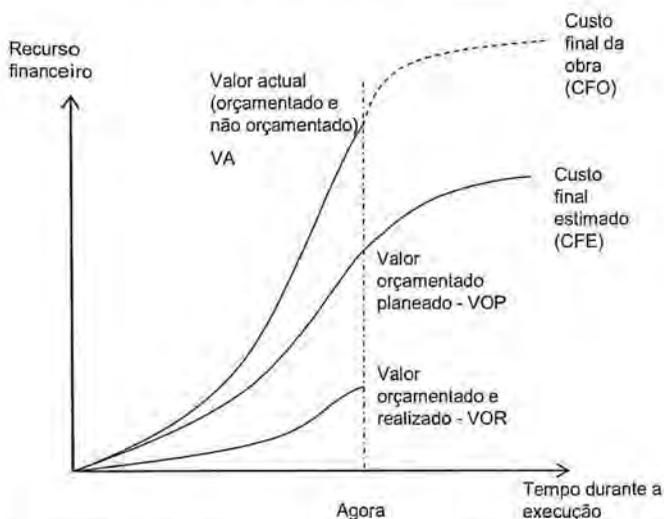


Figura 6.5 – Valores orçamentados e reais, custo final real e estimado (adaptado de Chistensen, 2004).

Deste modo, após a execução de 20% da empreitada o Dono da Obra pode ajustar a sua previsão quanto ao custo final da obra.

6.3.6 DESVIOS E CONFLITOS DE INTERESSES ENTRE OS INTERVENIENTES

O sector da construção civil tem-se tornado cada vez mais conflituoso devido às elevadas exigências do contratante, da falta de rigor das peças do contrato, de incumprimento nos pagamentos e da carência de recursos especializados. Para agravar este tipo de situação, não existem formas rápidas de resolução dos conflitos. De forma simplista, a resolução de um conflito pode tomar as seguintes vias:

- Imposição da solução pela parte que detém mais poder (de informação, de finanças, ascendência, *etc.*). Ou seja, um ganha e outro perde, pelo que consoante o tipo de relação o futuro em conjunto pode estar comprometido;
- Cedência de ambas as partes, de modo a obter uma solução que seja aceite, embora tal solução não seja estável no tempo. Ou seja, a médio prazo ambos perdem e, consoante a relação, o futuro em conjunto pode estar comprometido;
- Cooperação, em que ambos trabalham o conflito tentando obter uma solução que satisfaça os interesses mútuos. Solução em que os dois ganham, a relação futura está assegurada.

Geralmente, o conflito é resolvido por uma qualquer destas três vias. Uma vez emergido, o conflito agrava-se quando não existe confiança entre os intervenientes. Quando é este o caso, o conflito sai do domínio estritamente técnico e começa a trazer, na tentativa de resolução, pessoas estranhas ao meio onde foi gerado. Todos estes novos intervenientes vão ter que conhecer o problema e, por vezes, mais não fazem do que potenciá-lo. Deste modo, considera-se vantajoso para todas as partes que o conflito seja resolvido o mais rapidamente possível.

Nos Estados Unidos da América (Thompson, 1998), foi reconhecido que na indústria da construção existe incerteza, sendo inevitável a existência de problemas para os quais será necessário encontrar uma solução. Para o efeito foi decidido manter a forma dos contratos existentes à data e criar um documento complementar. Trata-se de um contrato que envolve uma terceira entidade, uma comissão apelidada de DRB (*Dispute Review*

Board), composta por três especialistas da área, imparciais relativamente às partes. Esta comissão inicia funções antes do início da obra.

Esta metodologia foi iniciada com uma grande obra, tendo tido bons resultados, advindo daí a sua aceitação pelo mercado. Teve como entidades impulsionadoras a ASCE (*American Society of Civil Engineers*) e a CII (*Construction Industry Institute*). As características do processo são:

1. Requisitos de contrato

- a intenção de estabelecer a comissão é transmitida aos concorrentes;
- estabelece as regras para formação da comissão;
- não exclui outras formas de resolução de conflitos;

2. Qualificações dos membros da comissão

- são imparciais e não devem ter interesses com as partes ou na empreitada;
- são reconhecidos tecnicamente pelas partes;

3. Selecção dos membros da comissão

- cada parte nomeia um membro e os dois seleccionam o terceiro que será o presidente da comissão;
- as partes têm que concordar com a nomeação de todos os membros;

4. Procedimentos operacionais

- a comissão recebe regularmente relatórios de progresso da empreitada e outra informação sobre o modo como estão a decorrer os trabalhos;
- são efectuadas reuniões regulares na obra;
- as apresentações de progresso são feitas pelos gestores envolvidos na obra.

Nos EUA existem outras formas de resolução de divergências, como por exemplo, a mediação de conflitos, onde intervém um mediador que tem

como principal objectivo criar pontes, para que ambos os intervenientes cheguem a uma solução que garanta a satisfação dos vários interesses em jogo.

Em Portugal, apesar da elevada conflitualidade existente na área das obras públicas, ou mesmo em grandes empreendimentos particulares, constata-se que não existe um recurso significativo aos tribunais. Razões de vária ordem podem estar subjacentes a este comportamento, designadamente, os elevados custos envolvidos, que desaconselham situações de contencioso que atrasam ou impedem a evolução dos trabalhos em tempo razoável.

No entanto, do ponto de vista económico, os litígios surgidos na execução dos empreendimentos têm sempre consequências graves, sendo que, nas obras públicas, têm um efeito mais gravoso, afectando, de forma imprevisível, os valores orçamentados para a sua realização.

Sendo o sector da indústria da construção de importância vital para a economia nacional, o efeito da morosidade e, muitas vezes, a ineficácia na resolução dos litígios pela via tradicional desincentiva o investimento, quer nacional, quer externo.

Neste contexto, torna-se imperioso recorrer a formas não adversariais de resolução de litígios que assegurem a celeridade, a eficiência, a confidencialidade e, em simultâneo, a garantia pelas partes de que conduzirão o processo de acordo com os seus verdadeiros interesses.

A solução consensual, obtida, designadamente, através da mediação de conflitos ou por formas conjugadas de meios alternativos de resolução de litígios, permite ultrapassar tais dificuldades, criando confiança nos intervenientes, com efeitos visíveis na produtividade e na economia dos meios envolvidos.

A opção por uma das formas possíveis dentro do quadro legal passa, necessariamente, pelo estabelecimento de consensos entre as partes, sendo desejável, num empreendimento cuja duração de execução seja previsivelmente longa e complexa, que se defina previamente a forma mais ajustada de realizar o seu acompanhamento, prevenindo potenciais litígios ou procedendo à sua resolução sem que os efeitos colaterais se façam sentir, evitando-se assim as conhecidas consequências que tais situações, regra geral, geram.

Considera-se que na fase inicial, antes de qualquer adjudicação relativa ao empreendimento, devem ser avaliados os riscos do mesmo no que se refere ao potencial de conflito que o empreendimento encerra e deve decidir-se qual o método mais indicado para a resolução alternativa de conflitos.

A aplicação do modelo Multimpact leva a concluir que a cooperação entre as partes num empreendimento é benéfica também em termos financeiros.

6.4 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO. MELHORIA CONTÍNUA

Um sistema de informação tem como principal objectivo aumentar a eficiência e a eficácia de um determinado processo através da disponibilização de dados devidamente tratados em tempo útil, permitindo assim responder atempadamente às situações encontradas de forma a aumentar a produtividade.

Um dos principais objectivos do decisor do empreendimento é executá-lo dentro do prazo e do custo contratado. Para isso, terá que ter informação para que em cada momento possa encontrar a decisão correcta e possa no final atingir os objectivos a que se propôs.

De acordo com a metodologia preconizada nesta dissertação, numa primeira fase é necessário aplicar o questionário global (QG) ao maior número de empreendimentos, de forma a obter mais informação para ajustar a formulação agora proposta. Para o efeito, é necessário criar e manter um sistema de informação que armazene e permita a utilização da informação.

O modelo Multimpact necessita, para a sua aplicação, que se sistematize um conjunto de empreendimentos de referência, cada um deles contendo um breve descritivo, a média da variável X, os parâmetros FI e FII e a razão R/S final. Considera-se fundamental a recolha do maior número de casos para se poder ir ajustando o modelo, nomeadamente a calibração dos parâmetros FI e FII. Quanto mais abundante a informação recolhida para aplicação do modelo, mais rica e acertiva é a informação que se poderá fornecer ao decisor do empreendimento em análise. O facto da informação ser “adimensional” garante o anonimato do empreendimento. Além do mais, a comparação entre os vários conjuntos de valores (R/S, FI, FII) permite ajuizar acerca da competitividade dos vários intervenientes no empreendimento.

6.5 SEQUÊNCIA DE ACÇÕES A IMPLEMENTAR PARA MINIMIZAR OS DESVIOS FINANCEIROS

A sequência de acções que se propõe para minimizar o desvio ao valor contratado assenta no princípio da cooperação entre os vários intervenientes e desenvolve-se nas três fases seguintes:

1. Fases anteriores ao concurso para a execução da obra

- Nomear um responsável pelo empreendimento que o acompanha desde o início até ao seu fim;
- Criar objectivos para o empreendimento (quais as funcionalidades e características fundamentais do empreendimento, critérios de qualidade e segurança, custo e prazo);
- Análise de risco;
- Seleccionar o tipo de contratos a estabelecer no empreendimento;
- Executar o Programa Preliminar, da competência do Dono da Obra;
- Responder ao Questionário Global (QG) e calcular o desvio;
- Seleccionar o empreendimento de referência;
- Contratar as fases todas do projecto (Programa Base, Estudo Prévio, Projecto Base e Projecto de Execução) a um Projectista com experiência no tipo de obra posta a concurso e com um preço adequado à complexidade da obra;
- Responder ao Questionário Global (QG) e calcular o desvio para o Programa Base;
- Garantir a execução do documento “Condição geotécnica de referência”;
- Proceder à revisão do Estudo Prévio, do Anteprojecto e do Projecto de Execução, por uma terceira entidade independente;
- Utilização do modelo Multimpact pelo Dono da Obra nas várias fases de projecto e antes e após a respectivas revisões;
- Efectuar a revisão integrada dos documentos de concurso;

- Utilizar o modelo Multimpact;
- Confirmar se o modelo de contrato a adoptar para as fases seguintes é adequado ao nível de incerteza existente;
- Remeter para especificação contratual a forma expedita de resolução de conflitos (mediação de conflitos, comissão conciliatória, arbitragem);
- Tornar os artigos de medição mais claros e uniformes, de forma a facilitarem a comparação com os preços de mercado – criar uma base de dados de preços unitários de actividades e de tipos de obra;

2. Fase de negociação e contratualização

- O Dono da Obra deve demonstrar, na fase de concurso, que tem os meios financeiros para satisfazer os pagamentos ao Empreiteiro nas datas contratadas;
- Garantir que os riscos identificados são compreendidos e atribuídos explicitamente;
- Utilização do modelo Multimpact pelo Dono da Obra;

3. Fase de obra

- Responsabilizar o Projectista pelos erros e omissões, da sua responsabilidade, que não geraram valor acrescentado para o Dono da Obra;
- Responsabilizar a Fiscalização pelas suas acções ou omissões;
- Incentivar a filosofia da antecipação de problemas;
- Utilização do modelo Multimpact pelo Dono da Obra.

6.6 CONCLUSÕES

Neste capítulo destacou-se a importância do Dono da Obra no sucesso do empreendimento e indicaram-se algumas ilações que se retiram da aplicação conceptual do modelo Multimpact.

Referiram-se as várias fases dos empreendimentos (concepção, concurso e execução), os constrangimentos do Dono da Obra e o modo como o modelo Multimpact os pode minimizar. Fundamentalmente, preconizam-se formas de encarar e de resolver cooperativamente problemas que não haviam sido identificados previamente. Considera-se que os contratos devem partir do princípio de que o futuro é incerto, pelo que devem ser contingenciais e estimularem uma gestão cooperativa e respeitadora dos interesses dos vários intervenientes.

Propôs-se uma sequência de acções para o empreendimento baseada na aplicação do modelo Multimpact de forma a minimizar os desvios financeiros.

7. CONCLUSÕES

7.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

A realização de um empreendimento de construção envolve a participação e interacção de um número elevado de intervenientes. Estes, actuando de forma conjugada, executam um conjunto de actividades interligadas que visam a concretização dos objectivos inicialmente assumidos. No sector da construção, em geral, estes objectivos passam por produzir uma obra com a segurança e a qualidade requerida e pelo preço e prazo acordados.

Para realizar um empreendimento é necessário interligar os aspectos técnicos, os vários intervenientes e o contexto social, político e económico existente. Durante a execução do empreendimento são necessárias várias interacções entre os intervenientes, o que torna o mesmo complexo ou seja, torna-o dinâmico e por isso o resultado final torna-se difícil de prever, nomeadamente em termos dimensionais e de custo. Considerando ainda que existe sempre uma parcela de informação desconhecida no período inicial do empreendimento, que terá que se tornar conhecida para que o empreendimento termine, este facto vai trazer uma incerteza para o empreendimento e consequentemente o aumento da probabilidade de existir desvio ao contratado.

Numa empreitada de construção é comum verificarem-se desvios financeiros ao inicialmente contratado. Estes desvios devem-se ao facto de o produto a executar ser único (terreno, gestão, mão-de-obra, *etc.*), à elevada interactividade entre os intervenientes e, à falta de informação nas fases iniciais do empreendimento.

Em geral, o desvio financeiro de uma obra está associado a trabalhos a mais e estes acarretam outros custos que não são contabilizados directamente na obra, como por exemplo: perda de receitas, honorários de técnicos, pagamento de indemnizações a terceiros, conflitos, *etc.* Deste modo, existe uma diminuição do investimento, assim em vez de se realizar um conjunto de edifícios, faz-se unicamente um deles. Por esta razão a equidade, a eficácia e a eficiência da decisão inicial fica em causa. A crescente visibilidade deste problema faz com que cada nova decisão seja encarada com cepticismo, dado que a sociedade começa a perceber que o nível de incerteza dos empreendimentos é grande e a probabilidade de a obra ficar mais cara é elevada. Deste modo, e como os recursos são escassos a socie-

dade torna-se cada vez mais rigorosa com os seus decisores, exigindo que os empreendimentos obtenham o resultado que foi contratado ou, a serem excedidos, o sejam numa percentagem reduzida (5%).

Tendo em consideração a situação enunciada, foi investigada a forma de minimizar os desvios financeiros ao contratado. Para alcançar este desiderato, a pesquisa realizada teve os seguintes objectivos:

- I. compreender o sistema que envolve a realização do empreendimento, ou seja, como os vários intervenientes actuam para levar a cabo a construção de determinada obra;
- II. criar uma ferramenta que possibilite ao Dono de Obra antecipar o desvio financeiro que previsivelmente vai ocorrer no empreendimento. Nesta ferramenta é incorporado o sistema existente;
- III. propor uma sequência de acções no empreendimento que minimize a probabilidade de existirem desvios ao contrato, válida desde a ideia do objecto a edificar, passando pela materialização até à sua recepção.

Nesta dissertação conseguiu-se atingir os objectivos propostos, ou seja, obteve-se um modelo conceptual que liga as causas ao desvio financeiro da empreitada. Desenvolveu-se a ferramenta Multimpact, que permite prever a grandeza do desvio financeiro, e por último propôs-se uma sequência de acções no empreendimento que visam a minimização do desvio, esta com base na ferramenta Multimpact.

7.2 PRINCIPAIS CONCLUSÕES DA DISSERTAÇÃO

As principais conclusões da dissertação surgem ligadas aos três eixos investigados, nomeadamente: à compreensão do sistema empreendimento de construção, ao desenvolvimento de uma ferramenta de previsão de desvio e a uma sequência de acções a incorporar no desenvolvimento do empreendimento para reduzir os desvios financeiros.

7.2.1 COMPREENSÃO DO SISTEMA “EMPREENHIMENTO”

Para a compreensão do sistema empreendimento de construção foram investigados aspectos que estão relacionados com a interacção dos vários intervenientes: teoria dos contratos, teoria dos jogos, modelo causal, ges-

tão, risco, incerteza, complexidade, caos e conflito. Desta pesquisa resultou o modelo conceptual que se apresentou no capítulo 3 (ver Figura 7.1 abaixo, repetição da Figura 3.22). Neste modelo, para existir um desvio ao contratado, é necessário haver falhas latentes no processo, que são iniciadas pelas modificações ao projecto realizadas pelos vários intervenientes e por estas entrarem em conflito com as restrições do empreendimento (segurança, qualidade, custo e prazo). Caso não existam decisões em tempo útil que impeçam o desenvolvimento das referidas falhas, estas passam a falhas activas e por isso aumenta a probabilidade de existirem desvios ao contratado.

As decisões e restrições dos intervenientes, bem como as modificações introduzidas, encontram-se relacionadas pelos contratos celebrados entre aqueles e pela gestão do empreendimento.

Realça-se a incerteza como elemento intrínseco do conjunto específico de intervenientes de cada empreendimento.

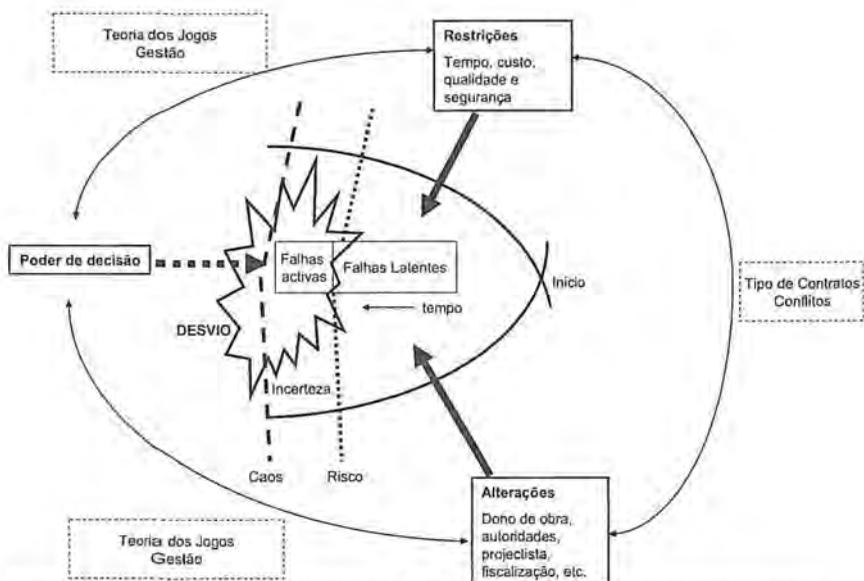


Figura 7.1 – Modelo conceptual entre as causas e os desvios num empreendimento (modificação da figura de Bertelson & Koskela, 2003). Figura repetida, consultar o capítulo 3.

7.2.2 FERRAMENTA DE PREVISÃO DE DESVIOS FINANCEIROS: MULTIMPACT

No desenvolvimento da ferramenta de previsão investigou-se se os desvios são um fenómeno nacional ou não. Deste modo, alargou-se a pesquisa ao âmbito internacional, da qual se concluiu que os desvios financeiros são uma realidade na maioria dos países, ainda que a sua grandeza varie de país para país. Esta conclusão vem sustentar a investigação teórica realizada e que deu origem ao modelo conceptual apresentado.

Para simular os desvios é necessário conhecer a distribuição estatística que os descreve. Para que a ferramenta possa ser utilizada é necessário que tenha o menor número de parâmetros possível, no entanto, esses têm que permitir descrever o sistema. Com este pressuposto considerou-se como hipótese que a distribuição estatística que descreve os desvios é a exponencial (esta possui um único parâmetro que é o inverso do valor esperado do desvio). Realizou-se ajustamentos desta distribuição com vários valores retirados da bibliografia tendo-se concluído que se pode assumir que o desvio segue uma distribuição exponencial. Na bibliografia consultada foi possível analisar as causas avançadas para o desvio, tendo-se concluído que elas são similares entre países, do que resultou a construção de um questionário global (QG). Posteriormente, utilizou-se este questionário para estudar vários empreendimentos analisados pelo Tribunal de Contas, tendo resultado um modelo simplificado de prever desvios em Portugal (ver Equação 7.1., repetição da equação 4.13). Este modelo encontra-se limitado aos dados históricos utilizados, de 1985 a 2004, e circunscritos ao território continental português.

$$R/S = 1 - 1,02388 * \ln\left(\frac{83,1 - Pontuação}{20}\right);$$

Equação 7.1 (Equação 4.13)

O modelo Multimpact desenvolvido, baseado na Equação 7.2 (Cfr. Equação 4.16), entra em consideração com a experiência do utilizador em empreendimentos passados e conhecidos, empreendimentos de referência, através da distribuição estatística exponencial ($X_{i,C}$), apreciação do empreendimento em análise examinado comparativamente com o de referência (factor relativo a gestão - FI), avaliação do grau de incerteza e complexidade do empreendimento presente em comparação com o de referência (factor relativo a incerteza - FII). Para calcular os factores FI e FII

foram concebidas métricas a partir do Questionário Comparativo (QC), desenvolvido no capítulo 4, entre o empreendimento em análise e um de referência, seleccionado de forma a que o grau de complexidade e incerteza seja semelhante ao de análise.

$$R = \left(\sum_i (S_{i,c} \times (1 + \delta_{i,c}(FI) \times X_{i,c})) \right) \times FII$$

Equação 7.2 (Equação 4.16)

Para cada empreendimento calculam-se várias distribuições de R, destas recolhe-se o valor para 85% de grau de confiança, dividiu-se pelo valor inicialmente contratado (S) e obteve-se curvas semelhantes às da Figura 7.2 (repetição da Figura 6.1). Desta figura pode deduzir-se que quanto maior o FI, o que significa maiores deficiências na gestão, maior será o desvio financeiro expectável. Relativamente a FII, quanto maior é este parâmetro (maior incerteza), maior é a probabilidade do desvio ser superior.

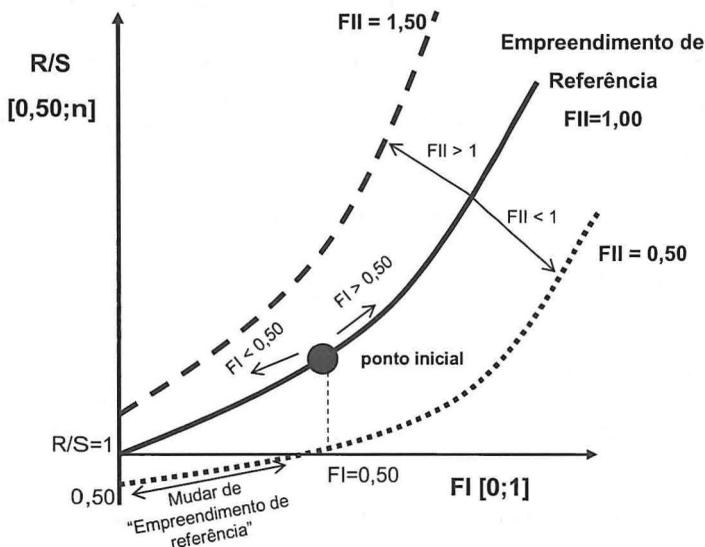


Figura 7.2 – Modelo Multimpact. Relação dos factores FI, FII com o desvio (R/S). Figura repetida, consultar capítulo 4.

O modelo Multimpact satisfaz as seguintes condições (Cfr. Popper, 2003):

- Unifica e estabelece a conexão com a experiência passada, ou seja, relacionada as deficiências de gestão e a incerteza com os desvios financeiros;
- É possível testar o modelo independentemente dos dados que tiveram na origem do seu desenvolvimento, têm consequências novas e testáveis nomeadamente no que se relaciona com análises de sensibilidade;
- É de fácil utilização na prática corrente dado que basta ter um empreendimento de referência (X), responder ao QC, calcular FI e FII e posteriormente calcular R/S. Se $R/S > 1,05$ então reformular o empreendimento.

7.2.3 METODOLOGIA PARA REDUZIR OS DESVIOS FINANCEIROS NUM EMPREENDIMENTO

Considera-se que os contratos devem partir do princípio de que o futuro é incerto, pelo que devem ser contingenciais e estimular uma gestão cooperativa e respeitadora dos interesses dos vários intervenientes, o modelo Multimpact entra com este facto em consideração. Propôs-se uma sequência de acções, ver capítulo 6, para todas as fases do empreendimento de modo a minimizar os desvios financeiros (ver Figura 7.3), nomeadamente, antes, durante e após o concurso da obra. Esta sequência visa realçar a importância de existir um projecto do empreendimento que esteja de acordo com as necessidades do Dono de Obra e com as contingências sociais e políticas, bem como com os interesses dos vários intervenientes. Nesta sequência é também incorporado o conceito de que o futuro é incerto e por isso se introduzem formas de resolução célere de conflitos na construção.

Por último considera-se que o conhecimento adquirido acerca da sequência e dos conflitos existentes num empreendimento, bem como o desenvolvimento de ferramentas de previsão de desvio ao contratado, possibilita a criação de documentos integrados e específicos para cada organização de modo a que os desvios financeiros ao contrato sejam minimizados, ou seja, propicia a criação de um manual de boas práticas de gestão em empreendimentos.

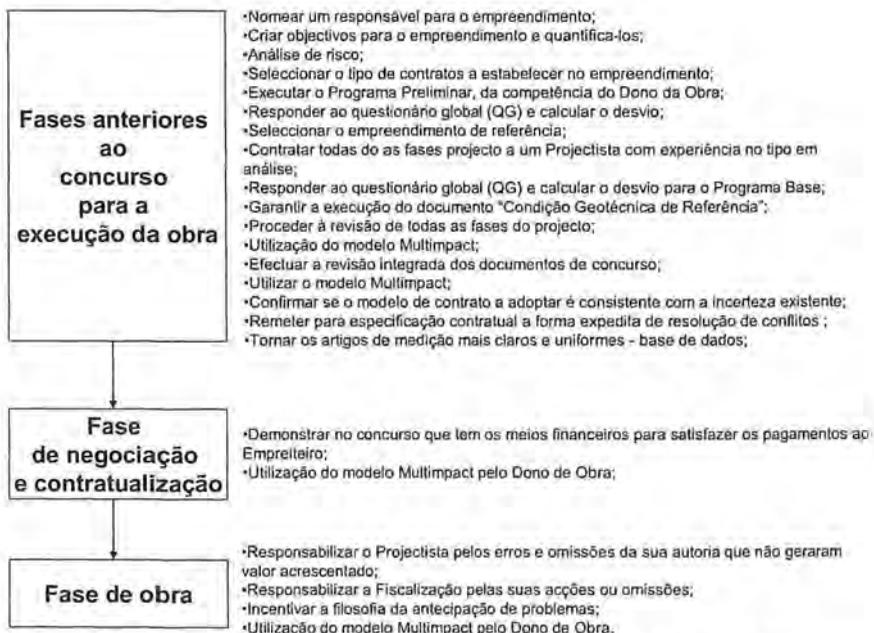


Figura 7.3 – Sequência de acções num empreendimento de forma a minimizar os desvios ao contrato, ver capítulo 6.

7.3 LINHAS DE INVESTIGAÇÃO FUTURA

O trabalho de investigação na área da previsão de desvios ao contratado está longe de estar encerrado, uma vez que nele só foi focado o aspecto económico. Faltam outros aspectos, como o tempo de execução do empreendimento, a segurança ou a qualidade do mesmo. Conjecturando, considera-se que a formulação do modelo, desvio positivo, seguindo uma distribuição exponencial negativa, é uma via a explorar para aqueles aspectos.

O modelo Multimpact foi empregue na área da construção de obras, no entanto considera-se que, devido à sua concepção e metodologia de aplicação, pode ser adequado a outras áreas que envolvam a obtenção de produtos complexos. Esta aplicação é uma das investigações a realizar.

A aplicação do modelo Multimpact envolveu empreendimentos em que se conhecia previamente os resultados, o que de alguma forma pode enviesar as conclusões. Os desvios dos empreendimentos utilizados são explicados pelo modelo, mas já eram conhecidos. Significa que o modelo Multimpact é, ainda, conjectural, necessitando de ser aplicado a mais casos reais, nomeadamente, em estados iniciais do empreendimento para que posteriormente se possa comparar as suas previsões com os resultados reais e assim calibrar os vários parâmetros do modelo (FI e FII). Esta é uma das investigações futuras de maior relevância para o seu sucesso.

Por fim, considera-se que investir na criação de uma base de dados que armazene os dados relativos às empreitadas do Dono de Obra público, por exemplo: a indicação do empreendimento de referência, FI e FII. A recolha dessa informação de forma sistematizada permite a investigação futura nestes domínios.

8. BIBLIOGRAFIA

8.1 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AACE International, 1998, *AACE International Recommended Practice No. 18R-97, "Cost Estimate Classification System – As Applied in Engineering, procurement, and Construction for the Process Industries"*, Association for the Advancement of Cost Engineering International

AASHTO STANDING COMMITTEE ON QUALITY, FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION, 2003, *"Strategies for Reducing Highway Project Delivery Time and Cost"*, US, AASHTO

AHMED, S. M., AZHAR, S., CASTILLO, M., KAPPAGANTULA, P., 2002, *"Construction Delays in Florida: An Empirical Study"*, Florida, (<http://www.cm.fiu.edu/pdf/Publications/Delays%20Project.pdf>) consulta em 2006-09-11

AMERICAN SYSTEMS CORPORATION, 2003, *"Risk Management Process & Implementation – Practice Book Number One: Overview and Guidance"*, Little Aqua Book

BAJARI, P., TADELIS, S., 2001, *"Incentives versus transaction costs: a theory of procurement contracts"*, *RAND Journal of Economics*, RAND, Autumn 2001, vol.32 No. 3 pp. 387-407

BATTRAM, A., 2004, *"Navegando na complexidade"*, Instituto Piaget

Berg, P.; Kilde, H. S. & Rolstadås, A. (2002): *"Large Norwegian Governmental Projects – Any Lessons Learnt?"* Paper for the NORDNET 2003 Conference "Project management: dreams, nightmares and realities", Oslo, Norway, September 24-26, 2003.

BERTELSEN, S., KOSKELA, L., 2003, *"Avoiding and managing chaos in projects"*, *JGLC-11, Blacksburg, Virginia*. (http://www.bertelsen.org/strategisk_r%5dgivning_aps/pdf/Avoiding%20and%20Managing%20Chaos%20in%20Projects.pdf#search=%22BERTELSEN%2C%20S.%2C%20KOSKELA%2C%20L.%2C%202003%2C%20Avoiding%20and%20managing%20chaos%20in%20projects%2C%22), consulta em 2006-09-11

BIELLENBERG, M., 2004, CSVA Conference 2004, “*Cost Estimate Validation Process*”

BRAND, E. W., BRENNER, R. P., 1981, “*Soft Clay Engineering*”, Elsevier Scientific Publishing Company

CALDEIRA, Laura, 2005, “*Metodologias de análise de risco. Aplicações em geotecnia*”, Actas das 2^{as} Jornadas Luso-Espanholas de Geotecnia, SPG, Lisboa pp. 31 - 55

CALLAHAN, J. T., 1998, *Synthesis of Transit Practice 28 – Managing Transit Construction Contract Claims*, Washington, National Academy Press

CARDOSO, L., 1999, “*Gestão estratégica das organizações – Como vencer os desafios do século XXI*”, Verbo (4^a ed.)

CEN, 1999, “*Eurocódigo 7: Projecto geotécnico Parte 1: Regras gerais*” (ENV 1997-1:1994), Instituto Português da Qualidade

CHACHERE, J., KUNZ, J., LEVITT, R., “*Observation, Theory, and Simulation of Integrated Concurrent Engineering: Grounded Theoretical Factors that Enable Radical Project Acceleration*”, 2004, Stanford University (<http://cife.stanford.edu/online.publications/WP087.pdf>) consulta em 2006-09-11

CHAKRAVARTY, S., MACLEOD, W.B., 2004, “*On the Efficiency of Standard Form Contracts: The Case of Construction*”, *Law and Economics Working Paper Series*, University of Southern California Law School, 2004, Paper 17

CHAN, A. P. C., HO, D. C. K., TAM, C.M., 2001, “*Design and Build Project Success Factors: Multivariate Analysis*”, *Journal of Construction Engineering and Management*, Março/Abril 2001, pp. 93 -100

CHIMWASO, D.K. (2000), “*An Evaluation of Cost-Performance of Public Projects, Case for Botswana*”, Paper Presented at the Second International Conference on Construction in Developing Countries, Challenges Facing the Construction Industry in Developing Countries, 15-17th November 2000, Gaborone, Botswana (http://www.odsf.co.za/cdcproc/docs/2nd/chimwaso_dk.pdf) consulta em 2006-09-11.

CHRISTENSEN, D. S., 2004, "Is the Cumulative SCI-based EAC an Upper Bound to the Final Cost of Post-A12 Defence Contracts?", *Journal of Cost Analysis and Management*, Inverno 2004, pp.1 – 10

Construction Industry Institute.1999. "TPDRI: Project Definition Rating Index, Building Projects".T The Construction Industry Institute, Implementation Resource 155-2, July.

Construction Industry Institute. 2001. "The field rework index: early warning for fieldrework and cost growth". Research Summary 153-1, Construction Industry Institute, University of Texas at Austin, Austin, TX.

CLARKE, C. 2000. "Cross-Check Survey: Final Report", A WCD Survey prepared as an input to the World Commission on Dams, Cape Town, [Uwww.dams.org](http://www.dams.org)U ([Uhttp://www.dams.org/kbase/survey/U](http://www.dams.org/kbase/survey/U)) consulta em 2006-09-11

CLAYTON, C.R.I., 2001, "Managing Geotechnical Risk Improving Productivity in UK Building and Construction", Great Britain, The Institution of Civil Engineers

COELHO, J. P. F. S., 2004, "Modelo Genérico para Gestão de Projectos: SATPSP", Tese de Doutoramento, IST, Lisboa

CONSTRUCTION RISK, "Design-build: Does it Guarantee Project Success?", ([http:// www.constructionrisk.com/newsletter/articles/article8.htm](http://www.constructionrisk.com/newsletter/articles/article8.htm)) consulta em 2004-11-24

DECRETO-LEI 59/99 de 2 de Março. Diário da República n.º 51/99 - I série. Ministério do Planeamento e da Administração do Território. Lisboa

DEPARTMENT OF ENERGY, 1992, "Root Cause Analysis Guidance Document", Washington, Department of Energy United States of America

DIEKMANN, J. E., GIRARD, M. J., 1995, "Are Contract Disputes Predictable?", *Journal of Construction Engineering and Management*, Dec. 1995, vol. 121, N° 4 pp.355 – 363

DIRECTIVA 2004/18/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 31 de Março de 2004. Jornal Oficial da União Europeia n.º 134 de 30 de Abril de 2004

EIKELAND, Per T., 1997, “*The Preconditions of Cost Control in Building Projects*”, (www.ivt.ntnu.no/bat/pa/undervisning/fordypn/sib30afpte/preconcost.pdf), consulta em 2005-05-27

ESD Symposium Committee, 2002, “*ESD symposium committee overview: engineering systems research and practice*”, ESD-WP-2003-01.20-ESD Internal Symposium, Massachusetts Institute of Technology

FLOR, António T.; Coelho, José; Tavares, Luís V.; Pereira, Carlos S., 2004, “*Incerteza, risco e gestão de empreendimentos geotécnicos: o modelo Multimpact*”, Actas do 9º Congresso Nacional de Geotecnia, pp. 345 - 354

FLORIDA DEPARTMENT OF TRANSPORTATION, 2003, “*Design Build Program*”, Florida (<http://cms.transportation.org/sites/designbuild/docs/Florida%20DB%20Report%202003.pdf>) consulta em 2006-09-12

FLYVBJERG, B., HOLM, METTE K. S., BUHL, S. L., 2004, “What Causes Cost Overrun in Transport Infrastructure Projects?”, *Transport Reviews*, Denmark, Taylor & Francis, January 2004, vol. 24 No. 1 pp.3-18

FLYVBJERG, Bent, COWI, 2004, *Procedures for Dealing with Optimism Bias in Transport Planning: Guidance Document*, BRITISH DEPARTMENT FOR TRANSPORT (http://www.dft.gov.uk/stellent/groups/dft_localtrans/documents/downloadable/dft_localtrans_029632.pdf) consulta em 2006-09-11

FLYVBJERG, B., 1998, “*Rationality and Power: Democracy in Practice*”, University of Chicago

FLYVBJERG, B., HOLM, M. K. S., BUHL, L., 2003, “*How Common and How Large are Cost Overruns in Transport Infrastructure Projects?*”, (<http://tandf.co.uk/journals>), consulta em 2005-01-20

FLYVBJERG, B., HOLM, M. S., BUHL, S., 2002, “*Understanding costs in public works projects – Error or Lie?*”, *APA Journal*, Summer 2002, Chicago, American Planning Association, vol. 68 No. 3 pp. 279-295

FOLQUE, José, 1991, “Um esboço da história da mecânica dos solos”, *Geotecnia*, 63, pp. 1 – 9

FOLQUE, José, 1992, “Um esboço da história da mecânica dos solos (II)”, Geotecnia, 64, pp. 1 – 16

FOLQUE, José, 1992, “Um esboço da história da mecânica dos solos (III)”, Geotecnia, 66, pp. 1 – 13

FOLQUE, José, 1993, “Um esboço da história da mecânica dos solos (IV)”, Geotecnia, 67, pp. 1 – 20

FOLQUE, José, 1993, “Um esboço da história da mecânica dos solos (V)”, Geotecnia, 68, pp. 1 – 17

FOLQUE, José, 1993, “Um esboço da história da mecânica dos solos (VI)”, Geotecnia, 69, pp. 1 – 18

GUERRA, F., 1995, “*História da Engenharia em Portugal*”

HACHICH, Waldemar Coelho; FALCONI, F. F.; SAES, J, L.; FROTA, R. G. Q.; CARVALHO, Celso Santos; NIYAMA, S.. 1996. “*Fundações: teoria e prática*”. São Paulo: Pini, 751 p

JAHREN, C. T., ASHE, A. M., 1990, “*Predictors of Cost-overrun Rates*”, *Journal of Construction Engineering and Management*, Set. 1990, vol. 116, Nº 3 pp.548 – 552

KIANI, T., 2000, “*Devising a Model for Measuring the Effectiveness Level of Construction Organizations*”, (www.dlnet.vt.edu/viewMetadata.jsp?) consulta em 2005-05-28

LAPIN, Lawrence L., 1993, “*Statistics for modern business decisions*”, The Dryden Press

LEACH, Larry P., 1997, “*Critical Chain Project Management Improves Project Performance*”, Advanced Project Institute

LEVIN, J., 2003, “*Relational Incentive Contracts*”, *The American Economic Review*, June 2003, vol. 93 No 3 pp. 835 – 857

LI, B., AKINTOYE, A., HARDCASTLE, C., 2001, “*VFM and Risk Allocation Models in Construction PPP Projects*”,

(<http://www.arcom.ac.uk/workshops/04-edinburgh/06-Li.pdf>) consulta em 2005-04-20

LING, Y.Y., 2002, "Model for Predicting Performance of Architects and Engineers", *Journal of Construction Engineering and Management*, Set./Out.2002, pp.446 – 455

LOVE, P.E.D., 2002, "Influence of Project Type and Procurement Method on Rework Costs in Building Construction Projects", *Journal of Construction Engineering and Management*, Fev. 2002, vol. 128, Nº 1 pp.18 – 29

MACLEOD, W. B., 1997. "Complexity, Contract and the Employment Relationship" Boston College Working Papers in Economics 342., Boston College Department of Economics.

MACLEOD, W. B., 2000, "Complexity and Contract", *Revue d'Economie Industrielle*, 92. Reeditado com modificações em 2002, *The Economics of contract in prospect and retrospect*, Cambridge University Press, pp. 213-240

MARANHA DAS NEVES, 1983, "Investigação e desenvolvimento no domínio da Geotecnia", Grupo de trabalho de geotecnia, Ordem dos Engenheiros

MARANHA DAS NEVES, 2003, "Mecânica dos Solos", Instituto Superior Técnico

MATEUS DE BRITO, 1999, "A intervenção no subsolo", *Ingenium* II série, nº 39, Julho Agosto, pp. 6 - 9

MATOS FERNANDES, Manuel, 2004, "Noventa e nove números da revista de Geotecnia", *Geotecnia*, 100, pp. 5 - 11

MERROW, Edward W., Phillips, Kenneth E., Myers, Christopher W., 1981, "Understanding cost growth and performance shortfalls in pioneer process plants", Rand, Santa Monica, CA, Sept.

MEYER, A., LOCH, C. H., PICH, M.T., 2002, "Managing Project Uncertainty: From Variation to Chaos", *Massachusetts Institute of Technology SLOAN Management Review*, Winter, pp. 60-67

MINEIRO, A. J. C., 1978, “*Mecânica dos Solos e Fundações I*”, Associação dos Estudantes do Instituto Superior Técnico

MOLENAAR, K., WASHINGTON, S., DIEKMANN, J., 2000, “*Structural Equation Model of Constructions Contract Dispute Potential*”, *Journal of Construction Engineering and Management*, Jul/Ago. 2000, vol. 126, Nº 4 pp.268 – 277

MORRIS, S., 1990, “*Cost and Time Overruns in Public Sector Projects*”, *Economic and Political Weekly*, vol. XXV, Nº 47, pp.M-154 a M-168

MORRIS, S., 2003, “*Efficacy of Government Expenditures*”, *India Infrastructure Report*, pp. 118 – 128

MOLETE, L., MBACHU, J., NKADO, R., 2003, CIDB 1st Postgraduate Conference, Port Elisabeth, África do Sul, pp. 288 – 295

NASA PRE-PROJECT PLANNING TEAM, 2000, “*Project Definition Rating Index Use on NASA Facilities*”, NASA (<http://www.hq.nasa.gov/office/codej/codejx/Assets/Docs/ProjectDefinitionRatingIndex.pdf#search=%22NASA%20PRE-PROJECT%20PLANNING%20TEAM%2C%202000%2C%20Project%20Definition%20Rating%20Index%20Use%20on%20NASA%20Facilities%2C%20NASA%22>) consulta em 2006-09-11

NOBLE, B. D., THOM, R. M., GREEN, T. H., BORDE, A.B., 2000, “*Analyzing Uncertainty in the Costs of Ecosystem Restoration*”, U.S. Army Corps Engineers (<http://www.iwr.usace.army.mil/inside/products/pub/iwrreports/00-R-3.pdf>) consulta em 2006-09-11

OLIVEIRA, Ricardo, 1983, “*Ensino pós-graduado da geotecnia nos cursos de engenharia*”, Grupo de trabalho de geotecnia, Ordem dos Engenheiros

PAKKALA, P., 2002, “*Innovative Project Delivery Methods for Infrastructure – An International Perspective*”, Helsinki, Finnish Road Enterprise (<http://alk.tiehallinto.fi/julkaisut/pdf/pakkalae5.pdf>) consulta em 2006-09-11

PILLAI, N. V., KANNAN, K.P., “*Time and Cost Over-runs of the Power Projects in Kerala*”, (<http://www.cds.edu>) consulta em 2005-08-18

PIPATTANAPIWONG, J., 2004, “*Development of Multi-party Risk and Uncertainty Management Process for an Infrastructure Project*”, Japan, Kochi University of Technology (<http://www.kochi-tech.ac.jp/library/ron/2003/g7/1056004.pdf>) consulta em 2006-09-11

POCOCK, J.B., HYUN, C.T., LIU, L.Y., KIM, M.K., 1996, “*Relationship Between Project Interaction and Performance Indicators*”, *Journal of Construction Engineering and Management*, Jun. 1996, vol. 122, Nº 2 pp.165 – 176

POPPER, K., 2003, “*Conjecturas e Refutações*”, Almedina

PORTARIA de 7 de Fevereiro de 1972, “*Instruções para o cálculo dos honorários referentes aos projectos de obras públicas*”, Suplemento ao Diário do Governo, n.º 35, 2.ª Série, de 11 de Fevereiro de 1972. Ministério das Obras Públicas e das Comunicações, Lisboa

REASON, J., “*Human error: models and management*”, *BMJ* 2000; vol.320, pp.768-770

REASON, J., 1990, “*Human Error*”, Cambridge University Press

REIS, Elizabeth, MELO, Paulo, ANDRADE, Rosa e CALAPEZ, Teresa, 1999, “*Estatística Aplicada*”, Lisboa, Edições Sílabo (3ª ed.), vol. 2

REIS, Elizabeth, MELO, Paulo, ANDRADE, Rosa e CALAPEZ, Teresa, 2001, “*Estatística Aplicada*”, Lisboa, Edições Sílabo (4ª ed.), vol. 1

RUSSELL, J. S., JASELSKIS, E.J., 1992, “*Predicting Construction Contractor Failure Prior to Contract Award*”, *Journal of Construction Engineering and Management*, Dez. 1992, vol. 118, Nº 4 pp.791 – 811

SCHEXNAYDER, C. J., WEBER, S.L., FIORI, C., 2003, “*Project Cost Estimating, A Synthesis of Highway Practice*”, comunicação

SEMPLE, C., HARTMAN, F. T., JERGEAS, G., 1994 “*Construction Claims and Disputes: Causes and Cost/Time Overruns*”, *Journal of Construction Engineering and Management*, Dez., vol. 120, Nº 4 pp.785 – 795

TAVARES, L. V., 1998, “*Advanced models for Project management*”, Kluwer Academic Publishers

TAVARES, L. V., 2002, “*Gestão de Contratos de Empreitadas: Modelos e Propostas*”, Gestão de Empreitadas: Contratação e Controlo de trabalhos a mais, IST, Lisboa

TAVARES, L. V., Ferreira, A., Coelho, J., Flor, A., 2002, “*A model of uncertainty and risk for Project networks: Multimpact*”, PMS2002 (eighth international workshop on project management and scheduling)

TAVARES, L.V., OLIVEIRA, R.C., THEMIDO, I.H., CORREIA, F.N., 1996, “*Investigação Operacional*”, McGraw-Hill

THOMPSON, R. M., 1998, “*Efforts to Manage Disputes in the Construction Industry: A Comparison of the Engineering Contract and the Dispute Review Board*”, Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University

TRIBUNAL DE CONTAS, 1999, Auditoria ao programa “Modernização da rede fundamental” - Período de 1985 a 1997- Relatório nº 33/99 – 2ª Secção;

TRIBUNAL DE CONTAS, 1999, “Auditoria de Gestão à EDIA, SA (Alqueva)”, Relatório nº 21/1999 – 2ª secção;

TRIBUNAL DE CONTAS, 1999, “*Manual de Auditoria e de Procedimentos*”, Lisboa, Tribunal de Contas, vol. I

TRIBUNAL DE CONTAS, 1999, Relatório de auditoria ao programa “Modernização da rede complementar” – Período de 1985 a 1997- Relatório nº 32/99 – 2ª Secção;

TRIBUNAL DE CONTAS, 2000, Projecto EXPO’98, Relatório de auditoria nº 43/2000 – 2ª secção;

TRIBUNAL DE CONTAS, 2001, Auditoria ao Metropolitano de Lisboa, EP, Relatório nº 20/2001 – 2ª secção;

TRIBUNAL DE CONTAS, 2004, Auditoria ao Metropolitano de Lisboa, EP, Relatório nº 05/2004 – 2ª secção;

TRIBUNAL DE CONTAS, 2004, Auditoria Casa da Música/Porto 2001, S.A., Relatório nº 25/2004 – 2ª secção;

TRIBUNAL DE CONTAS, 2004, Auditoria de Gestão Financeira ao Programa/Projecto PIDDAC “Construção”/“Estradas Nacionais” sub-projecto “Via de Cintura Sul de Coimbra – Ponte Europa”, Relatório nº 28/2004 – 2ª secção;

TRIBUNAL DE CONTAS, 2004, “Auditoria Euro 2004”, Relatório nº 19/2004 – 2ª secção;

TURCOTTE, Jonh w., 1996, “*Review of the Florida department of transportation’s performance in controlling construction cost overruns and establishing accountability for these problems*”, Report nº 96-21, Office of program policy analysis and government accountability

VEZZULLA, J. C., 2004, “*Mediação: Teoria e Prática – Guia para utilizadores e profissionais*”, Ministério da Justiça – Direcção Geral da Administração Extrajudicial

ZACK Jr., James, 1993, “*Claimsmanship: current perspective*”, Journal of construction engineering and management, vol. 119, nº3, p. 480-497

8.2 BIBLIOGRAFIA GERAL

“Appropriate Project Characteristics for Public Sector Design-Build Projects”, (www.colorado.edu/engineering/civil/Design-Build/papers/appropriate/), consulta em 2004-11-25

“Design-Build Selector”, (www.colorado.edu/engineering/civil/Design-Build/DBS/), consulta em 2004-11-25

“Project Characteristic Questionnaire”, (www.colorado.edu/engineering/civil/Design-Build/DBS/survey.html?), consulta em 2004-11-25

ALWI, S., HAMPSON, K., MOHAMED, S., 2002, *Non Value-Adding Activities: A Comparative Study of Indonesian and Australian Construction Projects*, Brasil

ANDRADE DA SILVA, JORGE, 2001, *Regime Jurídico das Empreitadas de Obras Públicas*, Coimbra, Almedina (7.^a ed.)

BALLARD, Herman Glenn, 200, *The Last Planner System of Production Control*, Ph. D. Thesis, University of Birmingham

BONE, Sylvester, 1995, "Information on site safety for designers of smaller building projects", *HSE Contract Research Report (72/1995)*, Norwich, Health & Safety Executive

BRANCONI, C., LOCH, C.H., 2004, "Contracting for Major Projects: Eight Business Levers for Top Management", *International Journal of Project Management*, pp. 119-130

CAMARA, Pedro B.; GUERRA, Paulo Balreira; RODRIGUES, Joaquim Vicente, *Humanator Recursos Humanos e Sucesso Empresarial*, Lisboa, Publicações Dom Quixote

CARPENTER, Brian, FEKPE, Edward, GOPALAKRISHNA, Deepak, 2003, *Performance-Based Contracting for the Highway Construction Industry – An Evaluation of the Use of Innovative Contracting and Performance Specification in Highway Construction – Final Report*, Columbus, Battelle Putting Technology To Work prepared to the Koch Industries Inc.

CHEVALLIER, Jean-Jacques e GUCHET Yves, 2004, *As Grandes Obras Políticas De Maquiavel à Actualidade*, Mem Martins, Publicações Europa América

CONSTRUCTION RISK, "Design-build: Does it Guarantee Project Success?", ([http:// www.constructionrisk.com/newsletter/articles/article8.htm](http://www.constructionrisk.com/newsletter/articles/article8.htm)) consulta em 2004-11-24

CONSULTANTS, WS Atkins, 2001, "Root causes analysis: Literature review", *Contract Research Report (325/2001)*, Norwich, Health & Safety Executive,

COOK, S., 1999, *An Analysis of the Lessons Learned from Large, Complex, Technical Projects*, Australia

COX, D.O., MOLENAAR, K.R., ERNZEN, J.J., HENK, G., MATTHEWS, T.C., SMITH, N., LEVY, A., WILLIAMS, R.C., GEE, F.,

KOLB, J., SANDERSON, L., WHITED, G.C., WIGHT, J.W., YAKOWENKO, G., 2002, *Contract Administration: Technology and Practice in Europa*, Washington, Federal Highway Administration U.S. Department of Transportation

FERCONSULT, 2001, *Relatório de Análise de Propostas relativas ao Concurso Público para a Empreitada ML 602/01*, Lisboa, Ferconsult

FISHER, Roger, URY, William e PATTON Bruce, 1997, *Como Conduzir uma Negociação?*, Coimbra, Edições Asa

FRIMPONG, Y., OLUWOYE, J., 2003, "Significant Factors Causing Delay and Cost Overruns in Construction of Groundwater Projects in Ghana", *Journal of Construction Research*, World Scientific Publishing Company, Nº 2 -2003, vol. 4, pp. 175 – 187

GANN, D.M., SALTER, A.J., WHYTE, J.K., 2003, "Design Quality Indicator as a tool for Thinking", *Building Research & Information*, Spon Press, September- October, pp. 318-333

GERARD WHELTON, Michael, 2004, *The Development of Purpose in the Project Definition Phase of Construction Projects – Implications for Project Management*, Ph. D. Thesis, University of California

HALL, M., TOMKINS, C., 2000, *A Cost of Quality Analysis of a Building Project: towards a Complete Methodology*, United Kingdom, University of Bath School of Management

HERROELEN, W., LEUS, R., 2001, "On the Merits and Pitfalls of Critical Chain Scheduling", *Journal of Operation Management*, 2001, pp.559 – 577

HILLIER, LIEBERMAN, 2001, *Introduction to Operations Research*, Singapore, McGraw-Hill (17th ed.)

HUDCO, "How To Minimize Time and Cost Over-runs of Projects", ([http:// www.shilpabichitra.com/shilpa2001/v083.htm](http://www.shilpabichitra.com/shilpa2001/v083.htm)) consulta em 2004-12-29

INOUE, KELLY P., MELHADO, SILVIO B., SOUZA, UBIRACI E. L., 2002, *Design Process at Public Companies Dealing with Housing Production: Evaluation by means of a Case Study*, Brazil

International Conference on Probabilistics in Geotechnics Technical and Economical Risk Estimation, 2002, Austria, United Engineering Foundation, Inc

ISAKSSON, Therese, 2002, *Model for Estimation of Time and Cost based on Risk Evaluation Applied on Tunnel Projects*, Ph. D. Thesis, Royal Institute of Tecnology

KEENEY, RALPH L., 1996, *Value-Focused Thinking – A Path to Creative Decisionmaking*, London, Harvard University Press

KLEIN, Gary, 1998, *Fontes do Poder. O Modo Como as Pessoas Tomam Decisões*, Lisboa, Instituto Piaget

KOSKELA, Lauri, 2000, *An exploration towards a production theory and its application to construction*, Doctor of Tecnology Thesis, Thecnical Research Centre of Finland

KUPRENAS, J. A., NOWROOZI, A. R., 2000, *Identification and Analysis of Local Agency Transit Project Performance Criteria (Research Initian GRANT)*, California, METTRANS

LEACH, Larry P., 1997, *Critical Chain Project Management Improves Project Performance*, Advanced Project Institute

LIPKE, W., 2004, “Connecting Earned Value to the Schedule”, *The Measurable News*, Project Management Institute’s College of Performance Management, Winter 2004, pp. 1 – 16

MARTINEZ, PEDRO ROMANO, 1994, *Contrato de Empreitada*, Coimbra, Almedina

MAS-COLELL, ANDREU, WHINSTON, MICHAEL D., 1995, *Micro-economic Theory*, New York, Oxford University Press

MCINNIS, ARTHUR, 2001, *The new engineering contract: A legal commentary*, Great Britain, Thomas Telford

METROPOLITANO DE LISBOA, 1995, *Relatório mensal do Plano de Expansão da Rede (PER II) Linha D – 1ª fase – Alameda / Expo 98, Lisboa*, Metropolitano de Lisboa

METROPOLITANO DE LISBOA, 2000, *Relatório final da Linha D -1ª fase: Alameda / Expo 98 – Empreendimento Alamaeda – Vale de Chelas*, Metropolitano de Lisboa

MILES, Robert, BALLARD, Glenn, 1997, “Contracting for Lean Performance: Contracts and the Lean Construction Team”, (web.bham.ac.uk/d.j.crook/lean/iglc5/miles/miles.htm), consulta em 2004-01-02

MOESSINGER, Pierre, 1998, *Decisões e Processos do Acordo*, Instituto Piaget

MORIN, E., 2003, *Introdução ao Pensamento Complexo*, Instituto Piaget

MORIN, Edgar, 2002, *O Problema Epistemológico da Complexidade*, Mem Martins, Publicações Europa América

OLADAPO, M. , 2001, *A Framework for cost management of low cost housing*, International Conference on Spatial Information for Sustainable Development, Nairobi – Kenya

PESTANA, MARIA H., GAGUEIRO, JOÃO N., 2000, *Análise de dados para Ciências Sociais – A Complementaridade do SPSS*, Lisboa, Edições Sílabo (2ª ed.)

PICKAVANCE, Keith, 1997, *Delay and Disruption in Construction Contracts*, Great Britain, LLP

RANDOLPH THOMAS, H., HORMAN, Michael J., LEMES DE SOUSA, Ulbiraci Espinelli, ZAVRSKI, Ivica, 2002, *Benchmarking of Labor-Intensive Construction Activities: Lean Construction and Fundamental Principles of Workforce Management – Final Report*, Pennsylvania Transportation Institute

REIS, Elizabeth, 2001, *Estatística Multivariada Aplicada*, Lisboa, Edições Sílabo, (2ª ed.)

ROSE-ACKERMAN, Susan, 2002, *Corrupção e Governo*, Lisboa, Prefácio

SALANIÉ, BERNARD, 1997, *The Economics of Contracts*, United States of America, Massachusetts Institute of Technology

SANTOS PEREIRA, C., 2002, *Fundações*, Lisboa, Associação dos Estudantes do Instituto Superior Técnico

SMITH, David J., 2001, "Reliability maintainability and Risk – Practical methods for engineers", 6ª edição, Butterworth-Heinemann

SONGER, Anthony D., MOLENAAR, Keith R., "Selecting Design-Build: Public and Private Sector Owner Attitudes", (www.colorado.edu/engineering/civil/Design-Build/papers/slctdb/), consulta em 2004-11-25

SONGER, Anthony D., MOLENAAR, Keith R., "Selecting Design-Build: Public and Private Sector Owner Attitudes", (www.colorado.edu/engineering/civil/Design-Build/papers/slctdb/), consulta em 2004-11-25

SONGER, Anthony D., MOLENAAR, Keith, ROBINSON, Graham D., "Selection Factors and Success Criteria for Design-Build in the U.S. and U.K.", (www.colorado.edu/engineering/civil/Design-Build/papers/usuk/), consulta em 2004-11-25

TAVARES, J. A., BELEZA, M., MACEDO, J. B., BRAZ, J., CARNEIRO, R., GUERRA, A. C., CATROGA, E., NEVES, J. C., AMARAL, J.F., MACHADO, J. A. F., FRASQUILHO, M., MATEUS, A., LEITE, A. N., PINHO, M., LOPES, J. S., 2003, *Produtividade e Crescimento em Portugal*, Economia Pura

TAVARES, L. V., 1992, "A Stochastic model to control project duration and expenditure", *European Journal of Operational Research*, 78, pp. 262-266

TAVARES, L. V., 1997, "Avaliação de propostas em concursos de engenharia", *Revista Ingenium*, Janeiro, pp 24-25.

TAVARES, L. V., 2003 *Foresight and governance: A problem-oriented methodology (GOVSIGHT)*, International Journal in Operational Research, no. 10, 169-190

9. ANEXOS

9,1 ANEXO I - AJUSTE DA DISTRIBUIÇÃO EXPONENCIAL NEGATIVA

9.1.1 AJUSTE DA DISTRIBUIÇÃO EXPONENCIAL NEGATIVA A CASOS GLOBAIS

Flyvbjerg *et al.* (2003) estudaram cerca de 258 projectos ligados a transporte, localizados na Europa, nos EUA e noutros continentes, executados entre 1910 e 1998. Destes, 36 tiveram um desvio negativo, ou seja, cerca de 86% dos projectos tiveram desvio positivo. Na Figura 9.1 representam-se os desvios positivos, tendo-lhes sido ajustada uma distribuição exponencial negativa. Analisando as estatísticas na Tabela 9.1 e Tabela 9.2 verifica-se que a hipótese nula é rejeitada, ou seja, que os dados não seguem a distribuição exponencial negativa especificada. No entanto, constata-se que os dados seguem uma distribuição semelhante à estudada, isto é, maior frequência de pequenos desvios.

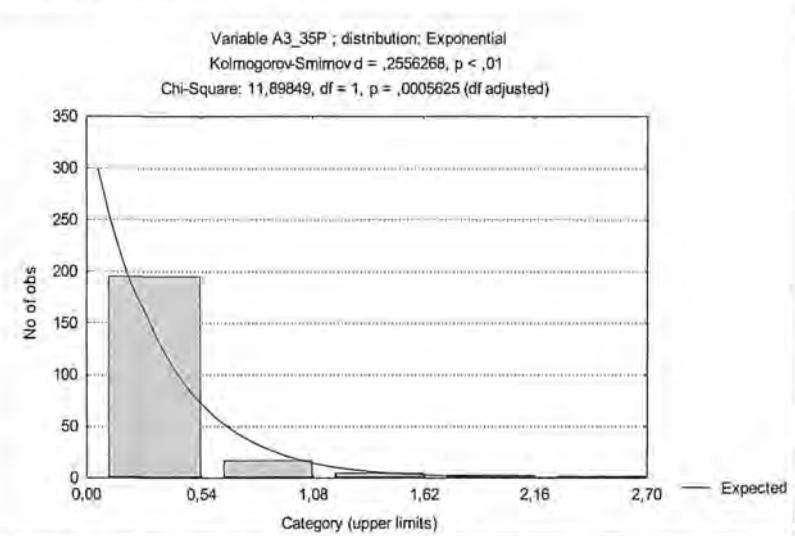


Figura 9.1 – Ajuste da distribuição exponencial negativa a um conjunto de 222 projectos com desvio financeiro, média dos dados $[(R/S-1)_{\text{média}} = 0,33874]$

Tabela 9.1 – Teste de ajustamento Qui-Quadrado

Teste de Ajustamento	Variable A3_35P ; distribution: Exponential (flor1.sta)	
Passo 1 Hipótese nula: Função densidade de probabilidade é Exponencial Negativa		
	nº classes considerada =	3
	média da distribuição exponencial :	0,33874
	nº parâmetros estimados =	1
Passo 2 Estatística a utilizar: χ^2 (Qui-Quadrado)		
Critério:	20% das classes com pelo menos 5 pontos estimados	0%
	todas as classes com pelo menos 1 ponto estimado	<i>confere</i>
Passo 3 Nível de significância de 5%		
	$\chi^2_{0,05}$ (2)=	5,991465
	$\chi^2_{0,05}$ (1)=	3,841459
Passo 4 Cálculo do valor do teste		
	$\chi^2 =$	11,89849
Passo 5 Decisão		
	$\chi^2_{0,05} < \chi^2$	

Rejeita-se a hipótese nula para o nível de significância de 5%
 Pode-se, assim assumir que o desvio estudado não segue uma distribuição Exponencial

Tabela 9.2 – Teste de ajustamento K-S

Teste de Ajustamento	
Passo 1 Hipótese nula: Função densidade de probabilidade é Exponencial Negativa	
	nº observações = 222
	média da distribuição exponencial : 0,33874
Passo 2 Estatística a utilizar: Kolmogorov-Smirnov	
Passo 3 Nível de significância de 5%	
	$D_{0,05} = 0,081881$
Passo 4 Cálculo do valor do teste	
	$D = 0,255627$
Passo 5 Decisão	
	$D_{0,05} < D$

Rejeita-se a hipótese nula para o nível de significância de 5%
 Pode-se, assim assumir que o desvio estudado não segue uma distribuição Exponencial

Clarke (2000) realizou uma análise a 81 barragens, situadas em vários continentes, tendo verificado que em cerca de 74% dos casos existiu um desvio positivo, com a forma ilustrada na Figura 9.2. Relativamente ao prazo de execução, a análise abrangeu 99 barragens, constatando-se que cerca de 50% dos casos foram terminados no prazo ou com um ano de antecipação (6 barragens). Relativamente aos custos, Figura 9.2, analisando as estatísticas na Tabela 9.3 e Tabela 9.4, verifica-se que a hipótese nula é rejeitada, ou seja, que os dados não seguem uma distribuição exponencial

negativa. No entanto, para o desvio temporal, Figura 9.3, medida por anos de atraso, analisando as estatísticas na Tabela 9.5 e na Tabela 9.6, verifica-se que a hipótese nula pode ser considerada, ou seja, não existem elementos que permitam dizer que os dados não seguem uma distribuição exponencial negativa. Para o cálculo da estatística do Qui-Quadrado as classes foram reduzidas de forma a cumprir os critérios anteriormente referidos.

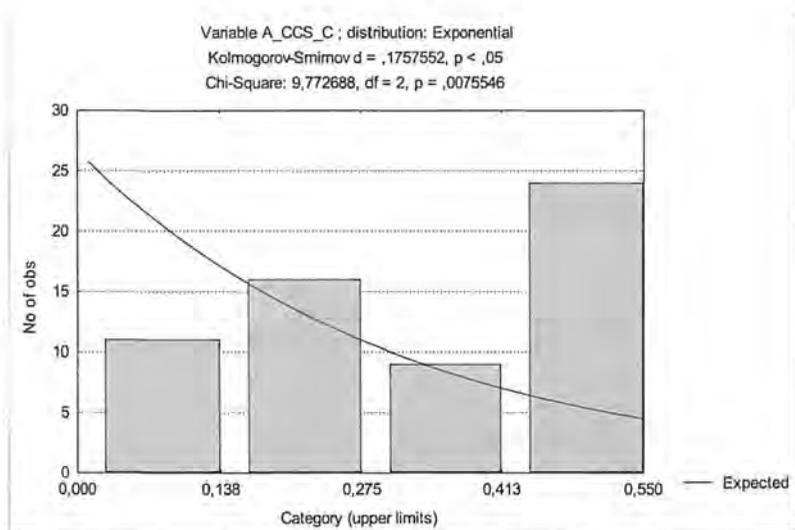


Figura 9.2 - Ajuste da distribuição exponencial negativa a um conjunto de 60 projectos com desvio financeiro, média dos dados $[(R/S-1)_{\text{média}} = 0,30908]$

Tabela 9.3 - Teste de ajustamento Qui-Quadrado

Teste de Ajustamento	Variable A_CCS_C ; distribution: Exponential (flor1.sta)	
Passo 1 Hipotese nula: Função densidade de probabilidade é Exponencial Negativa		
	nº classes considerada =	4
	média da distribuição exponencial :	0,30908
	nº parâmetros estimados =	1
Passo 2 Estatística a utilizar: χ^2 (Qui-Quadrado)		
	Critério: 20% das classes com pelo menos 5 pontos estimados	0%
	todas as classes com pelo menos 1 ponto estimado	<i>confere</i>
Passo 3 Nível de significância de 5%		
	$\chi^2_{0,05}$ (3)=	7,814728
	$\chi^2_{0,05}$ (2)=	5,991465
Passo 4 Calculo do valor do teste		
	$\chi^2 =$	9,772688
Passo 5 Decisão		
	$\chi^2_{0,05} < \chi^2$	
Rejeita-se a hipótese nula para o nível de significância de 5%		
Pode-se, assim assumir que o desvio estudado não segue uma distribuição Exponencial		

Tabela 9.4 - Teste de ajustamento K-S

Teste de Ajustamento		
Passo 1 Hipotese nula: Função densidade de probabilidade é Exponencial Negativa		
	nº observações =	60
	média da distribuição exponencial :	0,30908
Passo 2 Estatística a utilizar: Kolmogorov-Smirnov		
Passo 3 Nível de significância de 5%		
	$D_{0,05} =$	0,157501
Passo 4 Calculo do valor do teste		
	D =	0,175755
Passo 5 Decisão		
	$D_{0,05} < D$	
Rejeita-se a hipótese nula para o nível de significância de 5%		
Pode-se, assim assumir que o desvio estudado não segue uma distribuição Exponencial		

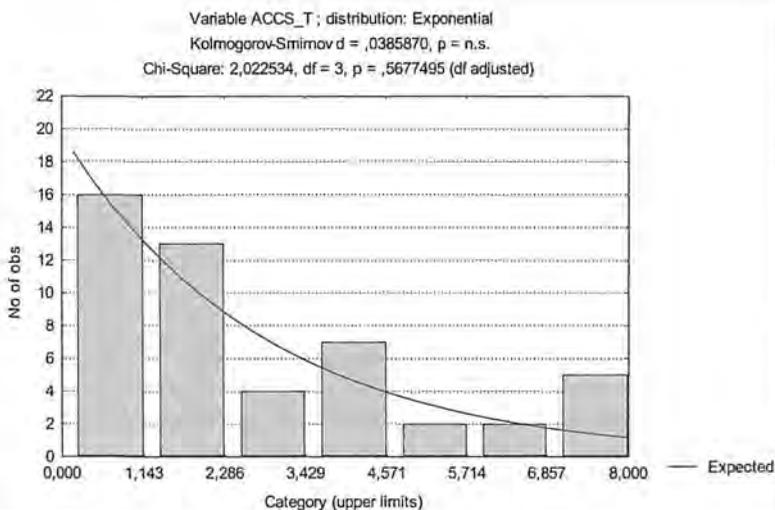


Figura 9.3 - Ajuste da distribuição exponencial negativa a um conjunto de 60 projectos com desvio temporal, média dos dados $[(R/S-1)_{\text{média}} = 2,8367]$

Tabela 9.5 - Teste de ajustamento Qui-Quadrado

Teste de Ajustamento	Variable ACCS_T ; distribution: Exponential (flor1.sta)	
Passo 1 Hipotese nula: Função densidade de probabilidade é Exponencial Negativa	nº classes considerada =	5
	média da distribuição exponencial :	2,8367
	nº parâmetros estimados =	1
Passo 2 Estatística a utilizar: χ^2 (Qui-Quadrado)		
	Critério: 20% das classes com pelo menos 5 pontos estimados	0%
	todas as classes com pelo menos 1 ponto estimado	<i>confere</i>
Passo 3 Nível de significância de 5%		
	$\chi^2_{0,05}$ (4) =	9,487729
	$\chi^2_{0,05}$ (3) =	7,814728
Passo 4 Calculo do valor do teste		
	$\chi^2 =$	2,022534
Passo 5 Decisão		
	$\chi^2_{0,05} > \chi^2$	

Não se rejeita a hipótese nula para o nível de significância de 5%

Pode-se, assim assumir que o desvio estudado segue uma distribuição Exponencial

Tabela 9.6 - Teste de ajustamento K-S

Teste de Ajustamento

Passo 1 Hipótese nula: Função densidade de probabilidade é Exponencial Negativa

nº observações = 49

média da distribuição exponencial : 2,8367

Passo 2 Estatística a utilizar: Kolmogorov-Smirnov

Passo 3 Nível de significância de 5%

$D_{0,05} = 0,174286$

Passo 4 Cálculo do valor do teste

$D = 0,038587$

Passo 5 Decisão

$D_{0,05} > D$

Não se rejeita a hipótese nula para o nível de significância de 5%

Pode-se, assim assumir que o desvio estudado segue uma distribuição Exponencial

9.1.2 AJUSTE DA DISTRIBUIÇÃO EXPONENCIAL NEGATIVA A CASOS SECTORIAIS

Morris (2003) analisou os desvios financeiros em empreendimentos em 40 estados da Índia, tendo concluído que em 93% dos casos existiram diferenças para mais. Constata-se, pela Figura 9.4, e analisando as tabelas das estatísticas, que a hipótese nula pode ser considerada, ou seja, a distribuição exponencial negativa adequa-se aos dados.

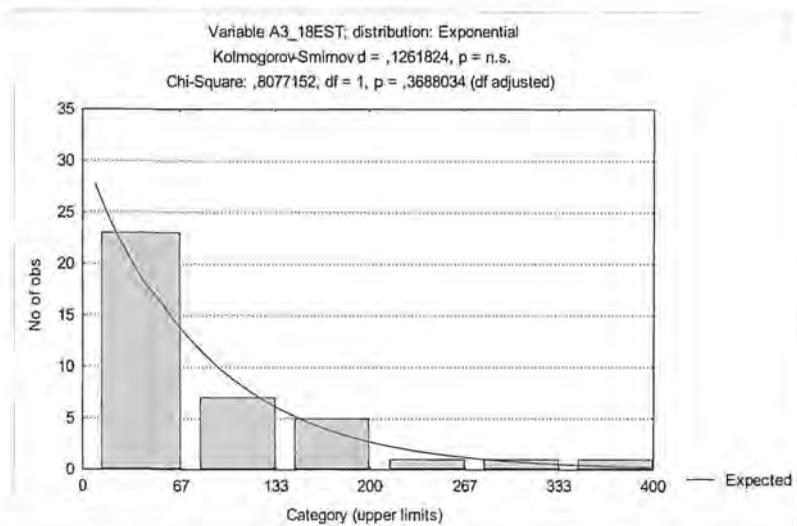


Figura 9.4 - Ajuste da distribuição exponencial negativa a um conjunto de obras em 38 estados da Índia com desvio financeiro, média dos dados $[(R/S-1)_{\text{média}} = 82,268\%]$

Tabela 9.7 - Teste de ajustamento Qui-Quadrado

Teste de Ajustamento	Variable A3_18EST; distribution: Exponential (flor1.sta)	
Passo 1 Hipotese nula: Função densidade de probabilidade é Exponencial Negativa		
	nº classes considerada =	3
	média da distribuição exponencial :	82,268
	nº parâmetros estimados =	1
Passo 2 Estatística a utilizar: χ^2 (Qui-Quadrado)		
	Crítério: 20% das classes com pelo menos 5 pontos estimados	0%
	todas as classes com pelo menos 1 ponto estimado <i>confere</i>	
Passo 3 Nível de significância de 5%		
	$\chi^2_{0,05}$ (2)=	5,991465
	$\chi^2_{0,05}$ (1)=	3,841459
Passo 4 Calculo do valor do teste		
	$\chi^2 =$	0,807715
Passo 5 Decisão		
	$\chi^2_{0,05} > \chi^2$	

Não se rejeita a hipótese nula para o nível de significância de 5%
 Pode-se, assim assumir que o desvio estudado segue uma distribuição Exponencial

Tabela 9.8 - Teste de ajustamento K-S

Teste de Ajustamento		
Passo 1 Hipotese nula: Função densidade de probabilidade é Exponencial Negativa		
	nº observações =	38
	média da distribuição exponencial :	82,268
Passo 2 Estatística a utilizar: Kolmogorov-Smirnov		
Passo 3 Nível de significância de 5%		
	$D_{0,05} =$	0,194
Passo 4 Calculo do valor do teste		
	D =	0,126182
Passo 5 Decisão		
	$D_{0,05} > D$	

Não se rejeita a hipótese nula para o nível de significância de 5%
 Pode-se, assim assumir que o desvio estudado segue uma distribuição Exponencial

Pillai & Kannan (2001) analisaram 20 projectos no estado de Kerala, na Índia, tendo constatado que 65% dos casos tiveram desvio financeiro positivo, com a distribuição que se ilustra na Figura 9.5. O número de amostras é reduzido, razão pela qual não se calcula o teste de ajustamento do Qui-Quadrado. O teste de ajustamento utilizado é unicamente o de K-S. Pela estatística verifica-se que a hipótese nula pode ser considerada, ou seja, a distribuição exponencial negativa adequa-se aos dados.

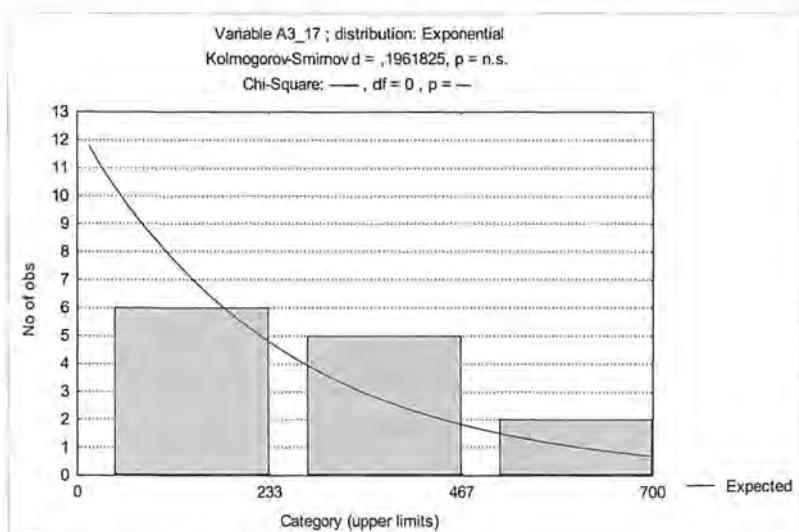


Figura 9.5 - Ajuste da distribuição exponencial negativa a um conjunto de 13 projectos com desvio financeiro, média dos dados $[(R/S-1)_{\text{média}} = 2,4274]$

Tabela 9.9 - Teste de ajustamento K-S

Teste de Ajustamento

Passo 1 Hipótese nula: Função densidade de probabilidade é Exponencial Negativa

nº observações = 13

média da distribuição exponencial : 2,4274

Passo 2 Estatística a utilizar: Kolmogorov-Smirnov

Passo 3 Nível de significância de 5%

$D_{0,05} = 0,325$

Passo 4 Cálculo do valor do teste

$D = 0,196183$

Passo 5 Decisão

$D_{0,05} > D$

Não se rejeita a hipótese nula para o nível de significância de 5%

Pode-se, assim assumir que o desvio estudado segue uma distribuição Exponencial

Pocock *et al.* (1996) analisaram 25 projectos, dos quais 24 apresentaram desvio financeiro positivo (ver Figura 9.6). O número de amostras é reduzido e por isso não se calcula o teste de ajustamento do Qui-Quadrado. O teste de ajustamento utilizado é unicamente o de K-S. Pela estatística verifica-se que a hipótese nula pode ser considerada, ou seja, a distribuição exponencial negativa adequa-se aos dados.

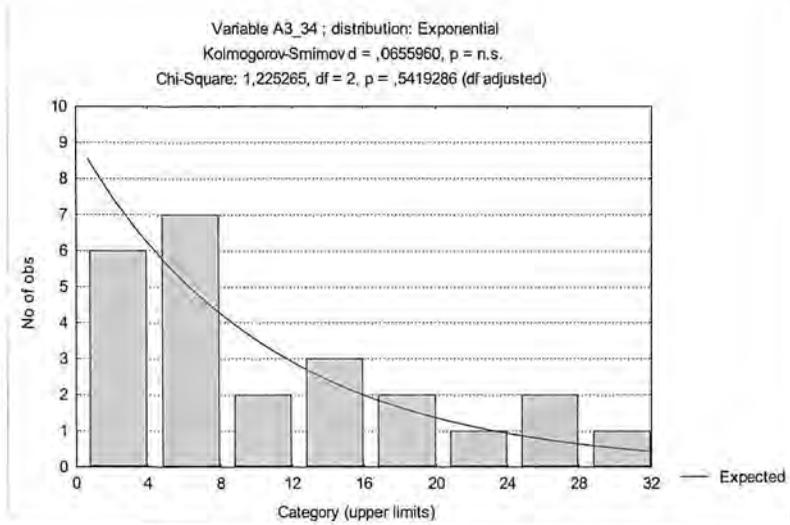


Figura 9.6 - Ajuste da distribuição exponencial negativa a um conjunto de 24 projectos com desvio financeiro, média dos dados $[(R/S-1)_{\text{média}} = 10,548\%]$

Tabela 9.10 - Teste de ajustamento K-S

Teste de Ajustamento

Passo 1 Hipótese nula: Função densidade de probabilidade é Exponencial Negativa

n° observações = 24

média da distribuição exponencial : 10,548

Passo 2 Estatística a utilizar: Kolmogorov-Smirnov

Passo 3 Nível de significância de 5%

$D_{0,05} = 0,242$

Passo 4 Cálculo do valor do teste

$D = 0,065596$

Passo 5 Decisão

$D_{0,05} > D$

Não se rejeita a hipótese nula para o nível de significância de 5%

Pode-se, assim assumir que o desvio estudado segue uma distribuição Exponencial

Jaharen & Ashe (1990) analisaram 1379 projectos, constatando que 4,1% obtiveram desvios negativos, 45,5% colocaram-se dentro do valor contratado e cerca de 50,4% tiveram desvios positivos com a distribuição representada na Figura 9.7. Analisando as estatísticas nas Tabela 9.11 e Tabela 9.12, verifica-se que a hipótese nula é rejeitada, ou seja, que os dados não seguem a distribuição exponencial negativa especificada. No entanto, cons-

tata-se que os dados seguem uma distribuição semelhante à estudada, isto é maior frequência de pequenos desvios.

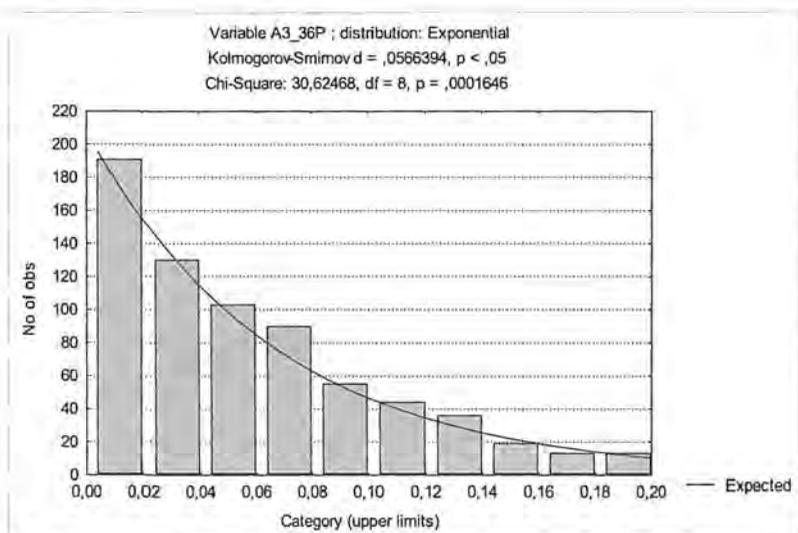


Figura 9.7 - Ajuste da distribuição exponencial negativa a um conjunto de 695 projectos no desvio financeiro, média dos dados $[(R/S-1)_{m\acute{e}dia} = 0,066763]$

Tabela 9.11 - Teste de ajustamento Qui-Quadrado

Teste de Ajustamento	Variable A3_36P ; distribution: Exponential (flor1.sta)	
Passo 1 Hipotese nula: Função densidade de probabilidade é Exponencial Negativa	nº classes considerada = 10	
	média da distribuição exponencial ; 0,066763	
	nº parâmetros estimados = 1	
Passo 2 Estatística a utilizar: χ^2 (Qui-Quadrado)		
	Critério: 20% das classes com pelo menos 5 pontos estimados	0%
	todas as classes com pelo menos 1 ponto estimado	<i>confere</i>
Passo 3 Nível de significância de 5%	$\chi^2_{0,05} (9) = 16,91898$	
	$\chi^2_{0,05} (8) = 15,50731$	
Passo 4 Cálculo do valor do teste	$\chi^2 = 30,62468$	
Passo 5 Decisão	$\chi^2_{0,05} < \chi^2$	
Rejeita-se a hipótese nula para o nível de significância de 5%		
Pode-se, assim assumir que o desvio estudado não segue uma distribuição Exponencial		

Tabela 9.12 - Teste de ajustamento K-S

Teste de Ajustamento

Passo 1 Hipótese nula: Função densidade de probabilidade é Exponencial Negativa

nº observações = 695

média da distribuição exponencial : 0,066763

Passo 2 Estatística a utilizar: Kolmogorov-Smirnov

Passo 3 Nível de significância de 5%

$D_{0,05} = 0,046277$

Passo 4 Cálculo do valor do teste

$D = 0,056639$

Passo 5 Decisão

$D_{0,05} < D$

Rejeita-se a hipótese nula para o nível de significância de 5%

Pode-se, assim assumir que o desvio estudado não segue uma distribuição Exponencial

Considerando agora outro arranjo para as classes destes dados verifica-se de acordo com a Tabela 9.13, que a hipótese dos dados seguirem uma distribuição exponencial negativa pode ser aceite.

Tabela 9.13 - Teste de ajustamento Qui-Quadrado

Teste de Ajustamento Variable A3_36P ; distribution: Exponential (flor1.sta)

Passo 1 Hipótese nula: Função densidade de probabilidade é Exponencial Negativa

nº classes considerada = 9

média da distribuição exponencial : 0,066763

nº parâmetros estimados = 1

Passo 2 Estatística a utilizar: χ^2 (Qui-Quadrado)

Critério: 20% das classes com pelo menos 5 pontos estimados

0%

todas as classes com pelo menos 1 ponto estimado

confere

Passo 3 Nível de significância de 5%

$\chi^2_{0,05} (8) = 15,50731$

$\chi^2_{0,05} (7) = 14,06714$

Passo 4 Cálculo do valor do teste

$\chi^2 = 7,555282$

Passo 5 Decisão

$\chi^2_{0,05} > \chi^2$

Não se rejeita a hipótese nula para o nível de significância de 5%

Pode-se, assim assumir que o desvio estudado segue uma distribuição Exponencial

Love (2002) analisou 161 projectos na perspectiva do nível de desperdício, ou seja, no trabalho realizado que teve de ser feito. Destes projectos, cerca de 18,6% não tiveram desperdício, tendo os restantes 81,4% apresentado desperdício, representado pela percentagem relativamente ao valor do contrato, que se ilustra na Figura 9.8. Constata-se, analisando as tabelas das

estatísticas, que a hipótese nula pode ser considerada, ou seja, a distribuição exponencial negativa adequa-se aos dados.

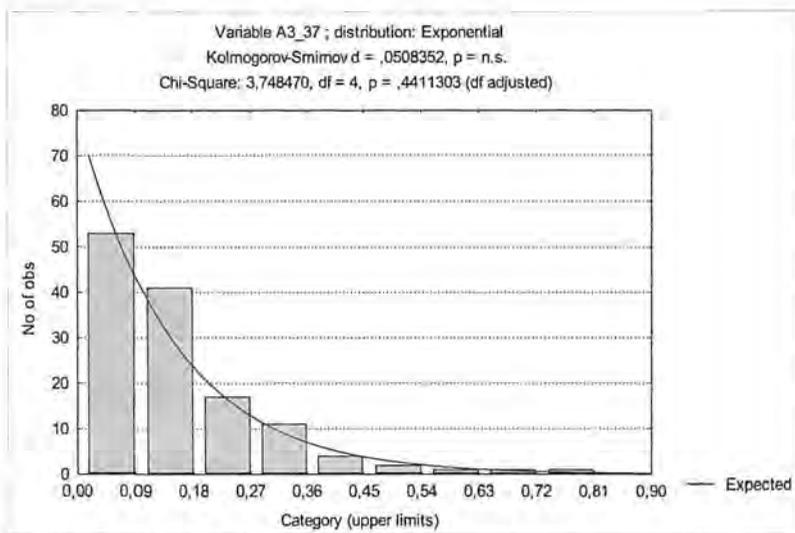


Figura 9.8 - Ajuste da distribuição exponencial negativa a um conjunto de 131 projectos com desvio financeiro, média dos dados $[(R/S-1)_{média} = 0,14809]$

Tabela 9.14 - Teste de ajustamento Qui-Quadrado

Teste de Ajustamento	Variable A3_37 ; distribution: Exponential (flor1.sta)	
Passo 1 Hipótese nula: Função densidade de probabilidade é Exponencial Negativa	nº classes considerada =	6
	média da distribuição exponencial :	0,14809
	nº parâmetros estimados =	1
Passo 2 Estatística a utilizar: χ^2 (Qui-Quadrado)		
	Critério: 20% das classes com pelo menos 5 pontos estimados	17%
	todas as classes com pelo menos 1 ponto estimado	confere (3)
Passo 3 Nível de significância de 5%	$\chi^2_{0,05} (5) =$	11,0705
	$\chi^2_{0,05} (4) =$	9,487729
Passo 4 Cálculo do valor do teste	$\chi^2 =$	3,790596
Passo 5 Decisão	$\chi^2_{0,05} > \chi^2$	

Não se rejeita a hipótese nula para o nível de significância de 5%
 Pode-se, assim assumir que o desvio estudado segue uma distribuição Exponencial

Tabela 9.15 - Teste de ajustamento K-S

Teste de Ajustamento

Passo 1 Hipotese nula: Função densidade de probabilidade é Exponencial Negativa

$$n^{\circ} \text{ observações} = 131$$

$$\text{m\u00e9dia da distribui\u00e7\u00e3o exponencial : } 0,14809$$

Passo 2 Estat\u00edstica a utilizar: Kolmogorov-Smirnov

Passo 3 N\u00edvel de signific\u00e2ncia de 5%

$$D_{0,05} = 0,106592$$

Passo 4 C\u00e1lculo do valor do teste

$$D = 0,050835$$

Passo 5 Decis\u00e3o

$$D_{0,05} > D$$

N\u00e3o se rejeita a hip\u00f3tese nula para o n\u00edvel de signific\u00e2ncia de 5%

Pode-se, assim assumir que o desvio estudado segue uma distribui\u00e7\u00e3o Exponencial

Simple *et al.* (1994) analisaram 24 projectos relativamente \u00e0 observ\u00e2ncia do prazo e do custo contratados. No que respeita ao prazo, verificaram que em dois dos projectos houve antecipa\u00e7\u00e3o, em quatro foi cumprido o prazo e nos restantes 18 foi ultrapassado o prazo contratado (a respectiva distribui\u00e7\u00e3o apresenta-se na Figura 9.9). Quanto ao custo, s\u00f3 22 continham informa\u00e7\u00e3o e em todos eles ocorreu desvio positivo (ver distribui\u00e7\u00e3o na Figura 9.10). O n\u00famero de amostras \u00e9 reduzido, deste modo n\u00e3o se calcula o teste de ajustamento do Qui-Quadrado. O teste de ajustamento utilizado \u00e9 unicamente o de K-S. Pela estat\u00edstica verifica-se que a hip\u00f3tese nula pode ser considerada, ou seja, a distribui\u00e7\u00e3o exponencial negativa adequa-se aos dados quer ao n\u00edvel do custo quer ao n\u00edvel do prazo.

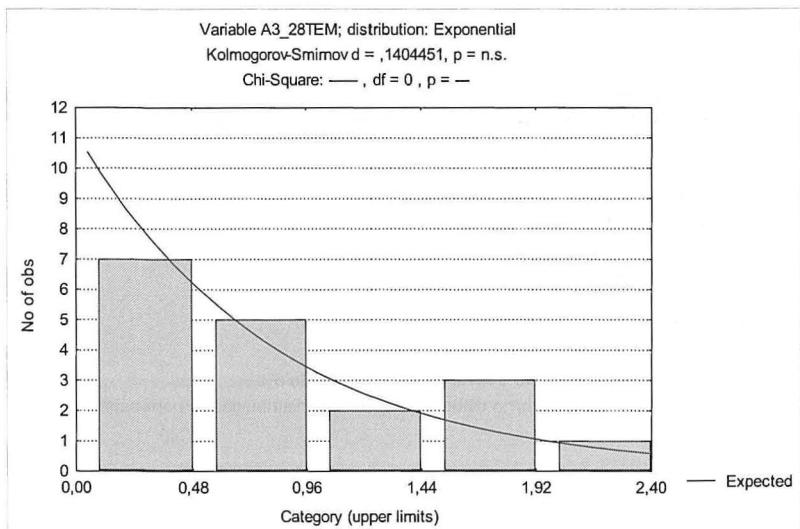


Figura 9.9 - Ajuste da distribuição exponencial negativa a um conjunto de 18 projectos com desvio temporal, média dos dados $[(R/S-1)_{média} = 0,85939]$

Tabela 9.16 - Teste de ajustamento K-S

Teste de Ajustamento

Passo 1 Hipótese nula: Função densidade de probabilidade é Exponencial Negativa

nº observações = 19

média da distribuição exponencial : 0,85939

Passo 2 Estatística a utilizar: Kolmogorov-Smirnov

Passo 3 Nível de significância de 5%

$D_{0,05} = 0,271$

Passo 4 Cálculo do valor do teste

$D = 0,140445$

Passo 5 Decisão

$D_{0,05} > D$

Não se rejeita a hipótese nula para o nível de significância de 5%

Pode-se, assim assumir que o desvio estudado segue uma distribuição Exponencial

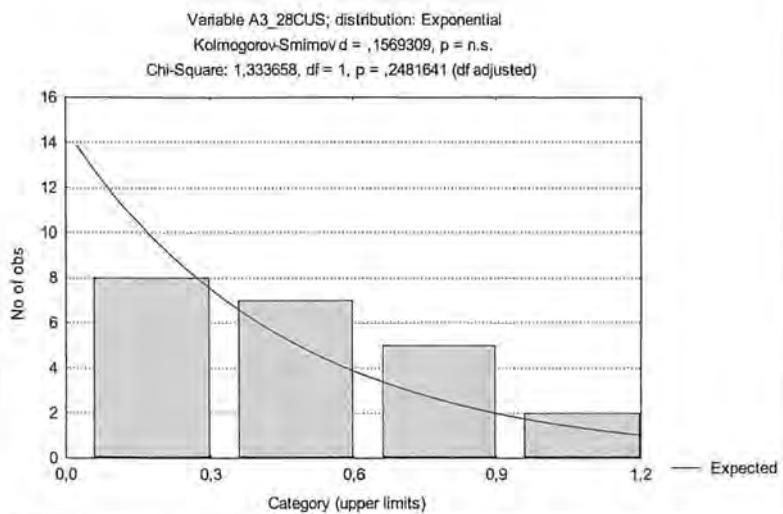


Figura 9.10 - Ajuste da distribuição exponencial negativa a um conjunto de 22 projectos com desvio financeiro, média dos dados $[(R/S-1)_{médian} = 0,45067]$

Tabela 9.17 - Teste de ajustamento K-S

Teste de Ajustamento

Passo 1 Hipotese nula: Função densidade de probabilidade é Exponencial Negativa

nº observações = 22

média da distribuição exponencial : 0,45067

Passo 2 Estatística a utilizar: Kolmogorov-Smirnov

Passo 3 Nível de significância de 5%

$D_{0,05} = 0,253$

Passo 4 Cálculo do valor do teste

$D = 0,156931$

Passo 5 Decisão

$D_{0,05} > D$

Não se rejeita a hipótese nula para o nível de significância de 5%

Pode-se, assim assumir que o desvio estudado segue uma distribuição Exponencial

FDT (2003) estudaram 33 projectos em termos dos desvios relativamente ao prazo e custo contratados, tendo constatado que em relação ao custo 6,1% do total tinham desvio negativo, 30,3% dos projectos observaram o contrato e os restantes 63,6% ultrapassavam o valor de contrato (a distribuição destes casos apresenta-se na Figura 9.11). Quanto ao prazo (vd. Figura 9.12), verifica-se algo semelhante, com 15,2% a terminarem antes do contratado, 15,2% dentro do prazo e os remanescentes 69,6% após a

data contratada. O número de amostras é reduzido e por isso não se calcula o teste de ajustamento do Qui-Quadrado. O teste de ajustamento utilizado é unicamente o de K-S. Pela estatística verifica-se que a hipótese nula pode ser considerada, ou seja, a distribuição exponencial negativa adequa-se para o prazo e não para o custo. Neste caso, verifica-se contudo um maior número de casos com desvio menor do que maior.

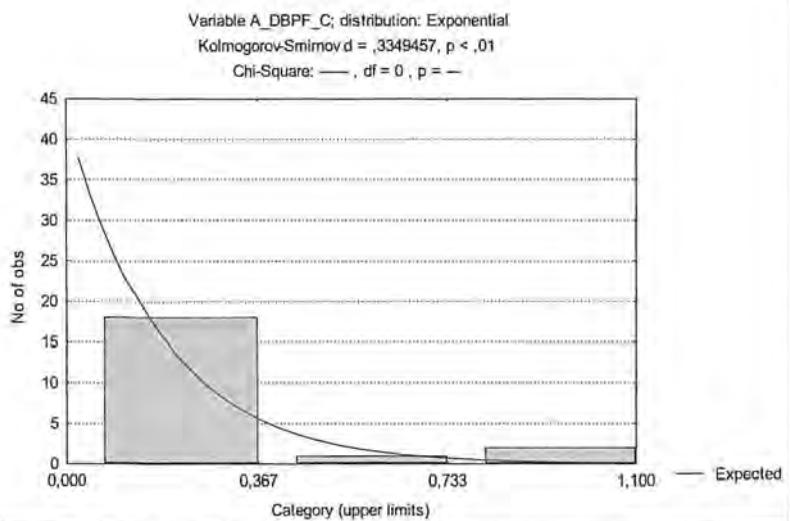


Figura 9.11 - Ajuste da distribuição exponencial negativa a um conjunto de 21 projectos com desvio financeiro, média dos dados $[(R/S-1)_{\text{média}} = 0,17952]$

Tabela 9.18 - Teste de ajustamento K-S

Teste de Ajustamento

Passo 1 Hipótese nula: Função densidade de probabilidade é Exponencial Negativa

nº observações = 21

média da distribuição exponencial : 0,17952

Passo 2 Estatística a utilizar: Kolmogorov-Smirnov

Passo 3 Nível de significância de 5%

$D_{0,05} = 0,259$

Passo 4 Cálculo do valor do teste

$D = 0,334946$

Passo 5 Decisão

$D_{0,05} < D$

Rejeita-se a hipótese nula para o nível de significância de 5%

Pode-se, assim assumir que o desvio estudado não segue uma distribuição Exponencial

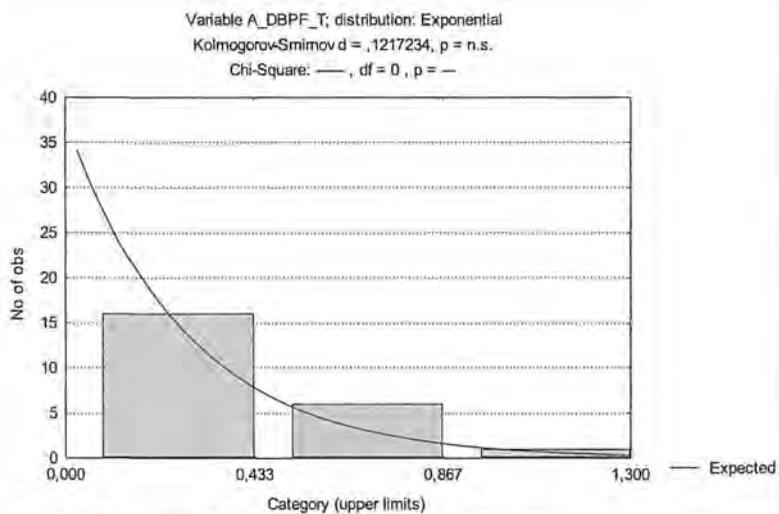


Figura 9.12 - Ajuste da distribuição exponencial negativa a um conjunto de 23 projectos com desvio temporal, média dos dados $[(R/S-1)_{\text{média}} = 0,28739]$

Tabela 9.19 - Teste de ajustamento K-S

Teste de Ajustamento

Passo 1 Hipotese nula: Função densidade de probabilidade é Exponencial Negativa

nº observações = 24

média da distribuição exponencial : 0,28739

Passo 2 Estatística a utilizar: Kolmogorov-Smirnov

Passo 3 Nível de significância de 5%

$D_{0,05} = 0,242$

Passo 4 Cálculo do valor do teste

$D = 0,121723$

Passo 5 Decisão

$D_{0,05} > D$

Não se rejeita a hipótese nula para o nível de significância de 5%

Podem-se, assim assumir que o desvio estudado segue uma distribuição Exponencial

Analisando os vários casos existentes na bibliografia, no que se refere à distribuição dos desvios positivos, pode inferir-se que a hipótese do desvio ser ajustado pela distribuição exponencial negativa é admissível.

9.1.3 AJUSTE DA DISTRIBUIÇÃO EXPONENCIAL NEGATIVA A CASOS DE OBRA PORTUGUESES

Analisaram-se 73 casos de obras públicas a partir de dados publicados pelo Tribunal de Contas. Destes casos, 69 apresentaram desvio positivo, constituindo cerca de 96% do total analisado. Convém fazer a ressalva de que este Tribunal fiscaliza o cumprimento orçamental, o que faz com que, tendencialmente, investigue os organismos que mais necessitam de fundos. O ordenamento dos desvios por categorias é apresentado na Figura 9.13, analisando as estatísticas verifica-se que é a hipótese nula pode ser considerada, ou seja, a distribuição exponencial negativa adequa-se aos dados. Relativamente ao teste Qui-Quadrado, que aquele unicamente é aceite para a distribuição totalmente especificada.

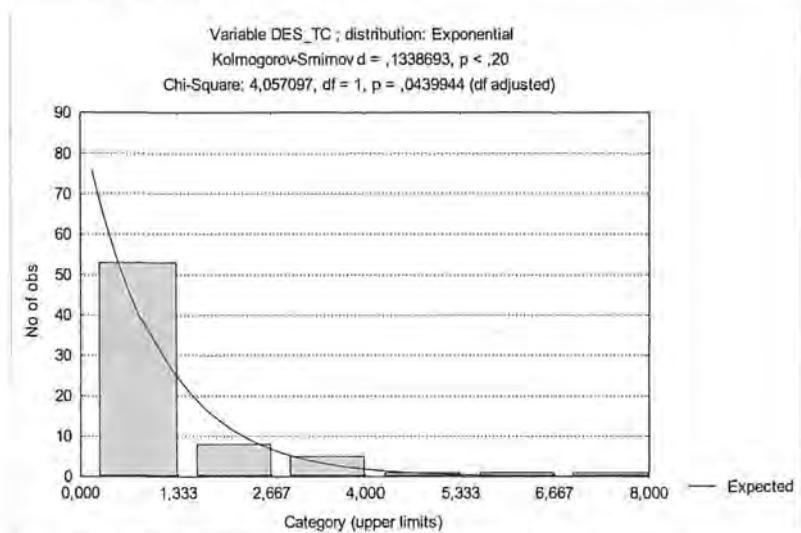


Figura 9.13 - Ajuste da distribuição exponencial negativa a um conjunto de 69 projectos com desvio financeiro, média dos dados $[(R/S-1)_{média} = 1,0239]$

Tabela 9.20 - Teste de ajustamento Qui-Quadrado

Teste de Ajustamento Variable DES_TC ; distribution: Exponential (flor1.sta)

Passo 1 Hipotese nula: Função densidade de probabilidade é Exponencial Negativa
 n° classes considerada = 3
 média da distribuição exponencial : 1,0239
 n° parâmetros estimados = 1

Passo 2 Estatística a utilizar: χ^2 (Qui-Quadrado)
 Critério: 20% das classes com pelo menos 5 pontos estimados 0%
 todas as classes com pelo menos 1 ponto estimado *confere*

Passo 3 Nível de significância de 5%
 $\chi^2_{0,05} (2) = 5,991465$
 $\chi^2_{0,05} (1) = 3,841459$

Passo 4 Calculo do valor do teste
 $\chi^2 = 4,057097$

Passo 5 Decisão
 $\chi^2_{0,05} > \chi^2$

Não se rejeita a hipótese nula para o nível de significância de 5%
 Pode-se, assim assumir que o desvio estudado segue uma distribuição Exponencial com média de 1,0239

Tabela 9.21 - Teste de ajustamento K-S

Teste de Ajustamento

Passo 1 Hipotese nula: Função densidade de probabilidade é Exponencial Negativa
 n° observações = 69
 média da distribuição exponencial : 1,0239

Passo 2 Estatística a utilizar: Kolmogorov-Smirnov

Passo 3 Nível de significância de 5%
 $D_{0,05} = 0,146871$

Passo 4 Calculo do valor do teste
 $D = 0,133869$

Passo 5 Decisão
 $D_{0,05} > D$

Não se rejeita a hipótese nula para o nível de significância de 5%
 Pode-se, assim assumir que o desvio estudado segue uma distribuição Exponencial

**9.2 ANEXO II - RESPOSTA AO QUESTIONÁRIO GERAL PARA OS 69 CASOS
PORTUGUESES COM DESVIO POSITIVO**

Resposta ao Questionário Geral para os empreendimentos analisados pelo
Tribunal de Contas.

Questionário Geral

Empreitadas retiradas dos relatórios do Tribunal de Contas		Questionário Geral																																Pts.	R/S (real)		
hª	Designação	Conjuntura			Dono de Obra					Projectista								Empreiteiro				Complexidade					Risco			Contrato							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32				
1	IP1 - Acessos Ponte do Freixo	1	3	2	3	2	3	2	2	3	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	71	1,41
2	IP1 - Viaduto das antas	1	3	2	3	2	3	2	2	3	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	71	1,31
3	IP2 - EN18-EN256	3	3	2	3	2	3	3	3	2	2	2	3	2	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3	3	2	2	2	3	2	3	2	2	2	79	2,08	
4	IP3 - Ponte regua - Rio douro	3	3	2	3	2	3	2	2	3	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	73	1,32	
5	IP3 - pontes rios varosa e balsemao	3	3	2	3	2	3	2	2	3	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	73	1,33	
6	IP3 - regua bigorne - viadutos 1 e 3	1	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	66	1,20	
7	IP4 - Lanço Bragança Quintanilha	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	1	2	2	2	2	67	1,10		
8	IP5 - mangulada / lomos do algedros / celarico da beira	3	3	2	3	2	3	2	2	3	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	73	1,51	
9	IP5 - Albergaria - Viseu Lanços H e I	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	3	3	3	2	2	2	3	2	3	2	2	81	2,92		
10	IP5 - celarico guarda lanço E	3	3	2	3	2	3	2	2	3	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	73	1,54		
11	IP5 - EN16 prime mangualde e variante EN234	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	69	1,10		
12	IP5 - no piramides nó de barra	1	3	2	3	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	3	2	3	2	2	74	1,62		
13	IP5 - Guarda / vilar Formoso - lanço F	3	3	2	3	2	3	2	2	3	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	3	2	3	2	2	74	1,31		
14	IP5 - variante a viseu - lanço G	3	3	2	3	2	3	3	3	3	2	2	3	2	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3	3	2	2	2	3	2	2	2	2	79	2,45		
15	IP6 - ponte rio zezere e viaduto rio monhos	1	3	2	3	2	3	2	2	3	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	71	1,46		
16	IP6 - viaduto vale águas e rio arnãia	1	3	2	3	2	3	2	2	3	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	71	1,51		
17	IP7 - ponte internacional rio caia	1	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	66	1,21		
18	IP7 - pontes nb. Coia, zavel e rio celo	1	3	2	3	2	3	2	2	3	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	71	1,27		
19	IG1 - Povia de Varzim Agulã	1	3	2	2	3	2	2	3	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2	2	2	3	2	2	72	1,35			
20	IG1 - Miramar Maceda	3	3	2	2	3	3	3	3	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	2	3	2	3	2	2	79	1,98		
21	EN 8 Variante ao Bombaral	3	3	2	2	2	3	3	3	3	2	2	3	2	3	3	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	2	3	2	2	2	2	80	2,21		
22	EN 8 Torres Vedras e Bombaral	3	3	2	2	3	2	3	3	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	3	2	3	2	2	2	74	1,41		
23	IC3 Setúbal - Coimbra	1	3	2	2	2	3	2	3	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	71	1,33		
24	EN 119 Beneficiação km 28,100 e o km 43,000	1	3	2	2	2	3	3	3	3	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	2	3	2	3	2	2	77	2,39		
25	IC4 Sinus Faro	3	3	2	2	2	3	3	3	3	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	2	3	2	3	2	2	79	2,06		
26	EN125 Vila Bispo - Lagos	3	3	2	2	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	2	3	2	2	2	2	77	2,48		
27	ICS - variante tafe	1	3	2	2	2	3	2	3	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	73	1,20		
28	IC7 - Raiva - Caltraia dos Poços	2	3	2	2	2	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	3	2	2	2	74	1,37			
29	IC8 - Serã - Prouença a Nova	2	3	2	2	2	3	2	3	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	3	3	2	2	74	1,75		
30	IC9 - Variante de Barosa	3	3	2	2	2	3	2	3	3	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	74	1,66		
31	IC13 - Anel regional de Lisboa	1	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	1	2	2	2	2	2	68	1,12		
32	IC16 - variante à EN9	1	3	2	2	2	3	2	3	3	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	72	1,50		
33	IC16 - Radial Pontinha	1	2	2	2	2	2	3	3	3	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	1	2	2	2	2	2	66	1,19		
34	IC17 - Olival de Busto	2	3	2	2	2	3	2	3	3	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	3	2	3	3	2	2	2	3	2	2	2	74	1,36		
35	IC17 - Alto do Duque	3	3	2	2	2	3	3	3	3	2	2	3	2	3	2	3	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	2	3	2	3	2	2	80	2,55		

Questionário Geral (Continuação)

Empreitadas retiradas dos relatórios do Tribunal de Contas		Conjuntura		Dono de Obra					Projectista					Empreiteiro					Complexidade					Risco			Contrato				Pls.	R/S (real)			
nº	Designação	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29			30	31	32
36	IC17 - Lanço Pontinha	3	3	2	2	2	3	2	3	3	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	3	2	3	3	2	2	3	2	2	2	2	75	1,83
37	IC19 - Via Rápida Queluz	1	3	2	2	2	3	3	3	2	2	2	3	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	79	2,07	
38	ML 95/92	3	2	2	3	2	3	3	3	3	2	2	3	3	3	2	3	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	83	8,24	
39	ML 92/92	3	2	2	3	2	3	3	3	3	2	2	3	3	3	2	3	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	83	6,77	
40	ML 77/94	2	2	2	3	2	3	3	2	3	2	2	3	3	3	2	3	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	81	5,29	
41	ML 115/92	2	2	2	3	2	3	3	2	2	2	2	3	3	3	2	3	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	80	3,98	
42	ML 129/95	2	2	2	3	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	79	3,73	
43	ML 170/93	1	2	2	3	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	2	3	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	78	3,14	
44	ML 98/93 80/92 52/95 43/96 132/97 40/99	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	3	3	2	2	72	1,17	
45	ML 63/92	3	2	3	3	2	3	2	2	2	3	2	3	3	3	2	3	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2	2	3	3	3	2	2	81	4,86
46	ML 67/85	3	2	2	3	2	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3	3	3	2	2	81	3,95	
47	ML 105/94	3	2	2	3	2	3	2	2	3	2	3	2	3	3	3	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2	2	3	3	2	2	79	3,73	
48	ML 94/92	3	2	2	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	2	3	2	3	3	2	3	3	3	3	2	2	3	3	3	2	3	82	3,14
49	ML 38/95	2	2	2	3	2	3	2	2	3	2	3	2	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	2	2	3	3	3	2	2	78	2,92
50	ML 106/94	3	2	2	3	2	3	2	2	3	3	2	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	2	2	78	2,18
51	ML 27/92	2	2	2	3	2	3	2	2	1	3	2	3	3	1	2	3	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	3	3	2	3	2	73	2,03
52	ML 58/98	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	66	1,17
53	ML 2004 - 54 emp	3	2	2	2	3	2	2	1	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	3	2	2	2	1	2	2	2	67	1,17
54	Euro - braga	3	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	89	1,10
55	Euro - guimarães	3	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	66	1,11
56	Euro - aveiro	3	1	2	2	2	2	2	2	1	3	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	68	1,08
57	Euro - Coimbra	3	1	2	2	2	2	2	2	1	3	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	67	1,12
58	Euro - leiria	3	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	65	1,16
59	Euro - algarve	3	1	2	2	2	2	2	3	1	3	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	68	1,13
60	Edia - Emp Escavacões	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	68	1,29
61	Ponte Europa	3	2	2	2	2	3	3	3	2	1	2	3	2	3	2	3	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	76	1,74	
62	Porto 2001 - MNSR	3	2	2	2	2	3	2	1	2	2	2	2	2	3	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	68	1,09
63	Porto 2001 - ANCA	3	2	2	3	2	3	3	2	1	3	2	3	2	3	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	75	2,25
64	Porto 2001 - ACTR	3	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	65	1,03
65	Porto 2001 - MSBV	3	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	64	1,03
66	Porto 2001 - Av Montevideo e Av Marginal	3	2	2	3	2	3	2	2	2	3	2	3	2	3	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	73	1,48
67	Casa musica - projecto	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	66	1,41
68	Casa musica - empreitada de movimento de terras	3	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	70	1,72	
69	Expo 98	3	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	3	2	2	2	2	2	2	73	1,41	

9.3 ANEXO III - RESPOSTA AO QUESTIONÁRIO GLOBAL PARA O CASO A

Questionário Global - caso A

Instruções : complete o questionário seguinte para um projecto real

1º passo - Antes do início da construção, responda às 32 questões utilizando os pesos de 1 a 3

Coloque pesos em todas as questões, quando não souber coloque o peso "2"

2º passo - Responda às 32 questões, a pontuação de cada questão é igual ao peso indicado

Q		Ponderação					Pontos
Conjuntura							
1	relação entre a duração prevista do projecto e a duração de metade do mandato de administração do DO (dur/(1,5 anos))	< 1	1	2	3	>1	3
2	Nível de estabilidade política / conflitualidade social	Estável (horizonte ao nível do prazo da obra)	1	2	3	instável (horizonte ao nível do prazo da obra)	2
3	Nível de estabilidade legislativa ou normativa relativamente ao projecto (interna ou externa)	não se vislumbra	1	2	3	alteração iminente	2

DO - gestão e organização

4	Existe alinhamento entre os vários intervenientes da organização do Dono de Obra (áreas envolvidas e tempo de resposta)	compromisso e resposta em tempo útil	1	2	3	não foram ouvidos e o tempo de resposta demorado	3
5	Dono de obra: Qual a rotatividade da chefia responsável durante todo o processo ?	único resp.	1	2	3	> 2 resp	2
6	Dono de obra: Como classifica a experiência e competência da equipa ?	Adequada (experiência com o mesmo tipo obra e sucesso)	1	2	3	Desadequada	2
7	Dono de obra trato de todas as autorizações necessárias ? (não; sim mas não tem as autorizações ou sim mas para outra função; sim tem todas as autorizações)	sim	1	2	3	não	3
8	Dono de obra tem o local da obra disponível para o início da obra ? (não, parcialmente, total)	sim	1	2	3	Não	3
9	Dono de obra: Qual o sistema de controlo do empreendimento (sem estrutura definida, fora da empresa sem procedimentos definidos, controlo com procedimentos definidos e regularmente reportados)	Procedimentos definidos e relatórios regulares (DO esta informado semanalmente do nível de progresso da empreitada)	1	2	3	Sem estrutura definida (o dono de obra tem conhecimento dos problemas após terem acontecido)	2

Questionário Global - caso A

Instruções : complete o questionário seguinte para um projecto real

1º passo - Antes do início da construção, responda às 32 questões utilizando os pesos de 1 a 3

Coloque pesos em todas as questões, quando não souber coloque o peso "2"

2º passo - Responda às 32 questões, a pontuação de cada questão é igual ao peso indicado

Q		Ponderação			Pontos		
		1	2	3			
<i>Projectista - gestão e organização</i>							
10	Qualificações do projectista para o projecto em análise (experiência >3, experiência 1 obra, sem experiência)	Experiência no mesmo tipo de obra, > 3	1	2	3	Sem experiência no tipo de obra	2
11	Grau de rotatividade dos técnicos das áreas de projecto necessárias (não existiu, existiu na fase inicial 25%, existiu na fase final >75%)	Não existe mudança	1	2	3	Existiu	3
12	Nível de levantamento dos condicionamentos existentes no terreno (geotecnia, estruturas no subsolo e aéreas, arqueologia, materiais perigosos)	Levantamento prospecção e ensaios adequada	1	2	3	não existiu	3
13	Nível de impacto da alteração da especialidade no projecto (ex: mudança de equipamentos)	reduzida (sem consequências ao nível do projecto)	1	2	3	elevada (consequências ao nível das dimensões dos espaços)	3
14	Grau de compressibilidade do prazo para execução do projecto	todas as fases	1	2	3	1 única fase ou tempo de execução reduzido a 75% do necessário	3
15	Qual o nível de resposta do projectista na assistência técnica (2 - leve impacto na obra, mas foi no tempo acordado)	em tempo útil (não leve impacto na obra)	1	2	3	responde fora do prazo acordado	2
16	O projecto foi revisto por equipa com conhecimento e experiência igual ou superior à do projectista, na sequência as considerações que tem impacto na obra foram consideradas e inseridas no projecto ?	revisto e melhorado	1	2	3	não revisto ou revisto mas considerações relevantes não foram validadas para o projecto	3

Empreiteiro - gestão e organização

17	A organização tem experiência com este tipo de projecto? Com sucesso? (2 - sim sem sucesso)	Sim, com sucesso	1	2	3	Não	3
18	Na qualificação e análise da proposta do Empreiteiro estiveram técnicos ligados ao projecto da obra em questão?	sim	1	2	3	Não	2
19	Qual a capacidade do representante do empreiteiro para resolver problemas ?	Deflecta-os atempadamente e apresenta soluções admissíveis	1	2	3	Deflecta-os por não apresentar soluções ou apresenta soluções mais caras	2
20	Qual o nível de constrangimento da empresa ? (2 - média do mercado do tipo de obra em questão)	Bom carteira de encomendas, situação financeira sólida	1	2	3	Fortes restrições orçamentais, geralmente vai abaixo da média do mercado, situação financeira preocupante	2

Questionário Global - caso A

Instruções : complete o questionário seguinte para um projecto real

1º passo - Antes do início da construção, responda às 32 questões utilizando os pesos de 1 a 3

Coloque pesos em todas as questões, quando não souber coloque o peso "2"

2º passo - Responda às 32 questões, a pontuação de cada questão é igual ao peso indicado

Q		Ponderação			Pontos		
Complexidade do projecto							
21	O projecto é considerado ambientalmente sensível? (ambiente, social, politico)	não	1	2	3	sim	3
22	nº de entidades com que o DO tem que interagir?	interação simples (sem alterar o procedimento normal)	1	2	3	> 5 entidades ou alterações substanciais aos procedimentos normais	3
23	Qual é o grau de complexidade do projecto ?	Normal e processos construtivos dos aspectos singulares definidos	1	2	3	Elevado ou processos construtivos dos aspectos singulares não definidos	3
24	Encontra-se desenvolvido os processos contrutivos (geotecnia, impermeabilização, instrumentação) ? (normal e sem definição de processos construtivos)	Normal e processos construtivos dos aspectos singulares definidos	1	2	3	Elevado ou processos construtivos dos aspectos singulares não definidos	3
25	Qual é o grau de complexidade da obra para executar o projecto?	Normal	1	2	3	Fora do normal	3

Atribuição de risco

26	Estão os riscos identificados, atribuidos e aceites pelos intervenientes?	sim (identificados, atribuidos e aceites)	1	2	3	Não a pelo menos uma das questões	2
27	Existe contingência financeira para fazer face à materialização de pelos menos um riscos ? (2 - materialização de 50% riscos normais)	Sim (100% dos riscos normais)	1	2	3	Não	2
28	O empreendimento esta planeado e contratado de acordo com a análise de risco efectuada (caso não tenha sido efectuada = 3)	sim	1	2	3	não	3

Projecto - ambito

29	O ambito do projecto é adequado para a funcionalidade pretendida ? Tem em consideração os interesses dos utilizadores finais ?	Sim, adequado e conjugado com interesses dos utill.	1	2	3	não, inadequado e/ou sem levar em conta os utilizadores finais	2
30	As obrigações contratuais são consideradas realistas (prazo, custo, exigencias) ?	sim	1	2	3	não, basta uma delas	2
31	Estão os projectos (desenhos e especificações) adequados à complexidade da obra? Estão devidamente conjugados entre si ?	sim a ambas	1	2	3	Não, inadequado e/ou não conjugados	3
32	Sistema de resolução de conflitos escrita e aceite por todos os intervenientes?	sim	1	2	3	não	2

Soma

81

9.4 ANEXO IV - RESPOSTA AO QUESTIONÁRIO COMPARATIVO, GLOBAL E GLOBAL 2ª ITERAÇÃO PARA O CASO B

Resposta ao Questionário Comparativo para o Caso B, tendo como empreendimento de referência o caso A.

Resposta ao Questionário Geral para o Caso B.

Resposta ao Questionário Geral – 2ª Iteração para o Caso B.

9.4.1 RESPOSTA AO QUESTIONÁRIO COMPARATIVO

As respostas encontram-se na página seguinte.

Questionário Comparativo - caso B (A como referência)

Instruções : complete o questionário seguinte para um projecto real

1º passo - Antes do início da construção, responda às 32 questões utilizando os pesos de 1 a 3

Coloque pesos em todas as questões, quando não houver coloque o peso "2"

2º passo - Responda às 32 questões, a pontuação de cada questão é igual ao peso indicado

Q		Ponderação					Pontos
Dono de Obra							
1	Qual a relação entre a duração prevista do projecto é inferior, similar ou superior ao empreendimento de referência (Q1)?	< 1	1	2	3	>1	1
2	O alinhamento entre os vários intervenientes da organização do Dono de Obra (áreas envolvidas e tempo de resposta) é melhor, similar ou pior que o empreendimento de referência (Q4) ?	compromisso e resposta em tempo útil	1	2	3	não foram ouvidos e o tempo de resposta demorado	1
3	A rotatividade da chefia responsável do dono de obra durante o processo de desenvolvimento do empreendimento é menor, similar ou maior que o empreendimento de referência (Q5)?	único resp	1	2	3	> 2 resp	1
4	A experiência e competência da equipa do dono de obra neste tipo de projecto é melhor, similar ou pior que o empreendimento de referência (Q6)?	Adequada (experiência com o mesmo tipo obra e sucesso)	1	2	3	Desadequada	2
5	As autorizações necessárias foram tratadas de forma melhor, similar ou pior que o empreendimento de referência (Q7)?	sim	1	2	3	não	1
6	A disponibilidade do local da obra é maior, similar ou menor que o empreendimento de referência (Q8)?	sim	1	2	3	Não	1
7	O sistema de controlo do empreendimento é melhor, similar ou pior que o empreendimento de referência (Q9)?	Procedimentos definidos e relativos regulares (DO esta informado semanalmente do nível da progressão da empreitada)	1	2	3	Sim estrutura definida (o dono de obra tem conhecimento dos problemas após terem ocorrido)	2
8	Grau de compressibilidade do prazo para execução do projecto é menor, similar ou maior que o empreendimento de referência (Q14)?	todas as fases	1	2	3	1 única fase ou tempo de execução reduzido a 75% do necessário	1
9	A revisão e respectiva compatibilização de projecto foi é melhor, similar ou pior que o empreendimento de referência (Q16)?	revisão e melhorado	1	2	3	não revisado ou reviso mas considerações relevantes não foram verificadas para o projecto	2
10	O numero de entidades com que o dono de obra tem que interagir é menor, similar ou maior que o empreendimento de referência(Q22)?	interacção simples (sem alterar o procedimento normal)	1	2	3	> 5 entidades ou alterações substanciais aos procedimentos normais	1
11	A atribuição da responsabilidade do risco aos intervenientes é melhor, similar ou pior que o empreendimento de referência(Q26)?	sim (identificados atribuídos e aceites)	1	2	3	Não a pelo menos uma das questões	1
12	O constrangimento financeiro é menor, similar ou maior que o empreendimento de referência(Q27)?	Sim (100% dos riscos normais)	1	2	3	Não	2
13	O planeamento e o contrato é melhor, similar ou pior que o empreendimento de referência(Q28)?	sim	1	2	3	não	1
14	O âmbito do projecto é adequado para a funcionalidade pretendida, a sua definição é melhor, similar ou pior que o empreendimento de referência(Q29)?	Sim, adequado e conjugado com interesses dos uti	1	2	3	não, inadequado não se teve em conta as utilizações finais	1
15	As obrigações contratuais são melhores, similares ou piores que o empreendimento de referência(Q30)?	sim	1	2	3	não, basta uma delas	1
16	Sistema de resolução de conflitos é melhor, similar ou pior que o empreendimento de referência (Q32)?	sim	1	2	3	não	2

Questionário Comparativo - caso B (A como referência)

Instruções : complete o questionário seguinte para um projecto real

1º passo - Antes do início da construção, responda às 32 questões utilizando os pesos de 1 a 3

Coloque pesos em todas as questões, quando não souber coloque o peso "2"

2º passo - Responda às 32 questões, a pontuação de cada questão é igual ao peso indicado

Q		Ponderação			Pontos		
Projectista							
1	Qualificações do projectista para o projecto em análise são melhores, similares ou piores que o empreendimento de referência (Q10)?	Experiência no mesmo tipo de obra, > 3	1	2	3	Sem experiência no tipo de obra	2
2	Grau de rotatividade dos técnicos das áreas de projecto necessárias é menor, similar ou maior que o empreendimento de referência (Q11)?	Não existiu mudança	1	2	3	Existiu	1
3	Nível de impacto da alteração da especialidade no projecto é menor, similar ou maior que o empreendimento de referência (Q13)?	reduzida (sem consequências ao nível do projecto)	1	2	3	elevada (consequências ao nível das dimensões dos espaços)	1
4	O nível de resposta do projectista previsível para assistência técnica é melhor, similar ou pior que o empreendimento de referência (Q15)?	em tempo útil (não teve impacto na obra)	1	2	3	responde fora do prazo acordado	1
5	O desenvolvimento dos processos construtivos é melhor, similar ou pior que o empreendimento de referência (Q24)?	Normal e processos construtivos dos aspectos singulares definidos	1	2	3	Eliminado ou processos construtivos dos aspectos singulares não definidos	1
6	A adequação dos projectos à complexidade da obra é melhor, similar ou pior que o empreendimento de referência (Q31)?	sim a ambas	1	2	3	Não, inadequado e/ou não conjugadas	1

7

Construtor

1	A experiência do empreiteiro é melhor, similar ou pior que o empreendimento de referência (Q17)?	Sim, com sucesso	1	2	3	Não	1
2	Na qualificação e análise da proposta do Empreiteiro foi é melhor, similar ou pior que o empreendimento de referência (Q18)? (técnicos ligados ao projecto da obra)	sim	1	2	3	Não	1
3	A capacidade do representante do empreiteiro para resolver problemas é melhor, similar ou pior que o empreendimento de referência (Q19)?	Deflecta ou atempadamente e apresenta soluções admissíveis	1	2	3	Deflecta-se pelo da execução e/ou não apresenta soluções e/ou apresenta soluções mais caras	1
4	O constrangimento do empreiteiro é menor, similar ou maior que o empreendimento de referência (Q20)?	Boa carteira de encomendas, situação financeira sólida	1	2	3	Fortes restrições orçamentais, geralmente vai abaixo da média do mercado, situação financeira preocupante	2
5	O grau de complexidade da obra para executar o projecto é menor, similar ou maior que o empreendimento de referência (Q25)?	Normal	1	2	3	Fora do normal	1

6

Questionário Comparativo - caso B (A como referência)

Instruções : complete o questionário seguinte para um projecto real

1º passo - Antes do início da construção, responda às 32 questões utilizando os pesos de 1 a 3

Coloque pesos em todas as questões, quando não souber coloque o peso "2"

2º passo - Responda às 32 questões, a pontuação de cada questão é igual ao peso indicado

Q		Ponderação			Pontos		
Incerteza							
1	Nível de estabilidade política é maior, similar ou menor que no empreendimento de referência (Q2)?	Estavel (horizonte ao nível do prazo da obra)	1	2	3	instavel (horizonte ao nível do prazo da obra)	2
2	Nível de estabilidade legislativa ou normativa relativamente ao projecto é maior, similar ou menor que no empreendimento de referência (Q3)?	não se vislumbra	1	2	3	alteração iminente	2
3	Nível de levantamento dos condicionamentos existentes no terreno é melhor, similar ou pior que o empreendimento de referência (Q12)? (geotecnia, estruturas no subsolo e aéreas, arqueologia, materiais perigosos)	Levantamento, prospecção e ensaios adequada	1	2	3	não existiu	1
4	O projecto comparativamente com o de referencia e ambientalmente sensível(Q21)? (menor, igual, maior)	não	1	2	3	sim	1
5	O grau de complexidade do projecto é menor, similar ou maior que o empreendimento de referência(Q23)?	Normal e processos construtivos dos aspectos singulares definidos	1	2	3	Elevado ou processos construtivos dos aspectos singulares não definidos	1

7

9.4.2 RESPOSTA AO QUESTIONÁRIO GLOBAL

Questionário Global - caso B

Instruções : complete o questionário seguinte para um projecto real

1º passo - Antes do início da construção, responda às 32 questões utilizando os pesos de 1 a 3

Coloque pesos em todas as questões, quando não souber coloque o peso "2"

2º passo - Responda às 32 questões, a pontuação de cada questão é igual ao peso indicado

Q		Ponderação					Pontos
Conjuntura							
1	relação entre a duração prevista do projecto e a duração de metade do mandato de administração do DO (dur(1,5 anos))	< 1	1	2	3	>1	3
2	Nível de estabilidade política / conflitualidade social	Estável (horizonte ao nível do prazo da obra)	1	2	3	Instável (horizonte ao nível do prazo da obra)	2
3	Nível de estabilidade legislativa ou normativa relativamente ao projecto (interna ou externa)	não se vislumbra	1	2	3	atenção iminente	1

DO - gestão e organização

4	Existe alinhamento entre os vários intervenientes da organização do Dono de Obra (áreas envolvidas e tempo de resposta)	compromisso e resposta em tempo útil	1	2	3	não foram ouvidos e o tempo de resposta demorado	1
5	Dono de obra: Qual a rotatividade da chefia responsável durante todo o processo ?	único resp	1	2	3	> 2 resp	1
6	Dono de obra: Como classifica a experiência e competência da equipa ?	Adequada (experiência com o mesmo tipo obra e sucesso)	1	2	3	Desadequada	2
7	Dono de obra trata de todas as autorizações necessárias ? (não; sim mas não tem as autorizações ou sim mas para outra função; sim tem todas as autorizações)	sim	1	2	3	não	2
8	Dono de obra tem o local da obra disponível para o início da obra ? (não, parcialmente, total)	sim	1	2	3	Não	1
9	Dono de obra: Qual o sistema de controlo do empreendimento (sem estrutura definida, fora da empresa sem procedimentos definidos, controlo com procedimentos definidos e regularmente reportados)	Procedimentos definidos e relações regulares (OO esta informado semanalmente do nível de progresso da empreitada)	1	2	3	Sem estrutura definida (o dono de obra tem conhecimento dos problemas após terem acontecido)	1

Questionário Global - caso B

Instruções : complete o questionário seguinte para um projecto real

1º passo - Antes do início da construção, responda às 32 questões utilizando os pesos de 1 a 3

Coloque pesos em todas as questões, quando não souber coloque o peso "2"

2º passo - Responda às 32 questões, a pontuação de cada questão é igual ao peso indicado

Q	Projectista - gestão e organização	Ponderação			Pontos		
		1	2	3			
10	Qualificações do projectista para o projecto em análise (experiência >3, experiência 1 obra, sem experiência)	Experiência no mesmo tipo de obra, > 3	1	2	3	Sem experiência no tipo de obra	2
11	Grau de rotatividade dos técnicos das áreas de projecto necessárias (não existiu, existiu na fase inicial 25%, existiu na fase final >75%)	Não existiu mudança	1	2	3	Existiu	1
12	Nível de levantamento dos condicionamentos existentes no terreno (geotecnia, estruturas no subsolo e aéreas, arqueologia, materiais perigosos)	Levantamento, prospeção e ensaios adequados	1	2	3	não existiu	1
13	Nível de impacto da alteração da especialidade no projecto (ex: mudança de equipamentos)	reduzida (sem consequências ao nível do projecto)	1	2	3	elevada (consequências ao nível das dimensões dos espaços)	2
14	Grau de compressibilidade do prazo para execução do projecto	todas as fases	1	2	3	1 única fase ou tempo de execução reduzido a 75% do necessário	2
15	Qual o nível de resposta do projectista na assistência técnica (2 - teve impacto na obra, mas foi no tempo acordado)	em tempo útil (não teve impacto na obra)	1	2	3	responde fora do prazo acordado	1
16	O projecto foi revisto por equipa com conhecimento e experiência igual ou superior à do projectista, na sequência as considerações que tem impacto na obra foram consideradas e inseridas no projecto ?	revisto e melhorado	1	2	3	não revisto ou revisto mas considerações relevantes não foram verificadas para o projecto	3

Empreiteiro - gestão e organização

17	A organização tem experiência com este tipo de projecto? Com sucesso ? (2 - sim sem sucesso)	Sim, com sucesso	1	2	3	Não	1
18	Na qualificação e análise da proposta do Empreiteiro estiveram técnicos ligados ao projecto da obra em questão?	sim	1	2	3	Não	1
19	Qual a capacidade do representante do empreiteiro para resolver problemas ?	Deflecta-os adequadamente e apresenta soluções admissíveis	1	2	3	Deflecta-os poria da execução e/ou não apresenta soluções e/ou apresenta soluções mais caras	2
20	Qual o nível de constrangimento da empresa ? (2 - média do mercado do tipo de obra em questão)	Boa carteira de encomendas, situação financeira sólida	1	2	3	Fortas restrições orçamentais, geralmente vai abaixo da média do mercado, situação financeira preocupante	2

Questionário Global - caso B

Instruções: complete o questionário seguinte para um projecto real

1º passo - Antes do início da construção, responda às 32 questões utilizando os pesos de 1 a 3

Coloque pesos em todas as questões, quando não souber coloque o peso "2"

2º passo - Responda às 32 questões, a pontuação de cada questão é igual ao peso indicado

Q		Ponderação				Pontos	
Complexidade do projecto							
21	O projecto é considerado ambientalmente sensível? (ambiente, social, político)	não	1	2	3	sim	1
22	nº de entidades com que o DO tem que interagir?	Interação simples (sem alterar o procedimento normal)	1	2	3	> 5 entidades ou alterações substanciais aos procedimentos normais	2
23	Qual é o grau de complexidade do projecto ?	Normal e processos construtivos dos aspectos singulares delimitados	1	2	3	Elevado ou processos construtivos dos aspectos singulares não definidos	1
24	Encontra-se desenvolvido os processos construtivos (geotecnia, impermeabilização, instrumentação) ? (normal e sem definição de processos construtivos)	Normal e processos construtivos dos aspectos singulares delimitados	1	2	3	Elevado ou processos construtivos dos aspectos singulares não definidos	1
25	Qual é o grau de complexidade da obra para executar o projecto?	Normal	1	2	3	Fora do normal	2

Atribuição de risco

26	Estão os riscos identificados, atribuídos e aceites pelos intervenientes?	sim (identificados, atribuídos e aceites)	1	2	3	Não a pelo menos uma das questões	2
27	Existe contingência financeira para fazer face à materialização de pelo menos um risco ? (2 - materialização de 50% riscos normais)	Sim (100% dos riscos normais)	1	2	3	Não	3
28	O empreendimento esta planeado e contratado de acordo com a análise de risco efectuada (caso não tenha sido efectuada = 3)	sim	1	2	3	não	1

Projecto - âmbito

29	O âmbito do projecto é adequado para a funcionalidade pretendida ? Tem em consideração os interesses dos utilizadores finais ?	Sim, adequado e conjugado com interesses dos utl	1	2	3	não, inadequado e/ou sem levar em conta os utilizadores finais	2
30	As obrigações contratuais são consideradas realistas (prazo, custo, exigências) ?	sim	1	2	3	não, basta uma delas	1
31	Estão os projectos (desenhos e especificações) adequados à complexidade da obra? Estão devidamente conjugados entre si ?	sim a ambas	1	2	3	Não, inadequado e/ou não conjugados	2
32	Sistema de resolução de conflitos escrita e aceite por todos os intervenientes?	sim	1	2	3	não	3

53

9.4.3 RESPOSTA AO QUESTIONÁRIO GLOBAL – 2ª ITERAÇÃO

Questionário Global - caso B - 2ª Iteração

Instruções : complete o questionário seguinte para um projecto real

1º passo - Antes do início da construção, responda às 32 questões utilizando os pesos de 1 a 3

Coloque pesos em todas as questões, quando não souber coloque o peso "2"

2º passo - Responda às 32 questões, a pontuação de cada questão é igual ao peso indicado

Q		Ponderação					Pontos
Conjuntura							
1	relação entre a duração prevista do projecto e a duração de metade do mandato de administração do DO (dur(1,5 anos))	< 1	1	2	3	>1	3
2	Nível de estabilidade política / conflitualidade social	Estável (horizonte ao nível do prazo da obra)	1	2	3	instável (horizonte ao nível do prazo da obra)	2
3	Nível de estabilidade legislativa ou normativa relativamente ao projecto (interna ou externa)	não se vislumbra	1	2	3	alteração iminente	1

DO - gestão e organização

4	Existe alinhamento entre os vários intervenientes da organização do Dono de Obra (áreas envolvidas e tempo de resposta)	compromisso e resposta em tempo útil	1	2	3	não foram ouvidos e o tempo de resposta demorado	1
5	Dono de obra: Qual a rotatividade da chefia responsável durante todo o processo ?	único resp.	1	2	3	> 2 resp	1
6	Dono de obra: Como classifica a experiência e competência da equipa ?	Adequada (experiência com o mesmo tipo obra e sucesso)	1	2	3	Desadequada	2
7	Dono de obra trato de todas as autorizações necessárias ? (não; sim mas não tem as autorizações ou sim mas para outra função; sim tem todas as autorizações)	sim	1	2	3	não	2
8	Dono de obra tem o local da obra disponível para o início da obra ? (não, parcialmente, total)	sim	1	2	3	Não	2
9	Dono de obra: Qual o sistema de controlo do empreendimento (sem estrutura definida, fora da empresa sem procedimentos definidos, controlo com procedimentos definidos e regularmente reportados)	Procedimentos definidos e relatórios regulares (DO esta informado semanalmente do nível de progresso da empreitada)	1	2	3	Sem estrutura definida (o dono de obra tem conhecimento dos problemas após terem acontecido)	2

Questionário Global - caso B - 2ª Iteração

Instruções : complete o questionário seguinte para um projecto real

1º passo - Antes do início da construção, responda às 32 questões utilizando os pesos de 1 a 3

Coloque pesos em todas as questões, quando não puder coloque o peso "2"

2º passo - Responda às 32 questões, a pontuação de cada questão é igual ao peso indicado

Q		Ponderação			Pontos		
		1	2	3			
Projectista - gestão e organização							
10	Qualificações do projectista para o projecto em análise (experiência >3, experiência 1 obra, sem experiência)	Experiência no mesmo tipo de obra, > 3	1	2	3	Sem experiência no tipo de obra	2
11	Grau de rotatividade dos técnicos das áreas de projecto necessárias (não existiu, existiu na fase inicial 25%, existiu na fase final >75%)	Não existiu mudança	1	2	3	Existiu	1
12	Nível de levantamento dos condicionamentos existentes no terreno (geotecnia, estruturas no subsolo e aéreas, arqueologia, materiais perigosos)	Levantamento, prospecção e ensaios adequados	1	2	3	não existiu	1
13	Nível de impacto da alteração da especialidade no projecto (ex: mudança de equipamentos)	reduzida (sem consequências ao nível do projecto)	1	2	3	elevada (consequências ao nível das dimensões dos espaços)	2
14	Grau de compressibilidade do prazo para execução do projecto	todas as fases	1	2	3	1 única fase ou tempo de execução reduzido a 75% do necessário	2
15	Qual o nível de resposta do projectista na assistência técnica (2 - teve impacto na obra, mas foi no tempo acordado)	em tempo útil (não teve impacto na obra)	1	2	3	responde fora do prazo acordado	1
16	O projecto foi revisto por equipa com conhecimento e experiência igual ou superior à do projectista, na sequência as considerações que tem impacto na obra foram consideradas e inseridas no projecto ?	revisto e melhorado	1	2	3	não revisto ou revisto mas considerações relevantes não foram vertidas para o projecto	2

Empreiteiro - gestão e organização

17	A organização tem experiência com este tipo de projecto? Com sucesso ? (2 - sim sem sucesso)	Sim, com sucesso	1	2	3	Não	2
18	Na qualificação e análise da proposta do Empreiteiro estiveram técnicos ligados ao projecto da obra em questão?	sim	1	2	3	Não	1
19	Qual a capacidade do representante do empreiteiro para resolver problemas ?	Detecta-os atempadamente e apresenta soluções admissíveis	1	2	3	Detecta-os perto da execução e/ou não apresenta soluções e/ou apresenta soluções mais caras	2
20	Qual o nível de constrangimento da empresa ? (2 - média do mercado do tipo de obra em questão)	Boa carteira de encomendas, situação financeira sólida	1	2	3	Fortes restrições orçamentais, geralmente vai abaixo da média do mercado, situação financeira preocupante	2

Questionário Global - caso B - 2ª Iteração

Instruções : complete o questionário seguinte para um projecto real

1º passo - Antes do início da construção, responda às 32 questões utilizando os pesos de 1 a 3

Coloque pesos em todas as questões, quando não souber coloque o peso "2"

2º passo - Responda às 32 questões, a pontuação de cada questão é igual ao peso indicado

Q		Ponderação			Pontos		
Complexidade do projecto							
21	O projecto é considerado ambientalmente sensível? (ambiente, social, político)	não	1	2	3	sim	1
22	nº de entidades com que o DO tem que interagir?	interação simples (sem alterar o procedimento normal)	1	2	3	> 5 entidades ou alterações substanciais aos procedimentos normais	3
23	Qual é o grau de complexidade do projecto ?	Normal e processos construtivos dos aspectos singulares definidos	1	2	3	Elevado ou processos construtivos dos aspectos singulares não definidos	2
24	Encontra-se desenvolvido os processos construtivos (geotecnia, impermeabilização, instrumentação) ? (normal e sem definição de processos construtivos)	Normal e processos construtivos dos aspectos singulares definidos	1	2	3	Elevado ou processos construtivos dos aspectos singulares não definidos	1
25	Qual é o grau de complexidade da obra para executar o projecto?	Normal	1	2	3	Fora do normal	2

Atribuição de risco

26	Estão os riscos identificados, atribuídos e aceites pelos intervenientes?	sim (identificados, atribuídos e aceites)	1	2	3	Não a pelo menos uma das questões	2
27	Existe contingência financeira para fazer face à materialização de pelo menos um riscos ? (2 - materialização de 50% riscos normais)	Sim (100% dos riscos normais)	1	2	3	Não	3
28	O empreendimento esta planeado e contratado de acordo com a análise de risco efectuada (caso não tenha sido efectuada = 3)	sim	1	2	3	não	3

Projecto - ambito

29	O ambito do projecto é adequado para a funcionalidade pretendida ? Tem em consideração os interesses dos utilizadores finais ?	Sim, adequado e conjugado com interesses dos util	1	2	3	não, inadequado e/ou sem levar em conta os utilizadores finais	2
30	As obrigações contratuais são consideradas realistas (prazo, custo, exigências) ?	sim	1	2	3	não, basta uma delas	1
31	Estão os projectos (desenhos e especificações) adequados à complexidade da obra? Estão devidamente conjugados entre si ?	sim a ambas	1	2	3	Não, inadequado e/ou não conjugados	2
32	Sistema de resolução de conflitos escrita e aceite por todos os intervenientes?	sim	1	2	3	não	3

9.5 ANEXO V - RESPOSTA AO QUESTIONÁRIO COMPARATIVO, GLOBAL E GLOBAL 2ª ITERAÇÃO PARA PARA O CASO C

Resposta ao Questionário Comparativo para o Caso C, tendo como empreendimento de referência o caso A.

Resposta ao Questionário Geral para o Caso C

Resposta ao Questionário Geral – 2ª Iteração para o Caso C.

9.5.1 RESPOSTA AO QUESTIONÁRIO COMPARATIVO

As respostas encontram-se na página seguinte.

Questionário Comparativo - caso C (A como referência)

Instruções : complete o questionário seguinte para um projecto real

1º passo - Antes do início da construção, responda às 32 questões utilizando as peças de 1 a 3

Coloque pesos em todas as questões, quando não souber coloque o peso "2"

2º passo - Responda às 32 questões, a pontuação de cada questão é igual ao peso indicado

Q		Ponderação					Pontos
Dono de Obra							
1	Qual a relação entre a duração prevista do projecto é inferior, similar ou superior ao empreendimento de referência (Q1)?	< 1	1	2	3	>1	1
2	O alinhamento entre os vários intervenientes da organização do Dono de Obra (áreas envolvidas e tempo de resposta) é melhor, similar ou pior que o empreendimento de referência (Q4) ?	compromisso e resposta em tempo útil	1	2	3	não foram ouvidas e o tempo de resposta demorado	1
3	A rotatividade da chefia responsável do dono de obra durante o processo de desenvolvimento do empreendimento é menor, similar ou maior que o empreendimento de referência (Q5)?	único resp	1	2	3	= 2 resp	1
4	A experiência e competência da equipa do dono de obra neste tipo de projecto é melhor, similar ou pior que o empreendimento de referência (Q6)?	Adequada (experiência com o mesmo tipo obra e sucesso)	1	2	3	Insuficiente	1
5	As autorizações necessárias foram tratadas de forma melhor, similar ou pior que o empreendimento de referência (Q7)?	sim	1	2	3	não	2
6	A disponibilidade do local da obra é maior, similar ou menor que o empreendimento de referência (Q8)?	sim	1	2	3	Não	2
7	O sistema de controlo do empreendimento é melhor, similar ou pior que o empreendimento de referência (Q9)?	Procedimentos definidos e realizados regularmente (DC esta informado semanalmente do nível de progresso da empreitada)	1	2	3	Sem estrutura definida (o dono de obra tem conhecimento dos problemas após serem vertidos para o projecto)	2
8	Grau de compressibilidade do prazo para execução do projecto é menor, similar ou maior que o empreendimento de referência (Q14)?	todas as fases	1	2	3	1 única fase ou tempo de execução reduzido a 75% do necessário	2
9	A revisão e respectiva compatibilização de projecto foi é melhor, similar ou pior que o empreendimento de referência (Q16)?	revisão e melhorado	1	2	3	não revisto ou reviso mas considerações relevantes não foram vertidas para o projecto	2
10	O numero de entidades com que o dono de obra tem que interagir é menor, similar ou maior que o empreendimento de referência(Q22)?	interação simples (sem alterar o procedimento normal)	1	2	3	> 5 entidades ou alterações substanciais aos procedimentos normais	1
11	A atribuição da responsabilidade do risco aos intervenientes é melhor, similar ou pior que o empreendimento de referência(Q26)?	sim (identificados atribuídos e aceites)	1	2	3	Não se pelo menos uma das questões	2
12	O constrangimento financeiro é menor, similar ou maior que o empreendimento de referência(Q27)?	Sim (100% dos riscos normais)	1	2	3	Não	2
13	O planeamento e o contrato é melhor, similar ou pior que o empreendimento de referência(Q28)?	sim	1	2	3	não	1
14	O âmbito do projecto é adequado para a funcionalidade pretendida, a sua definição é melhor, similar ou pior que o empreendimento de referência(Q29)?	Sim, adequando e conjugando com interesses do util	1	2	3	não, inadequado não se levar em conta os utilizadores finais	1
15	As obrigações contratuais são melhores, similares ou piores que o empreendimento de referência(Q30)?	sim	1	2	3	não, basta uma delas	1
16	Sistema de resolução de conflitos é melhor, similar ou pior que o empreendimento de referência (Q32)?	sim	1	2	3	não	2

Questionário Comparativo - caso C (A como referência)

Instruções : complete o questionário seguinte para um projecto real

1º passo - Antes do início da construção, responda às 32 questões utilizando os pesos de 1 a 3

Coloque pesos em todas as questões, quando não souber coloque o peso "2"

2º passo - Responda às 32 questões, a pontuação de cada questão é igual ao peso indicado

Q		Ponderação			Pontos		
Projectista							
1	Qualificações do projectista para o projecto em análise são melhores, similares ou piores que o empreendimento de referência (Q10)?	Experiência no mesmo tipo de obra, > 3	1	2	3	Sem experiência no tipo de obra	2
2	Grau de rotatividade dos técnicos das áreas de projecto necessárias é menor, similar ou maior que o empreendimento de referência (Q11)?	Não existiu mudança	1	2	3	Existiu	1
3	Nível de impacto da alteração da especialidade no projecto é menor, similar ou maior que o empreendimento de referência (Q13)?	reduzida (sem consequências ao nível do projecto)	1	2	3	aumentada (consequências ao nível das dimensões dos espaços)	1
4	O nível de resposta do projectista previsível para assistência técnica é melhor, similar ou pior que o empreendimento de referência (Q15)?	em tempo útil (não teve impacto na obra)	1	2	3	respondeu fora do prazo acordado	2
5	O desenvolvimento dos processos construtivos é melhor, similar ou pior que o empreendimento de referência(Q24)?	Normal e processos construtivos dos aspectos singulares definidos	1	2	3	Elevado ou processos construtivos dos aspectos singulares não definidos	1
6	A adequação dos projectos à complexidade da obra é melhor, similar ou pior que o empreendimento de referência(Q31)?	sim a ambas	1	2	3	Não, inadequada e/ou não conjugadas	2

9

Construtor

1	A experiência do empreiteiro é melhor, similar ou pior que o empreendimento de referência (Q17)?	Sim, com sucesso	1	2	3	Não	2
2	Na qualificação e análise da proposta do Empreiteiro foi é melhor, similar ou pior que o empreendimento de referência (Q18)? (técnicos ligados ao projecto da obra)	sim	1	2	3	Não	1
3	A capacidade do representante do empreiteiro para resolver problemas é melhor, similar ou pior que o empreendimento de referência (Q19)?	Detecta os atempamentos e apresenta soluções admissíveis	1	2	3	Detecta-os porfo da execução e/ou não apresenta soluções e/ou apresenta soluções mais caras	1
4	O constrangimento do empreiteiro é menor, similar ou maior que o empreendimento de referência (Q20)?	Boa carteira de encomendas, situação financeira sólida	1	2	3	Fortes restrições orçamentais, geralmente vai abaixo da média do mercado, situação financeira preocupante	2
5	O grau de complexidade da obra para executar o projecto é menor, similar ou maior que o empreendimento de referência(Q25)?	Normal	1	2	3	Fora do normal	1

7

Questionário Comparativo - caso C (A como referência)

Instruções : complete o questionário seguinte para um projecto real

1º passo - Antes do início da construção, responda às 32 questões utilizando os pesos de 1 a 3

Coloque pesos em todas as questões, quando não souber coloque o peso "2"

2º passo - Responda as 32 questões, a pontuação de cada questão é igual ao peso indicado

Q		Ponderação			Pontos		
Incerteza							
1	Nível de estabilidade política é maior, similar ou menor que no empreendimento de referência (Q2)?	Estável (horizonte ao nível do prazo da obra)	1	2	3	Instável (horizonte ao nível do prazo da obra)	2
2	Nível de estabilidade legislativa ou normativa relativamente ao projecto é maior, similar ou menor que no empreendimento de referência (Q3)?	não se vislumbra	1	2	3	alteração (iminente)	1
3	Nível de levantamento dos condicionamentos existentes no terreno é melhor, similar ou pior que o empreendimento de referência (Q12)? (geotecnia, estruturas no subsolo e aéreas, arqueologia, materiais perigosos)	Levantamento, prospecção e ensaios adequada	1	2	3	não axilivi	2
4	O projecto comparativamente com o de referência é ambientalmente sensível(Q21)? (menor, igual, maior)	não	1	2	3	sim	1
5	O grau de complexidade do projecto é menor, similar ou maior que o empreendimento de referência(Q23)?	Normal e processos construtivos dos aspectos singulares definidos	1	2	3	Elevado ou processos construtivos dos aspectos singulares não definidos	1

7

9.5.2 RESPOSTA AO QUESTIONÁRIO GLOBAL

Questionário Global - caso C

Instruções : complete o questionário seguinte para um projecto real

1º passo - Antes do início da construção, responda às 32 questões utilizando os pesos de 1 a 3

Coloque pesos em todas as questões, quando não souber coloque o peso "2"

2º passo - Responda às 32 questões, a pontuação de cada questão é igual ao peso indicado

Q		Ponderação						Pontos
Conjuntura								
1	relação entre a duração prevista do projecto e a duração de metade do mandato de administração do DO (dur/(1,5 anos))	< 1	1	2	3	>1		1
2	Nível de estabilidade política / conflitualidade social	Estável (horizonte ao nível do prazo da obra)	1	2	3	instável (horizonte ao nível do prazo da obra)		2
3	Nível de estabilidade legislativa ou normativa relativamente ao projecto (interna ou externa)	não se vislumbra	1	2	3	alteração iminente		1

DO - gestão e organização

4	Existe alinhamento entre os vários intervenientes da organização do Dono de Obra (áreas envolvidas e tempo de resposta)	compromisso e resposta em tempo útil	1	2	3	não foram ouvidos e o tempo de resposta demorado		1
5	Dono de obra: Qual a rotatividade da chefia responsável durante todo o processo ?	único resp.	1	2	3	> 2 resp		1
6	Dono de obra: Como classifica a experiência e competência da equipa ?	Adequada (experiência com o mesmo tipo obra e sucesso)	1	2	3	Desadequada		1
7	Dono de obra trato de todas as autorizações necessárias ? (não; sim mas não tem as autorizações ou sim mas para outra função; sim tem todas as autorizações)	sim	1	2	3	não		2
8	Dono de obra tem o local da obra disponível para o início da obra ? (não, parcialmente, total)	sim	1	2	3	Não		2
9	Dono de obra: Qual o sistema de controlo do empreendimento (sem estrutura definida, fora da empresa sem procedimentos definidos, controlo com procedimentos definidos e regularmente reportados)	Procedimentos definidos e relatórios regulares (DO esta informado semanalmente do nível de progresso da empreitada)	1	2	3	Sem estrutura definida (o dono de obra tem conhecimento dos problemas após terem acontecido)		1

Questionário Global - caso C

Instruções : complete o questionário seguinte para um projecto real

1º passo - Antes do início da construção, responda às 32 questões utilizando os pesos de 1 a 3

Coloque pesos em todas as questões, quando não souber coloque o peso "2"

2º passo - Responda às 32 questões, a pontuação de cada questão é igual ao peso indicado

Q		Ponderação						Pontos
Projectista - gestão e organização								
10	Qualificações do projectista para o projecto em análise (experiência >3, experiência 1 obra, sem experiência)	Experiencia no mesmo tipo de obra, > 3	1	2	3	Sem experiencia no tipo de obra	2	
11	Grau de rotatividade dos técnicos das áreas de projecto necessárias (não existiu, existiu na fase inicial 25%, existiu na fase final >75%)	Não existiu mudança	1	2	3	Existiu	1	
12	Nível de levantamento dos condicionamentos existentes no terreno (geotecnia, estruturas no subsolo e aéreas, arqueologia, materiais perigosos)	Levantamento, prospecção e ensaios adequada	1	2	3	não existiu	3	
13	Nível de impacto da alteração da especialidade no projecto (ex: mudança de equipamentos)	reduzida (sem consequências ao nível do projecto)	1	2	3	elevada (consequências ao nível das dimensões dos espaços)	2	
14	Grau de compressibilidade do prazo para execução do projecto	todas as fases	1	2	3	1 única fase ou tempo de execução reduzido a 75% do necessário	2	
15	Qual o nível de resposta do projectista na assistência técnica (2 - teve impacto na obra, mas foi no tempo acordado)	em tempo útil (não teve impacto na obra)	1	2	3	responde fora do prazo acordado	1	
16	O projecto foi revisto por equipa com conhecimento e experiência igual ou superior à do projectista, na sequência as considerações que tem impacto na obra foram consideradas e inseridas no projecto ?	revisito e melhorado	1	2	3	não revisto ou revisto mas considerações relevantes não foram verdadeiras para o projecto	3	
Empreiteiro - gestão e organização								
17	A organização tem experiência com este tipo de projecto? Com sucesso ? (2 - sim sem sucesso)	Sim, com sucesso	1	2	3	Não	1	
18	Na qualificação e análise da proposta do Empreiteiro estiveram técnicos ligados ao projecto da obra em questão?	sim	1	2	3	Não	2	
19	Qual a capacidade do representante do empreiteiro para resolver problemas ?	Detecta-os atempadamente e apresenta soluções admissíveis	1	2	3	Detecta-os perto da execução e/ou não apresenta soluções e/ou apresenta soluções mais caras	2	
20	Qual o nível de constrangimento da empresa ? (2 - média do mercado do tipo de obra em questão)	Boa carteira de encomendas, situação financeira solida	1	2	3	Fortes restrições orçamentais, geralmente vai abaixo da média do mercado, situação financeira preocupante	2	

Questionário Global - caso C

Instruções : complete o questionário seguinte para um projecto real

1º passo - Antes do início da construção, responda às 32 questões utilizando os pesos de 1 a 3

Coloque pesos em todas as questões, quando não souber coloque o peso "2"

2º passo - Responda às 32 questões, a pontuação de cada questão é igual ao peso indicado

Q		Ponderação			Pontos		
Complexidade do projecto							
21	O projecto é considerado ambientalmente sensível? (ambiente, social, político)	não	1	2	3	sim	2
22	nº de entidades com que o DO tem que interagir?	Interação simples (sem alterar o procedimento normal)	1	2	3	> 5 entidades ou alterações substanciais aos procedimentos normais	2
23	Qual é o grau de complexidade do projecto ?	Normal e processos construtivos dos aspectos singulares definidos	1	2	3	Elevado ou processos construtivos dos aspectos singulares não definidos	1
24	Encontra-se desenvolvido os processos construtivos (geotecnia, impermeabilização, instrumentação) ? (normal e sem definição de processos construtivos)	Normal e processos construtivos dos aspectos singulares definidos	1	2	3	Elevado ou processos construtivos dos aspectos singulares não definidos	3
25	Qual é o grau de complexidade da obra para executar o projecto?	Normal	1	2	3	Fora de normal	1
Atribuição de risco							
26	Estão os riscos identificados, atribuídos e aceites pelos intervenientes?	sim (identificados, atribuídos e aceites)	1	2	3	Não a pelo menos uma das questões	2
27	Existe contingência financeira para fazer face à materialização de pelos menos um riscos ? (2 - materialização de 50% riscos normais)	Sim (100% dos riscos normais)	1	2	3	Não	2
28	O empreendimento esta planeado e contratado de acordo com a análise de risco efectuada (caso não tenha sido efectuada = 3)	sim	1	2	3	não	1
Projecto - âmbito							
29	O âmbito do projecto é adequado para a funcionalidade pretendida ? Tem em consideração os interesses dos utilizadores finais ?	Sim, adequado e conjugado com interesses dos uti	1	2	3	não, inadequado e/ou sem levar em conta os utilizadores finais	1
30	As obrigações contratuais são consideradas realistas (prazo, custo, exigencias) ?	sim	1	2	3	não, basta uma delas	1
31	Estão os projectos (desenhos e especificações) adequados à complexidade da obra? Estão devidamente conjugados entre si ?	sim a ambas	1	2	3	Não, inadequado e/ou não conjugados	2
32	Sistema de resolução de conflitos escrita e aceite por todos os intervenientes?	sim	1	2	3	não	3

54

9.5.3 RESPOSTA AO QUESTIONÁRIO GLOBAL – 2ª ITERAÇÃO

Questionário Global - caso C - 2ª Iteração

Instruções : complete o questionário seguinte para um projecto real

1º passo - Antes do início da construção, responda às 32 questões utilizando os pesos de 1 a 3

Coloque pesos em todas as questões, quando não souber coloque o peso "2"

2º passo - Responda às 32 questões, a pontuação de cada questão é igual ao peso indicado

Q		Ponderação			Pontos		
<i>Conjuntura</i>							
1	relação entre a duração prevista do projecto e a duração de metade do mandato de administração do DO (dur/(1,5 anos))	< 1	1	2	3	>1	1
2	Nível de estabilidade política / conflitualidade social	Estável (horizontal ao nível do prazo da obra)	1	2	3	Instável (horizontal ao nível do prazo da obra)	2
3	Nível de estabilidade legislativa ou normativa relativamente ao projecto (interna ou externa)	não se vultura	1	2	3	alteração iminente	1

DQ - gestão e organização

4	Existe alinhamento entre os vários intervenientes da organização do Dono de Obra (áreas envolvidas e tempo de resposta)	compromisso e resposta em tempo útil	1	2	3	não foram ouvidos e o tempo de resposta demorado	1
5	Dono de obra: Qual a rotatividade da chefia responsável durante todo o processo ?	única resp.	1	2	3	> 2 resp.	1
6	Dono de obra: Como classifica a experiência e competência da equipa ?	Adequada (experiência com o mesmo tipo obra e sucesso)	1	2	3	Desadequada	2
7	Dono de obra trata de todas as autorizações necessárias ? (não; sim mas não tem as autorizações ou sim mas para outra função; sim tem todas as autorizações)	sim	1	2	3	não	2
8	Dono de obra tem o local da obra disponível para o início da obra ? (não, parcialmente, total)	sim	1	2	3	Não	2
9	Dono de obra: Qual o sistema de controlo do empreendimento (sem estrutura definida, fora da empresa sem procedimentos definidos, controlo com procedimentos definidos e regularmente reportados)	Procedimentos definidos e rotatórios regulares (DO está informado semanalmente do nível de progresso da empreitada)	1	2	3	Sem estrutura definida (o dono de obra tem conhecimento dos problemas após terem acontecido)	1

Questionário Global - caso C - 2ª Iteração

Instruções : complete o questionário seguinte para um projecto real

1º passo - Antes do início da construção, responda às 32 questões utilizando os pesos de 1 a 3

Coloque pesos em todas as questões, quando não souber coloque o peso "2"

2º passo - Responda às 32 questões, a pontuação de cada questão é igual ao peso indicado

Q		Ponderação						Pontos
Projectista - gestão e organização								
10	Qualificações do projectista para o projecto em análise (experiência >3, experiência 1 obra, sem experiência)	Experiencia no mesmo tipo de obra, > 3	1	2	3	Sem experiencia no tipo de obra	2	
11	Grau de rotatividade dos técnicos das áreas de projecto necessárias (não existiu, existiu na fase inicial 25%, existiu na fase final >75%)	Não existiu mudança	1	2	3	Existiu	2	
12	Nível de levantamento dos condicionamentos existentes no terreno (geotecnia, estruturas no subsolo e aéreas, arqueologia, materiais perigosos)	Levantamento, prospecção e ensaios adequada	1	2	3	não existiu	3	
13	Nível de impacto da alteração da especialidade no projecto (ex: mudança de equipamentos)	reduzida (sem consequências ao nível do projecto)	1	2	3	elevada (consequências ao nível das dimensões dos espaços)	3	
14	Grau de compressibilidade do prazo para execução do projecto	todas as fases	1	2	3	1 única fase ou tempo de execução reduzido a 75% do necessário	2	
15	Qual o nível de resposta do projectista na assistência técnica (2 - teve impacto na obra, mas foi no tempo acordado)	em tempo útil (não teve impacto na obra)	1	2	3	responde fora do prazo acordado	2	
16	O projecto foi revisto por equipa com conhecimento e experiência igual ou superior à do projectista, na sequência as considerações que tem impacto na obra foram consideradas e inseridas no projecto ?	revisto e melhorado	1	2	3	não revisto ou revisto mas considerações relevantes não foram vertidas para o projecto	3	
Empreiteiro - gestão e organização								
17	A organização tem experiência com este tipo de projecto? Com sucesso ? (2 - sim sem sucesso)	Sim, com sucesso	1	2	3	Não	2	
18	Na qualificação e análise da proposta do Empreiteiro estiveram técnicos ligados ao projecto da obra em questão?	sim	1	2	3	Não	2	
19	Qual a capacidade do representante do empreiteiro para resolver problemas ?	Detecta-os atempadamente e apresenta soluções admissíveis	1	2	3	Detecta-os perto da execução e/ou não apresenta soluções e/ou apresenta soluções mais caras	2	
20	Qual o nível de constrangimento da empresa ? (2 - média do mercado do tipo de obra em questão)	Boa carteira de encomendas, situação financeira solida	1	2	3	Fortes restrições orçamentais, geralmente vai abaixo da média do mercado, situação financeira preocupante	2	

Questionário Global - caso C - 2ª Iteração

Instruções : complete o questionário seguinte para um projecto real

1º passo - Antes do início da construção, responda às 32 questões utilizando os pesos de 1 a 3

Coloque pesos em todas as questões, quando não souber coloque o peso "2"

2º passo - Responda às 32 questões, a pontuação de cada questão é igual ao peso indicado

Q		Ponderação				Pontos	
Complexidade do projecto							
21	O projecto é considerado ambientalmente sensível? (ambiente, social, político)	não	1	2	3	sim	2
22	nº de entidades com que o DO tem que interagir?	Interação simples (sem alterar o procedimento normal)	1	2	3	> 5 entidades ou alterações substanciais aos procedimentos normais	2
23	Qual é o grau de complexidade do projecto ?	Normal e processos construtivos dos aspectos singulares definidos	1	2	3	Elevado ou processos construtivos dos aspectos singulares não definidos	2
24	Encontra-se desenvolvido os processos construtivos (geotecnia, impermeabilização, instrumentação) ? (normal e sem definição de processos construtivos)	Normal e processos construtivos dos aspectos singulares definidos	1	2	3	Elevado ou processos construtivos dos aspectos singulares não definidos	3
25	Qual é o grau de complexidade da obra para executar o projecto?	Normal	1	2	3	Fora do normal	2
Atribuição de risco							
26	Estão os riscos identificados, atribuídos e aceites pelos intervenientes?	sim (identificados, atribuídos e aceites)	1	2	3	Não a pelo menos uma das questões	2
27	Existe contingência financeira para fazer face à materialização de pelo menos um riscos ? (2 - materialização de 50% riscos normais)	Sim (100% dos riscos normais)	1	2	3	Não	3
28	O empreendimento esta planeado e contratado de acordo com a análise de risco efectuada (caso não tenha sido efectuada = 3)	sim	1	2	3	não	3
Projecto - ambito							
29	O ambito do projecto é adequado para a funcionalidade pretendida ? Tem em consideração os interesses dos utilizadores finais ?	Sim, adequado e conjugado com interesses dos usu	1	2	3	não, inadequado e/ou sem levar em conta os utilizadores finais	1
30	As obrigações contratuais são consideradas realistas (prazo, custo, exigencias) ?	sim	1	2	3	não, basta uma delas	1
31	Estão os projectos (desenhos e especificações) adequados à complexidade da obra? Estão devidamente conjugados entre si ?	sim a ambas	1	2	3	Não, inadequado e/ou não conjugados	3
32	Sistema de resolução de conflitos escrita e aceite por todos os intervenientes?	sim	1	2	3	não	3

65

9.6 ANEXO VI - RESPOSTA AO QUESTIONÁRIO COMPARATIVO, GLOBAL E GLOBAL 2ª ITERAÇÃO PARA PARA O CASO D

Resposta ao Questionário Comparativo para o Caso D, tendo como empreendimento de referência o caso A.

Resposta ao Questionário Geral para o Caso D.

Resposta ao Questionário Geral – 2ª Iteração para o Caso D.

9.6.1 RESPOSTA AO QUESTIONÁRIO COMPARATIVO

As respostas encontram-se na página seguinte.

Questionário Comparativo - caso D (A como referência)

Instruções : complete o questionário seguinte para um projecto real

1º passo - Antes do início da construção, responda às 32 questões utilizando as pesas de 1 a 3

Coloque peso em todas as questões, quando não souber coloque o peso "2"

2º passo - Responda às 32 questões, a pontuação de cada questão é igual ao peso indicado

Q		Ponderação					Pontos
Dono de Obra							
1	Qual a relação entre a duração prevista do projecto é inferior, similar ou superior ao empreendimento de referência (Q1)?	< 1	1	2	3	> 1	1
2	O alinhamento entre os vários intervenientes da organização do Dono de Obra (áreas envolvidas e tempo de resposta) é melhor, similar ou pior que o empreendimento de referência (Q4) ?	cumprimento e resposta em tempo útil	1	2	3	não foram ouvidos e o tempo de resposta demorado	1
3	A rotatividade da chefia responsável do dono de obra durante o processo de desenvolvimento do empreendimento é menor, similar ou maior que o empreendimento de referência (Q5)?	única resp.	1	2	3	> 2 resp.	2
4	A experiência e competência da equipa do dono de obra neste tipo de projecto é melhor, similar ou pior que o empreendimento de referência (Q6)?	Adequada (proporção com o mesmo tipo obra e sucesso)	1	2	3	Destadequada	2
5	As autorizações necessárias foram tratadas de forma melhor, similar ou pior que o empreendimento de referência (Q7)?	sim	1	2	3	não	1
6	A disponibilidade do local da obra é maior, similar ou menor que o empreendimento de referência (Q8)?	sim	1	2	3	não	1
7	O sistema de controlo do empreendimento é melhor, similar ou pior que o empreendimento de referência (Q9)?	Procedimentos definidos e relativos regulares (DO está informado semanalmente do nível de progresso da empreitada)	1	2	3	Sem estrutura definida (o dono de obra tem conhecimento dos problemas que terem acontecido)	1
8	Grau de compressibilidade do prazo para execução do projecto é menor, similar ou maior que o empreendimento de referência (Q14)?	todas as fases	1	2	3	1 única fase ou tempo de execução reduzido a 75% do necessário	2
9	A revisão e respectiva compatibilização de projecto foi é melhor, similar ou pior que o empreendimento de referência (Q16)?	revisão e melhorado	1	2	3	não revisão ou revisão mas considerações relevantes não foram feitas para o projecto	2
10	O numero de entidades com que o dono de obra tem que interagir é menor, similar ou maior que o empreendimento de referência(Q22)?	interação simplificada (sem alterar o procedimento normal)	1	2	3	> 5 entidades ou interações substanciais aos procedimentos normais	1
11	A atribuição da responsabilidade do risco aos intervenientes é melhor, similar ou pior que o empreendimento de referência(Q26)?	sim (identificados, atribuídos e aceites)	1	2	3	Não a pelo menos uma das questões	2
12	O consrangimento financeiro é menor, similar ou maior que o empreendimento de referência(Q27)?	Sim (100% dos riscos reais)	1	2	3	Não	2
13	O planeamento e o contrato é melhor, similar ou pior que o empreendimento de referência(Q28)?	sim	1	2	3	não	1
14	O âmbito do projecto é adequado para a funcionalidade pretendida, a sua definição é melhor, similar ou pior que o empreendimento de referência(Q29)?	Sim, adequado e conjugado com interesses dos (se)	1	2	3	não, inadequado e/ou sem levar em conta os utilizadores finais	1
15	As obrigações contratuais são melhores, similares ou piores que o empreendimento de referência(Q30)?	sim	1	2	3	não, basta uma delas	2
16	Sistema de resolução de conflitos é melhor, similar ou pior que o empreendimento de referência (Q32)?	sim	1	2	3	não	2

Questionário Comparativo - caso D (A como referência)

Instruções : complete o questionário seguinte para um projecto real

1º passo - Antes do início da construção, responda às 32 questões utilizando os pesos de 1 a 3

Coloque pesos em todas as questões, quando não souber coloque o peso "2"

2º passo - Responda às 32 questões, a pontuação de cada questão é igual ao peso indicado

Q		Ponderação			Pontos		
Projectista							
1	Qualificações do projectista para o projecto em análise são melhores, similares ou piores que o empreendimento de referência (Q10)?	Experiencia no mesmo tipo de obra, > 3	1	2	3	Sem experiencia no tipo de obra	2
2	Grau de rotatividade dos técnicos das áreas de projecto necessárias é menor, similar ou maior que o empreendimento de referência (Q11)?	Não existiu mudança	1	2	3	Existiu	1
3	Nível de impacto da alteração da especialidade no projecto é menor, similar ou maior que o empreendimento de referência (Q13)?	reduzida (sem consequências ad nível do projecto)	1	2	3	elevada (consequências ao nível útil dimensões dos espaços)	1
4	O nível de resposta do projectista previsível para assistência técnica é melhor, similar ou pior que o empreendimento de referência (Q15)?	em tempo útil (não teve impacto na obra)	1	2	3	responde fora do prazo acordado	1
5	O desenvolvimento dos processos construtivos é melhor, similar ou pior que o empreendimento de referência(Q24)?	Normal e processos construtivos dos aspectos singulares definidos	1	2	3	Elevado ou processos construtivos dos aspectos singulares não definidos	2
6	A adequação dos projectos à complexidade da obra é melhor, similar ou pior que o empreendimento de referência(Q31)?	sim e ambas	1	2	3	Não, inadequade e/ou não conjugados	1

8

Construtor

1	A experiência do empreiteiro é melhor, similar ou pior que o empreendimento de referência (Q17)?	Sim, com sucesso	1	2	3	Não	2
2	Na qualificação e análise da proposta do Empreiteiro foi é melhor, similar ou pior que o empreendimento de referência (Q18)? (técnicos ligados ao projecto da obra)	sim	1	2	3	Não	1
3	A capacidade do representante do empreiteiro para resolver problemas é melhor, similar ou pior que o empreendimento de referência (Q19)?	Defecta em atendimento e apresenta soluções admissíveis	1	2	3	Defecta-os porlo da execução e/ou não apresenta soluções e/ou apresenta soluções mais caras.	1
4	O constrangimento do empreiteiro é menor, similar ou maior que o empreendimento de referência (Q20)?	Boa carteira de encomendas, situação financeira solida	1	2	3	Fortes restrições orçamentais, geralmente vai abaixo da média do mercado, situação financeira preocupante	2
5	O grau de complexidade da obra para executar o projecto é menor, similar ou maior que o empreendimento de referência(Q25)?	Normal	1	2	3	Fora do normal	1

7

Questionário Comparativo - caso D (A como referência)

Instruções : complete o questionário seguinte para um projecto real

1º passo - Antes do início da construção, responda às 32 questões utilizando os pesos de 1 a 3

Coloque pesos em todas as questões, quando não souber coloque o peso "2"

2º passo - Responda às 32 questões, a pontuação de cada questão é igual ao peso indicado

Q		Ponderação			Pontos		
Incerteza							
1	Nível de estabilidade política é maior, similar ou menor que no empreendimento de referência (Q2)?	Estavel (horizonte ao nível do prazo da obra)	1	2	3	instavel (horizonte ao nível do prazo da obra)	2
2	Nível de estabilidade legislativa ou normativa relativamente ao projecto é maior, similar ou menor que no empreendimento de referência (Q3)?	não se vislumbra	1	2	3	alteração iminente	1
3	Nível de levantamento dos condicionamentos existentes no terreno é melhor, similar ou pior que o empreendimento de referência (Q12)? (geotecnia, estruturas no subsolo e aéreas, arqueologia, materiais perigosos)	Levantamento, prospecção e ensaios adequada	1	2	3	não existiu	1
4	O projecto comparativamente com o de referência é ambientalmente sensível(Q21)? (menor, igual, maior)	não	1	2	3	sim	1
5	O grau de complexidade do projecto é menor, similar ou maior que o empreendimento de referência(Q23)?	Normal e processos construtivos dos aspectos singulares definidos	1	2	3	Elevado ou processos construtivos dos aspectos singulares não definidos	1

6

9.6.2 RESPOSTA AO QUESTIONÁRIO GLOBAL

Questionário Global - caso D

Instituições : complete o questionário seguinte para um projecto real

1º passo - Antes do início da construção, responda às 32 questões utilizando os pesos de 1 a 3

Coloque pesos em todas as questões, quando não souber coloque o peso "2"

2º passo - Responda às 32 questões, a pontuação de cada questão é igual ao peso indicado

Q		Ponderação			Pontos		
Conjuntura							
1	relação entre a duração prevista do projecto e a duração de metade do mandato de administração do DO (dur/(1,5 anos))	< 1	1	2	3	>1	1
2	Nível de estabilidade política / conflitualidade social	Estável (horizonte ao nível do prazo da obra)	1	2	3	instável (horizonte ao nível do prazo da obra)	2
3	Nível de estabilidade legislativa ou normativa relativamente ao projecto (interna ou externa)	não se vislumbra	1	2	3	alteração iminente	1

DO - gestão e organização

4	Existe alinhamento entre os vários intervenientes da organização do Dono de Obra (áreas envolvidas e tempo de resposta)	compromisso e resposta em tempo útil	1	2	3	não foram ouvidos e o tempo de resposta demorado	2
5	Dono de obra: Qual a rotatividade da chefia responsável durante todo o processo ?	único resp.	1	2	3	> 2 resp.	2
6	Dono de obra: Como classifica a experiência e competência da equipa ?	Adequada (experiência com o mesmo tipo obra e sucesso)	1	2	3	Desadequada	2
7	Dono de obra trato de todas as autorizações necessárias ? (não; sim mas não tem as autorizações ou sim mas para outra função; sim tem todas as autorizações)	sim	1	2	3	não	1
8	Dono de obra tem o local da obra disponível para o início da obra ? (não, parcialmente, total)	sim	1	2	3	Não	1
9	Dono de obra: Qual o sistema de controlo do empreendimento (sem estrutura definida, fora da empresa sem procedimentos definidos, controlo com procedimentos definidos e regularmente reportados)	Procedimentos definidos e relatórios regulares (DO está informado semanalmente do nível de progresso da empreitada)	1	2	3	Sem estrutura definida (o dono de obra tem conhecimento dos problemas após terem acontecido)	1

Questionário Global - caso D

Instruções : complete o questionário seguinte para um projecto real

1º passo - Antes do início da construção, responda às 32 questões utilizando os pesos de 1 a 3

Coloque pesos em todas as questões, quando não souber coloque o peso "2"

2º passo - Responda às 32 questões, a pontuação de cada questão é igual ao peso indicado

Q	Projectista - gestão e organização	Ponderação			Pontos		
10	Qualificações do projectista para o projecto em análise (experiência >3, experiência 1 obra, sem experiência)	Experiencia no mesmo tipo de obra, > 3	1	2	3	Sem experiencia no tipo de obra	2
11	Grau de rotatividade dos técnicos das áreas de projecto necessárias (não existiu, existiu na fase inicial 25%, existiu na fase final >75%)	Não existiu mudança	1	2	3	Existiu	2
12	Nível de levantamento dos condicionamentos existentes no terreno (geotecnia, estruturas no subsolo e aéreas, arqueologia, materiais perigosos)	Levantamento, prospecção e ensaios adequada	1	2	3	não existiu	3
13	Nível de impacto da alteração da especialidade no projecto (ex: mudança de equipamentos)	reduzida (sem consequências ao nível do projecto)	1	2	3	elevada (consequências ao nível das dimensões dos espaços)	1
14	Grau de compressibilidade do prazo para execução do projecto	todas as fases	1	2	3	1 única fase ou tempo de execução reduzido a 75% do necessário	2
15	Qual o nível de resposta do projectista na assistência técnica (2 - teve impacto na obra, mas foi no tempo acordado)	em tempo útil (não teve impacto na obra)	1	2	3	responde fora do prazo acordado	1
16	O projecto foi revisto por equipa com conhecimento e experiência igual ou superior à do projectista, na sequência as considerações que tem impacto na obra foram consideradas e inseridas no projecto ?	revisto e melhorado	1	2	3	não revisto ou revisto mas considerações relevantes não foram vertidas para o projecto	3

Empreiteiro - gestão e organização

17	A organização tem experiência com este tipo de projecto? Com sucesso? (2 - sim sem sucesso)	Sim, com sucesso	1	2	3	Não	3
18	Na qualificação e análise da proposta do Empreiteiro estiveram técnicos ligados ao projecto da obra em questão?	sim	1	2	3	Não	2
19	Qual a capacidade do representante do empreiteiro para resolver problemas ?	Detecta-os alempadamente e apresenta soluções admissíveis	1	2	3	Detecta-os perto da execução e/ou não apresenta soluções e/ou apresenta soluções mais caras	2
20	Qual o nível de constrangimento da empresa ? (2 - média do mercado do tipo de obra em questão)	Boa carteira de encomendas, situação financeira solida	1	2	3	Fortes restrições orçamentais, geralmente vai abaixo da média do mercado, situação financeira preocupante	2

Questionário Global - caso D

Instruções : complete o questionário seguinte para um projecto real

1º passo - Antes do início da construção, responda às 32 questões utilizando os pesos de 1 a 3

Coloque pesos em todas as questões, quando não souber coloque o peso "2"

2º passo - Responda às 32 questões, a pontuação de cada questão é igual ao peso indicado

Q		Ponderação			Pontos		
Complexidade do projecto							
21	O projecto é considerado ambientalmente sensível? (ambiente, social, político)	não	1	2	3	sim	2
22	nº de entidades com que o DO tem que interagir?	interacção simples (sem alterar o procedimento normal)	1	2	3	> 5 entidades ou alterações substanciais aos procedimentos normais	2
23	Qual é o grau de complexidade do projecto ?	Normal e processos construtivos dos aspectos singulares definidos	1	2	3	Elevado ou processos construtivos dos aspectos singulares não definidos	1
24	Encontra-se desenvolvido os processos construtivos (geotecnia, impermeabilização, instrumentação) ? (normal e sem definição de processos construtivos)	Normal e processos construtivos dos aspectos singulares definidos	1	2	3	Elevado ou processos construtivos dos aspectos singulares não definidos	3
25	Qual é o grau de complexidade da obra para executar o projecto?	Normal	1	2	3	Fora da normal	2

Atribuição de risco

26	Estão os riscos identificados, atribuídos e aceites pelos intervenientes?	sim (identificados, atribuídos e aceites)	1	2	3	Não a pelo menos uma das questões	2
27	Existe contingência financeira para fazer face à materialização de pelo menos um riscos ? (2 - materialização de 50% riscos normais)	Sim (100% dos riscos normais)	1	2	3	Não	3
28	O empreendimento esta planeado e contratado de acordo com a análise de risco efectuada (caso não tenha sido efectuada = 5)	sim	1	2	3	não	2

Projecto - ambito

29	O ambito do projecto é adequado para a funcionalidade pretendida ? Tem em consideração os interesses dos utilizadores finais ?	Sim, adequado e conjugado com interesses dos util.	1	2	3	não, inadequado e/ou sem levar em conta os utilizadores finais	1
30	As obrigações contratuais são consideradas realistas (prazo, custo, exigencias) ?	sim	1	2	3	não, basta uma delas	2
31	Estão os projectos (desenhos e especificações) adequados à complexidade da obra? Estão devidamente conjugados entre si ?	sim a ambas	1	2	3	Não, inadequado e/ou não conjugadas	2
32	Sistema de resolução de conflitos escrita e aceite por todos os intervenientes?	sim	1	2	3	não	3

61

9.6.3 RESPOSTA AO QUESTIONÁRIO GLOBAL – 2ª ITERAÇÃO

Questionário Global - caso D - 2ª Iteração

Instruções : complete o questionário seguinte para um projecto real

1º passo - Antes do início da construção, responda às 32 questões utilizando os pesos de 1 a 3

Coloque pesos em todas as questões, quando não souber coloque o peso "2"

2º passo - Responda às 32 questões, a pontuação de cada questão é igual ao peso indicado

Q		Ponderação					Pontos
Conjuntura							
1	relação entre a duração prevista do projecto e a duração de metade do mandato de administração do DO (dur/(1,5 anos))	< 1	1	2	3	>1	1
2	Nível de estabilidade política / conflitualidade social	Estável (horizonte ao nível do prazo da obra)	1	2	3	instável (horizonte ao nível do prazo da obra)	2
3	Nível de estabilidade legislativa ou normativa relativamente ao projecto (Interna ou externa)	não se vislumbra	1	2	3	alteração iminente	1

DO - gestão e organização

4	Existe alinhamento entre os vários intervenientes da organização do Dono de Obra (áreas envolvidas e tempo de resposta)	compromisso e resposta em tempo útil	1	2	3	não foram ouvidos e o tempo de resposta demorado	2
5	Dono de obra: Qual a rotatividade da chefia responsável durante todo o processo ?	único resp.	1	2	3	> 2 resp.	2
6	Dono de obra: Como classifica a experiência e competência da equipa ?	Adequada (experiência com o mesmo tipo obra e sucesso)	1	2	3	Desadequada	2
7	Dono de obra trata de todas as autorizações necessárias ? (não; sim mas não tem as autorizações ou sim mas para outra função; sim tem todas as autorizações)	sim	1	2	3	não	1
8	Dono de obra tem o local da obra disponível para o início da obra ? (não, parcialmente, total)	sim	1	2	3	não	1
9	Dono de obra: Qual o sistema de controlo do empreendimento (sem estrutura definida, fora da empresa sem procedimentos definidos, controlo com procedimentos definidos e regularmente reportados)	Procedimentos definidos e relatórios regulares (DO está informado semanalmente do nível de progresso da empreitada)	1	2	3	Sem estrutura definida (o dono da obra tem conhecimento dos problemas após serem acontecidos)	1

Questionário Global - caso D - 2ª Iteração

Instruções : complete o questionário seguinte para um projecto real

1º passo - Antes do início da construção, responda às 32 questões utilizando os pesos de 1 a 3

Coloque pesos em todas as questões, quando não souber coloque o peso "2"

2º passo - Responder às 32 questões, a pontuação de cada questão é igual ao peso indicado

Q		Ponderação					Pontos
Projectista - gestão e organização							
10	Qualificações do projectista para o projecto em análise (experiência >3, experiência 1 obra, sem experiência)	Experiência no mesmo tipo de obra, > 3	1	2	3	Sem experiência no tipo de obra	2
11	Grau de rotatividade dos técnicos das áreas de projecto necessárias (não existiu, existiu na fase inicial 25%, existiu na fase final >75%)	Não existiu mudança	1	2	3	Existiu	2
12	Nível de levantamento dos condicionamentos existentes no terreno (geotecnia, estruturas no subsolo e aéreas, arqueologia, materiais perigosos)	Lavramento, prospeção e ensaios adequada	1	2	3	não existiu	3
13	Nível de impacto da alteração da especialidade no projecto (ex: mudança de equipamentos)	reduzida (sem consequências ao nível do projecto)	1	2	3	elevada (consequências ao nível das dimensões dos espaços)	3
14	Grau de compressibilidade do prazo para execução do projecto	todas as fases	1	2	3	1 única fase ou tempo de execução reduzido a 75% do necessário	2
15	Qual o nível de resposta do projectista na assistência técnica (2 - leve impacto na obra, mas foi no tempo acordado)	em tempo útil (não leve impacto na obra)	1	2	3	responde fora do prazo acordado	2
16	O projecto foi revisto por equipa com conhecimento e experiência igual ou superior à do projectista, na sequência as considerações que tem impacto na obra foram consideradas e inseridas no projecto ?	revisão e melhorado	1	2	3	não revisito ou revisito mas considerações relevantes não foram validadas para o projecto	3

Empreiteiro - gestão e organização

17	A organização tem experiência com este tipo de projecto? Com sucesso ? (2 - sim sem sucesso)	Sim, com sucesso	1	2	3	Não	3
18	Na qualificação e análise da proposta do Empreiteiro estiveram técnicos ligados ao projecto da obra em questão?	sim	1	2	3	Não	2
19	Qual a capacidade do representante do empreiteiro para resolver problemas ?	Deflecta-os atempadamente e apresenta soluções admitíveis	1	2	3	Deflecta-os perto da execução e/ou não apresenta soluções ou apresenta soluções mais caras	2
20	Qual o nível de constrangimento da empresa ? (2 - média do mercado do tipo de obra em questão)	Boa carteira de encomendas, situação financeira sólida	1	2	3	Fortes restrições orçamentais, geralmente vai abaixo da média do mercado, situação financeira preocupante	2

Questionário Global - caso D - 2ª Iteração

Instruções : complete o questionário seguinte para um projecto real

1º passo - Antes do início da construção, responda às 32 questões utilizando os pesos de 1 a 3

Coloque pesos em todas as questões, quando não souber coloque o peso "2"

2º passo - Responda às 32 questões, a pontuação de cada questão é igual ao peso indicado

Q		Ponderação					Pontos
Complexidade do projecto							
21	O projecto é considerado ambientalmente sensível? (ambiente, social, político)	não	1	2	3	sim	2
22	nº de entidades com que o DO tem que interagir?	interação simples (sem alterar o procedimento normal)	1	2	3	> 5 entidades ou alterações substanciais aos procedimentos normais	2
23	Qual é o grau de complexidade do projecto ?	Normal e processos conclusivos dos aspectos singulares definidos	1	2	3	Elevado ou processos construtivos dos aspectos singulares não definidos	2
24	Encontra-se desenvolvido os processos contrutivos (geotecnia, impermeabilização, instrumentação) ? (normal e sem definição de processos construtivos)	Normal e processos construtivos dos aspectos singulares definidos	1	2	3	Elevado ou processos construtivos dos aspectos singulares não definidos	3
25	Qual é o grau de complexidade da obra para executar o projecto?	Normal	1	2	3	Fora do normal	2

Atribuição de risco

26	Eslão os riscos identificados, atribuidos e aceites pelos intervenientes?	sim (identificados, atribuidos e aceites)	1	2	3	Não a pelo menos uma das questões	2
27	Existe contingência financeira para fazer face à materialização de pelos menos um riscos ? (2 - materialização de 50% riscos normais)	Sim (100% dos riscos normais)	1	2	3	Não	3
28	O empreendimento esta planeado e contratado de acordo com a análise de risco efectuada (caso não tenha sido efectuada = 5)	sim	1	2	3	não	3

Projecto - ambito

29	O ambito do projecto é adequado para a funcionalidade pretendida ? Tem em consideração os interesses dos utilizadores finais ?	Sim, adequado e conjugado com interesses dos uti	1	2	3	não, inadequado e/ou sem levar em conta os utilizadores finais	1
30	As obrigações contratuais são consideradas realistas (prazo, custo, exigencias) ?	sim	1	2	3	não, basta uma delas	2
31	Estão os projectos (desenhos e especificações) adequados à complexidade da obra? Estão devidamente conjugados entre si ?	sim a ambas	1	2	3	Não, inadequado e/ou não conjugados	2
32	Sistema de resolução de conflitos escrita e aceite por todos os intervenientes?	sim	1	2	3	não	3

66

SIMBOLOGIA

Não obstante o significado da maioria dos símbolos ser referida ao longo do texto, apresenta-se uma listagem dos mais importantes e que são citados com frequência ao longo de todo o documento.

Alfabeto latino

$B(\theta, e, \alpha)$ - benefício para o Principal resultante do serviço ou bem produzido

$C(\theta, e, \beta)$ - custo para o Agente de fazer o serviço ou bem;

$c(0)$ - custo de construção;

$c(e)$ - custo de construção para o construtor;

$c(e^{VG})$ - custo de construção;

CFE - valor estimado para o valor final da obra;

CFO - previsão para o valor final da obra;

CPI - índice de desempenho do custo (*cost performance index*) = VOR/VA ;

CU_{dia} - custo unitário de antecipar a execução da obra;

CU_m - custo unitário do produto/artigo m ;

$d(\tau, T)$ - custo do projecto relativamente ao grau de fiabilidade (τ) e ao nº de tarefas (T);

$d(\tau, T)$ - custo do projecto relativamente ao grau de fiabilidade (τ) e ao nº de tarefas (T);

e - esforço do agente;

$E[U_{A,t+1}]$ - expectativa de ganhos futuros com a mesma relação;

ER - a exposição ao risco, nível de exposição ao risco;

FI - o factor de impacto global devido à gestão do empreendimento, que inclui o Dono de Obra, empreiteiro e projectista [0;1];

FII - factor de impacto devido à complexidade do empreendimento [0,5;1,5].

$g(e)$ - esforço de coordenação;

GC - Grau de Confiança (50%, 75%, 80%, 85% e 90%);

I - impacto das consequências da ocorrência do evento;

Iv - nível de investimento necessário para empreendimento;

k - tarefas;

K_1 - valor esperado para as modificações para o contrato de valor global;

K_2 - valor esperado para as modificações para o contrato de série de pre-

φ os;
 $\ln()$ – logaritmo natural de um número;
 m – média dos pontos considerados;
 m – níveis de produtividade;
 n – níveis de custo;
 $P(d)$ – probabilidade de o projecto não sofrer alterações;
 $P(e)$ – probabilidade de a acção do Agente resultar em sucesso;
 P_{ag} – probabilidade de um trabalhador ter um acidente grave durante um ano;
 $P_{\Delta G}^{corr}$ – probabilidade de um trabalhador ter um acidente naquela obra;
 P_{falha} – probabilidade de um projecto estar incompleto;
 P_o – probabilidade de ocorrência do evento
Pontuação – soma das respostas ao questionário global;
 pu custo unitário
QC – Questionário Comparativo (modelo Multimpact);
QG – Questionário Global;
 $Q_{n,m}$ – contribuição da quantidade do produto/artigo m para a actividade n ;
 R – valor final da empreitada;
 R^2 – coeficiente de determinação;
 $R_{90\%}$ – quantil de 90% da distribuição de R_C para um determinado valor de FI;
 $R_{i,C}$ – estimativa do modelo para o custo da actividade i ;
 $R_{i,P}$ (críticas) – estimativa do modelo para a duração da actividade i , considerada crítica, ou seja, as actividades que condicionam o prazo do empreendimento;
 R_p – prazo previsto pelo modelo para o término da obra;
 S – valor inicial contratado da empreitada;
 $S_{i,C}$ – Custo da actividade i ;
 $S_{i,P}$ – os valores contratuais referentes ao prazo de cada uma das i actividades;
 S_p – prazo inicialmente previsto, contratado, para o término da obra.
 U_C^{SP} – Utilidade para o Construtor num contrato por série de preços
 $U_{C,mod}^{SP}$ – utilidade das modificações para o construtor com um contrato do tipo série de preços;
 U_C^{VG} – Utilidade para o Construtor num contrato por valor global
 $U_{C,mod}^{VG}$ – utilidade das modificações para o construtor com um contrato do tipo valor global;
 U_{DO}^{SP} – Utilidade para o Dono de Obra num contrato por série de preços
 U_{DO}^{VG} – Utilidade para o Dono de Obra num contrato por valor global
 v – valor do contrato;

va – valia da construção para o dono;
VA – valor actual realizado até à data n (orçamentado e não orçamentado)
VB - valor base do concurso;
 V_i – variável da equação
VOR - valor orçamentado acumulado realizado até à data n ;
 W - a retribuição do Agente pelo serviço ou bem, podendo esta ter uma componente fixa (w) e uma variável ($b()$);
 X – variável aleatória com distribuição exponencial negativa que descreve o impacto FI sobre cada n (distribuição estatística exponencial negativa com média igual ao do projecto de referência);
 X_i – variável da equação;
 $X_{n,C}$ – variável aleatória com distribuição exponencial negativa que descreve o desvio da actividade i (distribuição estatística exponencial negativa com média igual ao do projecto de referência);
 Y – resultado da equação.

Alfabeto grego

θ - complexidade do serviço e do mercado;
 σ – perda de eficiência devido à negociação;
 β - incerteza ligada ao Agente;
 α - incerteza ligada ao Principal;
 ε – erro;
 $\delta_{n,C}$ – variável binária (0,1), correspondendo zero à não ocorrência de factores de risco do custo e a unidade à sua ocorrência, sendo FI a probabilidade de $\delta_{n,C} = 1$, sendo FI o factor de impacto global devido à gestão do empreendimento, que inclui o Dono de Obra, empreiteiro e projectista;
 τ – fiabilidade do projecto;

Siglas

Cfr. / cfr. – conferir com
etc. – e outros (*et coetera*)
vd. – veja-se, ver
a.C – antes de Cristo

GLOSSÁRIO

Ao longo da pesquisa realizada constatou-se a proliferação de variados termos para definir o mesmo conceito. Deste modo, desenvolveu-se um glossário, no sentido de uniformizar a terminologia utilizada nesta dissertação. Expõe-se, assim, o significado de algumas palavras consideradas de maior relevância para este trabalho.

ACTIVIDADE – uma operação, tarefa, ou processo que consome tempo e, em geral, outros tipos de recursos;

ARTIGO – descritivo de uma componente da obra (geralmente corresponde a uma entidade física que é medível e verificável, por exemplo: Aço A400NR);

DESVIO – distância relativa ao objectivo pretendido (por exemplo em termos financeiros considera-se positivo quando o valor a pagar é superior ao inicialmente contratado). Este desvio pode também ser medido por um quociente entre o valor real e o valor inicial (R/S);

DONO DA OBRA – pessoa colectiva que manda executar a obra; pessoa colectiva que manda elaborar o projecto;

EMPREENHIMENTO – conjunto de transformações geridas com racionalidade e destinados a atingir finalidades bem definidas;

EMPREITEIRO – pessoa colectiva que contrata com o Dono da Obra executar a obra;

INCERTEZA – evento desconhecido ou não quantificável;

PROJECTISTA – empresa, técnico ou grupo de técnicos que contrata com o Dono da Obra a elaboração do projecto;

PROJECTO – documento que define as características impostas pela função específica da obra e no qual se integram os projectos das especialidades que o condicionam ou que por ele são condicionados; conjunto coordenado das informações escritas e desenhadas de interpretação fácil e inequívoca por parte das entidades intervenientes na execução da obra;

RISCO – probabilidade de ocorrência de um evento com um impacto indesejável.

ANTÓNIO FERNANDO TAVARES FLOR

Nacionalidade : Portuguesa
Ano de Nascimento : 1968-03-22
Grau académico: Doutor em Engenharia
Especialidade : Estruturas / Geotecnia / Sistemas
Título Profissional : Engenheiro Especialista pela O.E.
Contacto: tavares.flor@gmail.com
www.antonioflor.com

FORMAÇÃO ACADÉMICA

2007 – Instituto Superior Técnico

Doutor em Engenharia de Sistemas com a dissertação “Risco, incerteza e decisão na negociação e contratualização de obras públicas: o modelo Multimpact aplicado a obras geotécnicas”

1997 – Universidade Nova de Lisboa

Mestrado em Mecânica dos Solos com a dissertação “Acções pós-construção no suporte final de túneis viários em solos coesivos”

1991 – Instituto Superior Técnico

Licenciatura em Engenharia Civil no ramo de Estruturas

FORMAÇÃO PROFISSIONAL

2004 – Associação de Mediação de Conflitos - Curso de Mediação de Conflitos

2003 – Ordem dos Engenheiros - Formação de árbitro não jurista para vogal de tribunal de arbitragem

2001 – Universidade Católica Portuguesa - Pós-graduação em Direito Comercial

2000 – Universidade Católica Portuguesa - Pós-graduação em "Curso Aberto Gestão para Executivos"

1997 – Ordem dos Engenheiros - Engineering Economics

EXPERIÊNCIA PROFISSIONAL

CARGO ACTUAL

2006/ FERCONSULT (Porto) – Coordenador de Gestão de Projectos e Assessoria à Construção do Consórcio de Gestão e Fiscalização que assessoria a Metro do Porto

2005/ Verlag dashofer – Co-coordenador do livro “Gestão da Construção”, Actualizações trimestrais,

2000/ FERCONSULT (Lisboa) – Engenheiro de Estruturas / Geotecnia

CARGOS ANTERIORES

2004/07 Ordem dos Engenheiros - Vogal da Comissão Executiva da Especialização de Geotecnia

2000/02 CONEGIL – Empreiteiros S.A. - Assessor de Administração

1999 CONEGIL – Empreiteiros S.A. - Director comercial

1992/99 COBA - Consultores para Obras, Barragens e Planeamento, S.A. - Engenheiro do Serviço de Estruturas.

1991/93 Instituto Superior Técnico, Secção de Geotecnia, Vias de Comunicação e Transportes. - Assistente Estagiário.

O Tribunal de Contas é garante do rigor e da disciplina financeira e orçamental, sentinela activa do bom uso dos recursos públicos e dos dinheiros dos contribuintes, agente de uma pedagogia persistente para que o aperfeiçoamento das práticas se torne realidade e guarda avançada da responsabilização dos agentes do Estado.

Guilherme d'Oliveira Martins
Presidente do Tribunal de Contas