
Resumo

A engenharia de requisitos é, talvez, a actividade mais crítica do processo de desenvolvimento de sistemas de informação, porque é aí que se define o suporte que os sistemas de informação deverão dar ao trabalho realizado nas organizações. A definição incorrecta dos requisitos levará à obtenção de sistemas de informação não adequados às necessidades organizacionais.

Diversos autores têm vindo a referir que a fase engenharia de requisitos tem vindo a ser realizada nas empresas com uma abordagem de pendor tecnológico excessivo. Tal abordagem é apontada como sendo a principal causa do insucesso dos sistemas de informação. Eles referem a necessidade de aumentar a atenção prestada a factores sociais e organizacionais para que o sucesso dos sistemas de informação possa aumentar.

Por sua vez, os modelos de maturidade para a função sistema de informação sugerem que as organizações para aumentar a sua maturidade têm de dar mais atenção aos factores sociais e organizacionais além dos tecnológicos normalmente considerados no desenvolvimento e gestão de sistemas de informação.

Estas ilações levaram a explorar nesta tese a possibilidade de medir o pendor da abordagem seguida na condução da engenharia de requisitos e a estudar a influência da maturidade da função sistema de informação nessa abordagem.

O estudo foi suportado por um modelo de investigação que contempla três variáveis principais: **1) maturidade da gestão de sistemas de informação**; **2) maturidade do processo de desenvolvimento de software**; e **3) abordagem à engenharia de requisitos**. Usando este modelo levantaram-se duas hipóteses: **h1** - *a maturidade da gestão de sistemas de informação tem influência na abordagem seguida na condução da engenharia de requisitos*; e **h2** - *a maturidade do processo de desenvolvimento de software tem influência na abordagem seguida na condução da engenharia de requisitos*.

A primeira variável foi medida usando o questionário de Galliers (1995) subjacente ao “*stages of growth model revisited*” de Galliers e Sutherland (1991). Para medir a segunda variável usou-se o questionário de Zubrow et al. (1994) subjacente ao SW-CMM 1.1 (“*Capability Maturity Model for Software*”) de Paulk et al. (1993). Um instrumento novo foi desenvolvido para medir a abordagem à engenharia de requisitos visto que não se encontrou nenhum na literatura capaz de o fazer.

Tendo em consideração as características dos instrumentos usados na medição de cada uma das variáveis a realização de um “*survey*” mostrou-se impraticável tendo-se então optado pela realização de uma série de “*estudos de casos*”. Os resultados do estudo vieram a confirmar a pertinência do modelo de investigação e a reforçar a confiança nas hipóteses levantadas.

Abstract

The requirements engineering is, perhaps, the most critical activity of the information systems development process, because it is where the support that the information systems will have to give to the work carried out in the organizations is defined. The incorrect requirements definition will lead to the deployment of systems not adjusted to the organisational needs.

Several authors suggest that the requirements engineering phase is often carried out with an excessive technological approach. Such approach is pointed out as the cause of many information systems failures. They also point out the need to pay more attention to the social and organizational factors so that the success of the information systems can increase.

In turn, the main models of maturity for the information systems function suggest that to increase their maturity organizations have to pay more attention to social and organizational besides the technological normally considered in the development and management of information systems.

With this in mind, this thesis aims to explore the possibility to measure the tendency of the approach followed in the requirements engineering conduction and to study the influence of the information system function maturity in this approach.

The study was supported by a research model that contemplates three main variables: **1)** *management information systems maturity*; **2)** *software development process maturity*; and **3)** *approach to the requirements engineering*. Using this model two hypothesis were put forward: **h1** - *The management information systems maturity has impact in the approach followed in the requirements engineering conduction*; and **h2** - *The software development process maturity has impact in the approach followed in the requirements engineering conduction*.

The first variable was measured using the questionnaire of Galliers (1995) underlying to the "*stages of growth model revisited*" of Galliers and Sutherland (1991). To measure the second variable the questionnaire of Zubrow et al. (1994) underlying to the SW-CMM 1.1 ("*Capability Maturity Model for Software*") of Paulk et al. (1993) was used. A new instrument was developed in order to measure the approach to the requirement engineering since no available instrument was found out in the literature.

Having into consideration the features of the instruments to measure each of the variables a "*survey*" was considered impracticable and a series of "*case studies*" were carried out. The results of the study confirm the relevancy of the research model and reinforce the confidence on the hypothesis.

Agradecimentos

Com a consciência de que a realização do trabalho que agora é apresentado somente se tornou possível graças à contribuição e apoio de muitas pessoas e entidades, reservo este espaço para demonstrar a minha gratidão a todos elas, em particular:

Ao Professor Doutor João Álvaro Carvalho, meu supervisor, pelos conselhos, empenho, dedicação e disponibilidade que sempre manifestou, assim como pelo estímulo aos princípios da discordância e da dúvida como formas de alargamento e aperfeiçoamento do conhecimento e do saber.

Ao Professor Robert Galliers, *Chairman* da *Business School* da Universidade de Warwick (Reino Unido), pela cedência do questionário de medição da maturidade da gestão de SI, baseado no seu modelo de maturidade "*the 'stages of growth' model revisited*".

Ao meu amigo Carlos Mateus, engenheiro de sistemas com larga experiência, pelo teste exaustivo aos questionários que suportaram a recolha de informação nas organizações estudadas, particularmente àquele que foi totalmente desenvolvido neste trabalho.

A todos os engenheiros de requisitos que responderam aos questionários e às organizações das quais fazem parte, cuja identificação não é referida por motivos de confidencialidade.

À Universidade do Minho, particularmente ao Departamento de Sistemas de Informação, por ter disponibilizado as condições e os recursos necessários à realização deste doutoramento.

Aos meus colegas, e assim como às restantes pessoas participantes dos Seminários de Doutoramento, pela contribuição das suas apresentações, discussões, opiniões e conselhos.

Aos gestores do PRODEP e da Universidade Fernando Pessoa pelos apoios atribuídos.

E finalmente, à minha família e amigos, pelo apoio, encorajamento e tolerância à indisposição e indisponibilidade que patenteei em alguns momentos.

Índice

Resumo	ii
<i>Abstract</i>	iii
Agradecimentos	iv
Índice	v
Índice de figuras	x
Índice de tabelas	xii
Siglas	xiv

Capítulo 1

1. Introdução	1
1.1 A Engenharia de Requisitos	1
1.2 Questões a Investigar	3
1.3 Modelo da Investigação	4
1.4 Metodologia da Investigação	5
1.5 Organização da Tese	6

PARTE I

Capítulo 2

2. Organizações e Sistemas de Informação	8
2.1 Organizações	8
2.2 Gerir Organizações	9
2.3 Sistema de Informação	10
2.4 Diferentes Visões de Sistema de Informação	12

Capítulo 3

3. Função Sistema de Informação	15
3.1 Papel e Enquadramento da Função SI	15

3.2 Organização da Função SI	17
3.3 Actividades Principais da Função SI	22
3.3.1 Planeamento de Sistemas de Informação	22
3.3.2 Desenvolvimento de Sistemas de Informação	29
3.3.3 Novo Enquadramento das Actividades Principais da Função SI	37

PARTE II

Capítulo 4

4. Engenharia de Requisitos	39
4.1 Níveis de Intervenção da Engenharia de Requisitos	40
4.2 Processo de Engenharia de Requisitos	41
4.3 Importância da Engenharia de Requisitos	43
4.4 Importância dos Utilizadores	45
4.5 Dificuldades na Engenharia de Requisitos	46
4.6 Desenvolvimento de Pontos de Vista	48
4.7 Visões de Requisitos	51
4.8 Níveis de Modelação de Requisitos	56
4.9 Tipos de Requisitos	59
4.10 Os Engenheiros de Requisitos	60

Capítulo 5

5. Abordagens de Engenharia de Requisitos	66
5.1 Abordagens Tecnológicas vs. Sócio-organizacionais	67
5.2 Técnicas de Obtenção e Modelação de Requisitos	73
5.2.1 Técnicas de Observação	74
5.2.2 Técnicas de Levantamento não Estruturado	75
5.2.3 Técnicas de Mapeamento	76
5.2.4 Técnicas de Análise Formal	78
5.2.5 Técnicas de Levantamento Estruturado	79
5.2.6 Avaliação de Técnicas	81
5.3 O Pendor da Engenharia de Requisitos	84

PARTE III

Capítulo 6

6. Maturidade da Função Sistema de Informação	88
6.1 Necessidade de uma Gestão da Função SI Madura	88
6.2 Modelos de Maturidade	91
6.3 Abordagens dos Modelos de Maturidade	92
6.4 Gestão da Maturidade/Qualidade	97
6.5 Avaliação da Maturidade/Qualidade	98
6.6 Tipos de Modelos de Maturidade	100

Capítulo 7

7. Modelos Orientados à Gestão e Planeamento de SI	101
7.1 Modelo da Evolução das Aplicações de Churchill	101
7.2 Modelo dos Estádios de Crescimento de Nolan	102
7.3 Modelo da Evolução das TI de McFarlan	108
7.4 Modelo da Evolução do EUC de Huff	110
7.5 Modelo dos Estádios do PSI de Earl	112
7.6 Modelo de Avaliação do Planeamento Estratégico de SI de Bhabuta	114
7.7 Modelo das Fases da Gestão de SI de Hirschheim	116
7.8 Modelo Revisto dos Estádios de Crescimento de Galliers e Sutherland	118
7.9 Modelo dos Estádios de Aptidões no Uso de SI de Auer	129
7.10 Modelo da Evolução do Ambiente dos SI de Zachman	131
7.11 Discussão dos Modelos	134

Capítulo 8

8. Modelos Orientados ao Desenvolvimento de SI	141
8.1 Modelo SW-CMM do SEI	141
8.2 Modelo TRILLIUM da Bell Canada	146
8.3 Modelo BOOTSTRAP do Bootstrap Institute	151
8.4 Modelo P-CMM do SEI	153
8.5 Modelo PSP de Humphrey	157
8.6 Modelo SPICE ou Normas 15504 da ISO	160

8.7 Modelo SE-CMM do SEI	165
8.8 Discussão dos Modelos	169

PARTE IV

Capítulo 9

9. O Problema	181
9.1 Modelo da Investigação	183
9.2 Hipóteses	184
9.3 Metodologia da Investigação	186

Capítulo 10

10. Instrumentos de Recolha de Informação	189
10.1 Maturidade da Gestão de SI	190
10.2 Maturidade do Processo de Desenvolvimento de Software	192
10.3 Abordagem da Engenharia de Requisitos	193
10.3.1 Esquema de Identificação da Abordagem	195

Capítulo 11

11. O Estudo	205
11.1 Procedimento	205
11.2 Organizações Estudadas	208
11.3 Tratamento e Análise da Informação	211
11.4 Apresentação e Discussão dos Resultados	211
11.4.1 Abordagem à Engenharia de Requisitos	212
11.4.2 Maturidade da Gestão de SI	223
11.4.3 Maturidade do Processo de Desenvolvimento de Software	225
11.4.4 Influência da Maturidade da Função SI na Engenharia de Requisitos	227

Capítulo 12

12. Conclusões	233
12.1 Retrospectiva do Trabalho Realizado	234
12.2 Contributos para o Conhecimento	239
12.3 Trabalho Futuro	240
12.4 Considerações Finais	242
Referências	246
Anexos	260

Índice de Figuras

Figura 1.1 – Modelo da Investigação	4
Figura 3.1 - Enquadramento da função de SI nas organizações	17
Figura 3.2 - Possível estrutura para a função SI	21
Figura 3.3 - Matriz de Actividades de planeamento e desenvolvimento organizacional e do SI	22
Figura 3.4 - Actividades tradicionais no desenvolvimento de SI	33
Figura 3.5 - Alterações às actividades tradicionais de desenvolvimento de SI	36
Figura 3.6 - Novo enquadramento das actividades principais da função SI	38
Figura 4.1 - Componentes e níveis principais da engenharia de requisitos	41
Figura 4.2 - Modelo do processo de engenharia de requisitos	42
Figura 4.3 - Desenvolvimento e resolução de pontos de vista	50
Figura 4.4 - As três visões dos requisitos (a)	52
Figura 4.5 - As três visões dos requisitos (b)	54
Figura 4.6 - Níveis de descrição de processos/SI	58
Figura 5.1 - Critérios de classificação das técnicas de determinação de requisitos	82
Figura 5.2 - Tendências possíveis na engenharia de requisitos	85
Figura 6.1 - Conceitos fundamentais da TQM	94
Figura 6.2 - Melhoria baseada no paradigma <i>Kaizen</i>	95
Figura 6.3 -Esquema de avaliação do modelo SPICE	99
Figura 7.1 - Modelo de quatro estádios de crescimento do PD de Nolan	103
Figura 7.2 - Modelo de seis estádios de crescimento de Nolan	104
Figura 7.3 - Múltiplas curvas de aprendizagem de tecnologia	109
Figura 7.4 - Fases da evolução do ambiente de SI	131

Figura 8.1 - Estrutura do modelo SW-CMM	144
Figura 8.2 - Estrutura do modelo TRILLIUM	149
Figura 8.3 - Arquitectura do BOOTSTRAP	153
Figura 8.4 - Estrutura do P-CMM	154
Figura 8.5 - Níveis de maturidade do P-CMM	156
Figura 8.6 - Evolução do processo PSP	158
Figura 8.7 - Estrutura do SPICE - Processos e Capacidades	162
Figura 8.8 - Dimensões críticas da capacidade organizacional	166
Figura 8.9 - Arquitectura do SE-CMM	167
Figura 9.1 – Modelo da Investigação	183
Figura 11.1 - Quem faz a engenharia de requisitos?	213
Figura 11.2 - Níveis de modelação de requisitos tidos em consideração?	214
Figura 11.3 - Abordagem para o nível de intervenção	215
Figura 11.4 - Qual o papel desempenhado pelos utilizadores?	216
Figura 11.5 - Quais as visões de requisitos tidas em consideração?	217
Figura 11.6 - Abordagem para o papel e importância das pessoas	218
Figura 11.7 - Quais os tipos de métodos utilizados?	219
Figura 11.8 - Quais as técnicas de obtenção e modelação de requisitos usadas?	220
Figura 11.9 - Abordagem para métodos e técnicas	221
Figura 11.10 - Abordagem à engenharia de requisitos	222
Figura 11.11 - Estádios de maturidade da gestão de SI, por empresa	224
Figura 11.12 - Estádios de maturidade do processo de software, por empresa	226
Figura 11.13 – Maturidade da gestão de SI versus abordagem à ER	228
Figura 11.14 – Maturidade do PDS versus abordagem à ER	230

Índice de Tabelas

Tabela 3.1 - Composição da função SI tradicional	18
Tabela 3.2 - Composição da função SI evoluída	20
Tabela 3.3 - Comparação dos níveis de PSI	26
Tabela 4.1 - Níveis de modelação de requisitos vs. complexidade, princípio fundamental e grau de mudança no SI	57
Tabela 5.1 - Principais características das abordagens tecnológicas vs. sócio-organizacionais	72
Tabela 5.2 - Representatividade das técnicas nas abordagens tecnológicas vs. sócio-organizacionais	83
Tabela 5.3 - Técnicas agrupadas por abordagem	84
Tabela 5.4 - Indicadores e argumentos passíveis de serem usados na identificação da abordagem da ER	87
Tabela 7.1 - Os seis estádios de maturidade do modelo de <i>Nolan</i>	105
Tabela 7.2 - Estádios de adopção de tecnologia pelas organizações	110
Tabela 7.3 - Estádios de crescimento da computação por utilizadores finais	112
Tabela 7.4 - Modelo dos estádios de planeamento de <i>Earl</i>	113
Tabela 7.5 - Modelos dos estádios <i>Bhabuta</i>	115
Tabela 7.6 - Modelo dos estádios de <i>Hirschheim et al.</i>	118
Tabela 7.7 - Os sete 'Ss'	120
Tabela 7.8 - Estádios de crescimento de SI/TI nas organizações	120
Tabela 7.9 - Modelo revisto dos estádios de crescimento	128
Tabela 7.10 - Modelo de evolução do ambiente dos SI	133
Tabela 7.11 - Síntese dos modelos de maturidade orientados ao planeamento de SI	135

Tabela 8.1 - O modelo SW-CMM 1.1	143
Tabela 8.2 - Áreas de capacidade, orientações e distribuição de práticas por nível	150
Tabela 8.3 - Categorias de processos do modelo SPICE	161
Tabela 8.4 - Áreas de Processos do SE-CMM	168
Tabela 8.5 - Sumário dos pontos chave dos níveis de capacidade do SE-CMM	169
Tabela 8.6 - Síntese dos modelos de maturidade para desenvolvimento de SI	170
Tabela 8.7 - Pontos fortes e pontos fracos dos modelos SPICE e SW-CMM	179
Tabela 11.1 - Organizações estudadas	210
Tabela 11.2 - Características dos respondentes	210
Tabela 11.3 - Síntese dos resultados da maturidade do processo de software	225
Tabela 11.4 - Níveis de maturidade por empresa para valores de tolerância diferentes	226
Tabela 11.5 - Síntese estruturada de resultados	227

Siglas

Ao longo deste documento são utilizadas abreviaturas de termos relacionados com a área dos sistemas de informação apenas apresentadas aquando da sua primeira utilização. As siglas utilizadas são:

BD	Bases de Dados
CI	Centro de Informática
DSI	Desenvolvimento de Sistemas de Informação
DSS	"Decision Support Systems" (Sistemas de Apoio à Decisão)
EIS	"Executive Information Systems" (Sistemas de Informação para Executivos)
ER	Engenharia de Requisitos
EUC	"End-User Computing" (Computação por Utilizador Final)
GSI	Gestão de Sistemas de Informação
PD	Processamento de Dados
PDS	Processo de Desenvolvimento de Software
PSI	Planeamento de Sistemas de Informação
PN	Processo de Negócio
SI	Sistema de Informação
SO	Sistema Organizacional
TI	Tecnologias da Informação