



Departamento de Ciências e Tecnologias de Informação

Abordagem de selecção de *software Commercial Off-The-Shelf* suportada por um sistema de apoio à
decisão

Ricardo Filipe Antunes Lopes

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de

Mestre em Informática e Gestão

Orientador:

Doutor Carlos J. Costa, Professor Auxiliar,
ISCTE-IUL

Setembro, 2011

Agradecimentos

À minha mãe, pai, irmã, cunhado e namorada pelo apoio, compreensão e dedicação incondicional que demonstraram ao longo desta jornada.

Ao Professor Doutor Carlos Costa pelo apoio, disponibilidade e orientação que me proporcionou.

Ao Professor Doutor Mário Romão pelo interesse e ajuda demonstrada ao longo do mestrado.

Ao André Barbosa e David Ralo pela amizade demonstrada e por todos os momentos de apoio, ajuda e incentivo à realização deste trabalho.

À Administração da GeRAP e toda a equipa pelo auxílio, amizade e dedicação prestados ao longo do projecto.

Ao Rui, Lídia e Luísa pela sua contribuição na realização deste trabalho e pela preocupação e amizade que demonstraram ao longo desta viagem.

Finalmente, um agradecimento especial aos que aqui não são referidos, mas que também contribuíram para a realização desta dissertação.

A todos, o meu Muito Obrigado!

Sumário executivo

A selecção de produtos de *software Commercial Off-The-Shelf* (COTS) tem vindo a adquirir uma importância crescente na engenharia de *software*. No processo de desenvolvimento de sistemas baseados em COTS é essencial seleccionar os produtos COTS mais adequados, pois uma boa selecção é crucial para o sucesso do sistema final. Existem muitas propostas para modelar o processo de selecção de COTS, no entanto, ainda há espaço para a optimização de processos e de soluções.

A principal contribuição desta dissertação é uma abordagem genérica de selecção de COTS e um Sistema de Apoio à Decisão (SAD) para suportá-la, denominado COTS-3S (*COTS Selection Support System*). Esta abordagem distingue-se das restantes pela sua capacidade de agilizar e simplificar o processo de selecção, sobretudo através da sua utilização em conjunto com o COTS-3S, ajudando a seleccionar produtos COTS com base na sua adequabilidade.

A abordagem proposta integra vários conceitos e técnicas, incluindo o suporte à decisão no âmbito da engenharia de *software*, a tomada de decisão multicritério e a optimização de resolução de problemas.

Para validar a aplicabilidade da abordagem proposta em conjunto com o COTS-3S, é apresentado um caso prático no domínio dos sistemas *Enterprise Resource Planning* (ERP). Os seus resultados são utilizados para demonstrar as potenciais vantagens, desvantagens, benefícios e limitações da utilização da abordagem proposta com o COTS-3S.

Para finalizar, são apresentados os objectivos concretizados, realizada uma comparação entre a abordagem proposta e as restantes, descritas as limitações encontradas durante a realização deste trabalho e propostos possíveis trabalhos futuros.

Palavras-chave: métricas de *software*, medidas de *software*, estimativas de *software*, selecção de COTS, sistemas de apoio à decisão, sistemas de apoio à selecção de COTS.

Abstract

Selection of Commercial Off-The-Shelf (COTS) software products has a growing importance in software engineering. In the process of developing COTS-based systems it is essential to select the most suitable COTS products, as a good selection is crucial for the final system's success. Many proposals are made to model the COTS selection process, however it is still possible to optimize processes and solutions.

The main contribution of this dissertation is a generic COTS selection approach and a Decision Support System (DSS) to support it, called COTS-3S (COTS Selection Support System). This approach is distinguished from others by its capability to streamline and simplify the selection process through its use with COTS-3S, helping to select COTS products based on their fitness.

The proposed approach integrates several concepts and techniques, including software engineering decision support, multi-criteria decision making, and optimization problem solving.

In order to validate the applicability of the proposed approach along with COTS-3S, a practical case in the domain of Enterprise Resource Planning (ERP) systems is presented. Thus, its results are used to show the potential advantages, disadvantages, benefits and limitations of using the proposed approach with COTS-3S.

Finally, the pursued objectives are presented, a comparison between the proposed approach and the others is made, the constraints found during the elaboration of this work are described and possible future work is proposed.

Keywords: *software metrics, software measures, software estimates, COTS selection, decision support system, COTS selection support system.*

Índice

Índice.....	I
Índice de figuras	VII
Índice de tabelas	XI
Lista de abreviaturas e símbolos	XV
Glossário.....	XVII
1. Introdução	1
1.1. Enquadramento	1
1.2. Motivação e relevância	1
1.3. Âmbito de intervenção e objectivos.....	2
1.4. Metodologia de investigação	2
1.4.1. Fases da metodologia.....	3
1.4.2. Recolha e tratamento de dados.....	3
1.4.2.1. Enquadramento teórico	3
1.4.2.2. Caso prático	4
1.5. Estrutura do documento	4
2. Enquadramento teórico	7
2.1. Introdução	7
2.2. Medidas, métricas e estimativas de <i>software</i>	7
2.2.1. Conceitos.....	7
2.2.2. Escala de medição	9
2.2.3. Contexto de aplicação das métricas	9
2.2.4. Classificação e papéis das métricas	10

2.2.5.	Atributos de métricas efectivas de <i>software</i>	11
2.2.6.	Benefícios da utilização de métricas	12
2.3.	Seleccção de COTS	13
2.3.1.	Vantagens e desvantagens de escolher um COTS	13
2.3.2.	Seleccção de COTS no contexto da tomada de decisão multicritério	14
2.3.3.	Os métodos de tomada de decisão multicritério mais comuns na selecção de COTS	15
2.3.3.1.	Weighted Score Method (WSM)	16
2.3.3.2.	Analytic Hierarchy Process (AHP)	17
2.3.3.3.	Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique (MACBETH)	21
2.3.4.	Abordagens actuais de avaliação e selecção de COTS	23
2.3.4.1.	Método genérico de selecção de COTS (MGSC)	23
2.3.4.2.	Avaliação de COTS	24
2.3.4.3.	A evolução das práticas de selecção de COTS	25
2.3.4.4.	Comparação das abordagens de selecção de COTS	29
2.3.5.	Problemáticas das abordagens existentes.....	30
2.3.5.1.	Uma perspectiva.....	32
2.4.	Sistemas de apoio à decisão	33
2.4.1.	Características	34
2.4.2.	Arquitecturas	34
2.4.3.	Benefícios	35
2.5.	Síntese	36
3.	Proposta conceptual	37
3.1.	Enquadramento e conceitos introdutórios.....	37
3.2.	Proposta de Abordagem	39

3.2.1.	1. ^a Actividade – Definir critérios de avaliação	40
3.2.2.	2. ^a Actividade – Procurar produtos	43
3.2.3.	3. ^a Actividade – Realizar uma avaliação preliminar e filtrar	43
3.2.4.	4. ^a Actividade – Avaliar produtos	43
3.2.5.	5. ^a Actividade – Seleccionar o produto que melhor se adequa	44
3.2.6.	6. ^a Actividade – Submeter resultados aos patrocinadores.....	44
3.2.7.	7. ^a Actividade – Notificar o fornecedor seleccionado.....	45
3.3.	Benefícios do uso de requisitos, pesos e limiares na avaliação de COTS	45
3.4.	Limitações e propostas de solução.....	45
3.4.1.	Subjectividade.....	45
3.4.2.	Qualidade dos dados de <i>input</i>	47
3.4.3.	Inadequabilidade	48
3.4.4.	Escalabilidade	48
3.4.5.	Complexidade	49
3.4.6.	Negociação dos <i>stakeholders</i>	50
3.4.7.	Fornecedores	50
3.5.	Síntese	50
4.	Sistema de apoio à selecção de COTS - COTS-3S.....	53
4.1.	Introdução	53
4.2.	Arquitectura	53
4.3.	Funcionalidades	54
4.3.1.	Gestor de requisitos.....	54
4.3.2.	Gestor de medidas	58
4.3.3.	Gestor de avaliação	59
4.3.4.	Exportar para processador de texto.....	62

4.4.	Relação com a abordagem proposta.....	62
4.5.	Comparação com sistemas similares.....	63
4.6.	Síntese	65
5.	Caso prático	67
5.1.	Enquadramento	67
5.2.	A empresa	68
5.3.	O sistema a seleccionar e suas características.....	68
5.4.	Moldes do caso prático	69
5.4.1.	Características e pressupostos.....	69
5.4.2.	<i>Stakeholders</i>	70
5.4.3.	Suporte do COTS-3S	71
5.5.	Aplicação da abordagem de selecção de COTS proposta.....	71
5.5.1.	1. ^a Actividade – Definir critérios de avaliação	73
5.5.2.	2. ^a e 3. ^a Actividade – Procurar produtos, realizar uma avaliação preliminar e filtrar	75
5.5.3.	4. ^a Actividade – Avaliar produtos	76
5.5.4.	Resultados	78
5.6.	Entrevista aos <i>stakeholders</i> do caso prático.....	79
5.7.	Síntese	81
6.	Conclusões	83
6.1.	Objectivos do trabalho	83
6.2.	Comparação com outras abordagens.....	84
6.3.	Limitações.....	86
6.4.	Trabalhos futuros	87

6.5. Artigos publicados	88
Referências	89
Anexo A – Tipos de medição	107
A.1. Medidas utilizadas	107
Anexo B – Abordagens actuais de selecção de COTS	111
B.1. OTSO (1995)	111
B.2. IusWare (1997)	112
B.3. PRISM (1997)	114
B.4. CISD (1997)	115
B.5. PORE (1998)	116
B.6. CEP (1999)	118
B.7. STACE (1999)	119
B.8. CRE (1999)	121
B.9. CAP (2000)	122
B.10. CARE (2001)	124
B.11. PECA (2002)	125
B.12. BAREMO (2002)	126
B.13. Storyboard (2002)	128
B.14. CS (2002)	129
B.15. WinWin (2003)	130
B.16. Abordagem de Erol e Ferrel (2003)	132
B.17. DesCOTS (2004)	133
B.18. MiHOS (2005)	134

B.19. UnHOS (2011)	136
Anexo C – Descrição dos requisitos do caso prático	139
Anexo D – Resultados do caso prático.....	169
D.1. Gráfico de requisitos hierárquicos	169
D.1.2. Cobertura requisitos funcionais	171
D.1.1.1. Requisitos gerais e específicos de sistema	171
D.1.1.2. Requisitos de negócio.....	172
D.1.1.2.1. Cadastro pessoal e profissional.....	172
D.1.1.2.2. Gestão organizacional.....	173
D.1.1.2.3. Férias, faltas e licenças	174
D.1.1.2.4. Vencimentos	175
D.1.1.2.5. Deslocações em serviço.....	176
D.1.1.2.6. Despesas de saúde.....	176
D.1.1.2.7. Recrutamento e selecção.....	177
D.1.1.2.8. Gestão previsional de pessoal	178
D.1.1.2.9. Orçamentação de custos com pessoal.....	178
D.1.2. Demonstração de requisitos através de cenários.....	179
D.1.3. Horas de formação	180
D.1.4. Preço.....	180
D.2. Atribuição dos níveis de importância	181
D.3. Medidas e avaliação dos ERP-RH.....	206
D.4. Resultados da avaliação	214
Anexo E – Entrevistas semi-estruturadas	221
E.1. Entrevista ao <i>stakeholder</i> 1	221
E.2. Entrevista ao <i>stakeholder</i> 2	223

Índice de figuras

Figura 1 – Técnicas de estimativas de <i>software</i> [Sommerville 2010].....	8
Figura 2 – Papéis principais da medição de <i>software</i> [Humphrey 1989].....	11
Figura 3 – Visão geral do processo de tomada de decisão utilizando o AHP.....	15
Figura 4 – Fluxograma geral do AHP [Schmidt 1995].....	19
Figura 5 – Exemplo do AHP.....	20
Figura 6 – Esquema interactivo do MACBETH.....	23
Figura 7 – Método Genérico de Selecção de COTS.....	24
Figura 8 – Os cinco componentes dos sistemas de apoio à decisão [Marakas 1999].....	35
Figura 9 – Potenciais benefícios da utilização de sistemas de apoio à decisão.....	35
Figura 10 – Definição hierárquica de critérios numa estrutura arborescente (Γ).....	38
Figura 11 – A abordagem proposta representada por um digrama de actividades UML.....	39
Figura 12 – Iterações durante o processo de selecção de COTS.....	40
Figura 13 – As quatro subactividades na identificação dos critérios de avaliação.....	41
Figura 14 – Definição hierárquica para os critérios de avaliação.....	42
Figura 15 – Benefícios do uso de requisitos, pesos e limiares na avaliação de COTS.....	45
Figura 16 – Arquitectura do COTS-3S.....	54
Figura 17 – Ecrã de definição dos requisitos.....	57
Figura 18 – Ecrã de pesos dos requisitos.....	58
Figura 19 – Ecrã de comparação individual dos requisitos.....	58
Figura 20 – Ecrã do Gestor de Medidas.....	59
Figura 21 – Ecrã do Gestor de Avaliação.....	59
Figura 22 – Ecrã de avaliação dos produtos.....	60
Figura 23 – Ecrã de resultados.....	61
Figura 24 – Ecrã de estatísticas.....	61

Figura 25 – Relação de suporte entre as funcionalidades do COTS-3S e as actividades da abordagem.....	63
Figura 26 – Arquitectura do ERP-RH da Administração Pública Portuguesa.....	69
Figura 27 – Arquitectura lógica do ERP-RH da Administração Pública Portuguesa.....	69
Figura 28 – Actividades e responsabilidades da abordagem proposta.....	72
Figura 29 – Representação parcial dos requisitos.....	74
Figura 30 – <i>Output</i> dos COTS-3S com as estatísticas do caso prático.....	78
Figura 31 – Resultado final da selecção do ERP-RH.....	79
Figura 32 – Exemplo de um mapeamento por intervalo discreto.....	108
Figura 33 – Exemplo de um mapeamento de valor contínuo.....	109
Figura 34 – Gráfico de requisitos Γ apenas com requisitos estratégicos e respectivos pesos	170
Figura 35 – Gráfico de requisitos Γ com os respectivos pesos e medidas (Parte 1/13).....	171
Figura 36 – Gráfico de requisitos Γ com os respectivos pesos e medidas (Parte 2/13).....	172
Figura 37 – Gráfico de requisitos Γ com os respectivos pesos e medidas (Parte 3/13).....	173
Figura 38 – Gráfico de requisitos Γ com os respectivos pesos e medidas (Parte 4/13).....	174
Figura 39 – Gráfico de requisitos Γ com os respectivos pesos e medidas (Parte 5/13).....	175
Figura 40 – Gráfico de requisitos Γ com os respectivos pesos e medidas (Parte 6/13).....	176
Figura 41 – Gráfico de requisitos Γ com os respectivos pesos e medidas (Parte 7/13).....	176
Figura 42 – Gráfico de requisitos Γ com os respectivos pesos e medidas (Parte 8/13).....	177
Figura 43 – Gráfico de requisitos Γ com os respectivos pesos e medidas (Parte 9/13).....	178
Figura 44 – Gráfico de requisitos Γ com os respectivos pesos e medidas (Parte 10/13).....	178
Figura 45 – Gráfico de requisitos Γ com os respectivos pesos e medidas (Parte 11/13).....	179
Figura 46 - Gráfico de requisitos Γ com os respectivos pesos e medidas (Parte 12/13).....	180
Figura 47 – Gráfico de requisitos Γ com os respectivos pesos e medidas (Parte 13/13).....	180
Figura 48 – <i>Snapshot</i> do COTS-3S com a decomposição do requisito “ <i>Cobertura requisitos funcionais</i> ”.....	182
Figura 49 – <i>Snapshot</i> do COTS-3S com a decomposição do requisito “ <i>Organização</i> ”.....	185

Figura 50 – <i>Snapshot</i> do COTS-3S com a decomposição do requisito “ <i>Relatórios</i> ”	186
Figura 51 – <i>Snapshot</i> do COTS-3S com a decomposição do requisito “ <i>Integração e interfaces</i> ”	188
Figura 52 – <i>Snapshot</i> do COTS-3S com a decomposição do requisito “ <i>Organização</i> ”	188
Figura 53 – <i>Snapshot</i> do COTS-3S com a decomposição do requisito “ <i>Férias</i> ”	190
Figura 54 – <i>Snapshot</i> do COTS-3S com a decomposição do requisito “ <i>Trabalho extraordinário</i> ”	190
Figura 55 – <i>Snapshot</i> do COTS-3S com a decomposição do requisito “ <i>Integração e interfaces</i> ”	191
Figura 56 – <i>Snapshot</i> do COTS-3S com a decomposição do requisito “ <i>Pagamento</i> ”	192
Figura 57 – <i>Snapshot</i> do COTS-3S com a decomposição do requisito “ <i>Processamento</i> ”	193
Figura 58 – <i>Snapshot</i> do COTS-3S com a decomposição do requisito “ <i>Candidaturas</i> ”	198
Figura 59 – <i>Snapshot</i> do COTS-3S com a decomposição do requisito “ <i>Integração e interfaces</i> ”	201
Figura 60 – <i>Snapshot</i> do COTS-3S com a decomposição do requisito “ <i>Fraccionamento de abonos</i> ”	203
Figura 61 – <i>Snapshot</i> do COTS-3S com a decomposição do requisito “ <i>Criação de uma regra salarial</i> ”	204
Figura 62 – <i>Snapshot</i> do COTS-3S com a decomposição do requisito “ <i>Arquitectura SOA</i> ”	204

Índice de tabelas

Tabela 1 – Vantagens e desvantagens dos COTS em relação ao desenvolvimento de <i>software</i>	13
Tabela 2 – Exemplo do <i>Weighted Score Method</i>	17
Tabela 3 – A escala fundamental de Saaty [1990a]	18
Tabela 4 – Escalabilidade do número de comparações necessárias com base no número de critérios.....	20
Tabela 5 – Evolução das práticas de selecção de COTS.....	26
Tabela 6 – Comparação das abordagens de selecção de COTS.....	29
Tabela 7 – Principais fontes de subjectividade [Kaiya <i>et al.</i> 2005]	45
Tabela 8 – Técnicas utilizadas para reduzir a subjectividade	46
Tabela 9 – Escalabilidade da abordagem consoante a técnica de TDMC utilizada.....	49
Tabela 10 – Comparação entre o COTS-3S e outros sistemas de selecção de COTS	64
Tabela 11 – <i>Stakeholders</i> que integraram o caso prático	71
Tabela 12 – Responsabilidades dos <i>stakeholders</i>	71
Tabela 13 – Breve descrição dos requisitos chave utilizados na filtragem dos candidatos	75
Tabela 14 – Produtos candidatos ao caso prático.....	76
Tabela 15 – Parte do <i>output</i> da 4. ^a Actividade	77
Tabela 16 – Resumo das entrevistas dos <i>stakeholders</i>	80
Tabela 17 – Comparação da abordagem proposta com outras abordagens de selecção de COTS.....	85
Tabela 18 – Descrição dos requisitos do caso prático.....	139
Tabela 19 – Descrição dos requisitos relacionados com os cenários.....	167
Tabela 20 – Descrição dos requisitos relacionados com a formação.....	168
Tabela 21 – Matriz de comparações entre requisitos (1/43)	181
Tabela 22 – Matriz de comparações entre requisitos (2/43)	183
Tabela 23 – Matriz de comparações entre requisitos (3/43)	184

Tabela 24 – Matriz de comparações entre requisitos (4/43)	185
Tabela 25 – Matriz de comparações entre requisitos (5/43)	185
Tabela 26 – Matriz de comparações entre requisitos (6/43)	186
Tabela 27 – Matriz de comparações entre requisitos (7/43)	186
Tabela 28 – Matriz de comparações entre requisitos (8/43)	187
Tabela 29 – Matriz de comparações entre requisitos (9/43)	187
Tabela 30 – Matriz de comparações entre requisitos (10/43)	187
Tabela 31– Matriz de comparações entre requisitos (11/43)	188
Tabela 32 – Matriz de comparações entre requisitos (12/43)	189
Tabela 33 – Matriz de comparações entre requisitos (13/43)	189
Tabela 34 – Matriz de comparações entre requisitos (14/43)	191
Tabela 35 – Matriz de comparações entre requisitos (15/43)	191
Tabela 36 – Matriz de comparações entre requisitos (16/43)	192
Tabela 37 – Matriz de comparações entre requisitos (17/43)	193
Tabela 38 – Matriz de comparações entre requisitos (18/43)	194
Tabela 39 – Matriz de comparações entre requisitos (19/43)	194
Tabela 40 – Matriz de comparações entre requisitos (20/43)	195
Tabela 41 – Matriz de comparações entre requisitos (21/43)	195
Tabela 42 – Matriz de comparações entre requisitos (22/43)	195
Tabela 43 – Matriz de comparações entre requisitos (23/43)	196
Tabela 44 – Matriz de comparações entre requisitos (24/43)	196
Tabela 45 – Matriz de comparações entre requisitos (25/43)	196
Tabela 46 – Matriz de comparações entre requisitos (26/43)	197
Tabela 47 – Matriz de comparações entre requisitos (27/43)	197
Tabela 48 – Matriz de comparações entre requisitos (28/43)	197
Tabela 49 – Matriz de comparações entre requisitos (29/43)	198

Tabela 50 – Matriz de comparações entre requisitos (30/43)	199
Tabela 51 – Matriz de comparações entre requisitos (31/43)	199
Tabela 52 – Matriz de comparações entre requisitos (32/43)	199
Tabela 53 – Matriz de comparações entre requisitos (33/43)	200
Tabela 54 – Matriz de comparações entre requisitos (34/43)	200
Tabela 55 – Matriz de comparações entre requisitos (35/43)	201
Tabela 56 – Matriz de comparações entre requisitos (36/43)	201
Tabela 57 – Matriz de comparações entre requisitos (37/43)	202
Tabela 58 – Matriz de comparações entre requisitos (38/43)	202
Tabela 59 – Matriz de comparações entre requisitos (39/43)	203
Tabela 60 – Matriz de comparações entre requisitos (40/43)	203
Tabela 61 – Matriz de comparações entre requisitos (41/43)	204
Tabela 62 – Matriz de comparações entre requisitos (42/43)	205
Tabela 63 – Matriz de comparações entre requisitos (43/43)	205
Tabela 64 – Medidas e resultados da avaliação dos ERP-RH do caso prático	206
Tabela 65 – Resultados da avaliação dos ERP-RH do caso prático.....	214

Lista de abreviaturas e símbolos

AHP	<i>Analytic <u>H</u>ierarchy <u>P</u>rocess</i>
AP	<u>A</u> ministração <u>P</u> ública
APP	<u>A</u> ministração <u>P</u> ública <u>P</u> ortuguesa
COTS	<i><u>C</u>ommercial <u>O</u>ff-<u>T</u>he-<u>S</u>helf</i>
COTS-3S	<i><u>C</u>OTS <u>S</u>election <u>S</u>upport <u>S</u>ystem</i>
ERP	<i><u>E</u>nterprise <u>R</u>esource <u>P</u>lanning</i>
MACBETH	<i><u>M</u>easuring <u>A</u>tractiveness by a <u>C</u>ategorical <u>B</u>ased <u>E</u>valuation <u>T</u>echnique</i>
MGSC	<u>M</u> étodo <u>G</u> enérico de <u>S</u> elecção de <u>C</u> OTS
NE	<u>N</u> ível de <u>E</u> quivalência
PRACE	<u>P</u> rograma de <u>R</u> eestruturação da <u>A</u> ministração <u>C</u> entral do <u>E</u> stado
SAD	<u>S</u> istema de <u>A</u> poio à <u>D</u> ecisão
SOA/AOS	<i><u>S</u>ervice <u>O</u>riented <u>A</u>rchitecture/<u>A</u>rquitectura <u>O</u>rientada a <u>S</u>erviços</i>
TDMC	<u>T</u> omada de <u>D</u> ecisão <u>M</u> ulti <u>C</u> ritério
VA	<u>V</u> alor de <u>A</u> valiação
WSM	<i><u>W</u>eighted <u>S</u>core <u>M</u>ethod</i>
Γ	Representa o gráfico de requisitos hierárquicos
P	Conjunto de pesos dos requisitos em Γ
M	Conjunto das medidas utilizada para avaliar as características dos COTS com base em Γ
L	Limiares que representam o nível mínimo de satisfação de determinados requisitos técnicos

Glossário

Analytic Hierarchy Process – Método de tomada de decisão multicritério que tem como objectivo ajudar o decisor a enfrentar problemas complexos com critérios subjectivos e conflituosos [Saaty 1990a].

Avaliação de COTS – Actividade nuclear do processo de selecção, onde a adequabilidade de cada produto é determinada, fornecendo a informação necessária para o decisor seleccionar o melhor produto de um conjunto de alternativas [Carney 1998a, Carney 1998b].

Commercial Off-The-Shelf – *Software* que não é desenvolvido dentro do projecto, mas sim adquirido ao fornecedor e que é alvo a pouca ou nenhuma modificação [Torchiano & Morisio 2004].

Sistemas Enterprise Resource Planning – Solução de *software* transversal à organização, que integra e automatiza as diversas funções de negócio da empresa [Leon 2007].

Estimativa – Processo que se inicia com a medida de tamanho do *software* para, em seguida, identificar o esforço necessário para a sua construção [Agarwal *et al.* 2001].

Filtragem Progressiva – Estratégia de avaliação de COTS que começa com um largo número de COTS e depois define, progressivamente, critérios discriminativos ao longo de sucessivas iterações de ciclos de avaliação do produto, onde, em cada ciclo, são eliminados os produtos que menos se adequem. Esta estratégia requer executar iterativamente os passos 1 a 4 do Método Genérico de Selecção de COTS (MGSC) até um pequeno número de COTS mais promissores ser identificado dos quais um ou mais pode ser seleccionado [Oberndorf *et al.* 1997, Kunda & Brooks 2000].

Identificação do Requisito Chave – Estratégia de avaliação de COTS que começa por identificar um requisito chave (e.g. tipo de tecnologia) e procurar produtos que satisfaçam este requisito, permitindo uma eliminação rápida de um largo número de produtos que, desde logo, não satisfaçam o requisito chave [Oberndorf *et al.* 1997, Kunda & Brooks 2000].

Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique – Método de apoio à decisão multicritério que permite representar numericamente os julgamentos dos decisores sobre a atractividade global das acções, unindo a representação numérica da informação com os critérios, dentro de um modelo de avaliação global [Bana e Costa & Vansnick 1997].

Medição – Processo por meio do qual números e símbolos são atribuídos a atributos de entidades no mundo real, de forma a tornar possível a sua caracterização utilizando regras claramente definidas [Fenton & Pfleeger 1998].

Medida – Indicação quantitativa de um atributo, como o tamanho, a dimensão, a capacidade de um produto ou de um processo [Pressman 2009].

Método Genérico de Selecção de COTS – Método constituído por um conjunto de etapas partilhadas por diversas abordagens de selecção de COTS.

Métrica – Medida quantitativa do grau em que o sistema, componente ou processo possui um determinado atributo [IEEE 1990 & Pressman 2009]

Montagem do Puzzle – Estratégia de avaliação de COTS que assume que um sistema baseado em COTS requer a junção de vários componentes como peças de um puzzle. Isto implica que um produto que se adequa isoladamente pode não ser aceitável quando combinado com outros produtos. Assim sendo, esta estratégia sugere considerar os requisitos de cada produto e, simultaneamente, ter em conta os requisitos de outros produtos do puzzle [Oberndorf et al. 1997, Kunda & Brooks 2000].

Nível de equivalência – Valor normalizado numa escala de razão de 0 a 1, calculado com base no Valor de Avaliação (VA), através das regras de normalização definidas no Anexo A.

Programa de Reestruturação da Administração Central do Estado – Programa que consagra a modernização da APP como um dos instrumentos essenciais da estratégia de desenvolvimento do país [PRACE 2006].

Requisito – Declaração que identifica uma capacidade, característica ou factor de qualidade que o sistema deve conter, para que ele tenha valor e utilidade para os *stakeholders* [Young 2004].

Requisitos estratégicos – Requisitos de alto nível que não podem ser medidos (avaliados) directamente num produto. São decompostos em requisitos mais refinados, que podem ser estratégicos ou técnicos [Lamsweerde 2001].

Requisitos técnicos – Requisitos de baixo nível que podem ser medidos (avaliados) directamente num produto. Compõem requisitos de mais alto nível, isto é, requisito estratégico [Lamsweerde 2001].

Sistema de Apoio à Decisão – Solução tecnológica que pode ser utilizada para suportar a resolução de problemas e tomadas de decisão complexas [Shim *et al.* 2002].

Seleção de COTS – Processo de determinar a adequabilidade de produtos COTS para serem utilizados num novo contexto e seleccionar o melhor [Kunda 2001].

Serviços Partilhados – Estratégia colaborativa, em que um subconjunto de funções de negócio existentes são concentradas numa nova unidade de negócio semiautónoma que possui uma estrutura de gestão desenhada para promover a eficiência, gerar valor, reduzir custos e melhorar os serviços prestados [Bergeron 2003].

Stakeholders – No contexto da selecção de COTS, incluem todos os indivíduos e/ou grupos que irão lidar com, ou ser afectados pela selecção de COTS. Isso inclui os utilizadores finais, administradores, integradores e arquitectos de sistema, engenheiros de requisitos, entre outros.

Service Oriented Architecture – Arquitectura de *software* que visa disponibilizar as funcionalidades implementadas pelas aplicações na forma de serviços. Frequentemente estes serviços são organizados através de um "*enterprise service bus*" que disponibiliza interfaces acessíveis através de *web services* ou outra forma de comunicação entre aplicações. A arquitectura SOA é baseada nos princípios da computação distribuída e utiliza o paradigma *request/reply* para estabelecer a comunicação entre os sistemas clientes e os sistemas que implementam os serviços.

Tomada de Decisão Multicritério – Processo em que os decisores resolvem um problema que envolve numerosas e conflitantes avaliações [Roy 1996, Figueira *et al.* 2005, Løken 2007].

Valor de Avaliação – Valor resultante da avaliação de uma determinada característica do produto, o qual é posteriormente mapeado no nível de equivalência (NE), numa escala de 0 a 1, através das regras de normalização definidas no Anexo A.

Weighted Score Method – Processo utilizado para calcular a pontuação média ponderada.

1. Introdução

1.1. Enquadramento

A aquisição de sistemas baseados em *Commercial Off-The-Shelf* (COTS) é, cada vez mais, uma tarefa central na engenharia de *software*. Existem na literatura várias definições para COTS mas é pouco o consenso entre elas [Kontio 1996, Vigder *et al.* 1996, Vigder & Dean 1997, Oberndorf 1998, Brownsword *et al.* 2000, Basili & Boehm 2001]. Para esta dissertação foi adoptada a definição de Torchiano & Morisio [2004], que consideram que um produto COTS é um *software* que não é desenvolvido dentro do projecto, mas sim adquirido ao fornecedor e que é alvo de pouca ou nenhuma modificação.

Processadores de texto, navegadores de internet [Carney 1997, Boehm *et al.* 2003a] e até sistemas *Enterprise Resource Planning* (ERP) [Burgues *et al.* 2000, Thomas & Jajodia 2004, Lauesen 2006, Vilpola 2006, Wu *et al.* 2007] são exemplos de COTS, tendo o *software open-source* sido recentemente incluído neste grupo [Torchiano & Morisio 2004].

A utilização de COTS, em detrimento do desenvolvimento de *software*, comporta várias vantagens, nomeadamente, ausência de esforço de desenvolvimento (os COTS são construídos para funcionar de imediato), elevada maturidade (os COTS têm vários lançamentos, começando pelas versões *beta* até às finais), menor custo (devido à produção em massa) e riqueza de funcionalidades (cobrem um grande espectro de utilizadores com diferentes necessidades) [Vigder *et al.* 1996, Voas 1998]. Não obstante, a utilização de COTS acarreta também alguns desafios, incluindo o reduzido controlo sobre o seu desenvolvimento e evolução [Boehm & Abts 1999] e a fraca capacidade de responder a requisitos específicos em diferentes projectos [Alves 2003].

A vasta oferta de produtos COTS no mercado leva a que se deva utilizar os métodos e técnicas mais adequadas para os avaliar e, posteriormente seleccionar o que melhor se adequa às necessidades e requisitos de cada projecto, pois uma boa selecção tem um papel fundamental no sucesso do sistema final [Maiden & Ncube 1998].

1.2. Motivação e relevância

As motivações de natureza pessoal e profissional surgem devido ao facto do autor, em Agosto de 2010, ter ingressado numa empresa responsável pela implementação de um ERP de Recursos Humanos (ERP-RH) para a Administração Pública Portuguesa (APP). A selecção

do ERP-RH foi um marco importante do projecto, pois foi necessário escolher o sistema que melhor se adequaria aos requisitos de negócio impostos pela legislação em vigor à data de entrada em produção do mesmo, para além da necessidade de flexibilidade, escalabilidade e baixos custos de manutenção. Nestas circunstâncias, tornou-se possível aliar as sinergias do projecto à realização da presente dissertação.

A motivação na vertente académica advém do facto do tema desta dissertação ser pouco tratado em Portugal e da vontade do autor em investir de forma sustentável na sua formação académica, uma vez que, um dos seus objectivos é vir a leccionar no ensino superior.

1.3. Âmbito de intervenção e objectivos

O objectivo primordial desta dissertação é contribuir para o aumento da qualidade e redução de riscos e custos inerentes à implementação de COTS. Uma forma de atingir estes objectivos é melhorar os processos de avaliação e selecção de COTS.

Nestes termos, a questão que irá orientar esta investigação resume-se a:

- Como melhorar o processo de avaliação e selecção de COTS?

De forma a responder a esta questão foram delineados quatro objectivos:

- 1) Alcançar um entendimento mais abrangente de como os COTS podem dar suporte às organizações, estudando as vantagens e desvantagens da sua utilização;
- 2) Identificar processos e factores importantes que suportem a selecção de COTS, incluindo os métodos de apoio à tomada de decisão mais adequados;
- 3) Construir uma abordagem genérica de avaliação e selecção de COTS em conjunto com um sistema de apoio à decisão, de forma a melhorar os processos de avaliação e selecção de outras abordagens existentes;
- 4) Validar, através de um caso prático, a abordagem definida juntamente com o sistema de suporte, bem como demonstrar o valor acrescentado da sua utilização.

1.4. Metodologia de investigação

A escolha correcta da metodologia depende do problema em causa e do tipo de resposta que se pretende dar. A metodologia pode ser definida como um conjunto de procedimentos e regras às quais se deve obedecer para obter um determinado resultado [Silva & Menezes 2005].

Existem cinco tipos de métodos científicos: dedutivo, indutivo, hipotético-dedutivo, dialéctico e fenomenológico [Gil 1999, Lakatos & Marconi 2007]. Nesta dissertação, foi adoptado o método hipotético-dedutivo, pois, apesar de não ter sido sugerida nenhuma hipótese para a questão de investigação, todo o trabalho subjacente às mesma pretende dar resposta à questão definida no capítulo anterior.

De acordo com Barros & Lehfeld [2000], a pesquisa aplicada tem como motivação a necessidade de produzir conhecimento para aplicação dos seus resultados, com o objectivo de “contribuir para fins práticos, visando a solução mais ou menos imediata do problema encontrado na realidade”. Appolinário [2011] salienta ainda que pesquisas aplicadas têm o objectivo de “resolver problemas ou necessidades concretas e imediatas”. No que diz respeito à natureza da pesquisa inerente a esta dissertação, esta pode ser classificada como uma pesquisa aplicada, pois o conhecimento produzido é utilizado para definir uma abordagem de selecção de COTS juntamente com um sistema de apoio à decisão e para a sua aplicação a um caso prático.

1.4.1. Fases da metodologia

A metodologia de investigação seguida pode subdividir-se em cinco fases distintas:

- Levantamento bibliográfico, de forma compreender a realidade da investigação;
- Definição de uma abordagem conceptual;
- Construção de um sistema de apoio à decisão para a abordagem proposta;
- Aplicação da proposta juntamente com o sistema a um caso prático;
- Avaliação dos impactos da sua utilização no caso prático.

1.4.2. Recolha e tratamento de dados

1.4.2.1. Enquadramento teórico

A construção do enquadramento teórico tem por base um conjunto de dados recolhidos através de pesquisa bibliográfica, encontrando-se descrita no capítulo 2. A pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já publicado, nomeadamente livros ou artigos científicos, distinguindo-se da pesquisa documental que engloba sobretudo materiais diversos e dispersos que não receberam qualquer tratamento analítico [Gil 2002].

Por sua vez, o enquadramento teórico serviu como base para a construção da proposta conceptual.

1.4.2.2. Caso prático

A avaliação dos impactos da aplicação da abordagem proposta em conjunto com um sistema de apoio à decisão (SAD) a um caso prático será feita através de entrevistas semi-estruturadas.

A realização de entrevistas visa a obtenção de informação de um entrevistado, sobre um determinado assunto ou problema [Silva & Menezes 2005]. Nas entrevistas semi-estruturadas o entrevistado aborda, de forma livre, um conjunto de tópicos e questões, importantes para a pesquisa, que constituem um guião seguido pelo entrevistador. [Nogueira-Martins & Bógus 2004, Fraser & Gondim 2004].

As entrevistas serão feitas aos *stakeholders* que participaram transversalmente no processo de avaliação e selecção de COTS em estudo no caso prático. Com isto, o que se pretende é recolher a opinião dos entrevistados acerca da importância da utilização da abordagem proposta em conjunto com o SAD construído, assim como das vantagens, desvantagens, limitações e pontos de melhoria da sua aplicação.

Os referidos *stakeholders* fazem parte da empresa onde decorreu o caso prático, sendo que irão ser entrevistados todos (universo) os que participaram de forma transversal no processo, não existindo a necessidade de criar qualquer amostra.

Os dados das entrevistas semi-estruturadas serão tratados com recurso a análise de conteúdo, visto apresentarem carácter qualitativo [Pozzebon *et al.* 1997].

1.5. Estrutura do documento

A presente dissertação encontra-se organizada em seis capítulos.

O primeiro capítulo prepara o leitor para o restante documento, contextualizando-o através de um enquadramento ao trabalho, da motivação e relevância ostentada pelo autor, do âmbito de intervenção e objectivos da investigação, da metodologia de investigação utilizada e da forma como o documento se encontra estruturado.

O segundo capítulo é destinado ao enquadramento teórico sobre o tema e áreas em estudo, construído com base em livros, artigos científicos (apresentados em conferências nacionais e internacionais, publicados em de revistas e jornais da área de sistemas, tecnologias de informação, engenharia, *etc.*) e teses de mestrado e de doutoramento. Aborda temas relacionados com as medidas, métricas e estimativas de *software*, selecção de COTS e por fim sistemas de apoio à decisão.

O terceiro capítulo é destinado à proposta da abordagem conceptual, a qual pretende responder à questão de investigação identificada, indo igualmente de encontro aos objectivos traçados.

No quarto capítulo é apresentado um sistema de apoio à selecção de COTS desenvolvido com o intuito de apoiar a abordagem conceptual definida.

O quinto capítulo apresenta o caso prático em que o objectivo passa por validar a utilização da abordagem conceptual proposta em conjunto com o sistema de apoio à selecção construído. Este caso prático é alicerçado num caso real e pretende ilustrar a selecção de um ERP-RH para a APP.

O sexto capítulo é destinado às conclusões desta investigação, onde são elencados os objectivos alcançados com esta dissertação, efectuada uma comparação entre a abordagem proposta e as restantes, descritas algumas das limitações encontradas e apresentadas algumas recomendações e sugestões para trabalhos futuros.

Em anexo encontram-se os elementos que permitem uma análise mais detalhada de alguns pontos deste trabalho.

2. Enquadramento teórico

2.1. Introdução

Este capítulo engloba os temas necessários para expor o estado actual do conhecimento sobre as temáticas subjacentes à proposta conceptual. Deste modo, serão abordadas as seguintes matérias:

- Medidas, métricas e estimativas de *software*;
- Selecção de COTS;
- Sistemas de apoio à decisão.

2.2. Medidas, métricas e estimativas de *software*

Apesar do primeiro livro dedicado a métricas de *software* apenas ter sido publicado em 1976 [Gilb 1976], a história das métricas remonta a meio da década de 60, quando a métrica “Linhas de Código” era usada como base para medir a produtividade e esforço da programação [Fenton & Neil 2000].

Segundo Pressman [2009], a medição é uma ferramenta de gestão e um elemento chave de qualquer processo de engenharia. As medidas são usadas para entender melhor os atributos dos modelos que são criados e para avaliar a qualidade dos produtos ou sistemas submetidos à engenharia que é construída. No entanto, ao contrário de outras disciplinas de engenharia, a engenharia de *software* não está ancorada nas leis quantitativas da física. Medidas directas, tais como voltagem, velocidade ou temperatura são incomuns no mundo do *software*.

Medir é fundamental na engenharia de *software* e Lord Kelvin [1889] afirmou que não se pode melhorar aquilo que não se consegue medir e que quando é possível medir e expressar em números aquilo sobre o qual se está a falar, então sabe-se alguma coisa sobre o mesmo. No entanto, quando não se pode medir, quando não se pode expressar em números, o conhecimento que se tem é de um tipo inadequado e insatisfatório, podendo ser o começo do conhecimento, mas dificilmente se terá avançado para o estágio da ciência.

2.2.1. Conceitos

Medida é, no contexto de engenharia de *software*, a indicação quantitativa de um atributo, como o tamanho, a dimensão, a capacidade de um produto ou de um processo [Pressman 2009]. Um exemplo de medida é o número de defeitos encontrados num programa [Pollice 2004].

Medição é o acto de determinar uma medida (e.g. medir o número de defeitos no código) [Pollice 2004]. Segundo Fenton & Pfleeger [1998], medição é o processo por meio do qual números e símbolos são atribuídos a atributos de entidades no mundo real, de forma a tornar possível a sua caracterização utilizando regras claramente definidas.

Métrica é definida pelo *IEEE Standard Glossary* [1990] e por Pressman [2009] como uma medida quantitativa do grau em que o sistema, componente ou processo possui um determinado atributo. Assim, uma métrica poderia ser, por exemplo, a quantidade de defeitos por centena de linhas de código. Em outras palavras, a métrica é descrita em termos de relacionamento entre as medidas [Pollice 2004].

Estimativas compreendem um processo que se inicia com a medida de tamanho do *software* para, em seguida, identificar o esforço necessário para a sua construção [Agarwal *et al.* 2001]. Por sua vez, o esforço estimado é fundamental na elaboração dos cronogramas, produzindo, no final, os prazos e custos do projecto de *software* [Barcellos 2003].

Potok & Vouk [1999] afirmam que estimar de forma precisa pode ser a diferença entre o sucesso ou o falhanço de um projecto de desenvolvimento de *software*. As organizações necessitam estimar o esforço e custo de seus projectos. Para realizar essa actividade, são utilizadas uma ou mais técnicas descritas na Figura 1 [Sommerville 2010]:

Modelo de Custo	•É desenvolvido um modelo utilizando informações históricas de custo que relaciona algumas medidas de <i>software</i> com custo do projecto. Uma estimativa é feita a partir da medida e o modelo prevê o esforço exigido.
Avaliação de Especialistas (Método de Delphi)	•São consultados vários especialistas em técnicas de desenvolvimento de <i>software</i> e no domínio da aplicação, e cada um deles estima o custo do projecto. Estas estimativas são comparadas e discutidas e o processo é repetido até que se chegue a um acordo.
Estimativa por Analogia	•Esta técnica é aplicável quando são concluídos outros projectos no mesmo domínio de aplicação. O custo de um novo projecto será estimado por analogia com os projectos concluídos do mesmo domínio de aplicação.
Lei de Parkinson	•Esta lei defende que o trabalho se expande para preencher o tempo disponível. O custo é determinado pelos recursos disponíveis e não por uma avaliação objectiva. Se o <i>software</i> tem que ser entregue em 12 meses e estão disponíveis 5 pessoas, então o esforço é estimado em 60 pessoas-mês.
Price-to-Win	•O custo do <i>software</i> é estimado de acordo com o valor que o cliente tem disponível para aplicar no projecto. A estimativa de esforço depende do orçamento do cliente e não das funcionalidades do <i>software</i> .

Figura 1 – Técnicas de estimativas de *software* [Sommerville 2010]

2.2.2. Escalas de medição

Existem cinco grandes tipos de escalas que podem ser utilizadas em qualquer processo de medição [Fenton & Pfleeger 1997, Laird & Brennan 2006]:

- **Escala nominal**, onde são definidas categorias e os atributos são caracterizados por essas mesmas categorias. Os valores de uma escala nominal não têm um significado numérico. Por exemplo, “cor” pode ser medida através de uma escala nominal {vermelho, verde, azul};
- **Escala ordinal**, onde um conjunto de valores ordenados são usados para medir uma entidade. Normalmente, os intervalos entre valores adjacentes são indeterminados. Por exemplo, “facilidade de utilização” pode ser medida numa escala ordinal {boa, razoável, má}, onde é sabido que “boa” é melhor que “razoável”, mas a distância entre elas é desconhecida;
- **Escala intervalar**, que recolhe informação sobre o tamanho dos intervalos das classes, permitindo, de certo modo, perceber a distância entre uma classe e outra. A escala intervalar é caracterizada por preservar a ordem (tal como a escala ordinal) e também as diferenças entre as classes. No entanto esta escala não preserva a proporção entre duas classes. Por exemplo, não se pode dizer que 30 graus em Lisboa é duas vezes mais quente que 15 graus em Oslo, mas é possível dizer que a diferença entre 30 e 25 graus é a mesma entre 15 e 10 graus;
- **Escala de razão**, que é similar à escala intervalar com a excepção que preserva a proporção entre os valores da escala. Por exemplo, é possível dizer que uma árvore com 2 metros de altura é duas vezes mais alta que uma com 1 metro;
- **Escala absoluta**, que, simplesmente conta o número de ocorrências de um elemento numa entidade.

2.2.3. Contexto de aplicação das métricas

Para Fenton & Pfleeger [1998] e Pressman [2009] existem dois contextos de aplicação das métricas:

- Processo – as métricas medem as actividades realizadas durante todo o desenvolvimento do *software*;
- Produto – as métricas medem os artefactos, produtos e documentos gerados pelo processo.

Pressman [2009] afirma que na maioria dos empreendimentos técnicos, as medidas e as métricas ajudam a entender o produto e o processo técnico utilizado para o desenvolver. O processo é medido, com o objectivo de o melhorar, enquanto que o produto é medido num esforço para aumentar a sua qualidade. Medir permite quantificar, o que leva a uma gestão mais eficiente. No entanto, Pressman [2009] alerta para o facto de que, na realidade, poderá não ser assim e que medir leva, muitas vezes, a controvérsias e argumentações. Perguntas como quais as métricas apropriadas para o processo e para o produto são perguntas que surgem quando se tenta medir algo.

2.2.4. Classificação e papéis das métricas

As métricas são classificadas de várias maneiras de acordo com diversos autores, no entanto as mais comuns são:

Classificação segundo Möller & Paulish [1993]:

- **Métricas objectivas** – podem ser quantificadas e medidas através de expressões numéricas ou representações gráficas de expressões numéricas, contadas a partir do código fonte, projecto, dados de teste e outras informações do *software*;
- **Métricas subjectivas** – são medidas baseadas em estimativas pessoais ou de grupo, geralmente obtidas através de conceitos como excelente, bom, razoável, mau e péssimo.

Classificação segundo Fenton & Pfleeger [1998] e Pressman [2009]:

- **Métricas directas** – são aquelas que não dependem da medida de outro atributo, mas sim da quantificação de um factor observado no produto. Representam tudo aquilo que se pode medir com maior precisão, como por exemplo, o comprimento de um parafuso, linhas de código e velocidade de execução [Pressman 2009];
- **Métricas indirectas** – envolvem as medidas de um ou mais atributos a estes relacionados. São difíceis de ser avaliadas, pois não se consegue medir facilmente. Exemplos de métricas indirectas são: eficiência, funcionalidade, complexidade [Pressman 2009].

As métricas de *software* são definidas com o objectivo de cumprir determinados papéis e Humphrey [1989] define os quatro principais (Figura 2):



Figura 2 – Papéis principais da medição de *software* [Humphrey 1989]

Compreender

- Métricas ajudam a compreender o comportamento e funcionamento de processos, produtos e serviços de software.

Avaliar

- Métricas podem ser utilizadas para tomar decisões e estabelecer padrões, metas e critérios de aceitação.

Controlar

- Métricas podem ser utilizadas para controlar processos, produtos e serviços de *software*.

Prever

- Métricas podem ser utilizadas para prever valores de atributos.

2.2.5. Atributos de métricas efectivas de *software*

Ejiogu [1991] definiu um conjunto de atributos que as métricas de *software* deverão ter para serem métricas efectivas:

- Simples e computáveis – Deve ser relativamente fácil aprender como derivar a métrica e o seu cálculo não deve exigir esforço ou tempo exagerado;
- Empíricas e intuitivamente persuasivas – As métricas devem satisfazer as noções intuitivas do engenheiro sobre o atributo do produto que está a ser considerado;
- Consistentes e objectivas – As métricas deverão sempre produzir resultados que não sejam ambíguos;
- Consistentes na utilização de unidades e dimensões – O cálculo matemático da métrica deve usar medidas que não levem a combinações de unidades bizarras;
- Independentes da linguagem de programação – As métricas devem-se basear no modelo de análise, no modelo de projecto ou na estrutura do programa propriamente dita;

- Mecanismo efectivo para *feedback* de alta qualidade – A métrica deverá conduzir a um produto final de maior qualidade.

No entanto Pressman [2009] defende que não se deve rejeitar, *a priori*, uma métrica caso ela não satisfaça todos estes atributos, pois mesmo que não cumpra um dos atributos anteriormente referidos poderá oferecer entendimento útil e assim fornecer valor acrescentado.

2.2.6. Benefícios da utilização de métricas

Existem vários benefícios genéricos na utilização de métricas de *software* [Demarco 1986, Grady & Caswell 1987, Fenton & Pfleeger 1997, Jones 2008]. No entanto, o benefício mais significativo consiste na sua capacidade de fornecer informação quantitativa para apoiar tomadas de decisão de gestão durante o ciclo de vida do *software* [Stark *et al.* 1994].

Pressman [2009] indica, igualmente, diversas razões para se medir *software*, nomeadamente, indicar a qualidade do produto, avaliar a produtividade das pessoas que o produzem, avaliar os benefícios (em termos de produtividade e qualidade) derivados de novos métodos e ferramentas de *software*, formar uma linha básica para estimativas e ajudar a justificar os pedidos de novas ferramentas ou formação adicional.

Complementarmente, Park *et al.* [1996] descrevem mais algumas razões:

- Caracterizar – com o fim de entender processos, produtos, recursos e ambientes, e para estabelecer referências para comparação com futuras avaliações;
- Avaliar – de forma a comparar o estado actual em relação ao planeado;
- Prever – através do entendimento de relacionamentos entre processos e produtos e construção de modelos desses relacionamentos;
- Aperfeiçoar – a partir da identificação de bloqueios, causas fundamentais, ineficiências e outras oportunidades, de forma a melhorar a qualidade do produto e o desempenho do processo.

Apesar das métricas de produto de *software* não serem, muitas das vezes, absolutas, elas fornecem uma forma sistemática de avaliar a qualidade com base num conjunto de regras claramente definidas [Pressman 2009]. Fenton & Neil [2000] argumentam que, apesar de haver centenas de métricas propostas desde os anos 60, o racional para quase todas as métricas individuais tem sido motivado por uma de duas actividades:

- O desejo de avaliar ou prever o esforço e/ou custo dos processos de desenvolvimento;

- O desejo de avaliar ou prever a qualidade dos produtos de *software*.

2.3. Selecção de COTS

A selecção de COTS consiste no processo de determinar a adequabilidade de produtos COTS, a serem utilizados num novo contexto, e seleccionar o melhor [Kunda 2001]. Este processo envolve muitos desafios, entre os quais a sua elevada complexidade [Ruhe 2003a]. Na última década e meia foram criadas várias abordagens para a selecção de COTS (e.g. [Kontio 1996, Maiden & Ncube 1998, Maiden & Kim 2002, Burgues *et al.* 2002]). Em todas elas, o ponto essencial é a comparação entre os requisitos dos utilizadores, os quais conduzem o processo de selecção, juntamente com as características e funcionalidades dos COTS avaliados. No entanto, abordagens diferentes têm níveis de eficiência diferentes e a sua utilização pode apenas fazer sentido em determinados contextos [Mohamed *et al.* 2007a].

De seguida, serão descritas as vantagens e desvantagens da escolha de COTS em detrimento do desenvolvimento do *software*. Será ainda abordada a selecção de COTS no contexto da tomada de decisão multicritério (TDMC), explicados os seus métodos mais comuns, descritas as actuais abordagens de selecção, discutidas as contribuições de cada uma delas, efectuada a comparação entre as mesmas, demonstradas as suas vantagens e desvantagens e explicadas quais as principais actividades do processo.

2.3.1. Vantagens e desvantagens de escolher um COTS

Boehm & Abts [1999] apontam várias vantagens e desvantagens da escolha de COTS em detrimento do tradicional desenvolvimento de *software* (Tabela 1).

Tabela 1 – Vantagens e desvantagens dos COTS em relação ao desenvolvimento de *software*

Vantagens	Desvantagens
Disponível de imediato	Cobrança de licenças
Retorno mais rápido	Custos de manutenção recorrentes
Evita um desenvolvimento dispendioso	Confiabilidade, geralmente, inadequada ou desconhecida
Evita uma manutenção dispendiosa	Funcionalidades demasiado ricas comprometem a usabilidade e performance
Preços de licenças e performance previsível e confirmável antecipadamente	Limitações na funcionalidade e eficiência
Rico em funcionalidades	Inexistência de controlo sobre <i>upgrades</i> e manutenção

Vantagens	Desvantagens
Globalmente utilizado	Dependência no fornecedor
Utiliza tecnologias maduras	A integração nem sempre é trivial, podendo provocar incompatibilidades entre fornecedores
Necessidades das organizações muitas das vezes antecipadas pelos <i>upgrades</i> frequentes	Sincronizar <i>upgrades</i> de múltiplos fornecedores
Serviço de apoio dedicado	
Independência entre <i>hardware</i> e <i>software</i>	
Acompanha as tendências da tecnologia	

2.3.2. Selecção de COTS no contexto da tomada de decisão multicritério

Normalmente, um problema de decisão ocorre quando um ou mais decisores tem uma lista de alternativas em mãos e necessita de determinar qual poderá responder às suas necessidades ou atingir o seu objectivo final de forma ideal [Roy 1996, Figueira *et al.* 2005]. Existem dois tipos de problemas de decisão [Roy 1996, Figueira *et al.* 2005, Løken 2007]:

- **Critério único** – é considerado como a derivação de um problema de decisão de um único ponto de vista;
- **Multicritério** – é considerado como a derivação de um problema de decisão a partir de múltiplos pontos de vista.

Os pontos de vista são conhecidos como uma lista de critérios de decisão ou factores de decisão. Em situações reais, o critério único é insuficiente para suportar uma tomada de decisão e como tal o multicritério é dominante nessa mesma [Løken 2007].

Os problemas de decisão podem ainda ser caracterizados no intervalo entre problemas estruturados a não-estruturados [Simon 1977]. Problemas estruturados são problemas que podem ser descritos de uma forma completa e resolvidos com um alto grau de certeza, por exemplo, com recurso a um computador. Problemas não-estruturados são o contrário dos estruturados e não podem ser descritos de forma completa e resolvidos com um alto grau de certeza podendo, neste caso, ser resolvido por especialistas humanos. Problemas semi-estruturados estão situados a meio destes dois extremos.

Carney & Wallnau [1998] consideram a avaliação e selecção de produtos COTS como uma forma de tomada de decisão. Ruhe [2003a] é da mesma opinião e enfatiza a importância das decisões de selecção, devido ao grande impacto que tais decisões têm nos processos subsequentes do desenvolvimento e evolução do sistema.

A tomada de decisão no processo de selecção é um problema de TDMC [Ncube & Dean 2002]. As suas actividades básicas incluem [Triantaphyllou *et al.* 1998]:

- Definir um conjunto de critérios que o produto seleccionado deve reunir;
- Atribuir um peso a cada critério, o qual representa a sua importância para o sucesso do sistema em desenvolvimento;
- Avaliar a adequabilidade de cada produto com base nos critérios que representam os requisitos dos utilizadores;
- Classificar os produtos consoante quão bem se encaixam nos critérios.

Este processo utiliza o julgamento dos avaliadores, o que faz com que possa ser influenciado pelas suas crenças. A Figura 3 retrata o *Analytic Hierarchy Process* (AHP) [Saaty 1990a], um método utilizado para a selecção de COTS. O primeiro nível mostra o objectivo do processo de tomada de decisão, que é o de seleccionar o produto COTS mais adequado. O segundo nível inclui os critérios de avaliação, tais como o custo, a funcionalidade, a performance e a facilidade de utilização. O terceiro nível inclui os produtos a serem avaliados com base nos critérios definidos.

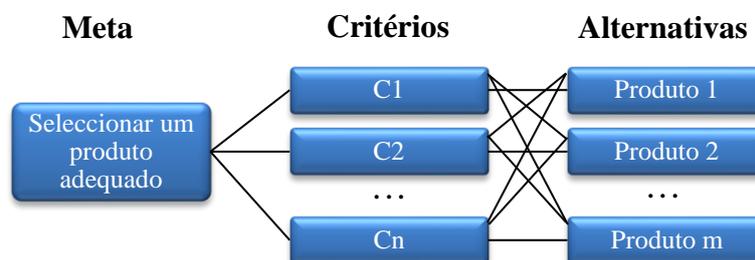


Figura 3 – Visão geral do processo de tomada de decisão utilizando o AHP

2.3.3. Os métodos de tomada de decisão multicritério mais comuns na selecção de COTS

Existem vários métodos de TDMC. Salomon & Montevechi [2001] realizaram uma análise comparativa entre alguns dos métodos mais comuns, a qual englobava:

- ELECTRE (*Elimination and Choice Translating Reality*) [Roy 1968];
- TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*) [Hwang & Yoon 1981];
- AHP (*Analytic Hierarchy Process*) [Saaty 1990a];
- MACBETH (*Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique*) [Bana e Costa & Vansnick 1994];

- ANP (*Analytic Network Process*) [Saaty 1996].

A conclusão a que chegaram revela que todos os métodos estudados têm vantagens e desvantagens e que a sua escolha depende maioritariamente do contexto de aplicação [Salomon & Montevechi 2001].

Um estudo feito por Salomon & Shimizu [2006] demonstra que o AHP e o MACBETH são os dois métodos de TDMC mais utilizados na resolução de problemas práticos. No entanto, no que diz respeito à selecção de COTS, cada alternativa deve ser classificada de acordo com adequação aos requisitos dos utilizadores e para este propósito os métodos mais utilizados nas várias abordagens de selecção de COTS existentes são o AHP e o WSM (*Weighted Score Method*) [Mohamed 2007, Ibrahim *et al.* 2011].

2.3.3.1. *Weighted Score Method (WSM)*

O WSM [Saaty 1990a] calcula a adequabilidade global de cada produto (i.e. pontuação global) com base nos critérios de avaliação através da seguinte fórmula:

$$\text{Pontuação global}_i = \sum_{j=1}^n (\text{peso}_j * \text{pontuação}_{ij}) \quad \text{para } i=1, 2, \dots, m \quad (1)$$

Onde j representa os critérios e i os produtos.

Os pesos são atribuídos pelos *stakeholders* e a pontuação da adequabilidade do produto representa a sua conformidade com um critério específico.

É dado um exemplo na Tabela 2, onde os pesos são representados numa escala de 9 pontos:

- 1 indica um critério que não é importante;
- 9 indica um critério que é extremamente importante;
- Qualquer valor entre 1 e 9 indica níveis intermédios de importância.

De seguida, as pontuações são estimadas e são atribuídos valores de 0 a 1, em que 1 indica a total satisfação do critério pelo produto e 0 indica a não satisfação.

A pontuação global é calculada utilizando a Fórmula 1. Neste método, as pontuações globais representam a classificação final das alternativas, mas as diferenças entre as pontuações não indicam a superioridade relativa das alternativas.

Tabela 2 – Exemplo do *Weighted Score Method*

Critérios de avaliação		Alternativas		
Critério	Peso	Produto 1	Produto 2	Produto 3
Funcionalidade 1	9	1	0.3	1
Funcionalidade 2	2	0.5	0.5	1
Funcionalidade 3	5	0.8	0.9	0.8
Funcionalidade 4	8	1	0.2	1
Pontuação total		22	9.8	23

O WSM apresenta várias limitações [Kontio 1995, Ncube & Dean 2002]:

- Os resultados são representados por número reais, o que poderá ser erradamente interpretado como diferenças reais entre as alternativas;
- Dificuldade em estimar os pesos quando existe um grande número de critérios devido à complexidade de endereçar as dependências entre os critérios;
- Consolidar os resultados de avaliação numa pontuação única é por vezes enganador, pois uma pontuação alta num atributo irá esconder uma baixa noutra.

2.3.3.2. *Analytic Hierarchy Process (AHP)*

O AHP [Saaty 1990a] é um dos métodos de TDMC mais popular e globalmente utilizado que ajuda o decisor a enfrentar problemas complexos com critérios subjectivos e conflituosos. Vários artigos compilam histórias de sucesso da utilização do AHP nas mais diferentes áreas [Zahedi 1986, Golden *et al.* 1989, Shim 1989, Vargas 1990, Saaty & Forman 1992, Forman & Gass 2001, Vaidya & Kumar 2006, Ho 2008, Liberatore & Nydick 2008].

O primeiro passo deste método consiste em organizar os critérios de avaliação de forma hierárquica, desde o requisito global, passando pelos critérios, subcritérios e terminando nos produtos candidatos (Figura 3).

A importância relativa dos critérios é obtida comparando-os em pares em cada nível da hierarquia para o mesmo critério hierarquicamente superior. Saaty [1990a] introduziu uma escala de importância de 9 pontos (Tabela 3) que pode ser utilizada nas comparações.

Tabela 3 – A escala fundamental de Saaty [1990a]

Nível de importância	Definição	Explicação
1	Importância igual	As duas actividades contribuem igualmente para o objectivo
3	Importância moderada	A experiência e o julgamento favorecem ligeiramente uma actividade em relação à outra
5	Importância forte	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma actividade em relação à outra
7	Importância muito forte	Uma actividade é muito favorecida em relação a outra O seu domínio é demonstrado na prática
9	Importância extrema	A evidência de favorecer uma actividade em relação a outra é da maior ordem de formação possível
2, 4, 6, 8	Valores de compromisso entre os acima definidos	Por vezes é necessário interpolar um julgamento numérico de compromisso, pois não existe uma boa palavra para descreve-lo
Recíprocos	Se uma actividade i tem atribuído um dos níveis acima descritos quando comparada com a actividade j , então o valor atribuído a j quando comparada com i é recíproco	

Um pressuposto básico deste método é o de que se um critério A é extremamente mais importante que outro critério B e é classificado com 9, então B é extremamente menos importante que A e é classificado com $\frac{1}{9}$ (recíproco). No entanto, estes tipos de julgamentos podem ser inconsistentes. Por exemplo, a avaliação de um decisor não é consistente se ele disser que $A > B$, $B > C$ e $A < C$, porque, neste caso, A devia ser mais importante que C . A redundância tem origem em múltiplas comparações de um elemento com outros e, como tal, leva a inconsistências numéricas.

Saaty [1990b] considera que a inconsistência na medição apenas pode ser considerada como um erro tolerável quando é de uma magnitude de ordem menor (10%) que a própria medição. Assim, uma razão de consistência (RC) menor ou igual a 10% é uma evidência positiva para um julgamento informal. O cálculo do RC é explicado em detalhe por Saaty [1990b].

O passo seguinte é converter os resultados das comparações em rankings normalizados, utilizando uma técnica *eigenvector* na matriz de comparação [Saaty 1990a]. Os rankings normalizados representam os pesos dos critérios comparados. Na mesma lógica, as pontuações totais de diferentes produtos podem ser estimadas através da comparação em pares destes produtos com cada critério.

A Figura 4 apresenta um fluxograma do funcionamento geral do AHP [Schmidt 1995].

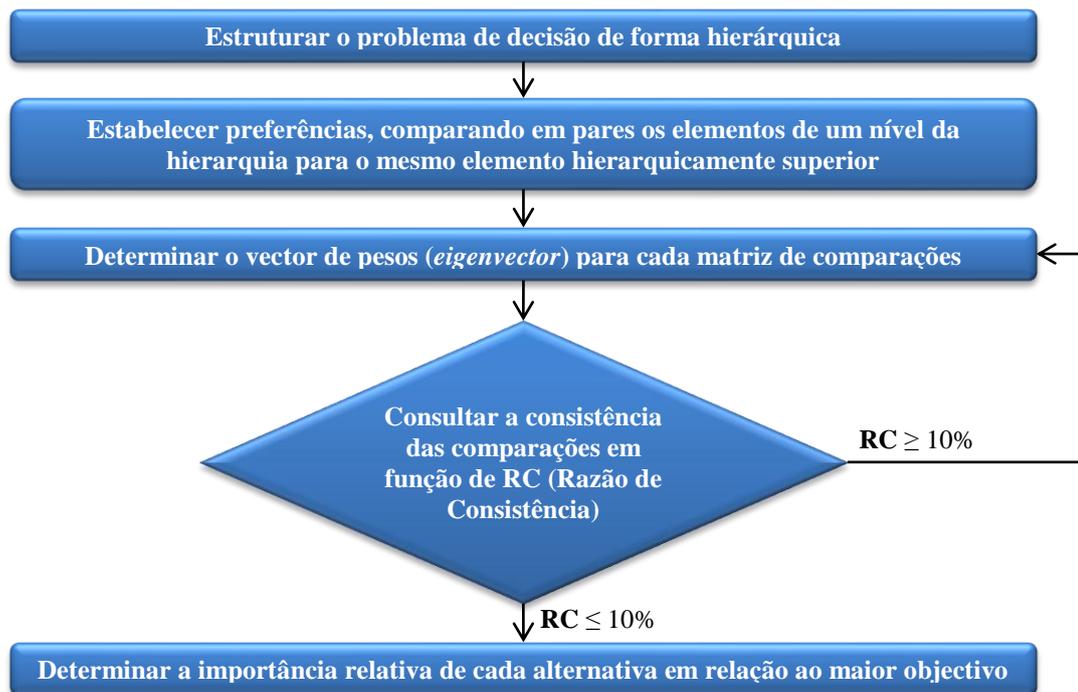


Figura 4 – Fluxograma geral do AHP [Schmidt 1995]

Alguns investigadores do AHP [Kontio 1995, Karlsson *et al.* 1998, Ncube & Dean 2002, Durán & Aguilo 2008] argumentam que comparar os critérios ou produtos em pares leva a resultados mais fiáveis. Primeiro, porque a matriz de decisão inclui muita redundância o que aumenta a consistência e reduz possíveis erros de julgamento. Segundo, porque a comparação em pares é mais precisa e fácil de executar, quando comparada com a atribuição de um valor absoluto a cada critério ou produto num grande conjunto de critérios ou produtos.

A Figura 5 mostra um exemplo da aplicação do AHP para calcular os pesos de um nível da hierarquia para o mesmo superior hierárquico. É executada uma comparação em pares entre os critérios e os resultados são representados utilizando a escala descrita anteriormente na Tabela 3. Por exemplo, o critério C1 na Figura 5 é extremamente mais importante que o C2, enquanto que C3 é extremamente mais importante que C1. O ranking normalizado resultante (i.e. peso) de cada critério é apresentado na parte direita da Figura 5. Os cálculos matemáticos

necessários pelo AHP são complexos e existem algumas ferramentas que podem ser utilizadas para os executar, tais como o ExpertChoice [EXPERTCHOICE].

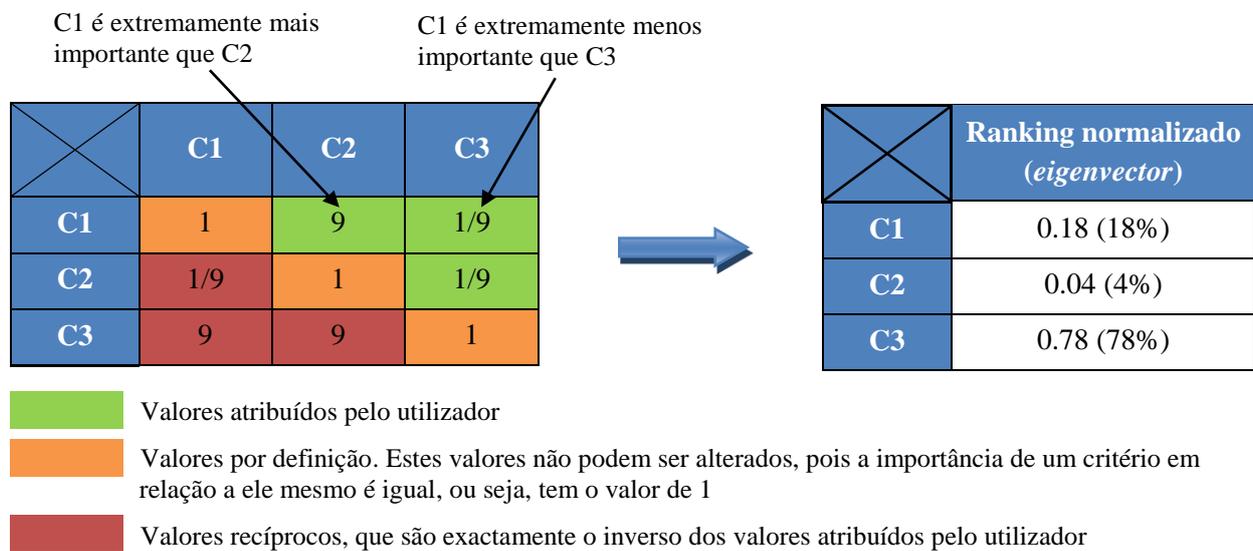


Figura 5 – Exemplo do AHP

Este método apresenta duas limitações chave [Kontio 1995, Ncube & Dean 2002]:

- Assume que os critérios são independentes, o que, em situações reais, é raro;
- Para um número grande de critérios envolve muitas comparações em pares, o que requer muito esforço e tempo. Miller [1956] defende que o cérebro humano apenas tem capacidade para executar nove comparações em simultâneo.

Para comprovar a última limitação foi construída a Tabela 4 que representa, até 20 critérios, o número de comparações necessárias para aplicar o AHP. É importante lembrar que as comparações são feitas entre critérios do mesmo nível hierárquico e que partilhem do mesmo critério pai, isto é, hierarquicamente superior. De notar que o cálculo no número de comparações necessárias está apenas a entrar em linha de conta com as comparações efectivas que se tem que fazer, ou seja, ficam de fora das contas as comparações entre os mesmos elementos e as recíprocas, pois os seus valores podem ser calculados automaticamente.

Tabela 4 – Escalabilidade do número de comparações necessárias com base no número de critérios

Nº critérios	Nº comparações	Nº critérios	Nº comparações
1	0	11	55
2	1	12	66
3	3	13	78

Nº critérios	Nº comparações	Nº critérios	Nº comparações
4	6	14	91
5	10	15	105
6	15	16	120
7	21	17	136
8	28	18	153
9	36	19	171
10	45	20	190

2.3.3.3. *Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique (MACBETH)*

O MACBETH é um método de apoio à decisão multicritério desenvolvido por Bana e Costa & Vansnick [1994]. Ele permite representar numericamente os julgamentos dos decisores sobre a atractividade global das acções, unindo a representação numérica da informação com os critérios, dentro de um modelo de avaliação global [Bana e Costa & Vansnick 1997].

O MACBETH é considerado um método interactivo que auxilia a construção de medidas cardinais de julgamentos sobre o grau de atractividade para o qual os elementos de um conjunto finito de potenciais acções A possui critérios P [Bana e Costa & Vansnick 1997]. O MACBETH é especialmente útil na fase de avaliação de um processo de apoio à decisão, para auxiliar a construção de uma função de critério cardinal para cada ponto de vista e para determinar os parâmetros comuns entre critérios num dado procedimento de agregação multicritério [Schmidt 1995].

O MACBETH, tal como o AHP e outros métodos de apoio à decisão multicritério, compreende duas importantes fases [Bana e Costa & Vansnick 1997]: estruturação e avaliação. Estas duas fases estão interligadas e colaboram em conjunto para atingir a melhor solução.

A fase de estruturação consiste em [Schmidt 1995]:

- **Identificação dos critérios de rejeição e dos pontos de vista fundamentais (PVF's)** relevantes e que podem ser definidos como critérios de representação dos valores dos decisores;
- **Definição do indicador ou sistemas de indicadores** que permitirão operacionalizar cada PVF através da construção de uma descrição dos níveis de impacto plausíveis das alternativas segundo esse PVF;

- **Construção de uma matriz de preferência** de cada PVF para avaliar a importância relativa dos níveis;
- **Ordenação dos PVF's**, segundo o juízo de valores dos decisores;
- **Construção de uma matriz de juízo de valores dos PVF's** para identificar a importância relativa dos PVF's.

A Fase de avaliação consiste em [Schmidt 1995]:

- **Identificar o impacto das alternativas** em cada PVF;
- **Calcular o valor global** de cada alternativa segundo o modelo de juízo de preferência construído na fase de estruturação;
- **Hierarquizar as alternativas** segundo seu valor global e **analisar a sensibilidade** de cada valor segundo os juízos de valores estabelecidos.

A componente técnica do MACBETH é composta por uma cadeia de quatro programas lineares (Mc1 a Mc4), formulados inicialmente por Bana e Costa & Vansnick [1994]. A Figura 6 oferece uma visão global do processo cíclico do MACBETH, o qual começa por questionar D sobre qual a sua preferência entre duas acções a e b (julgamento comparativo) e caso a seja classificado como mais atractivo que b (notação aPb) é pedido a D que faça um julgamento verbal absoluto sobre a diferença da atractividade entre a e b , através da escolha de uma de seis categorias semânticas [Bana e Costa & Vansnick 1997]:

- (C₁) Diferença de atractividade muito fraca;
- (C₂) Diferença de atractividade fraca;
- (C₃) Diferença de atractividade moderada;
- (C₄) Diferença de atractividade forte;
- (C₅) Diferença de atractividade muito forte;
- (C₆) Diferença de atractividade extrema.

Segundo Bana e Costa & Vansnick [1997], o facilitador preenche, durante este processo, uma matriz com os julgamentos categóricos de D , analisa se é compatível com uma classificação das acções por ordem de atractividade e discute com D até à condição de consistência semântica ser satisfeita:

$\forall a, b, c \in A$ com aPb e bPc e $\forall k, k' \in \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$, se $(a, b) \in C_k$ e $(b, c) \in C_{k'}$, então $(a, c) \in C_{k''}$ com $k'' \geq \max\{k, k'\}$.

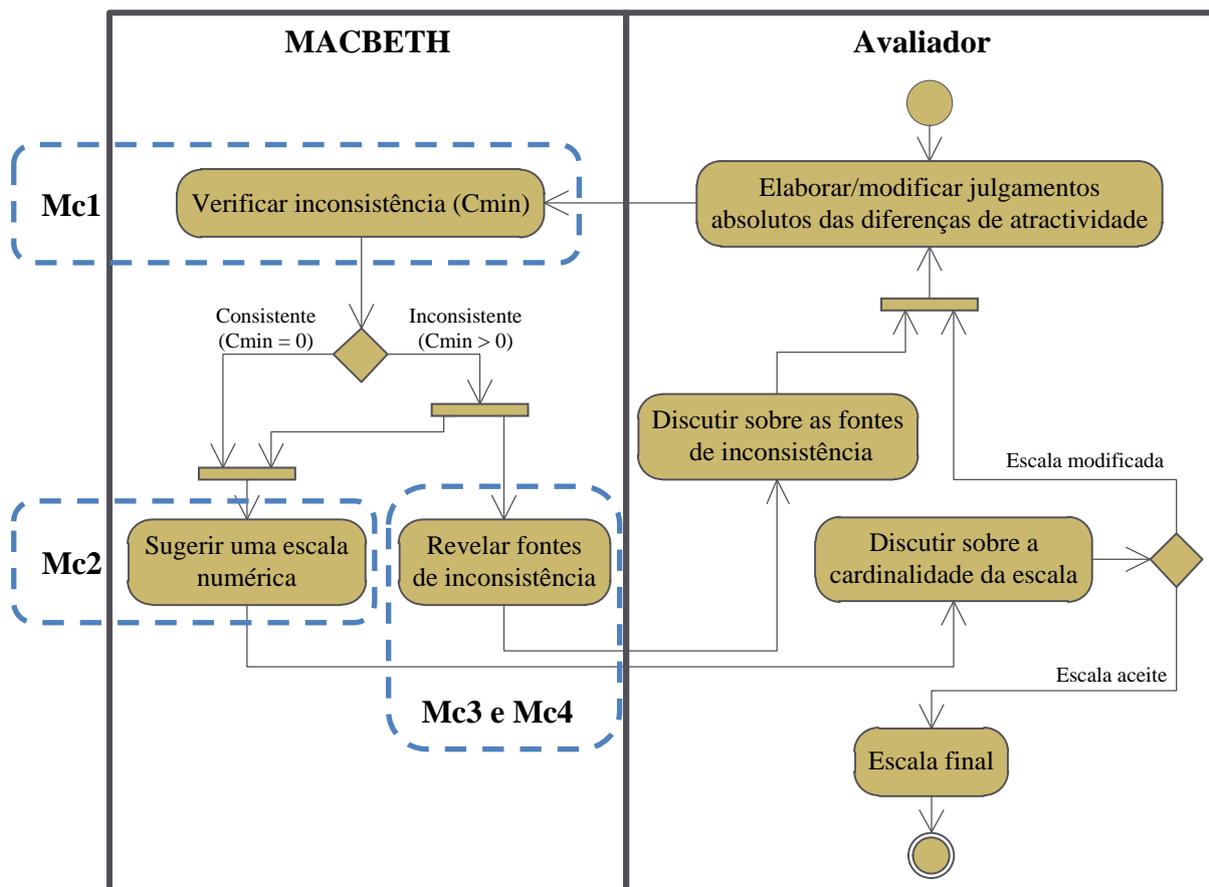


Figura 6 – Esquema interactivo do MACBETH

2.3.4. Abordagens actuais de avaliação e selecção de COTS

Este capítulo apresenta um sumário das abordagens de avaliação e selecção de COTS mais actuais. Em primeiro lugar é apresentado o Método Genérico de Selecção de COTS, que descreve uma *framework* que maior parte as abordagens de selecção actuais segue. Depois são explicadas algumas das estratégias chave utilizadas nas abordagens de selecção. É ainda explicado como é que cada abordagem contribuiu para a melhoria das práticas correntes da selecção de COTS e, por fim, são comparadas as actuais abordagens de selecção de COTS.

2.3.4.1. Método genérico de selecção de COTS (MGSC)

Embora não exista um método comumente aceite para selecção de COTS [Ruhe 2003a], todos eles partilham algumas etapas chave que podem ser iterativas e sobrepor-se entre si. Estes passos formulam aquilo a que Mohamed *et al.* [2007a] refere como o Método Genérico de Selecção de COTS (MGSC) que é descrito da seguinte forma (Figura 7):

- **1º Passo:** Definir os critérios de avaliação baseando-se nos requisitos e restrições dos *stakeholders*;
- **2º Passo:** Pesquisar produtos COTS;

- **3º Passo:** Filtrar os resultados da pesquisa baseando-se num conjunto de requisitos técnicos obrigatórios. Isto resulta na definição de uma lista dos candidatos mais promissores que irão ser avaliados em detalhe;
- **4º Passo:** Avaliar os candidatos da lista;
- **5º Passo:** Analisar os dados da avaliação e seleccionar o produto que apresenta a melhor adequabilidade com os critérios. Normalmente, são utilizadas técnicas de tomada de decisão para fazer a selecção, tais como o AHP ou o WSM [Saaty 1990a].

Depois do **5º Passo**, o produto seleccionado é, normalmente, customizado de acordo com as necessidades de forma a reduzir os desfasamentos que tem para com os requisitos. Um produto COTS pode ser customizado de diferentes formas, como por exemplo usando *add-ons* ou ajustando parâmetros.



Figura 7 – Método Genérico de Selecção de COTS

2.3.4.2. Avaliação de COTS

A avaliação é a actividade nuclear do processo de selecção, pois é onde é definida a adequabilidade de cada produto. Ela fornece a informação necessária para o decisor seleccionar o melhor produto de um conjunto de alternativas [Carney 1998a, Carney 1998b].

Os COTS são avaliados com base num conjunto de critérios que representam os requisitos, metas e restrições do sistema. Kontio *et al.* [1996] sugerem definir hierarquicamente os critérios de avaliação, onde um conjunto de requisitos de alto nível são gradualmente refinados com base em factores como arquitectura da aplicação e características dos produtos. Maiden & Ncube [1998] partilham da opinião de Kontio *et al.* [1996] e sugerem que, a definição dos critérios de avaliação e a avaliação dos COTS existentes sejam feitas ao mesmo tempo.

A literatura técnica inclui esforços para explicar, baseando-se em modelos de qualidade, como definir os critérios de avaliação. Por exemplo, Franch & Carvalho [2003] e Carvallo *et al.*

[2004] propõem um método, constituído por seis passos, para construir um modelo de qualidade estruturado para o propósito da avaliação de COTS. Eles baseiam-se no modelo de qualidade ISO/IEC 9126-1 [2001] e explicam as actividades necessárias para definir um conjunto de métricas que podem ser utilizadas durante a avaliação.

Geralmente existem três estratégias que podem ser aplicadas para avaliar produtos COTS [Oberndorf *et al.* 1997, Kunda & Brooks 2000]:

- **Identificação do Requisito Chave**, que começa por identificar um requisito chave (e.g. tipo de tecnologia) e procurar produtos que satisfaçam este requisito. Isto permite uma eliminação rápida de um largo número de produtos que, desde logo, não satisfaçam o requisito chave.
- **Filtragem Progressiva**, que começa com um largo número de COTS e depois define, progressivamente, critérios discriminativos ao longo de sucessivas iterações de ciclos de avaliação do produto, onde, em cada ciclo, são eliminados os produtos que menos se adequem. Esta estratégia requer executar iterativamente os passos 1 a 4 do MGSC até um pequeno número de COTS mais promissores ser identificado, dos quais um ou mais podem ser seleccionados.
- **Montagem do Puzzle**, que assume que um sistema baseado em COTS requer a junção de vários componentes como peças de um puzzle. Isto implica que um produto que se adequa isoladamente pode não ser aceitável quando combinado com outros produtos. Assim sendo, esta estratégia sugere considerar os requisitos de cada produto e, simultaneamente ter em conta os requisitos de outros produtos do puzzle.

Pode ser utilizada mais que uma estratégia no mesmo projecto [Oberndorf *et al.*, 1997]. Por exemplo, um desenvolvedor pode usar a Identificação do Requisito Chave primeiro e depois mais tarde a Filtragem Progressiva.

2.3.4.3. A evolução das práticas de selecção de COTS

A Tabela 5 demonstra as melhorias feitas ao processo de selecção de COTS na última década e meia. Uma das primeiras propostas foi feita por Kontio [1995] que propôs a abordagem OTSO (*Off-The-Shelf Option*) para a selecção de COTS em 1995. OTSO é considerado como um marco importante na evolução das práticas de selecção de COTS pois serviu de base para outras abordagens. O OTSO definiu a estrutura básica para o processo de selecção de COTS que é muito similar com o MGSC descrito no capítulo 2.3.4.1.

Tabela 5 – Evolução das práticas de selecção de COTS

Ano	Marco histórico
1995	OTSO: a estrutura básica do Processo de Selecção de COTS (PSC)
1996	Aprofundamento do OTSO
1997	Formalização do PSC Arquitectura de componentes genéricos Seleccção múltipla de COTS
1998	Processo de engenharia de requisitos do PSC
1999	Introdução do factor de confiança Estudo do efeito dos factores sociais
2000	Flexibilização do processo de selecção
2001	Aprofundamento do refinamento do processo de engenharia de requisitos
2002	Uso de capturas de ecrã e casos de uso para os requisitos Seleccção múltipla de COTS
2003	Avaliação de risco Uso da teoria difusa e técnicas de optimização
2004	Uso de modelos de qualidade durante a avaliação
2005/2006/2007	Tratamento sistemático das inadequações entre os atributos e requisitos do COTS
2011	Tratamento de incertezas relacionadas com a informação de COTS e fornecedores

Em 1996, Kontio publicou vários trabalhos para a elaboração do OTSO [Kontio 1995, Kontio & Tesoriero 1995, Kontio 1996, Kontio *et al.* 1996], nos quais o processo de definir os critérios de avaliação é descrito em detalhe.

Em 1997 foram propostas várias abordagens:

- A abordagem IusWare (*IUStitia softWARis*) [Morisio & Tsoukis 1997] tentou formalizar o processo de selecção e endereçar requisitos de qualidade durante o processo de avaliação;
- A abordagem PRISM (*Portable, Reusable, Integrated, Software Modules*) [Lichota *et al.* 1997] propôs uma arquitectura de componentes genéricos que pode ser utilizada durante o processo de avaliação;
- A abordagem CISD (*COTS-based Integrated Systems Development*) [Tran & Liu 1997] propôs um modelo que pode ser utilizado para seleccionar múltiplos produtos COTS homogéneos.

Em 1998 é atingido outro marco importante com a abordagem PORE (*Procurement-Oriented Requirements Engineering*) [Maiden & Ncube 1998, Ncube & Maiden 1999a, Ncube & Maiden 1999b]. A relevância do PORE é a de que propõe um processo de engenharia de requisitos para o desenvolvimento baseado em COTS. O PORE sugere que os requisitos sejam elencados e analisados ao mesmo tempo que decorre a avaliação dos COTS.

Em 1999, foram propostas as seguintes abordagens:

- A abordagem CEP (*Comparative Evaluation Process*) [Phillips & Polen 2002] introduziu a utilização do factor de confiança (FC). Quanto mais fiável a fonte de dados, mais alto o FC atribuído à fonte. Qualquer estimativa deve ser ajustada com base no valor do FC da fonte.
- A abordagem STACE (*Social-Technical Approach to COTS Evaluation*) [Kunda & Brooks 1999, Kunda & Brooks 2000, Kunda 2001] destaca a importância de problemas não técnicos (e.g. características sociais, humanas e organizacionais) durante o processo de avaliação.
- A abordagem CRE (*COTS-based Requirements Engineering*) [Alves & Castro 2001] realçou a importância de requisitos não funcionais (RNF) como critérios decisivos quando comparando alternativas COTS. Para modelar os requisitos não funcionais o CRE utiliza a *framework* de RNF [Chung *et al.* 1999].

Em 2000, Ochs *et al.* [2000] propôs um processo de aquisição de COTS (CAP) o qual destaca que o processo de avaliação (incluindo os próprios critérios de avaliação) deve ser desenhado com base no esforço disponível para o projecto. Esta abordagem baseia-se no conhecimento de especialistas para desenhar o processo.

Em 2001, Chung *et al.* [Chung & Cooper 2001, Chung & Cooper 2002, Chung & Cooper 2004a, Chung & Cooper 2004b] iniciaram um projecto para construir a abordagem CARE (*COTS-Aware Requirements Engineering*). Esta abordagem utiliza um conjunto flexível de requisitos com base em diferentes pontos de vista de *stakeholders*. Para isto, a CARE propõe um método para definir *stakeholders* relevantes e também requisitos do sistema.

Em 2002, foi proposto outro conjunto de abordagens:

- A abordagem PECA (*Plan, Establish, Collect, and Analyze*) [Comella-Dorda *et al.* 2002, Comella-Dorda *et al.* 2004] descreve um processo de selecção de COTS detalhado e propõe linhas orientadoras que os especialistas técnicos podem utilizar para desenhar o processo.

- A abordagem BAREMO (*Balanced Reuse Model*) [Lozano-Tello & Gomez-Pérez 2002] explica em detalhe como é que uma decisão pode ser tomada com base no método de TDMC AHP.
- A abordagem Storyboard [Gregor *et al.* 2002] sugere a incorporação de casos de uso e capturas de ecrã durante a fase de engenharia de requisitos para ajudar os clientes a perceber os seus requisitos e assim adquirir produtos COTS mais adequados às suas necessidades.
- A abordagem CS (*Combined-Selection*) [Burgues *et al.* 2002] tenta seleccionar múltiplos COTS que são avaliados, primeiro numa escala local para avaliar cada um de forma isolada, e depois numa escala global para seleccionar a melhor combinação de COTS.

Em 2003 mais duas abordagens foram propostas:

- O modelo em espiral WinWin [Boehm *et al.* 2003a, Boehm *et al.* 2003b] que é uma abordagem direccionada ao risco, sugerindo a identificação, análise e resolução de riscos num processo de avaliação iterativo.
- A abordagem proposta por Erol & Ferrel-Jr. [2003] sugere a utilização de uma teoria vaga para quantificar dados qualitativos e de técnicas de optimização para determinar soluções óptimas ou quase óptimas.

Em 2004, o sistema DesCOTS (*Description, Evaluation and Selection of COTS components*) foi apresentado com base no trabalho feito por Grau *et al.* [2004]. Este sistema integra várias ferramentas para a definição dos critérios de avaliação através de modelos de qualidade tais como a ISO/IEC 9126-1 [2001].

Em 2005 começou a ser desenhada a MiHOS (*Mismatch-Handling aware COTS Selection*), proposta por Mohamed *et al.* [2007b]. A abordagem MiHOS utiliza o MGSC na sua componente de selecção e introduz um processo para tratar inadequações entre os produtos e os requisitos dos COTS. Utiliza ainda técnicas como a programação linear para identificar soluções quase óptimas.

Em 2011 foi proposta a abordagem UnHOS (*Uncertainty Handling in COTS Selection*) [Ibrahim *et al.* 2011] que tem o propósito avaliar candidatos COTS e seleccionar o que melhor se adequa às necessidades dos *stakeholders* representando explicitamente as incertezas relacionadas com a informação sobre os COTS candidatos. A abordagem utiliza a técnica de TDMC AHP para classificar os COTS e Redes Bayesianas para representa a incerteza.

2.3.4.4. Comparação das abordagens de selecção de COTS

O Anexo B descreve em detalhe as dezanove abordagens mencionadas no capítulo anterior. A Tabela 6 compara as abordagens segundo os seguintes critérios:

- CMGSC: Conformidade com o Método Genérico de Selecção de COTS;
- AVAL: Estratégia de avaliação utilizada;
- UNIC: Adequabilidade para selecção única de COTS;
- MULT: Adequabilidade para selecção múltipla de COTS (selecção de um grupo de COTS);
- INAD: Habilidade para endereçar as inadequações do COTS de um modo sistemático durante e depois do processo de selecção;
- ADAPT: Capacidade de adaptar o processo com base nos conhecimentos dos especialistas. Satisfazer este critério não implica, necessariamente, a existência de técnicas de desenho sistemáticas;
- FS: Disponibilidade de ferramenta de suporte para facilitar a aplicação da abordagem.

Tabela 6 – Comparação das abordagens de selecção de COTS

Abordagem			Factores de comparação						
ID*	Nome	Ano	CMGSC	AVAL	UNIC	MULT	INAD	ADAPT	FS
B.1	OTSO	1995/1996	✓	FP	✓	✗	✗	✗	✗
B.2	IusWare	1997	✓	Qualquer uma	✓	✗	✗	✗	✗
B.3	PRISM	1997	✓	FP	✓	✗	✗	✗	✗
B.4	CISD	1997	✓	FP/MP	✓	~	✗	✗	✗
B.5	PORE	1998	✓	FP	✓	✗	~	✗	✓
B.6	CEP	1999	✓	FP	✓	✗	✗	✗	✗
B.7	STACE	1999	✓	FP/RC	✓	✗	~	✗	✗
B.8	CRE	1999	✓	FP	✓	✗	~	✗	✗
B.9	CAP	2000	✓	FP	✓	✗	✗	✓	✗
B.10	CARE	2001	✓	FP	✓	✗	~	✗	✓
B.11	PECA	2002	✓	Qualquer uma	✓	✗	~	✓	✗
B.12	BAREMO	2002	Passo 5	-	✓	✗	✗	✗	✓
B.13	Storyboard	2002	✗	FP/RC	~	✓	~	✗	✗
B.14	CS	2002	✓**	-	~	✓	~	✗	✗

Abordagem			Factores de comparação						
ID*	Nome	Ano	CMGSC	AVAL	UNIC	MULT	INAD	ADAPT	FS
B.15	WinWin	2003	✓	FP	✓	~	~	✗	✗
B.16	Erol's	2003	✓	-	✓	✗	✗	✗	✗
B.17	DesCOTS	2004	✓	FP	✓	✗	✗	✗	✓
B.18	MiHOS	2005	✓	FP/RC	✓	✗	✓	✗	✓
B.19	UnHOS	2011	✓	FP/RC	✓	✗	~	✗	✓
FP: Filtragem Progressiva			✓ Satisfaz o critério totalmente						
RC: Requisito Chave			✗ Não satisfaz o critério						
MP: Montagem do Puzzle			~ Satisfaz o critério de forma parcial, informal ou implícita						

*Identificação das abordagens tal como estão organizadas no Anexo B

**CS prevê orientações para a selecção de um conjunto de produtos COTS colaborativos. Sugere assim a utilização de outra abordagem (e.g. OTSO) para a selecção individual de COTS

2.3.5. Problemáticas das abordagens existentes

Neste tópico, são listadas algumas das problemáticas em aberto, levantadas por Mohamed *et al.* [2007a], que não foram suficientemente tidas em conta pelos critérios de selecção de COTS existentes.

Firesmith [2005] expôs uma mensagem dos profissionais de *software* dirigida aos investigadores, na qual estes afirmam necessitar de melhores conselhos sobre como e quando utilizar as metodologias. Assim sendo a primeira problemática é:

P1: Ajudar na selecção de métodos adequados e eficazes para cada contexto específico.

Embora a maioria das abordagens propostas fossem desenvolvidas para uso geral, não existe uma abordagem comumente aceite para a selecção de COTS [Ruhe 2003a]. Além disso, estas abordagens foram propostas sem uma explicação clara de como é que podem ser adaptadas a projectos e domínios diferentes. Isto leva a uma segunda problemática:

P2: Mostrar como as abordagens de selecção de COTS podem ser adaptadas para se adequarem em diferentes contextos.

Esta problemática é relevante para a tomada de decisão durante o processo de selecção. As abordagens actuais sugerem a utilização de técnicas de tomada de decisão tais como o WSM ou o AHP [Saaty 1990a]. No entanto, estas técnicas têm várias limitações, já descritas nos capítulos 2.3.3.1 e 2.3.3.2, respectivamente. Surge assim a terceira problemática:

P3: Utilizar técnicas de tomada de decisão mais informativas.

Usualmente as técnicas de tomada de decisão sugerem uma solução óptima aos decisores que a podem aceitar ou rejeitar. Isto limita o controlo e a participação dos decisores sobre processo de tomada de decisão. Uma alternativa é a utilização de técnicas de apoio à decisão. Apoio à decisão é um modo de ajudar os decisores em diferentes níveis de incerteza, complexidade e mudança de parâmetros dos problemas [Vigder *et al.* 1996]. O apoio à decisão sugere que, em vez de dar apenas uma solução óptima, devem ser fornecidas aos decisores várias soluções óptimas ou quase óptimas, das quais eles poderão aceitar uma ou executar de novo o processo depois de ajustar os seus parâmetros até obterem uma decisão razoável o que permite aos decisores um maior controlo e participação sobre o processo de tomada de decisão. Isto leva a uma quarta problemática:

P4: Utilizar técnicas de suporte à decisão para ajudar a tomar decisões mais eficientes.

Esta problemática está relacionada com o facto de haver *stakeholders* diferentes com visões diferentes. Actualmente, esta problemática é resolvida informalmente ou implicitamente. No entanto, é necessária uma componente de negociação mais robusta que permita que os COTS possam ser progressivamente seleccionados com base nos requisitos funcionais, requisitos não-funcionais, arquitectura, e que possam, ao mesmo tempo, ser resolvidos conflitos entre *stakeholders*. Daqui advém a quinta problemática:

P5: Disponibilizar uma componente de negociação para resolver conflitos entre *stakeholders*.

As problemáticas restantes estão relacionadas com o mercado de COTS e os respectivos fabricantes. As abordagens mais recentes assumem que a informação necessária para avaliar produtos COTS está disponível e é fiável. Existem, no entanto, abordagens (e.g. [Maiden & Ncube 1998]) que sugerem que a avaliação se deve basear, inicialmente, em documentação dos fabricantes. Depois, para os requisitos específicos, a avaliação deve passar pelas demonstrações dos fabricantes e por testes levados a cabo pelos utilizadores. No entanto, procurar e recolher informação pode consumir muito tempo. Isto leva a outra problemática:

P6: Desenhar repositórios de conhecimento e mostrar como é que podem ser utilizados para avaliar COTS.

Alguns fabricantes são mais fiáveis que outros e os seus documentos podem ser utilizados de forma mais ampla durante a avaliação, a fim de reduzir o esforço de avaliação relacionado com os testes dos utilizadores. Isto leva a uma última problemática:

P7: Desenvolver técnicas para avaliar a credibilidade dos fabricantes e ajustar os resultados da avaliação dos COTS (obtida pela documentação dos fabricantes) com base na estimativa da credibilidade.

2.3.5.1. *Uma perspectiva*

As sete problemáticas descritas no ponto anterior podem ser analisadas de modo a melhorar as práticas de selecção de COTS. Neste capítulo são demonstradas, segundo Mohamed *et al.* [2007a], possíveis direcções que podem ser seguidas para resolver estas problemáticas.

P1: Para apoiar a selecção de métodos apropriados para diferentes contextos Firesmith [2005] propôs um guia de alto nível. A ideia é definir uma taxonomia para métodos existentes, categorizar domínios do problema em termos do que necessitam e finalmente encontrar uma forma de mapear essas duas categorias entre si. Além disso, devem ser executados estudos experimentais para analisar a eficácia da grande variedade de abordagens.

P2: Mohamed *et al.* [2004a & 2005] desenvolveram uma *framework* para customizar o processo de selecção de COTS. A ideia principal é definir um conjunto de opções possíveis para cada actividade durante o processo e depois dar suporte para seleccionar a melhor opção com base em características do projecto tais como o esforço, criticidade, etc. Outra referência útil pode ser encontrada no trabalho de Jiang *et al.* [2004]. No entanto esta referência não é orientada a COTS, mas ilustra um método de flexibilização do processo.

P3: Os critérios de avaliação podem ser definidos hierarquicamente utilizando uma definição orientada a requisitos [Lamsweerde 2001]. Existem abordagens de selecção de COTS que já usam requisitos [Grau *et al.* 2004]. No entanto, ainda não é claro como estimar a satisfação de cada requisito. Para este efeito, as relações entre métricas devem ser quantificadas, em termos de como é que cada requisito contribui ou prejudica a satisfação dos outros. O trabalho feito por Kaiya *et al.* [2002] pode ser usado como referência para este propósito.

P4: Existem várias fontes que explicam o conceito de apoio à decisão [Ruhe *et al.* 2002, Ruhe 2003b, Ruhe & Ngo-The 2004] e Mohamed *et al.* [2007b] incorporam técnicas de apoio à decisão no processo de selecção de COTS.

P5: Os componentes de negociação são partes essenciais dos sistemas de apoio à decisão [Ruhe 2003a]. Técnicas de tomada de decisão em grupo [Hwang & Lin 1987, Herrera *et al.* 1996] e sistemas baseados em agentes [Wanyama & Far 2005] podem ser bastante úteis para melhorar este problema.

P6: O conceito de LSO (*Learning Software Organization*) [Ruhe 2003b] pode ser útil para ajudar a desenhar os repositórios de conhecimento necessários. Mohamed *et al.* [2004b] descreveu uma *framework* para avaliar COTS com o apoio de bases de conhecimento. Existem também repositórios *online* bastante úteis para certos domínios, como por exemplo [CMS-MATRIX]. No entanto, são necessários mais repositórios para cobrir o vasto leque de domínios de COTS existentes.

P7: O trabalho proposto pela abordagem CEP [Phillips & Polen 2002] demonstra como ajustar os resultados de avaliações com base na credibilidade das fontes de dados. No entanto, diferentes fabricantes deveriam ter factores de credibilidade diferentes, os quais podem ser estimados utilizando técnicas com a capacidade de lidar com informação qualitativa incerta, como por exemplo Redes Bayesianas [Jensen 1996].

2.4. Sistemas de apoio à decisão

Sistemas de apoio à decisão (SAD) são soluções tecnológicas que podem ser utilizadas para suportar a resolução de problemas e tomadas de decisão complexas [Shim *et al.* 2002]. Este tipo de sistemas possuem características tecnológicas, estruturais e de utilização específicas, que os distinguem de outros tipos de sistemas de informação e têm como objectivo principal apoiar processos de decisão que apresentam problemas de estruturação [Barbosa & Almeida 2002]. De acordo com Ruhe [2003c], os SAD são apropriados para um problema que tenha sido, em algum ponto, semi-estruturado ou não-estruturado. São ainda caracterizados por sugerirem um portefólio de soluções alternativas, a partir das quais o decisor pode escolher [Ruhe 2003c].

Os SAD estão a ganhar popularidade em diversas áreas, nomeadamente na empresarial, na militar e na saúde. O seu valor sobressai especialmente nas situações em que a quantidade de informação disponível é demasiada para a intuição de um decisor que não tenha qualquer tipo de suporte e em situações em que a precisão e a optimização do processo são importantes [Druzdzel & Flynn 2010].

Os SAD apoiam deficiências cognitivas através da integração de várias fontes de informação, fornecendo um acesso inteligente a conhecimento importante e apoiando o processo de estruturação de decisões. Druzdzel & Flynn [2010] defendem que os SAD podem apoiar a selecção entre um conjunto de alternativas bem definidas e podem também ser construídos para suportar abordagens formais.

2.4.1. Características

O desenho clássico deste tipo de sistemas é composto pelas seguintes características [Shim *et al.* 2002]:

- Capacidade de gestão sofisticada de base de dados com acesso a dados internos e externos, informação e conhecimento;
- Poderosas funções de modelação acedidas por um sistema de gestão de modelos;
- Desenho simples e poderoso do interface com o utilizador, permitindo *queries*, funções de reporte e funções gráficas interactivas.

2.4.2. Arquitecturas

Existem diversas visões na literatura sobre os componentes que formam os SAD. Sage [1991] identifica três componentes fundamentais: (a) sistema de gestão de base de dados (SGBD), (b) sistema de gestão de modelos (SGM) e (c) gerador e sistema de gestão de diálogo (GSGD).

Por sua vez, Hättenschwiler [2001] identifica cinco componentes: (a) utilizadores com diferentes papéis ou funções no processo de tomada de decisão (e.g. decisor, especialistas de domínio, especialistas de sistema), (b) contexto de decisão específico e definido, (c) sistema alvo descrevendo a maioria das preferências, (d) base de conhecimento construída a partir fontes externas de dados, bases de dados de conhecimento, bases de dados de trabalho e armazéns de dados, métodos e modelos matemáticos, procedimentos, motores de inferência e de pesquisa, programas administrativos e sistemas de *report*, e (e) ambiente de trabalho para a preparação, análise e documentação de alternativas de decisão.

De acordo com Power [2002], académicos e profissionais discutem a construção de SAD com base em quatro componentes principais: (a) interface com o utilizador, (b) a base de dados, (c) as ferramentas analíticas e de modelação, e (d) a rede e arquitectura do SAD.

Com base em várias arquitecturas existentes, Marakas [1999] propôs uma arquitectura genérica constituída por cinco partes: (a) sistema de gestão de base de dados (SGBD), (b) sistema de gestão de modelos (SGM), (c) motor de conhecimento, (d) interface com o utilizador e (e) o próprio utilizador (Figura 8).

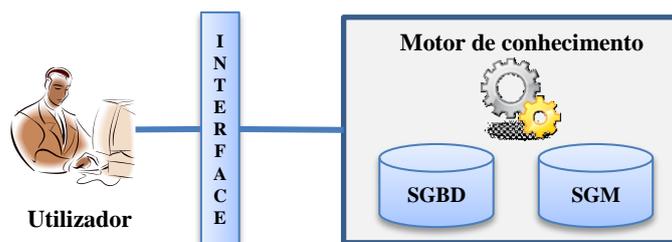


Figura 8 – Os cinco componentes dos sistemas de apoio à decisão [Marakas 1999]

2.4.3. Benefícios

A utilização de SAD pode trazer um conjunto de benefícios, os quais estão nomeclados na Figura 9 [DeSanctis & Gallupe 1987, Udo & Guimaraes 1994, Holsapple & Whinston 1996].

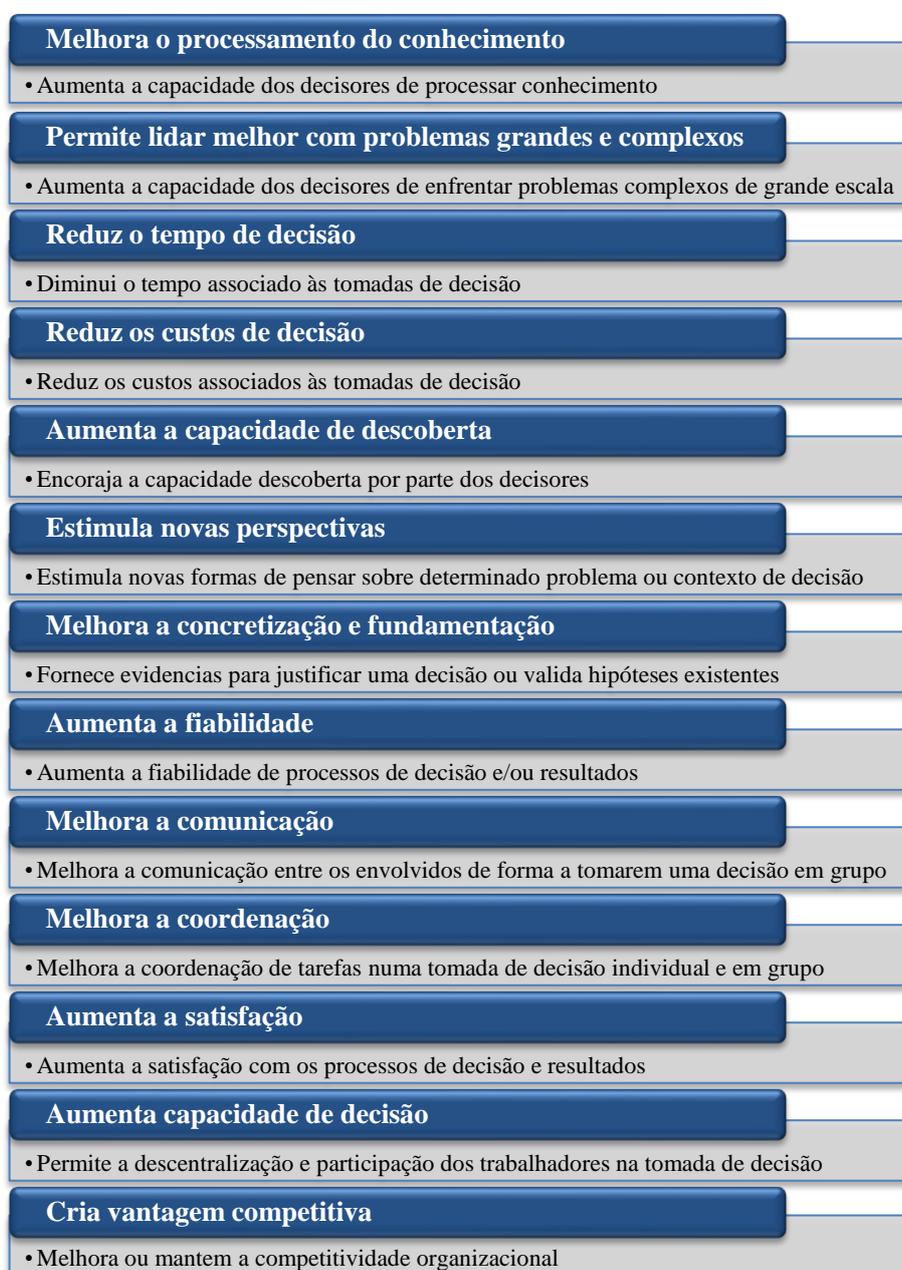


Figura 9 – Potenciais benefícios da utilização de sistemas de apoio à decisão

2.5. Síntese

Este capítulo apresentou o estado da arte das medidas, métricas e estimativas de *software*, da selecção de COTS e dos sistemas de apoio à decisão. A aprendizagem ganha durante a pesquisa bibliográfica e a informação apresentada neste enquadramento teórico servirá como base para o restante trabalho desta dissertação.

Na temática das medidas, métricas e estimativas de *software*, inicialmente, foram definidos alguns conceitos basilares à sua compreensão. De seguida foram introduzidas as escalas de medição, descritos quais os contextos de aplicação das métricas, apresentadas as suas diversas classificações, papéis e atributos e, por ultimo, sintetizados os benefícios da sua utilização.

No que diz respeito à selecção de COTS, o capítulo começou por enumerar as vantagens e desvantagens da utilização de COTS em relação ao desenvolvimento de *software*. De seguida a selecção de COTS foi enquadrada no contexto da tomada de decisão multicritério (TDMC). Foram ainda descritos os métodos de TDMC mais comuns na selecção de COTS, estudadas as actuais abordagens de avaliação e selecção de COTS e, por fim, listadas algumas das problemáticas relacionadas com a selecção de COTS.

Em relação aos SAD, foram descritas as características essenciais de um SAD, possíveis arquitecturas e potenciais benefícios da sua utilização.

A principal conclusão que se pode tirar deste capítulo é de que existem aspectos na avaliação e selecção de COTS que podem ser melhorados de forma a contribuir para o aumento da qualidade e redução de riscos e custos inerentes à sua implementação, nomeadamente através de um sistema de apoio à decisão.

Grande parte das abordagens investigadas nunca foi aplicada para seleccionar um COTS de grande escala, o que leva à incógnita sobre a sua capacidade de serem aplicadas nesses casos. Neste aspecto, um SAD tem um papel fundamental na resolução de problemas e tomadas de decisão complexos. Outro problema também levantado foi a falta de directrizes sobre limitações comuns na selecção de COTS, tais como a subjectividade das fontes, a qualidade dos dados de *input*, a escalabilidade, a inadequação entre os requisitos e as características dos produtos, entre outros.

Por fim importa referir que, com este capítulo foram atingidos os dois primeiros objectivos desta dissertação.

3. Proposta conceptual

3.1. Enquadramento e conceitos introdutórios

Tendo por base a análise comparativa das abordagens de selecção de COTS no capítulo 2.3.4.4, a abordagem que irá ser utilizada como base para a proposta conceptual é a MiHOS [Mohamed *et al.* 2007b]. Esta escolha deve-se ao facto da MiHOS se basear em várias ideias, conceitos e técnicas que foram apresentadas por outras abordagens de selecção de COTS, tais como adoptar o conceito da definição dos requisitos de forma progressiva e iterativa enquanto os COTS estão a ser avaliados, utilizar o mesmo MGSC e usar as técnicas WSM e AHP na tomada de decisão. Outro motivo é o de que esta abordagem possui um protótipo para a suportar (MiHOS-PT), dando uma boa base de trabalho para a construção do sistema de apoio à abordagem que será proposta. No entanto, o MiHOS-PT não está disponível para utilização e tem em falta algumas características e funcionalidades que limitam a sua eficiência e o tornam menos perceptível e amigável para utilizador.

Segundo o que foi discutido no capítulo 2.3.2, a abordagem proposta pode ser caracterizada como orientada à resolução de problemas semi-estruturados. Esta abordagem tem como objectivo formalizar parte do problema e utilizar complementarmente um sistema informático para o resolver. Isto é realizado em simultâneo com o julgamento dos decisores sobre a parte informal do problema.

Para representar os requisitos, a abordagem proposta utiliza o conceito de definição hierárquica dos critérios, proposto por Kontio *et al.* [1996], reforçado por Maiden & Ncube [1998], e usado por muitas outras abordagens de selecção de COTS. A ideia principal é a definição de um conjunto de atributos de avaliação com base na decomposição de requisitos de alto nível. Young [2004] define requisito como um atributo necessário num sistema. Por outras palavras requisito é uma declaração que identifica uma capacidade, característica ou factor de qualidade que o sistema deve conter, para que ele tenha valor e utilidade para os *stakeholders* [Young 2004]. Requisitos podem ser formulados em diferentes níveis de abstracção, indo desde o nível mais alto (estratégico) até ao mais baixo (técnico) [Lamsweerde 2001].

Segundo Lamsweerde [2001], existem dois tipos de requisitos: estratégicos e técnicos. **Requisitos estratégicos** são requisitos de alto nível que não podem ser medidos directamente num produto. Eles são decompostos em outros menos abstractos até atingirem o ponto em que são mesmo nível de granularidade que as características dos produtos e em que a sua

satisfação possa ser medida directamente. Os requisitos a este nível são chamados **requisitos técnicos**.

Kontio *et al.* [1996] descrevem um processo de alto nível, constituído por quatro passos, para apoiar o processo de decomposição semelhante ao acima descrito. Por outro lado, Lamsweerde [2001] realça a importância de utilizar uma decomposição do tipo *top-down* e uma abstracção *bottom-up*. A decomposição *top-down* refina requisitos mais abstractos em menos abstractos. Isto pode ser feito fazendo perguntas do tipo “*como*” sobre os requisitos mais abstractos. A abstracção *bottom-up* liga os requisitos menos abstractos aos mais abstractos, por exemplo através de perguntas do tipo “*porquê*” sobre os requisitos menos abstractos.

Esta decomposição hierárquica dos critérios resulta num gráfico de requisitos Γ que representa a ligação e dependência entre os requisitos estratégicos e técnicos (Figura 10 – lado esquerdo).

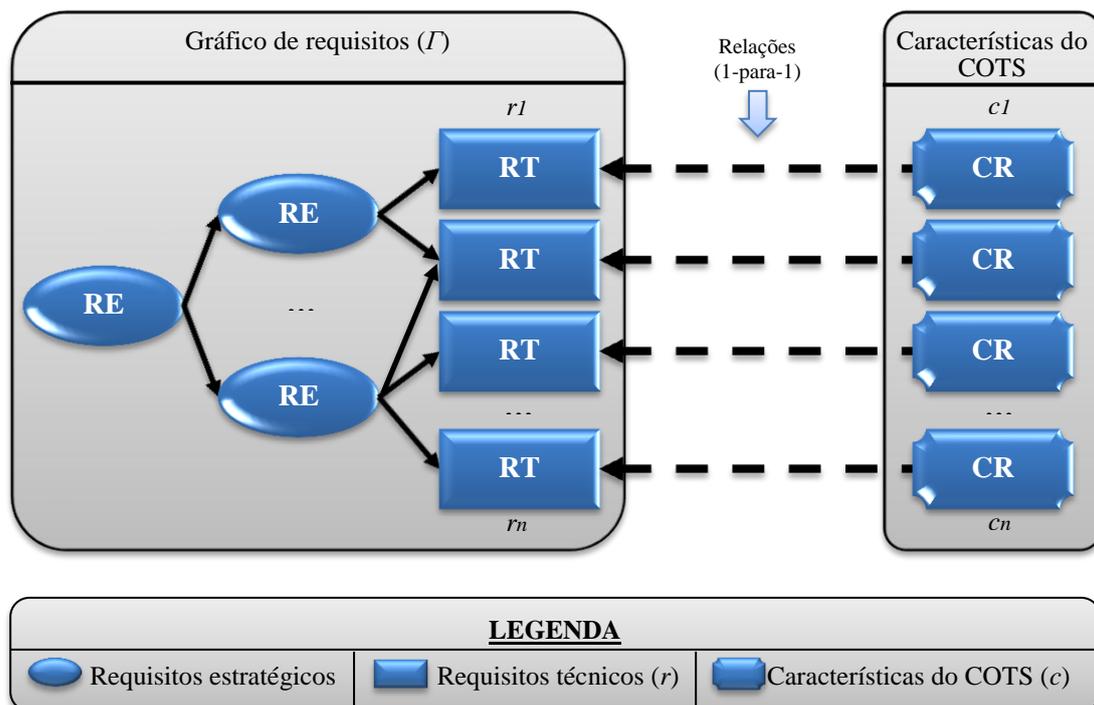


Figura 10 – Definição hierárquica de critérios numa estrutura arborescente (Γ)

É importante notar que a construção de Γ deve feita em paralelo com a exploração e avaliação dos COTS [Maiden & Ncube 1998, Ncube & Maiden 1999a]. O analista deve ter conhecimento das características e restrições dos produtos de forma a poder definir requisitos estratégicos, em termos das necessidades estratégicas dos *stakeholders*, e requisitos técnicos, em termos das características dos COTS de forma a satisfazer essas necessidades.

A abordagem proposta utiliza o mesmo princípio que a MiHOS, em que a construção de Γ resulta em requisitos técnicos que podem ser utilizados para avaliar COTS com base numa comparação de 1-para-1 entre esses requisitos e as características dos produtos (Figura 10 – lado direito).

Apesar dos requisitos técnicos serem definidos em termos de características de COTS, eles podem não ser totalmente satisfeitos por todos os produtos candidatos. Por exemplo, um requisito técnico que consista na “possibilidade de gravar documentos em formato pdf e docx” pode ser parcialmente satisfeito se o COTS apenas gravar em formato docx.

No que diz respeito aos métodos de TDMC foi decidido integrar, na abordagem proposta e no COTS-3S, os dois mais utilizados no mundo da selecção de COTS que são o WSM e o AHP.

3.2. Proposta de Abordagem

A abordagem proposta é constituída por sete actividades principais (Figura 11).

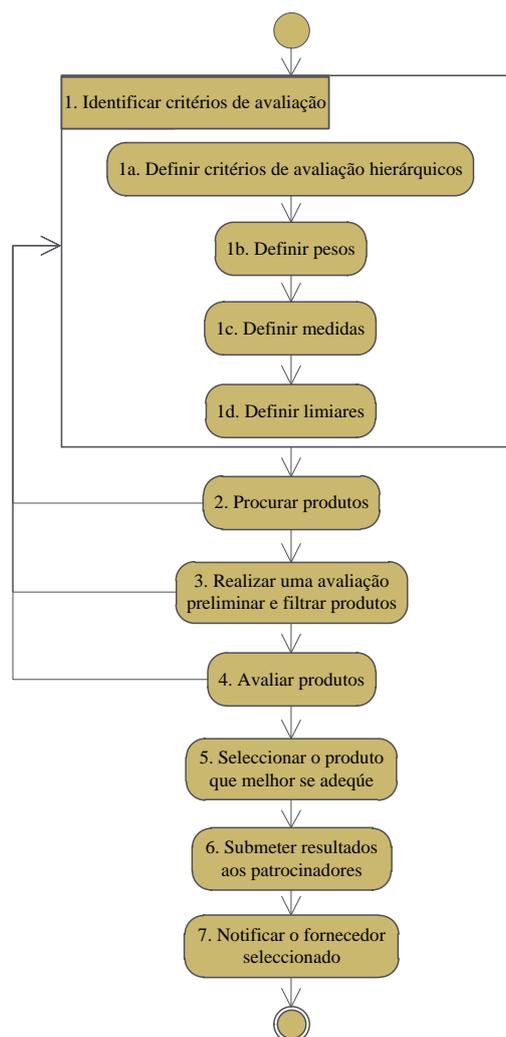


Figura 11 – A abordagem proposta representada por um digrama de actividades UML

Esta abordagem, tal como grande parte das outras, inicia-se pela definição de um conjunto de critérios de avaliação. É adoptado o conceito da definição dos critérios hierárquicos descrito no capítulo 2.3.4.2. Um gráfico de requisitos Γ é progressivamente construído paralelamente à procura, filtragem e avaliação de produtos COTS, tal como sugerido em [Maiden & Ncube 1998, Ncube & Maiden 1999b, Boehm *et al.* 2003a].

A Figura 12 mostra como é que a definição de Γ evolui durante o processo iterativo de exploração de COTS existentes e refinação dos requisitos. Esta abordagem começa pela utilização da identificação do requisito chave e depois a técnica de filtragem progressiva [Oberndorf *et al.* 1997, Kunda & Brooks 2000].

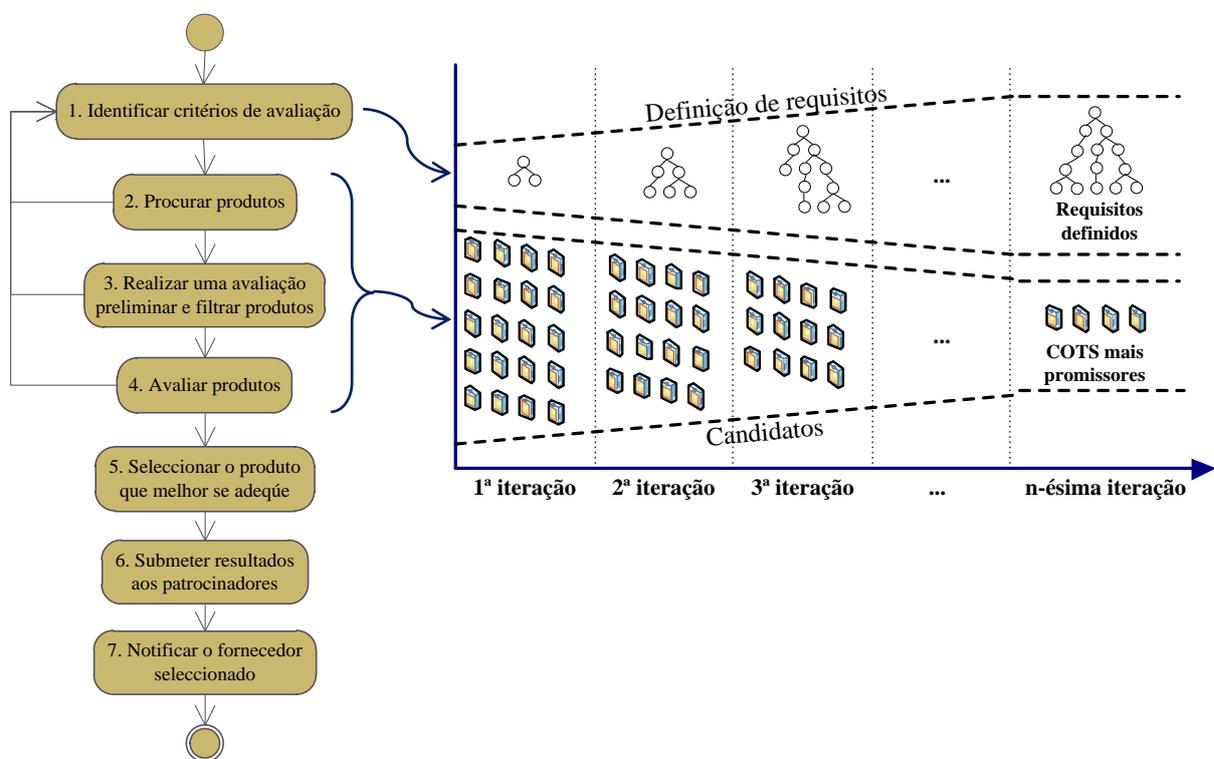


Figura 12 – Iterações durante o processo de selecção de COTS

3.2.1. 1.ª Actividade – Definir critérios de avaliação

Os critérios hierárquicos de avaliação são caracterizados por Γ , P , M e L :

- Γ – Gráfico de requisitos que representa a estrutura da definição dos critérios de forma hierárquica;
- P – Conjunto de pesos dos requisitos em Γ ;
- M – Conjunto das medidas utilizada para avaliar as características dos COTS com base em Γ ;
- L – Limiares que representam o nível mínimo de satisfação de requisitos específicos.

Esta actividade inclui quatro subactividades para a definição destas características (Figura 13). Este capítulo descreve essas subactividades.

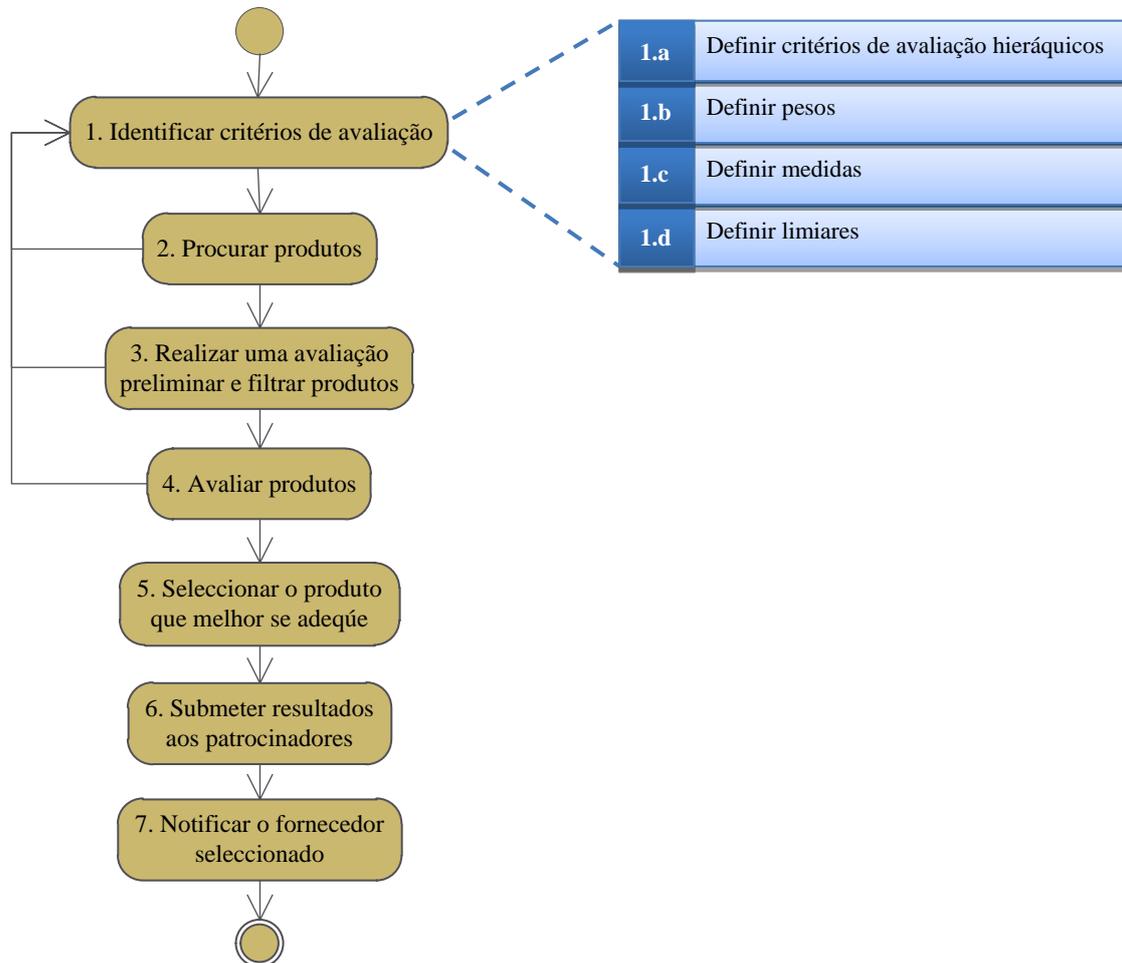


Figura 13 – As quatro subactividades na identificação dos critérios de avaliação

Subactividade 1.a – Definir critérios de avaliação hierárquicos (Γ)

Esta abordagem utiliza uma abordagem orientada a requisitos para definir critérios de forma hierárquica. Isto resulta num gráfico de requisitos hierárquicos Γ que é constituído por dois tipos de nós: requisitos estratégicos (R) e técnicos (r), e por um conjunto de arcos que ligam estes nós (Figura 14).

Um arco a ligar dois requisitos indica que o requisito na cauda do arco (filho) está a contribuir para alcançar o requisito na cabeça do arco (pai). O número de níveis da hierarquia depende no tipo de sistema a ser avaliado, mas deve ser mantido pequeno para reduzir a complexidade. As características dos COTS são avaliadas com base nos requisitos técnicos definidos em Γ (Figura 14).

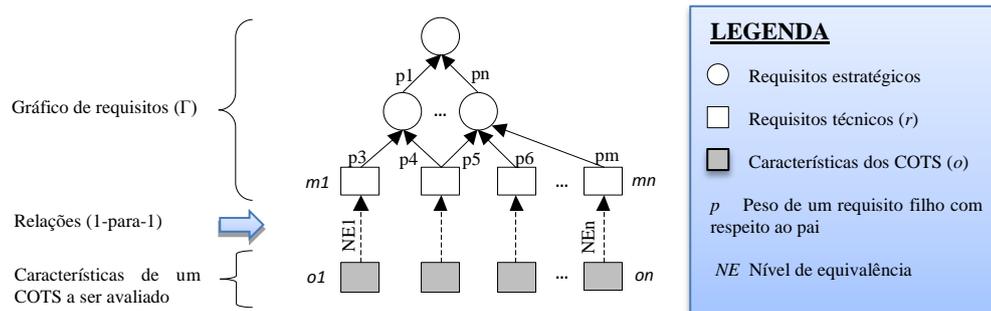


Figura 14 – Definição hierárquica para os critérios de avaliação

Subactividade 1.b – Definir pesos (P)

À medida que se vai construindo Γ podem-se definir pesos em cada arco para representar a relevância que os requisitos filho têm para o cumprimento do respectivo requisito pai (Figura 14). Estes pesos são utilizados na avaliação da adequabilidade dos candidatos através da técnica de TDMC WSM.

O AHP [Saaty 1990a] pode ser utilizado para estimar estes pesos. Isto envolve comparar todos os pares de requisitos possíveis no mesmo nível hierárquico e que estão ligados ao mesmo pai. A vantagem de utilizar o AHP é de que a comparação em pares resulta nalguma redundância o que permite uma verificação da consistência, por forma a reduzir os erros de julgamento [Berander & Andrews 2005].

Sugere-se ainda a identificação de um subconjunto de requisitos técnicos obrigatórios que ajudam a reduzir o âmbito da pesquisa a um número menor de produtos usando a técnica de filtragem progressiva [Oberndorf *et al.* 1997, Kunda & Brooks 2000].

Subactividade 1.c – Definir medidas (M)

É importante definir as escalas usadas para medir a satisfação dos requisitos técnicos pelos produtos. Escalas diferentes devem ser usadas para medir tipos de dados diferentes. Com base nisto, a abordagem proposta usa vários tipos de medidas, definidas em diferentes escalas, de forma a avaliar diferentes tipos de características dos produtos.

Por outro lado, Comella-Dorda *et al.* [2004] sugerem que, quando se está a seleccionar COTS, deve ser usada uma escala consistente para representar os resultados de forma a compreender a imagem global quando se comparam diferentes produtos. A abordagem proposta utiliza regras de conversão para mapear os valores de avaliação (VA) numa escala de razão consistente que vai de 0 a 1, em que os valores resultantes representam níveis de equivalência (NE).

É relevante mencionar que um processo de medição semelhante foi anteriormente introduzido por Carvalho [2005]. Todos os detalhes sobre os tipos de medidas que abordagem proposta usa estão descritos no Anexo A.

Subactividade 1.d – Definir limiares (L)

Nesta actividade, devem ser definidos, caso seja aplicável, limiares para os valores aceitáveis dos requisitos técnicos, em que um requisito técnico r é considerado total ou parcialmente satisfeito por uma característica do COTS o se o satisfizer pelo menos o valor do limiar de r .

3.2.2. 2.^a Actividade – Procurar produtos

A actividade actual consiste em construir uma lista de produtos COTS. A estratégia de procura pode ser de dois tipos:

- Activa, onde o objectivo é identificar uma lista dos candidatos mais promissores. Para atingir esse objectivo, o responsável pela actividade faz um levantamento dos COTS que se enquadram dentro do tipo de produto que se pretende.
- Passiva, que passa por fazer com que sejam as empresas proprietárias dos COTS a propor os seus produtos para o processo de selecção. Para por em prática esta estratégia, pode ser utilizado, por exemplo, um concurso público, onde é escrito um caderno de encargos e definido um programa de concurso para que as empresas detentoras de COTS se possam candidatar.

3.2.3. 3.^a Actividade – Realizar uma avaliação preliminar e filtrar

É nesta actividade que os COTS que menos se adequam são filtrados. O principal objectivo é identificar uma lista com os candidatos mais promissores. Independentemente da estratégia de procura adoptada na 2.^a Actividade, esta lista pode ser obtida utilizando duas estratégias: identificação do requisito chave e filtragem progressiva [Oberndorf *et al.* 1997, Kunda & Brooks 2000], descritas no capítulo 2.3.4.2. Os produtos nesta lista são avaliados em pormenor na 4.^a Actividade.

3.2.4. 4.^a Actividade – Avaliar produtos

A avaliação é a actividade mais importante de todo o processo de selecção. É nesta actividade que são estimados os VA para as características dos COTS, com base nos requisitos técnicos, os quais são mapeados numa escala de razão de 0 a 1, utilizando os métodos descritos no Anexo A. Os valores normalizados (i.e. NE) são depois agregados na 5.^a Actividade, de forma a permitir ao decisor seleccionar o COTS que melhor satisfaça os requisitos definidos.

Ochs *et al.* [2001] e Comella-Dorda *et al.* [2004] sugerem que devem ser utilizadas diferentes técnicas de recolha de dados para avaliar o cumprimento de diferentes requisitos com base na sua criticidade. Quanto mais crítico é um requisito, mais rigorosa deverá ser a técnica usada, pois, usualmente, produzem dados mais precisos e fiáveis. Maiden & Ncube [1998] apresentam alguns exemplos de técnicas de recolha de dados que incluem (grau decrescente de rigor): prototipagem, demonstração dos fornecedores e análise da documentação do produto.

À medida que os produtos vão sendo avaliados, é natural que alguns não satisfaçam todos os requisitos obrigatórios definidos. Como tal, o plano de acção quando um produto não satisfaz um requisito obrigatório depende do julgamento dos *stakeholders*. Assim sendo, existem três planos de acção possíveis:

- Ajustamento dos requisitos – Poderá existir a necessidade de ajustar requisitos. O processo de avaliação e selecção de COTS proposto é um processo iterativo e de aprendizagem, onde requisitos novos vão sendo criados e os existentes modificados. Assim sendo, os *stakeholders* deverão ter a sensibilidade para cada caso específico e ter a noção de que a ideia inicial que tinham sobre alguns requisitos poderá já não ser a mesma no final de algumas iterações.
- Customização do produto – Este plano de acção tem como objectivo adaptar o produto, para que este passe a satisfazer os requisitos obrigatórios que não satisfazia anteriormente.
- Exclusão do produto – Caso não seja seguido qualquer um dos planos de acção anteriores, o produto deve ser excluído do processo.

Nos casos em que um produto não satisfaça um requisito facultativo, os planos de acção possíveis são os mesmos que os dos requisitos obrigatórios, com a excepção que aqui não se coloca a hipótese de excluir o produto, mas sim manter a inadequação no processo de selecção.

3.2.5. 5.^a Actividade – Seleccionar o produto que melhor se adequa

Os responsáveis por esta actividade deverão seleccionar o produto que melhor se adequa com base nos resultados da 4.^a actividade.

3.2.6. 6.^a Actividade – Submeter resultados aos patrocinadores

Após seleccionar o produto que melhor se adequa às necessidades, e caso seja aplicável, deverá ser elaborado um relatório com a informação mais importante do processo de selecção,

o qual será posteriormente entregue aos patrocinadores para que estes aprovem ou não a decisão da equipa responsável pela selecção.

3.2.7. 7.ª Actividade – Notificar o fornecedor seleccionado

A última actividade da abordagem consiste em contactar o fornecedor seleccionado para dar início à fase seguinte do projecto.

3.3. Benefícios do uso de requisitos, pesos e limiares na avaliação de COTS

Mohamed [2007] descreve alguns benefícios de usar requisitos, pesos e limiares (Figura 15).

Requisitos	<ul style="list-style-type: none"> • Os requisitos estratégicos são muito estáveis, pois representam as necessidades reais dos <i>stakeholders</i> [Alves & Finkelstein 2003]; • Os requisitos técnicos representam os meios através dos quais os requisitos estratégicos são alcançados em termos das características dos produtos; • À medida que os requisitos estratégicos são decompostos, são possíveis diferentes refinamentos de forma a reflectir diversas características alternativas dos COTS; • Os requisitos fornecem um melhor entendimento dos critérios de avaliação pois refletem o racional por detrás de cada requisito técnico.
Pesos	<ul style="list-style-type: none"> • Atribuir pesos aos requisitos permite a aceitação de COTS que falhem o cumprimento de requisitos menos importantes
Limiares	<ul style="list-style-type: none"> • Definir limiares permite a aceitação de características de COTS o que não satisfaçam totalmente os requisitos técnicos r.

Figura 15 – Benefícios do uso de requisitos, pesos e limiares na avaliação de COTS

3.4. Limitações e propostas de solução

3.4.1. Subjectividade

Tal como outras abordagens, como por exemplo o COCOMO [COCOMO], a abordagem proposta envolve subjectividade aquando da execução das seguintes actividades:

- A1 - Estimar os VA;
- A2 - Construir o gráfico de requisitos I ;
- A3 - Definir os pesos e limiares dos requisitos.

A Tabela 7 descreve as três principais fontes de subjectividade, segundo Kaiya *et al.* [2005]:

Tabela 7 – Principais fontes de subjectividade [Kaiya *et al.* 2005]

Código	Fonte de subjectividade	Exemplo
F1	Preferências diferentes	Para um <i>stakeholder</i> o tamanho deveria ser grande e para outro pequeno

Código	Fonte de subjectividade	Exemplo
F2	Níveis de experiência diferentes	Para um <i>stakeholder</i> o produto A não satisfaz a característica C, enquanto um outro <i>stakeholder</i> conhece um <i>add-on</i> que faz com que o produto já satisfaça C
F3	Interpretações diferentes	Para um <i>stakeholder</i> “má performance” é interpretada como uma performance inaceitável e para um outro uma baixa performance pode ser aceitável

A Tabela 8 mostra técnicas que podem ser usadas na abordagem proposta para reduzir a subjectividade das fontes acima descritas nas actividades A1, A2 e A3. A Tabela 8 inclui duas técnicas:

- T1 - Técnicas de tomada de decisão em grupo, tais como Delphi [Linstone & Turoff 2002], onde os *stakeholders* se reúnem para trocar conhecimento e perspectivas até atingirem um consenso. Se esse consenso não for atingido, então deve ser usada uma média ponderada dos pesos das perspectivas dos *stakeholders*.
- T2 - Uso de um processo de medição consistente. Park *et al.* [1996] argumenta que não é a subjectividade que interessa, mas sim a consistência e repetibilidade. Medições objectivas e subjectivas endereçam diferentes necessidades. Posto isto, é importante introduzir um processo consistente que melhore a consistência e repetibilidade e a abordagem proposta introduz um para estimar NE para diferentes características dos COTS. Este processo é descrito no Anexo A.

Tabela 8 – Técnicas utilizadas para reduzir a subjectividade

Actividade	Fonte de subjectividade	Mitigação proposta	Descrição
A1	F2	T1	Tomadas de decisão em grupo permitem a troca de experiências nos casos da avaliação das características dos COTS que não estejam definidas com clareza
	F3	T2	O processo de medição da abordagem proposta garante o uso de medidas e escalas consistentes para a avaliação de todas as características de COTS
A2	F1, F2	T1	Tomadas de decisão em grupo ajudam a transpor as perspectivas dos <i>stakeholders</i> para a construção do gráfico de requisitos. Ajudam também a esclarecer o porquê do gráfico ter sido construído de determinada maneira. Isto reduz a ambiguidade e ajuda à concordância por um único gráfico de requisitos

Actividade	Fonte de subjectividade	Mitigação proposta	Descrição
A3	F1	T1	Tomadas de decisão em grupo permitem aos <i>stakeholders</i> a troca de informação sobre o racional da atribuição de pesos específicos (ou limiares) a diferentes requisitos. Isto pode ajudar os <i>stakeholders</i> a chegar a um consenso. Se não for possível chegar a um consenso, pode ser utilizada uma média ponderada para estimar os pesos dos requisitos

3.4.2. Qualidade dos dados de *input*

Como é o caso de qualquer outra abordagem, a qualidade dos resultados depende directamente da qualidade dos dados de *input*. Comella-Dorda *et al.* [2004] defendem que qualquer avaliação está sujeita à incerteza, o que coloca em risco a validade dos resultados. De forma a mitigar este risco, a abordagem proposta sugere a utilização de algumas técnicas existentes:

- Para melhorar as estimativas, a abordagem proposta sugere a utilização das técnicas existentes para o efeito descritas anteriormente no capítulo 2.2.1.
- Para determinar os pesos dos requisitos é sugerida a utilização de métodos conhecidos como o AHP [Saaty 1990a], o qual reduz as inconsistências nos resultados.
- De forma a estimar os NE a abordagem proposta define medidas objectivas e subjectivas, sugerindo a utilização maioritária das objectivas em relação às subjectivas. Essas medidas estão descritas no Anexo A.

É importante notar que, mesmo utilizando as técnicas acima descritas, pequenas diferenças entre os *outputs* (i.e. pontuações finais) não devem ser consideradas totalmente fiáveis. Isto significa que o facto de um produto apresentar um resultado ligeiramente superior a outro não significa necessariamente que seja melhor.

Por fim, apesar dos resultados serem dados numa escala de razão, devem ser interpretados apenas como um ranking ordinal das alternativas. O que se pretende dizer com isto é que os resultados não podem ser utilizados para retirar conclusões de quão melhor um produto é em relação aos restantes. Pelo contrário, valores muito próximos nas pontuações indicam que a classificação poderá cair dentro da margem de erro nas estimativas.

3.4.3. Inadequabilidade

Durante o processo de aplicação da abordagem, há uma grande probabilidade de existirem inadequações entre as características do sistema e os requisitos dos utilizadores. As inadequações ocorrem, normalmente, em resultado de características em falta ou em excesso. Este tipo de problemas é inevitável, pois os COTS são construídos para utilização global, enquanto os requisitos dos *stakeholders* são específicos dos seus contextos [Carney *et al.* 2000, Alves 2003].

A abordagem de comprar-e-adaptar [Vigder *et al.* 1996] é normalmente utilizada quando existem muitas inadequações. Nesta abordagem, o COTS mais adequado é escolhido, apesar de poder ter inadequações em relação aos requisitos. Depois de seleccionar o produto, o máximo de inadequações são resolvidas para melhorar a sua adequabilidade.

No entanto, não entrar antecipadamente em linha de conta com a capacidade dos fornecedores em customizarem os produtos para resolver as inadequações poderá levar a uma escolha errada. O grande problema está na falta de recursos, tanto monetários como humanos, para resolver as inadequações.

Para minimizar estes problemas, e como a abordagem é iterativa, uma solução passa por estabelecer uma linha de comunicação clara, transparente e eficiente entre o projecto e os fornecedores para que estes problemas sejam levantados antecipadamente. Isto permitirá a possibilidade de negociar a resolução das inadequações de forma mais adequada. Estas negociações deverão ser documentadas para salvaguardar o projecto, caso o fornecedor não cumpra o que ficou acordado.

As inadequações que o fornecedor se comprometa a resolver através da customização do seu produto devem ser avaliadas como tal, isto é, como se o produto respondesse àquele requisito adequadamente, para que os resultados sejam fiéis à realidade.

3.4.4. Escalabilidade

A escalabilidade indica a capacidade de um sistema, rede ou processo lidar com grandes quantidades de dados de uma forma graciosa ou de ser facilmente expandido sem grandes mudanças estruturais [Bondi 2000]. Dependendo da técnica escolhida para a tomada de decisão a abordagem possui um nível de escalabilidade mais ou menos aceitável, requerendo um esforço proporcional, tanto humano como computacional. É esperado que, no caso de projectos de grande dimensão, o esforço necessário para executar o processo aumente consideravelmente. De forma a alinhar expectativas quanto à escalabilidade da abordagem

proposta são apresentadas, na Tabela 9, as situações em que se devem utilizar cada uma das técnicas de tomada de decisão.

Tabela 9 – Escalabilidade da abordagem consoante a técnica de TDMC utilizada

Técnica	Contexto de aplicação
AHP	A escalabilidade depende da organização hierárquica dos critérios. Esta técnica é muito escalável, mas apenas se houver uma organização cuidadosa dos critérios para que cada critério não tenha mais do que 10 critérios filho. Caso não seja possível respeitar este limite então dever-se-á utilizar outra técnica (e.g. WSM).
MACBETH	Na vertente da comparação de critérios o MACBETH assimila-se muito ao AHP, tal como descrito no capítulo 2.3.3.3. Como tal a sua escalabilidade depende de igual forma da organização dos critérios.
WSM	Método mais escalável que o AHP, pois não é necessário fazer uma comparação dos critérios em pares. No entanto padece dos problemas descritos no capítulo 2.3.3.1.

3.4.5. Complexidade

Complexidade é um termo largamente discutido e muito difícil de definir [Standish 2001], não existindo na literatura um consenso sobre o seu significado. No entanto é comum dizer-se que algo é complexo quando se está perante uma grande quantidade de componentes e de interações entre eles. A complexidade existe em diversos quadrantes, nomeadamente no social, biológico, físico e científico.

Na maior parte dos casos a complexidade do processo de selecção aumenta quando a envergadura dos produtos é maior. De forma a reduzir a complexidade do processo de avaliação e selecção de COTS a abordagem proposta enumera alguns mecanismos que podem ser utilizados:

- Particionar
 - Reduzir o número de componentes que são geridos em simultâneo;
 - Definir apropriadamente os limites de cada componente.
- Hierarquizar
 - Ajuda a estruturar o problema e a visualiza-lo de forma mais simples e limpa;
- Estruturar
 - Garantir a independência entre cada divisão de um determinado nível hierárquico;

Adicionalmente deve-se ter em conta que a técnica de tomada de decisão escolhida tem impacto na complexidade do processo de selecção. De seguida, as técnicas de tomada de

decisão são ordenadas em termos da complexidade que cada uma delas traz ao processo de selecção (para o mesmo projecto de selecção):

$$\text{AHP} \sim \text{MACBETH} > \text{WSM}$$

De entre as três técnicas, o AHP e a MACBETH são as que mais complexidade trazem ao processo e isso deve-se em grande parte ao facto dos seus processos serem maiores e morosos requerendo um maior número de comparações e cálculos mais complexos. A Tabela 4 do capítulo 2.3.3.2 demonstra que à medida que o número de requisitos vai aumentando o número de comparações vai crescendo muito rapidamente.

O WSM é mais simples que o AHP e a MACBETH, pois é um processo constituído por poucos passos em que os pesos são atribuídos de forma directa e os cálculos são simples.

3.4.6. Negociação dos *stakeholders*

É possível chegar a um consenso entre os *stakeholders* utilizando certo tipo de técnicas como as técnicas de tomada de decisão em grupo (e.g. Delphi [Turoff & Linstone 2002]). Os problemas surgem quando não é possível chegar a um consenso. Para resolver esse problema, a abordagem proposta sugere a utilização de uma média ponderada dos pontos de vista dos *stakeholders*.

3.4.7. Fornecedores

A abordagem proposta não endereça questões relacionadas com os fornecedores de COTS. Essas questões incluem avaliação e selecção de fornecedores, questões contratuais e legais, entre outras. Para resolver esta limitação a abordagem proposta remete para a literatura existente para o efeito, como por exemplo [Maiden & Ncube 1998].

3.5. Síntese

Neste capítulo foi proposta uma abordagem conceptual para a avaliação e selecção de produtos COTS. A construção da abordagem teve como base uma abordagem já existente denominada MiHOS [Mohamed *et al.* 2007b]. A escolha da MiHOS deveu-se principalmente ao facto de ela se basear em várias ideias, conceitos e técnicas que foram apresentadas por outras abordagens de selecção de COTS, as quais já foram abordadas no enquadramento deste capítulo.

Importa reter que a abordagem proposta utiliza o conceito de definição hierárquica dos critérios de modo a construir um gráfico de requisitos T , resultando em requisitos técnicos que

podem ser utilizados para avaliar COTS com base numa comparação de 1-para-1 entre estes requisitos e as características dos produtos. A abordagem é constituída por sete actividades principais (Figura 11): (i) identificar critérios de avaliação, (ii) procurar produtos, (iii) realizar uma avaliação preliminar e filtrar produtos, (iv) avaliar produtos, (v) seleccionar o produto que melhor se adequa, (vi) submeter resultados para aprovação da direcção e (vii) notificar o fornecedor seleccionado.

Com este capítulo foi atingida parte do terceiro objectivo desta dissertação, relativa à construção de uma abordagem genérica de selecção de COTS.

4. Sistema de apoio à selecção de COTS - COTS-3S

4.1. Introdução

De forma a dar suporte à abordagem proposta, foi desenvolvido um sistema de apoio à selecção de COTS, denominado COTS-3S (*COTS Selection Support System*). O COTS-3S enquadra-se na categoria de SAD de optimização. Segundo Shim *et al.* [2002], este tipo de SAD utiliza técnicas de optimização no desenvolvimento de soluções alternativas.

Neste capítulo é descrita a sua arquitectura, principais funcionalidades e relação com a abordagem proposta. Por fim, é efectuada uma comparação entre o COTS-3S e outros sistemas similares.

O COTS-3S foi construído em inglês e pode ser descarregado em <http://dl.dropbox.com/u/44018435/COTS-3S.rar>.

4.2. Arquitectura

O sistema foi construído na plataforma Microsoft Excel e programado em Visual Basic for Applications 7.0 (VBA 7.0) no Windows 7. O COTS-3S utiliza a arquitectura clássica de 3 camadas [Ramirez 2000] funcionando apenas no lado do cliente. Os componentes de sistema e o fluxo de dados são apresentados na Figura 16:

- Interface através do qual os utilizadores interagem com o sistema;
- Módulo de apresentação, que é responsável por representar os outputs dos restantes componentes de uma forma mais transparente para o utilizador final;
- Módulo computacional que realiza todos os cálculos necessários;
- Uma base de dados que guarda:
 - Dados sobre os requisitos, i.e. hierarquia dos requisitos e respectivos tipos (técnicos ou estratégicos), descrição textual dos mesmos e pesos;
 - Dados sobre as medidas associadas aos requisitos técnicos, i.e. ID, tipo e descrição textual;
 - Dados sobre os COTS candidatos, i.e. ID, nome, versão e fabricante;
 - Dados sobre a avaliação dos COTS candidatos, i.e. adequabilidade em relação aos requisitos técnicos.

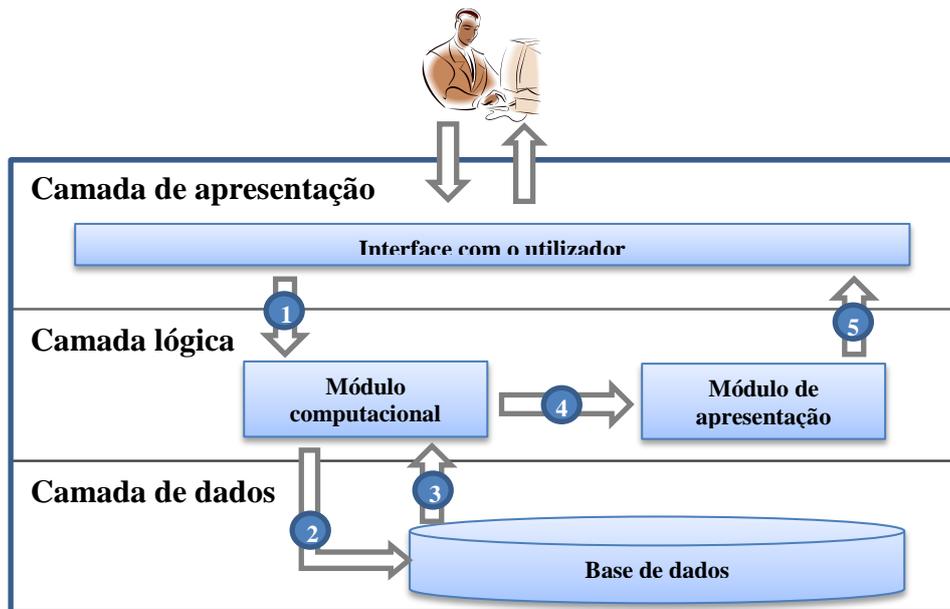


Figura 16 – Arquitectura do COTS-3S

Legenda:

1. Dados de *input* que incluem requisitos, níveis de importância, dados das medidas, dos produtos e da avaliação.
2. Dados de *input* depois de serem computorizados para satisfazer a organização e formato de dados da base de dados.
3. Dados devolvidos tal como estão originalmente guardados na base de dados.
4. Dados após serem computados para um formato que o módulo de apresentação possa interpretar.
5. Dados num formato adequado para consumo do utilizador final.

4.3. Funcionalidades

4.3.1. Gestor de requisitos

Quando o COTS-3S é iniciado são dadas duas opções ao utilizador:

- Criar um novo projecto de selecção de COTS;
- Iniciar o projecto guardado previamente.

Caso o utilizador escolha a primeira opção, é-lhe dada a possibilidade de escolher qual o método de TDMC que pretende utilizar:

- *Analytic Hierarchy Process*, que utiliza o método de TDMC AHP [Saaty 1990a] (capítulo 2.3.3.2). O peso de cada requisito é cálculo com base nos níveis de

importância atribuídos através de comparações em pares entre os requisitos que partilham o mesmo requisito pai (hierarquicamente superior).

- **WSM em escala numérica**, a qual utiliza o método de TDMC WSM [Saaty 1990a] explicado anteriormente no capítulo 2.3.3.1. Neste caso os pesos são calculados a partir da atribuição directa de níveis de importância de cada requisito numa escala numérica positiva definida pelo utilizador. Este método utiliza a lógica da organização hierárquica de critérios do AHP, com a diferença que os requisitos não são comparados em pares e que os pesos de cada requisito são calculados através da seguinte fórmula:

$$\text{Peso}_r = \frac{\text{Nível de importância}_r}{\sum_{i=1}^n \text{Nível de importância}_i} \quad \text{para } i = 1, \dots, n \quad (2)$$

Onde i representa os requisitos do mesmo nível hierárquico que o requisito r que partilham do mesmo requisito hierarquicamente superior.

- **WSM em percentagem** é igual à opção anterior com a diferença de que os níveis de importância são atribuídos em percentagem e são convertidos directamente nos respectivos pesos sem necessidade de utilizar a Fórmula 2.

Depois do utilizador escolher o método de TDMC pretendido, ou caso já o tenha feito anteriormente, é carregado o ecrã do Gestor de Requisitos (Figura 17). Neste ecrã é possível definir maior parte dos critérios de avaliação, começando pela construção da estrutura hierárquica dos critérios com os requisitos estratégicos e técnicos. É importante notar que o este ecrã contempla as actividades 1.a e 1.b da abordagem proposta.

É neste ecrã que o utilizador pode atribuir o nível de importância que cada requisito tem para a satisfação do requisito pai (hierarquicamente superior). A abordagem proposta faz referência ao AHP e ao WSM na actividade 1.b (capítulo 3.2.1) como os métodos mais comuns para estimar os pesos com base em níveis de importância atribuídos pelo utilizador e são esses os métodos que estão implementados no COTS-3S, como já foi referido no início deste capítulo.

O facto de ter estes métodos implementados no sistema elimina a necessidade de calcular manualmente os pesos ou até de usar uma ferramenta externa para esse propósito, o que levaria o utilizador a definir o gráfico de requisitos Γ duas vezes, uma no COTS-3S e outra numa outra ferramenta externa para o efeito. Os pesos, por sua vez, são representados em percentagem através de um gráfico de barras agrupado.

Caso o método de TDMC escolhido tenha sido o AHP, o utilizador tem de comparar todos os pares de requisitos possíveis que partilham do mesmo requisito hierárquico superior. Para cada comparação deve responder a duas questões [Saaty 1990b]: qual dos dois elementos é mais importante no que diz respeito ao critério de nível superior, e quão mais importante o é, usando uma escala de 1 a 9 (Tabela 3). Para tornar este processo mais simples e reduzir o esforço necessário de comparar todos os pares de requisitos possíveis, o COTS-3S usa uma escala de [-9 a 0[e]0 a 9]. A utilização desta escala serve para evitar comparar A com B e B com A, pois é necessário apenas comparar A com B visto que B com A é recíproco. Neste exemplo um valor maior que 1 é usado para dizer que A é mais importante que B e um valor menor que -1 para dizer que B é maior que A. O valor recíproco é automaticamente calculado pelo sistema.

Como já foi explanado no capítulo 2.3.3.2, este tipo de julgamento pode ser inconsistente e o decisor poderá não saber onde reside a maior inconsistência. O COTS-3S mostra quais são os julgamentos mais inconsistentes para que o utilizador os possa modificar e melhorar a sua consistência. A forma de cálculo da consistência é explicada em detalhe por Saaty [1990b], no entanto o COTS-3S utiliza a forma de cálculo proposta por Alonso & Lamata [2006], a qual se baseia na de Saaty [1990b].

Caso o método escolhido tenha sido o WSM (WSM em escala numérica ou WSM em percentagem), os níveis de importância são atribuídos directamente a cada requisito sem necessidade de qualquer tipo de comparação.

Independentemente do método de TDMC escolhido o utilizador pode, através do ecrã do Gestor de Requisitos, aceder ao Gestor de Medidas, Gestor de Avaliação, gráfico de pesos dos requisitos, menu de ajuda e opções do COTS-3S.

O menu de ajuda foi construído com o intuito de clarificar quaisquer dúvidas que o utilizador possa ter sobre o sistema e até sobre conceitos relativos ao processo de selecção.

É ainda possível escolher a forma como o sistema se comporta em relação à diferenciação entre requisitos técnicos obrigatórios e facultativos. Os obrigatórios são utilizados como regras de filtragem, eliminando os produtos que não os satisfaçam. No entanto, o sistema dá a possibilidade de se atribuir ou não pesos aos requisitos obrigatórios. Isto pode ser necessário em situações em que exista vontade por parte dos *stakeholders* de apenas avaliar os produtos com base nos requisitos facultativos. Neste caso o intuito dos requisitos obrigatórios passa a

ser apenas excluir produtos que não os satisfaçam, não entrando em linha de conta para o cálculo das pontuações finais.

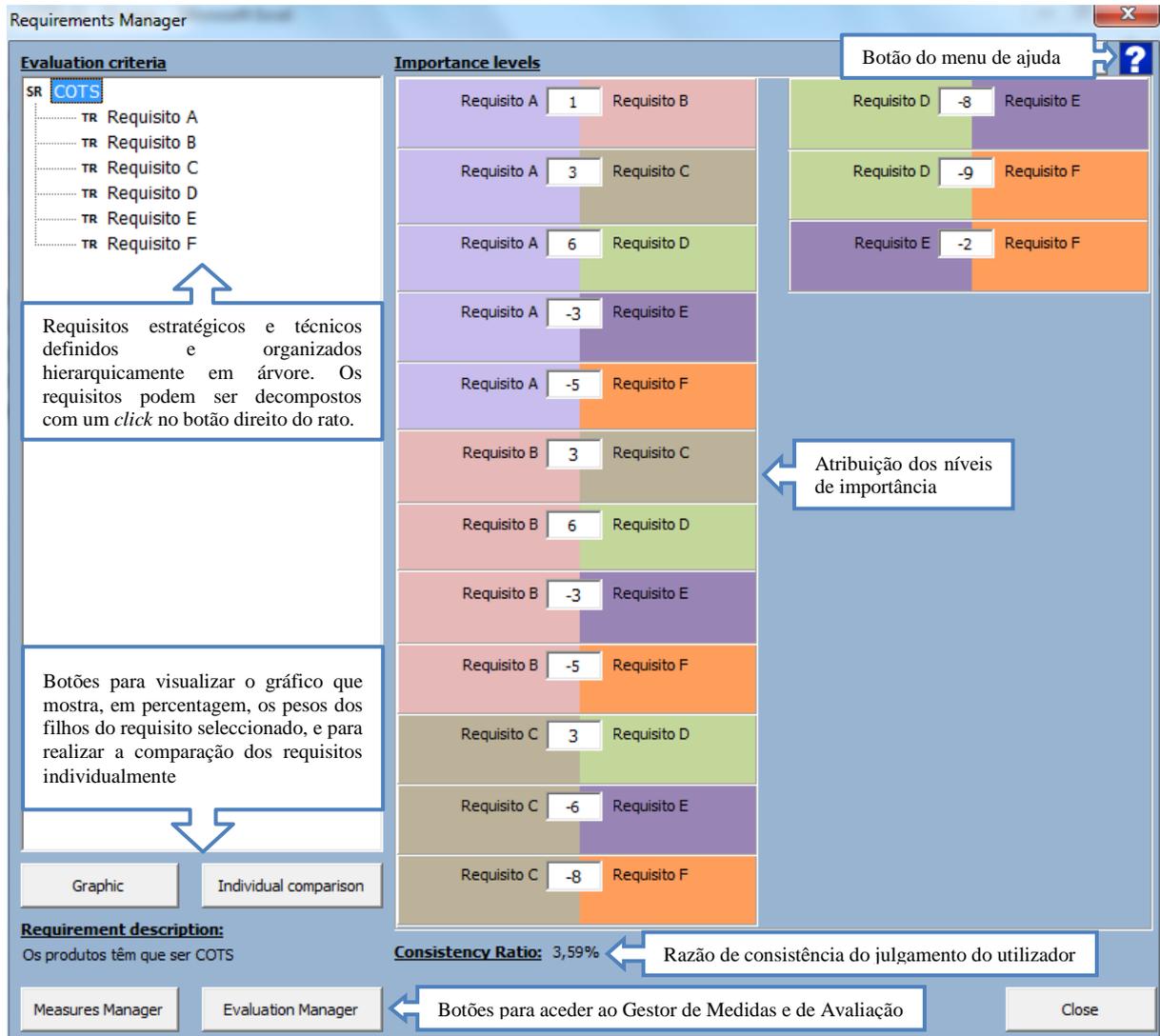


Figura 17 – Ecrã de definição dos requisitos

O utilizador pode ainda, através do botão “Graphic”, ver os pesos de cada requisito na satisfação do requisito superior (Figura 18). Isto permite ao utilizador ter uma noção mais clara e transparente da transposição entre os níveis de importância que ele próprio atribui no Gestor de Requisitos e dos pesos reais (calculados através do método de TDMC escolhido), que depois irão entrar em linha conta para o cálculo das pontuações finais. Como já foi referido anteriormente esta transposição depende do método de TDMC escolhido.

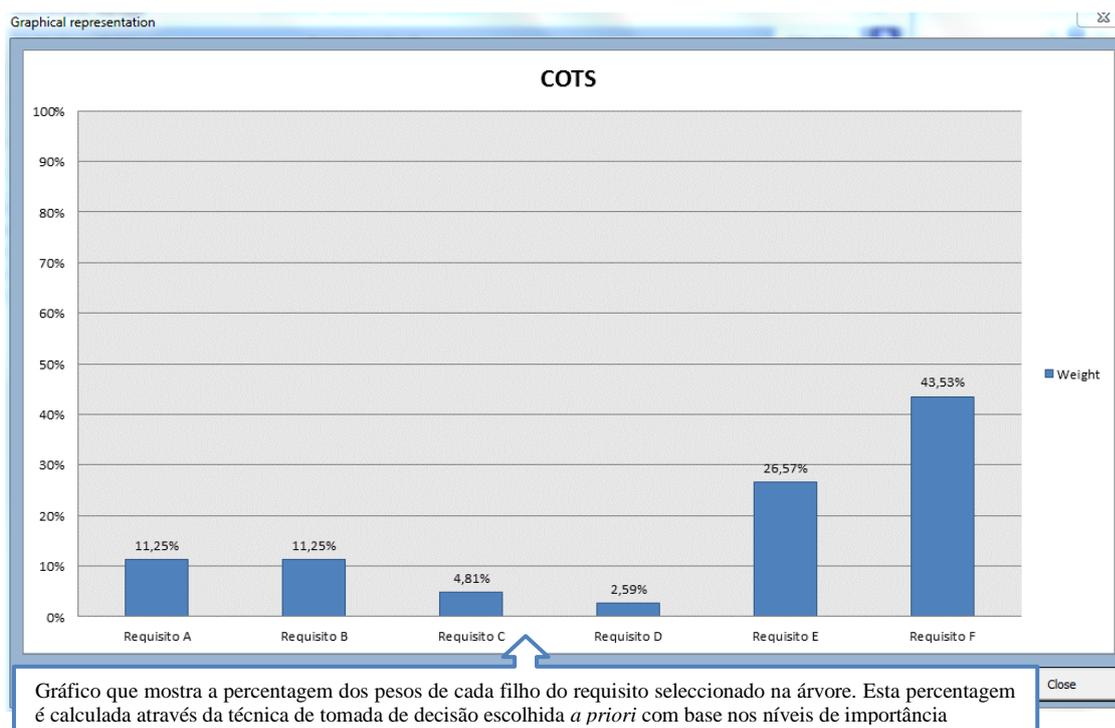


Figura 18 – Ecrã de pesos dos requisitos

Caso o método de TDMC escolhido tenha sido o AHP, o COTS-3S disponibiliza um botão que permite aceder ao ecrã de comparação de pares de requisitos de forma individual (Figura 19). Este ecrã foi construído com o intuito de facilitar a atribuição dos níveis de importância, principalmente quando o número de requisitos a comparar é grande. Apesar disso, o utilizador continua a ter a possibilidade de consultar a visão global de todas as comparações que efectuou (Figura 17), permitindo-lhe gerir o processo de uma forma mais ágil e de acordo com a sua preferência.

Figura 19 – Ecrã de comparação individual dos requisitos

4.3.2. Gestor de medidas

O COTS-3S permite atribuir medidas aos requisitos técnicos através do Gestor de Medidas (Figura 20). Todos os detalhes sobre os tipos de medidas, assim como das regras de normalização definidas pela abordagem e implementadas no COTS-3S, estão descritos no Anexo A.

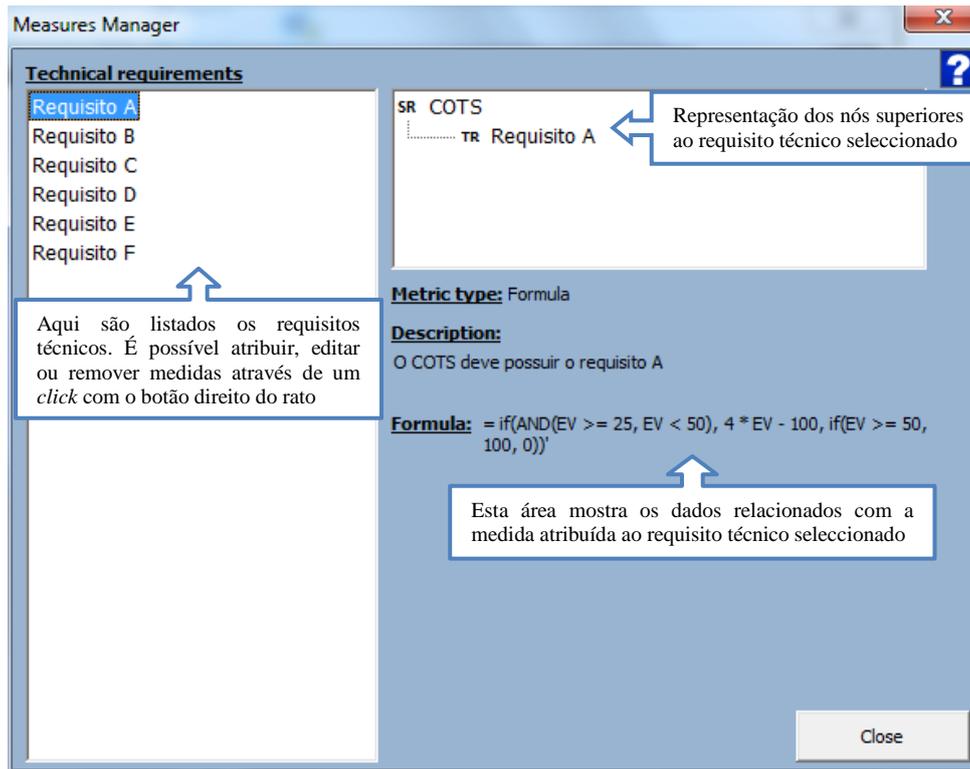


Figura 20 – Ecrã do Gestor de Medidas

4.3.3. Gestor de avaliação

O Gestor de Avaliação auxilia a 2.^a e 3.^a actividade da abordagem, permitindo ao utilizador adicionar, remover e editar produtos (Figura 21). Neste ecrã o utilizador pode consultar a informação mais importante de cada produto, nomeadamente, nome, versão e fabricante.

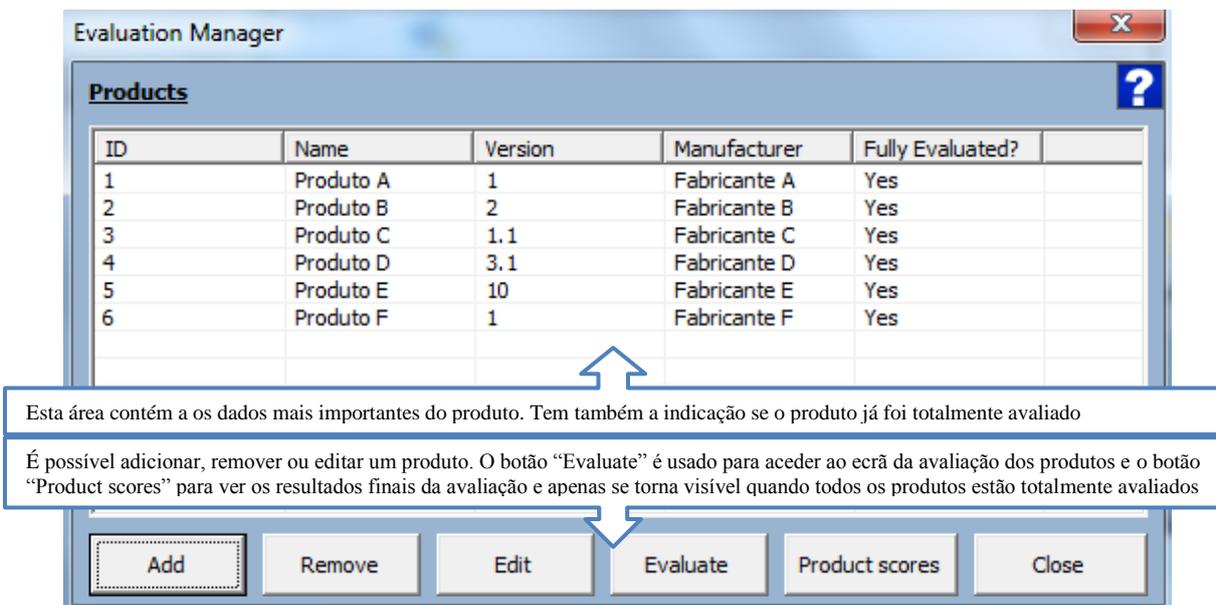


Figura 21 – Ecrã do Gestor de Avaliação

Só é possível avaliar os produtos depois de todas as medidas terem sido atribuídas. No ecrã de avaliação do produto (Figura 22) o utilizador avalia as características dos COTS consoante elas satisfaçam (total ou parcialmente) ou não os requisitos técnicos associados. Esta funcionalidade acelera e agiliza a 4.ª Actividade da abordagem.

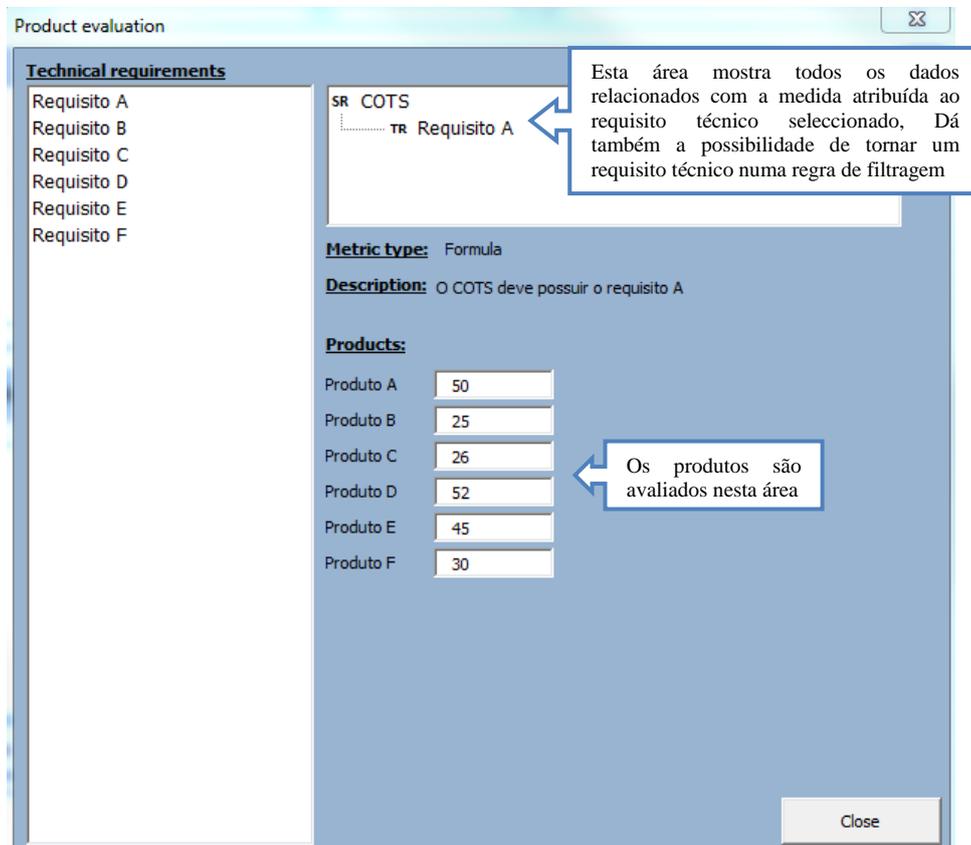


Figura 22 – Ecrã de avaliação dos produtos

Depois de todas as medidas estarem atribuídas e os produtos avaliados é possível visualizar as pontuações dos produtos (Figura 23). Navegando pelos requisitos organizados hierarquicamente na árvore, o utilizador pode ver a pontuação global dos produtos e aquela que obtiveram em cada requisito. As pontuações são representadas através de um gráfico de barras agrupado. A 5.ª Actividade da abordagem é auxiliada por este ecrã, sendo que o utilizador pode utilizar os resultados obtidos para formular a sua decisão.

Se algum produto for excluído devido a não cumprir um requisito técnico obrigatório, irá aparecer um botão que permite ao utilizador verificar quais os produtos que foram excluídos e o respectivo motivo.

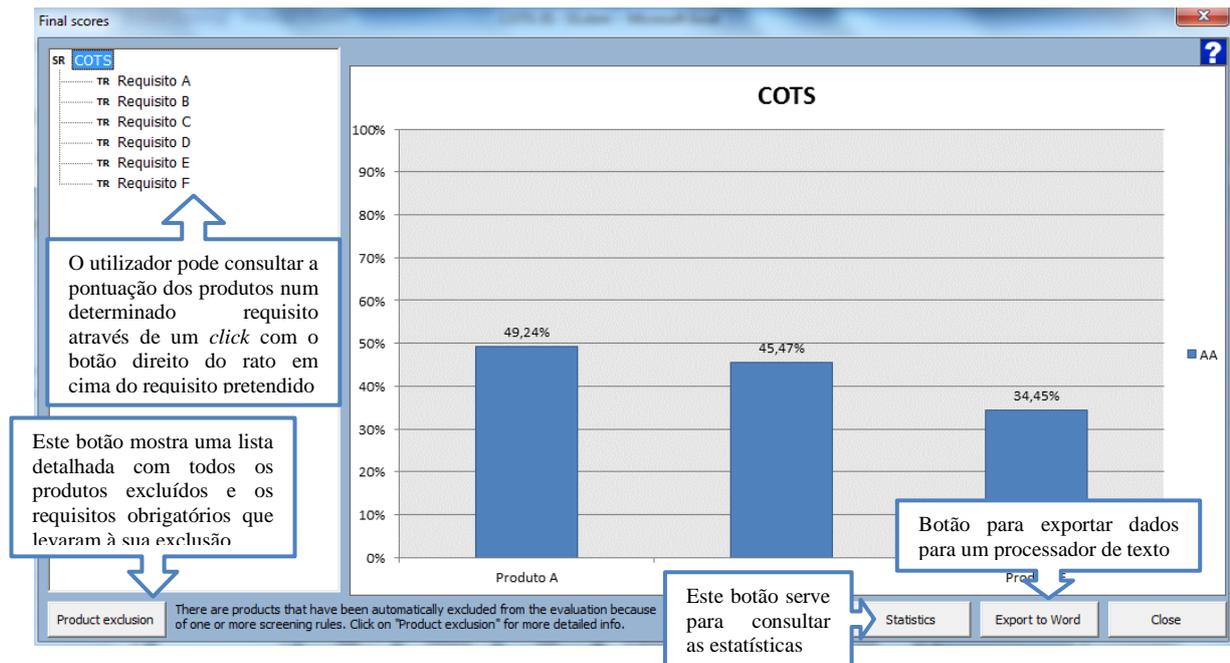


Figura 23 – Ecrã de resultados

Por fim o utilizador pode ainda consultar algumas estatísticas da selecção (Figura 24). O número de requisitos técnicos que determinado produto não satisfaz na totalidade é um exemplo dos valores que podem ser consultados no ecrã das estatísticas.

De notar que as actividades acima descritas podem ser executadas de forma iterativa, sendo que o utilizador fornece a informação ao sistema e este ilustra o resultado permitindo-lhe, se necessário, ajustar as configurações do problema.

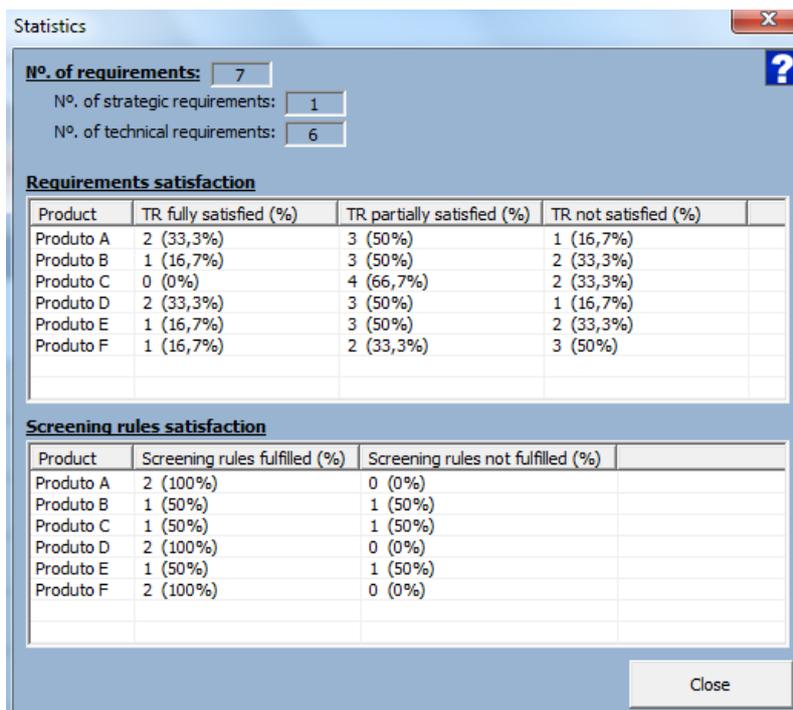


Figura 24 – Ecrã de estatísticas

4.3.4. Exportar para processador de texto

O COTS-3S permite, a partir do ecrã de resultados finais, exportar a informação mais importante para um processador de texto, mais precisamente para o Microsoft Word. Esta funcionalidade foi considerada um requisito chave na construção do COTS-3S, visto permitir ao utilizador criar um relatório de uma forma simples e expedita.

Os dados disponíveis para exportação incluem: gráficos dos pesos dos requisitos, tabelas dos pesos dos requisitos, gráficos dos resultados finais, tabelas dos resultados finais, matriz de pesos do AHP, *log* dos produtos excluídos (se aplicável), dados dos produtos e outros dados estatísticos. Com toda esta informação o utilizador pode construir um relatório mais rico e completo, e assim ter uma base para poder justificar o processo de selecção.

4.4. Relação com a abordagem proposta

Cada funcionalidade do COTS-3S tem como objectivo apoiar, facilitar e agilizar determinadas actividades da abordagem proposta. Como tal, a Figura 25 demonstra a relação de suporte que existe entre as funcionalidades do sistema e as actividades da abordagem.

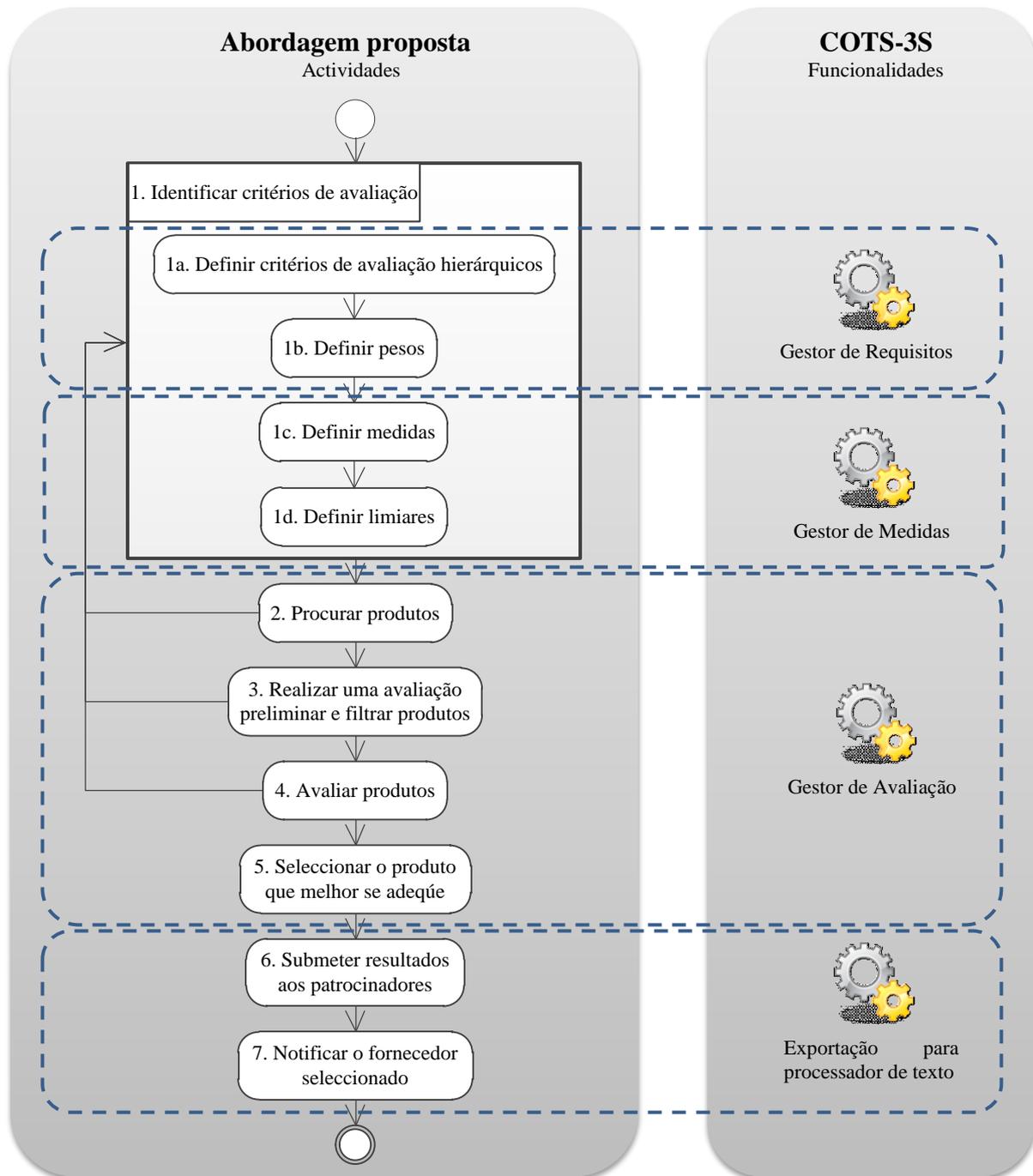


Figura 25 – Relação de suporte entre as funcionalidades do COTS-3S e as actividades da abordagem

4.5. Comparação com sistemas similares

Para além do COTS-3S existem outros sistemas que podem ser utilizados na selecção de COTS, entre os quais:

- OPAL [Krystkowiak *et al.* 2003], que oferece e apoia a construção de uma estrutura hierárquica para organizar os requisitos. Esta estrutura pode ser usada como um modelo de requisitos e os seus componentes são customizáveis, sendo possível incluir

informação necessária. Esta customização permite definir hierarquicamente os elementos, tais como metas, métricas, requisitos ou todos eles.

- DesCOTS [Grau *et al.* 2004], que é um sistema de *software* de apoio à selecção de COTS com base na utilização de modelos de qualidade de *software*. DesCOTS é constituído por várias ferramentas que interagem entre elas, com o intuito de apoiar as diferentes actividades do processo de selecção.
- MiHOS-PT [Mohamed 2007], que é um protótipo que apoia a abordagem MiHOS. Foi implementado como um *add-on* para o Microsoft Excel. Este protótipo oferece um conjunto de barras de ferramentas com diferentes funções para apoiar as várias actividades da MiHOS.

A Tabela 10 compara o COTS-3S com estes três sistemas com base em seis critérios.

Tabela 10 – Comparação entre o COTS-3S e outros sistemas de selecção de COTS

Critérios de comparação	COTS-3S	OPAL	DesCOTS	MiHOS-PT
Definição de medidas	Escolha dos tipos fornecidos, dos quais alguns são customizáveis. Permite ainda atribuição de fórmulas para calcular os NE	Templates customizáveis Unidades em termos intervalares	Catálogo definido pelo utilizador, aplicável em vários modelos de qualidade	Escolher dos tipos fornecidos
Suporte à avaliação	Atribuição de valores de avaliação (VA) a características de COTS que estão ligadas a requisitos técnicos	Suportado	Atribuição de valores aos factores de qualidade	Atribuição de um nível de correspondência entre as características dos COTS e as metas técnicas
Integração de requisitos	Requisitos representados numa definição hierárquica de critérios	Suportado	Gestão de requisitos e ligação dos mesmos a factores de qualidade	Requisitos representados através de metas numa definição hierárquica de critérios
Suporte à selecção	Correspondência entre requisitos técnicos e os componentes dos COTS Representação gráfica da avaliação dos	Matriz com as avaliações dos produtos	Correspondência entre requisitos e componentes dos COTS	Correspondência entre metas técnicas e os componentes dos COTS Representação gráfica da avaliação

Critérios de comparação	COTS-3S	OPAL	DesCOTS	MiHOS-PT
	produtos			dos produtos
Interface externo	Sim, para exportar dados para um processador de texto	Nenhum	Nenhum	Nenhum
Menu de ajuda	Sim	Sim, através de um glossário	Sim	Não

Com esta análise, é possível concluir que o COTS-3S é um sistema mais completo, flexível e amigável que os outros, considerando as actividades definidas na abordagem proposta como cruciais na selecção de COTS. As características que mais se destacam em relação aos outros sistemas são:

- Apesar das medidas estarem associadas a um requisito técnico em particular, elas são guardadas num repositório podendo ser reutilizadas em qualquer outro projecto de avaliação. Permite ainda a atribuição de fórmulas para calcular os NE.
- Os requisitos dos utilizadores são transpostos para requisitos estratégicos e técnicos organizados hierarquicamente;
- Representa dados numa forma amigável e transparente para o utilizador, através de gráficos, estatísticas e descrições textuais;
- Exporta dados para um processador de texto;
- Possui um menu de ajuda por forma a esclarecer quaisquer dúvidas que o utilizador possa vir a ter sobre o sistema e sobre o processo de selecção.

4.6. Síntese

Neste capítulo foi apresentada a arquitectura e principais funcionalidades do sistema de apoio à decisão (COTS-3S) desenvolvido com o intuito de apoiar a abordagem proposta. O COTS-3S foi construído na plataforma Microsoft Excel e programado em Visual Basic for Applications 7.0 (VBA 7.0) no Windows 7. O COTS-3S é constituído por um conjunto de funcionalidades que estão directamente relacionadas com as actividades da abordagem proposta, de forma a agilizar e simplificar a sua aplicação.

Com este capítulo foi atingida a última parte do terceiro objectivo, relativo à construção de um SAD para suportar a abordagem proposta.

5. Caso prático

5.1. Enquadramento

É cada vez maior a preocupação que as organizações têm em gerir eficientemente os seus recursos e o Estado Português não é excepção. Com a elevada exigência orçamental que o Estado atravessa, é essencial fazer uma gestão equilibrada dos recursos por forma a aumentar a eficiência dos serviços públicos.

Com a *Resolução do Conselho de Ministros n.º 39/2006* [Resolução 2006], o Estado, no domínio da reorganização estrutural da APP, aprovou um Programa de Reestruturação da Administração Central do Estado (PRACE) [PRACE 2006] que consagra a modernização da APP como um dos instrumentos essenciais da estratégia de desenvolvimento do país.

Uma das áreas que está a ser reestruturada é a área da gestão de recursos da APP. A gestão actual sofre de problemas que abrangem três áreas: Organização e Pessoas, Processos e Tecnologia. O facto de os processos administrativos se repetirem nos serviços da APP, não estando normalizados e exigindo operações e investimentos desnecessários ou a impossibilidade de se saber, ao certo, o número de trabalhadores da APP são apenas alguns dos problemas que conduziram a uma mudança de paradigma na gestão dos recursos da APP.

Esta mudança de paradigma deu origem à implementação de dois ERP, sendo um deles Financeiro, que já se encontra em produção, e o outro de Recursos Humanos, que se encontra em fase de implementação.

Uma das fases primordiais no processo de implementação de um ERP é a sua própria selecção. Realizar uma boa selecção é crucial para o sucesso do sistema final e para os resultados que se pretendem atingir. Este caso prático irá incidir sobre a selecção do ERP de Recursos Humanos (ERP-RH) para a APP.

Tal como já foi referenciado no capítulo 1.2 a razão da escolha deste caso deve-se ao facto do autor fazer parte do projecto de implementação de um ERP-RH para a APP. Este capítulo pretende apresentar a empresa, o projecto, o sistema e o processo de selecção do ERP-RH.

Posto isto, o objectivo é validar a bondade da abordagem proposta em conjunto com o COTS-3S, bem como demonstrar o valor acrescentado da sua utilização no contexto específico do caso prático.

5.2. A empresa

A empresa em causa nasceu com o PRACE [PRACE 2006], a fim de realizar o diagnóstico e a reforma estrutural da Administração Central. O PRACE tem como principais objectivos a promoção da cidadania, do desenvolvimento económico e da qualidade dos serviços públicos, com ganhos de eficiência, pela simplificação, racionalização e automatização que permitissem a diminuição do número de serviços e dos recursos a eles afectos. Para fazer face a esses desafios, foram estabelecidas algumas linhas estratégicas de acção orientadoras do PRACE, de entre as quais se incluía o desenvolvimento de serviços partilhados de nível ministerial ou inter-ministerial, de forma a reduzir estruturas ou processos redundantes que constituam fonte de desperdício de recursos.

Esta empresa é uma entidade pública de cariz empresarial, a quem compete assegurar o desenvolvimento de serviços partilhados no âmbito da APP e também a gestão da Mobilidade Especial. Os destinatários da sua actividade são os diversos organismos da APP, sendo a prestação de serviços partilhados, numa primeira fase, a serviços integrados no Ministério das Finanças e da APP ou sob a sua tutela.

5.3. O sistema a seleccionar e suas características

O ERP-RH a ser implementado reúne um conjunto de projectos que visam disponibilizar serviços partilhados de gestão de pessoal aos organismos da APP, assentes numa lógica de qualidade de serviço, normalização de processos e tecnologia de ponta.

A estes serviços poderão vir a aderir todos os organismos da APP, com diferentes níveis de prestação de serviço, nas diferentes áreas ou subáreas funcionais disponibilizadas. É importante referir que neste sistema existem também um conjunto de serviços, que, pela sua transversalidade, serão disponibilizados a todos os organismos, podendo ser encarados numa lógica de serviços partilhados à APP, como um único cliente. São exemplo desses processos, os da mobilidade dos trabalhadores entre organismos da APP.

Um dos grandes objectivos do sistema passa por desenvolver uma solução que cumpra os requisitos de negócio impostos pela legislação em vigor na data de entrada em produção da mesma, para além da necessidade de flexibilidade, escalabilidade e baixos custos de manutenção.

Em relação ao modelo tecnológico (Figura 26), o sistema será enquadrado numa arquitectura orientada a serviços (SOA - *Service-Oriented Architecture*). Esta arquitectura permite a

interoperabilidade entre diferentes sistemas implementados em diferentes linguagens de programação ou a ser executados em diferentes infra-estruturas [Papazoglou 2007].



Figura 26 – Arquitectura do ERP-RH da Administração Pública Portuguesa

No que diz respeito à arquitectura lógica (Figura 27) ela preconiza um conjunto de componentes aplicativos que integrados entre si permitem disponibilizar serviços direccionados, personalizados, transparentes e eficientes ao utilizador final.



Figura 27 – Arquitectura lógica do ERP-RH da Administração Pública Portuguesa

5.4. Moldes do caso prático

5.4.1. Características e pressupostos

O objectivo deste estudo consiste na aplicação da abordagem proposta em conjunto com o COTS-3S a um caso prático, de forma a validar a bondade da sua utilização, bem como

demonstrar o valor acrescentado que poderá trazer. Este caso prático é alicerçado num caso real passado, tendo sido considerado que toda a envolvente e informação relativa ao mesmo se mantiveram constantes. O único objectivo de utilizar este caso real como base para o caso prático é o de acelerar alguns passos preliminares, sem os quais não seria possível terminar este estudo dentro do prazo limite da entrega da dissertação. Com isto, quer-se dizer, que já existia um conjunto de trabalho realizado ao nível do levantamento de requisitos que será extrapolado para este caso. Todo o restante trabalho subjacente à aplicação da abordagem foi construído de raiz.

Pretende-se ainda, através deste caso prático, identificar vantagens, desvantagens, benefícios e limitações da abordagem proposta e do COTS-3S, através de entrevistas semi-estruturadas aos *stakeholders* que participaram em todas as actividades do processo.

De forma a salvaguardar os interesses da entidade em causa, não foram considerados todos os requisitos para o processo de avaliação e selecção, embora tenha sido assegurado, em conformidade com os *stakeholders* do caso prático, um conjunto com os requisitos mais relevantes e representativos.

É relevante mencionar que o método de TDMC escolhido pelos *stakeholders* foi o AHP. Foi ainda vontade dos *stakeholders* definir um conjunto de requisitos técnicos obrigatórios e facultativos, sendo que os obrigatórios terão a única e exclusiva função de excluir os produtos que não os satisfaçam. Assim sendo, os produtos que satisfizerem todos os requisitos obrigatórios serão seleccionados com base nos requisitos facultativos.

Por fim, tanto a 6.^a como a 7.^a actividade não foram executadas neste caso prático, principalmente devido ao pouco valor que acrescentam ao caso prático.

5.4.2. Stakeholders

Neste caso prático fizeram parte do processo de selecção três grupos *stakeholders*. A Tabela 11 ilustra os papéis de cada *stakeholder* e o seu nível de conhecimento técnico e funcional (negócio). Um papel está muitas vezes ligado a uma descrição de um cargo ou descrição do grupo de trabalho, mas não precisa necessariamente de ser preenchido por um indivíduo [Blokdiik & Menken 2008] e neste caso é isso que acontece. Complementarmente as suas responsabilidades são descritas na Tabela 12.

Tabela 11 – Stakeholders que integraram o caso prático

ID	Nº de pessoas	Papéis atribuídos durante o processo de selecção	Nível de conhecimento	
			Técnico	Funcional
S1	1	- Gestor de Projecto - Engenheiro de Requisitos - Avaliador - Utilizador	Razoável	Alto
S2	1	- Gestor de Projecto - Engenheiro de Requisitos - Avaliador - Utilizador	Alto	Razoável
S3	3	- Avaliador - Utilizador	Baixo	Alto

Tabela 12 – Responsabilidades dos stakeholders

Papel	Responsabilidades
Gestor de Projecto	Responsável pelo planeamento e coordenação do projecto. Isto inclui, por exemplo, garantir que os requisitos do projecto são cumpridos.
Engenheiro de Requisitos	Responsável por transpor os requisitos dos utilizadores em requisitos técnicos e estratégicos por forma a construir o gráfico Γ .
Avaliador	Responsável pela procura e avaliação dos COTS.
Utilizador	Responsável por definir e priorizar os requisitos.

5.4.3. Suporte do COTS-3S

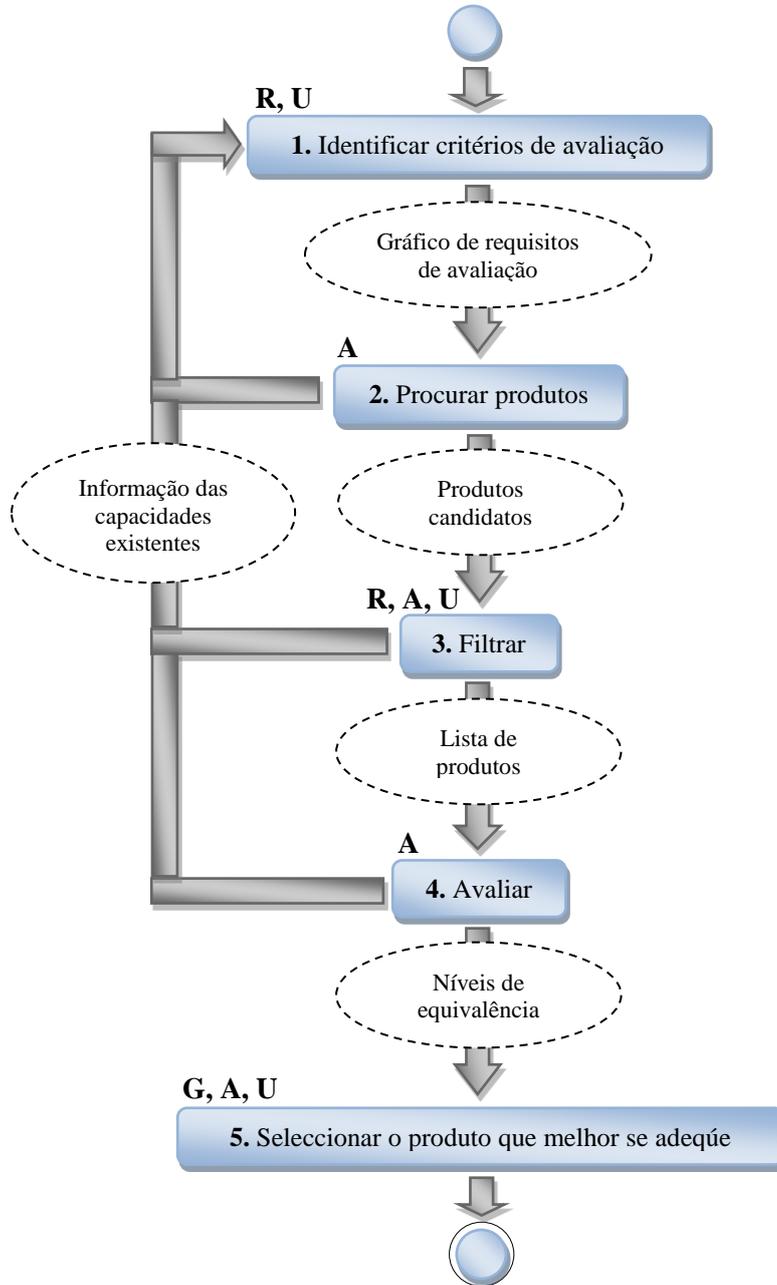
O COTS-3S foi utilizado para apoiar a condução do processo de selecção subjacente a este caso prático, tendo sido utilizado para definir o gráfico de requisitos Γ (requisitos, pesos e medidas), recolher e registar dados dos produtos e da avaliação (agregando os seus resultados), estimar a adequabilidade e ilustrar os resultados aos *stakeholders*, através de gráficos e estatísticas.

O COTS-3S com o caso prático pode ser descarregado em http://dl.dropbox.com/u/44018435/COTS-3S_ERP-RH.rar.

5.5. Aplicação da abordagem de selecção de COTS proposta

A Figura 28 mostra uma versão estendida da abordagem tal como foi aplicada ao caso prático, a qual contem as mesmas actividades descritas anteriormente na Figura 11 e adicionalmente:

- Output de cada actividade
- Papéis necessários para desempenhar cada actividade



<u>Papéis dos stakeholders</u>	<u>Elementos do processo</u>
G – Gestor de Projecto	 Actividade
R – Engenheiro de Requisitos	 Output de uma actividade
A – Avaliador	
U – Utilizador	

Figura 28 – Actividades e responsabilidades da abordagem proposta

5.5.1. 1.^a Actividade – Definir critérios de avaliação

- Objectivo: Definir hierarquicamente um conjunto de critérios (i.e. requisitos) que serão utilizados como base para a selecção do ERP-RH. Definir também os seus pesos e medidas associadas aos requisitos técnicos e respectivos limiares.
- Papéis: Engenheiros de requisitos e utilizadores.
- *Output*:
 - Γ – Gráfico de requisitos que representa as necessidades dos *stakeholders* e também as características do ERP-RH pretendidas através dos requisitos técnicos;
 - P – Conjunto de pesos dos requisitos em Γ ;
 - M – Conjunto das medidas utilizada para avaliar as características dos COTS com base em Γ ;
 - L – Limiares que representam o nível mínimo de satisfação de requisitos específicos;
 - O *output* desta actividade é ilustrado no Anexo D, capítulo D.1.

Subactividade 1.a – Definir critérios de avaliação hierárquicos (Γ)

A definição de critérios de forma hierárquica resulta num gráfico de requisitos Γ , a partir do qual os ERP-RH são avaliados, estimando quão bem as suas características satisfazem os requisitos técnicos definidos em Γ . S1 e S2 definiram Γ com base nos requisitos dos utilizadores (S1, S2 e S3) e nos conhecimentos obtidos durante a investigação das características existentes dos COTS. Γ foi construído com um total de 301 requisitos: 60 requisitos estratégicos definidos em 4 níveis hierárquicos e 241 requisitos técnicos no 5º nível.

Para dar uma ideia sobre a estrutura de Γ neste caso prático, é demonstrada uma parte na Figura 29. O gráfico Γ completo é ilustrado no Anexo D, capítulo E.1. Para facilitar a percepção global do processo de selecção e construção dos anexos, grande parte dos requisitos técnicos (5º nível de Γ) são identificados com um código do tipo *RT.XXX*. Para estes requisitos é possível consultar a sua descrição completa no Anexo C.

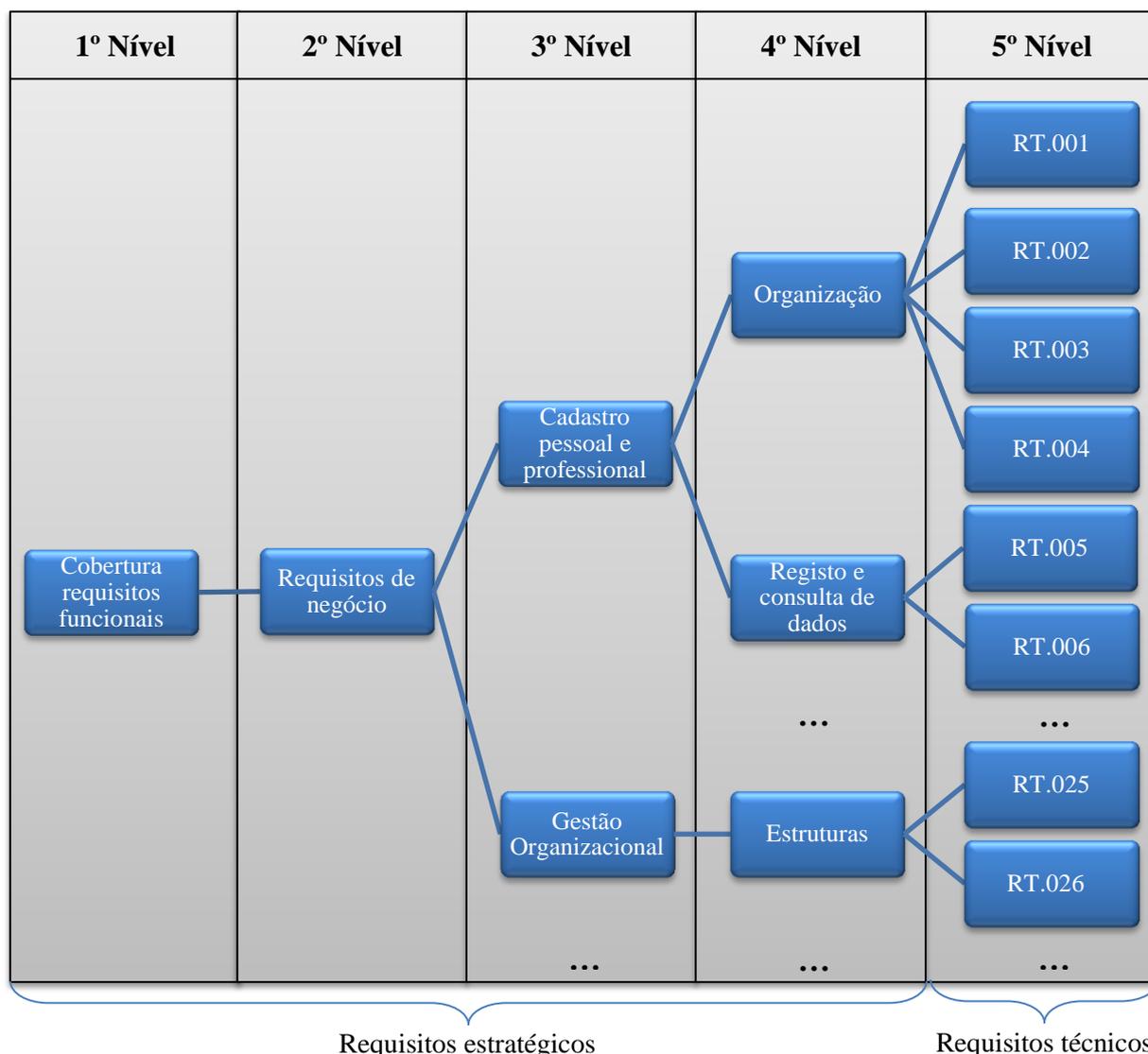


Figura 29 – Representação parcial dos requisitos

Subactividade 1.b – Definir pesos (P)

Sendo que o método de TDMC escolhido foi o AHP, a importância relativa dos requisitos foi obtida comparando-os em pares em cada nível da hierarquia (definida na subactividade 1.a) para o mesmo critério hierarquicamente superior, onde para cada comparação entre requisitos, os *stakeholders* atribuíram um nível de importância que um requisito tem sobre outro.

Essas comparações foram executadas através do COTS-3S e as matrizes resultantes são dadas no Anexo D, capítulo D.2.

Subactividade 1.c – Definir medidas (M)

Após a atribuição dos níveis de importância, foi necessário definir medidas para cada requisito técnico. Dos 241 requisitos técnicos, 237 têm associada uma medida booleana (BOLN) e os restantes 4 uma medida do tipo fórmula (FORM), as quais foram definidas em

sede de projecto. O Anexo D, capítulo D.3, percorre todas as medidas atribuídas aos requisitos técnicos.

Subactividade 1.d – Definir limiares (L)

Neste caso prático não foi necessária a definição de limiares para os valores dos requisitos técnicos.

5.5.2. 2.^a e 3.^a Actividade – Procurar produtos, realizar uma avaliação preliminar e filtrar

- Objectivo: Identificar uma lista dos candidatos mais promissores.
- Papéis: Engenheiros de requisitos, avaliadores e utilizadores.
- *Input*: Gráfico de avaliação de requisitos.
- *Output*:
 - Lista dos candidatos mais promissores.
 - O *output* é dado na Tabela 14.
- Descrição detalhada:

Neste caso prático, foi utilizada uma estratégia de procura passiva (explicada no capítulo 3.2.2). Foi então criado um concurso público com um programa e um caderno de encargos para que empresas detentoras de ERP-RH se pudessem candidatar.

Foi decidido que, caso houvesse um número avultado de candidatos, os avaliadores iriam utilizar a estratégia de identificação do requisito chave (capítulo 2.3.4.2) para os filtrar. A Tabela 13 descreve de forma sumária os requisitos chave, definidos em sede de projecto, e respectivas ponderações.

Tabela 13 – Breve descrição dos requisitos chave utilizados na filtragem dos candidatos

Requisitos chave	Peso (%)
Número de clientes finais com mais de 250 trabalhadores que adquiriram as licenças do <i>software</i> ERP-RH	24%
Dimensão, em número de trabalhadores com vencimentos processados, da maior solução implementada em funcionamento baseada no <i>software</i> ERP-RH	26%
Número de soluções implementadas com base em <i>software</i> ERP-RH, em ambiente de serviços partilhados e/ou em funcionamento na AP	17%
Existência de pelo menos uma solução implementada com base no <i>software</i> ERP-RH, em funcionamento, com vencimentos processados a mais de 1.000	33%

Requisitos chave	Peso (%)
trabalhadores e permitindo a retroactividade e <i>effective dating</i> ¹	

Ao concurso candidataram-se apenas dois consórcios, os quais apresentaram sistemas que satisfaziam na totalidade aos requisitos chave definidos. Foram três as razões basilares para não ter havido mais candidatos:

- Os seus sistemas, mesmo sendo customizados, não davam resposta a alguns dos requisitos obrigatórios do programa de concurso;
- Após uma análise custo-benefício, apesar de conseguirem responder aos requisitos, concluíram que não se justificava entrar no projecto;
- Tinham outros projectos em carteira, não tendo recursos para levar a bom porto o projecto em causa.

Posto isto, os produtos dos consórcios candidatos são identificados na Tabela 14.

Tabela 14 – Produtos candidatos ao caso prático

ID	Nome	Versão	Fabricante	Website	Consórcio
P1	SAP	SAP ERP HCM	SAP (<i>Systems, Applications and Products</i>)	http://www.sap.pt	SAP PORTUGAL, Lda. e Novabase Consulting, S.A.
P2	Meta4	Meta4 Peoplenet	Meta4	http://www.meta4.pt	META4 Spain, S.A., CapGemini Portugal, S.A. e Deloitte Consultores, S.A.

5.5.3. 4.^a Actividade – Avaliar produtos

- Objectivo: Avaliar os candidatos mais promissores.
- Papéis: Avaliadores.
- *Input*: Lista de produtos.
- *Output*:
 - VA dos candidatos;
 - Parte do *output* é ilustrado neste capítulo na Tabela 15 e a totalidade encontra-se no Anexo D, capítulo D.3.

¹ Capacidade de o sistema processar dados do trabalhador com datas de início e de fim, suportando datas passadas, presentes e futuras, com vista, nomeadamente, a manter o histórico de informação, suportar a retroactividade salarial, registar dados futuros, suportar processos relacionados com antiguidade, carreira e desempenho e extrair relatórios

- Descrição detalhada:

Os produtos 1 e 2 (P1 e P2) foram avaliados por todos os *stakeholders* (S1, S2 e S3), pois todos têm o papel de avaliador. Nesta actividade são atribuídos VA entre os requisitos técnicos em I e a correspondente característica do produto. Para estimar os NE foram utilizadas diferentes escalas, tal como sugerido na abordagem proposta. A Tabela 15 exhibe informação mais detalhada da avaliação de alguns requisitos técnicos e inclui uma coluna com a medida atribuída, com o objectivo de facilitar a sua compreensão. Para cada ERP-RH candidato, é ilustrado o VA e respectivo NE para cada requisito técnico.

Tabela 15 – Parte do output da 4.^a Actividade

Requisito técnico	Medida	Valor de Avaliação (VA)		Nível de Equivalência (NE)	
		SAP	Meta4	SAP	Meta4
RT.001	Booleano	X	X	1	1
RT.002	Booleano	X	X	1	1
RT.003	Booleano	X	X	1	1
RT.004	Booleano	X	X	1	1
RT.005	Booleano	X	X	1	1
RT.006	Booleano	X	X	1	1
RT.007	Booleano	X	X	1	1
RT.008	Booleano	X	X	1	1
RT.009	Booleano	X	X	1	1
RT.010	Booleano	X	X	1	1
RT.011	Booleano	X	X	1	1
RT.012	Booleano	X		1	0
RT.013	Booleano	X	X	1	1
RT.014	Booleano	X	X	1	1
RT.015	Booleano	X	X	1	1
RT.016	Booleano	X		1	0
RT.017	Booleano	X		1	0
RT.018	Booleano	X		1	0
RT.019	Booleano	X		1	0
RT.020	Booleano	X		1	0
...

Durante a avaliação foram detectadas várias inadequações entre os requisitos técnicos definidos e as propostas apresentadas pelos candidatos para cumprir os respectivos requisitos. Essas inadequações (i.e. requisitos técnicos facultativos que não foram totalmente satisfeitos) foram levantadas e endereçadas aos respectivos fornecedores. No entanto, nenhum deles se comprometeu a resolver qualquer inadequação.

5.5.4. Resultados

Ambos os produtos apresentam resultados muito positivos. A Figura 30 mostra algumas estatísticas decorrentes do processo de selecção. Como se pode verificar foram definidos 301 requisitos em que 60 são estratégicos e 241 técnicos, sendo que o P1 satisfaz na totalidade (i.e. NE = 1) 97,1% dos requisitos técnicos e o P2 78,8%. Ambos os produtos satisfizeram todos os 124 requisitos técnicos obrigatórios. É importante notar que esta percentagem de satisfação dos requisitos não significa necessariamente que o produto que tem a maior percentagem seja aquele que apresenta maior pontuação final, pois para o cálculo final, para além destes valores, ainda falta entrar em linha de conta com os pesos dos requisitos.

The screenshot shows a 'Statistics' window with the following data:

Nº. of requirements: 301
Nº. of strategic requirements: 60
Nº. of technical requirements: 241

Requirements satisfaction

Product	TR fully satisfied (%)	TR partially satisfied (%)	TR not satisfied (%)
SAP	234 (97,1%)	1 (0,4%)	6 (2,5%)
Meta4	190 (78,8%)	1 (0,4%)	50 (20,7%)

Mandatory requirements satisfaction

Product	Mandatory requirements satisfied (%)	Mandatory requirements not satisfied (%)
SAP	124 (100%)	0 (0%)
Meta4	124 (100%)	0 (0%)

Figura 30 – Output dos COTS-3S com as estatísticas do caso prático

Sendo que os dois produtos satisfizeram na totalidade todos os requisitos técnicos obrigatórios, resta verificar qual é que obteve a maior adequabilidade aos requisitos facultativos. Através da Figura 31, que ilustra o ecrã dos resultados do COTS-3S, verifica-se

que o P1 obteve uma pontuação global de 93,41% e o P2 de 80,74%. Com base nestes resultados o ERP-RH a ser escolhido é o P1.

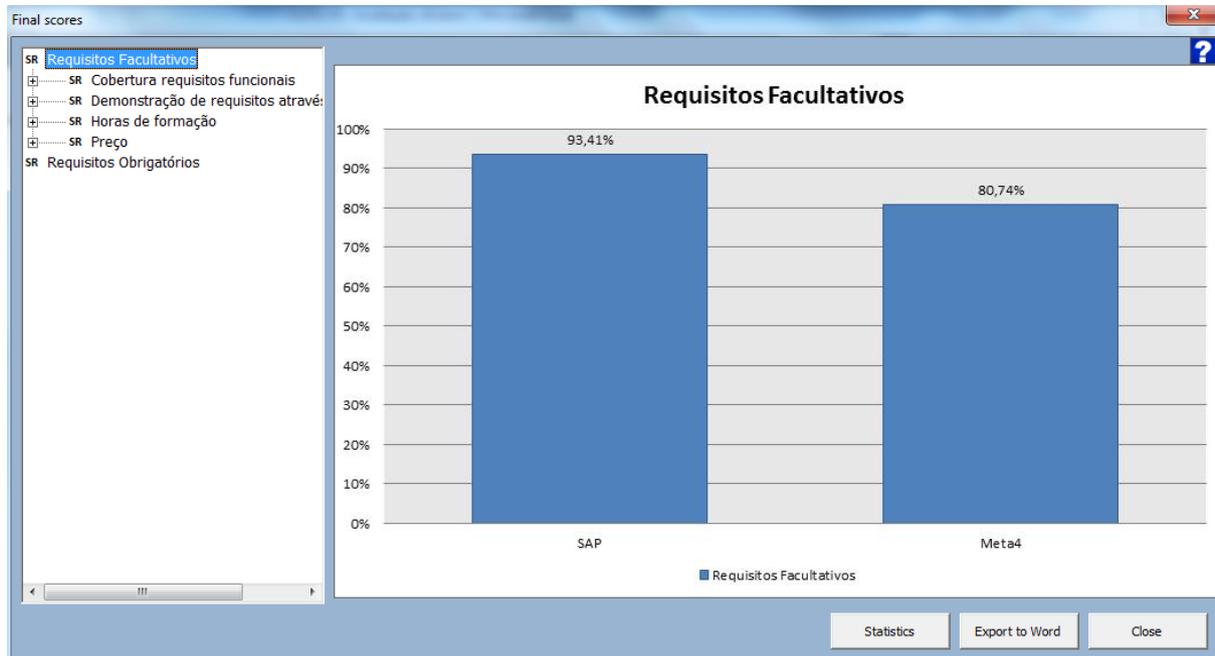


Figura 31 – Resultado final da selecção do ERP-RH

Para uma melhor compreensão de como é que os resultados foram obtidos deve ser consultado o Anexo D, capítulo D.4, o qual contém, em detalhe, os resultados que os ERP-RH obtiveram em cada requisito.

5.6. Entrevista aos *stakeholders* do caso prático

Tal como discutido no capítulo 1.4.2.2., a recolha dos dados foi efectuada através de entrevistas semi-estruturadas. Foram realizadas entrevistas aos dois *stakeholders* do caso prático que participaram em todas as actividades do processo de selecção, sendo eles o S1 e o S2. A razão da escolha destes dois *stakeholders* para as entrevistas prende-se com o facto de serem os únicos que acompanharam o processo de selecção do início ao fim e assim poderão fornecer informações mais detalhadas e verosímeis sobre a abordagem proposta e o COTS-3S, neste contexto específico.

As entrevistas completas encontram-se no Anexo E, no entanto a análise de conteúdo das mesmas é apresentada na Tabela 16. De notar que a informação recolhida apenas tem em conta a experiência dos *stakeholders* no caso prático, podendo o seu conteúdo não ser aplicável noutros domínios e contextos com diferentes *stakeholders*.

Tabela 16 – Resumo das entrevistas dos *stakeholders*

Âmbito	Crítérios	Opiniões
Abordagem e COTS-3S	Vantagens	<ul style="list-style-type: none"> • Facilidade e eficiência de aplicação • Boas directrizes de actuação em cada actividade • Possibilidade de tirar partido das sinergias e encadeamento entre a abordagem e o COTS-3S
	Desvantagens	<ul style="list-style-type: none"> • Necessidade de reunir, no mesmo espaço geográfico, todos os <i>stakeholders</i> para definir os níveis de importância dos requisitos
	Expectativas no caso prático	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Cumpridas</u>: Processo de selecção totalmente executado • <u>Por cumprir</u>: Tratamento estatístico mais rico e completo
COTS-3S	Actividade mais beneficiada no caso prático	<ul style="list-style-type: none"> • Definição dos critérios de avaliação
	Benefícios	<ul style="list-style-type: none"> • Facilita a estruturação do problema de tomada de decisão • Remove a necessidade de executar quaisquer tipos de cálculos matemáticos • Optimiza e agiliza a abordagem tornando-a mais simples, perceptível e transparente para os <i>stakeholders</i> • Possibilidade de utilizar o sistema, apenas com o licenciamento mais básico do Microsoft Office, a qual inclui o Microsoft Excel (presente em grande parte das empresas) • Interface amigável e bem construído, que motiva os utilizadores • Interface de fácil utilização permitindo um melhor acompanhamento da abordagem • Informação organizada de forma peculiar e inteligente • Possibilidade de distinguir os requisitos com cores diferentes para uma melhor compreensão e percepção dos mesmos
	Limitações	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Output</i> estatístico limitado • Inexistência de uma funcionalidade para atribuição dos níveis de importância de forma descentralizada
	Melhoramentos	<ul style="list-style-type: none"> • Criar um componente de negociação entre os <i>stakeholders</i>. Um exemplo é a criação de um interface entre o COTS-3S e um <i>website</i> que permita a atribuição dos níveis de importância de forma descentralizada através desse mesmo <i>website</i>. • Melhorar, na atribuição das medidas, o construtor de fórmulas para ser mais eficiente e expedito para quem não tem conhecimento sobre construção de fórmulas em Microsoft Excel

5.7. Síntese

Neste capítulo foi descrita a aplicação da abordagem proposta com o COTS-3S a um caso prático no domínio dos ERP, mais precisamente na selecção de um ERP-RH para a APP.

De forma a compreender toda a envolvente do caso prático, foi apresentado um enquadramento geral e uma breve descrição da empresa em causa e do tipo de ERP-RH a ser seleccionado. Preliminarmente foram ainda definidos os moldes do caso prático, ou seja, os seus limites, características e pressupostos. De seguida foram descritas as actividades da abordagem proposta suportada pelo COTS-3S. Por fim foram efectuadas entrevistas semi-estruturadas aos *stakeholders* que participaram transversalmente no processo, sendo apresentada uma análise de conteúdo das mesmas, com as vantagens, desvantagens, benefícios, limitações e melhoramentos da abordagem e do COTS-3S.

É relevante mencionar que, com este caso prático, foi cumprido o quarto e último objectivo desta dissertação, pois foi validada a aplicabilidade da abordagem com o COTS-3S, sendo também demonstrado o valor acrescentado da sua utilização para os *stakeholders* envolvidos.

Com as entrevistas foi possível depreender que a abordagem proposta e o COTS-3S têm bastantes vantagens para os *stakeholders*. No entanto existem ainda desvantagens e alguns pontos de melhoria, os quais serão incluídos como trabalhos futuros a realizar.

Por fim importa referir que, tal como discutido no capítulo 3.4.1, a definição de I é subjectiva e depende tanto do contexto do projecto como das necessidades e compreensão dos *stakeholders*. Isto significa que os resultados obtidos neste caso prático podem ser diferentes se aplicados a um contexto diferente com diferentes *stakeholders*.

6. Conclusões

6.1. Objectivos do trabalho

O objectivo primordial desta dissertação é contribuir para o aumento da qualidade e redução de riscos e custos inerentes à implementação de COTS. Uma forma de atingir estes objectivos é melhorar os processos de avaliação e selecção de COTS.

Posto isto, a questão que orientou esta investigação foi:

- Como melhorar o processo de avaliação e selecção de COTS?

De forma a responder a esta questão foram delineados quatro objectivos.

O primeiro e segundo visavam, respectivamente, alcançar um entendimento mais abrangente e aprofundado de como os COTS poderiam dar suporte às organizações e identificar processos e factores importantes que suportassem a selecção de COTS. Para atingir estes objectivos foi feito um levantamento bibliográfico sobre três temas basilares nesta área: medidas, métricas e estimativas de *software*, selecção de COTS e sistemas de apoio à decisão.

A principal conclusão do levantamento bibliográfico foi de que existiam aspectos na avaliação e selecção de COTS que podiam ser melhorados, nomeadamente através da utilização complementar de um SAD. Em grande parte das abordagens investigadas nunca foi utilizada uma selecção de COTS de grande escala, o que leva à incógnita sobre a sua aplicabilidade nesses casos. Neste aspecto, um SAD tem um papel fundamental na resolução de problemas e tomadas de decisão complexos. Outro problema também levantado foi a falta de directrizes sobre limitações comuns na selecção de COTS, tais como a subjectividade das fontes, a qualidade dos dados de *input*, a escalabilidade, a inadequação entre os requisitos e as características dos produtos, entre outros.

Com base no levantamento bibliográfico e no conhecimento adquirido durante a construção do enquadramento teórico, deu-se início à construção de uma abordagem genérica de avaliação e selecção de COTS em conjunto com um SAD. Com isto, o que se pretendia, era atingir o terceiro objectivo, através da optimização dos processos de avaliação e selecção propostos por outras abordagens.

No entanto, sendo que já existia um vasto trabalho realizado nesta área, a abordagem genérica de selecção de COTS foi construída tendo por base uma abordagem já existente: a MiHOS [Mohamed *et al.* 2007b]. Esta escolha deveu-se ao facto da MiHOS se basear em várias

ideias, conceitos e técnicas que foram apresentadas por outras abordagens de selecção de COTS, servindo assim como um “apanhado” de todo o trabalho desenvolvido no passado.

Com base na MiHOS, foi então construída a abordagem proposta nesta dissertação, em que o principal foco foi definir sólidas directrizes de actuação em cada actividade, por forma a facilitar a aplicação da abordagem em contextos específicos, algo que grande parte das restantes abordagens não possui.

Após a construção da abordagem, foi desenvolvido um SAD para suporta a mesma, o qual foi designado de COTS-3S. Com este sistema, pretendia-se agilizar e simplificar a abordagem proposta, tornando-a mais simples e transparente para o utilizador final. O desenvolvimento do COTS-3S teve também em linha de conta a sua escalabilidade, para que este possa ser aplicado em processos de selecção de COTS de grande escala.

O último objectivo consistia em aplicar a abordagem definida juntamente com o COTS-3S a um caso prático, por forma a validar a sua aplicabilidade, demonstrando igualmente o valor acrescentado da sua utilização nesse mesmo caso.

Devido às razões descritas no capítulo 1.2, o caso prático consistiu na selecção um ERP-RH de grande escala para a APP. Este caso prático teve como base um caso real passado, tendo sido considerado que toda a envolvente e informação relativa ao mesmo se mantiveram constantes.

O processo de selecção decorreu dentro das expectativas dos *stakeholders*. Após o *términus* do processo, foram entrevistados os dois únicos *stakeholders* que participaram transversalmente em todo o processo. Através dessas entrevistas, foi possível concluir que a abordagem proposta moldou-se com facilidade ao caso prático, fornecendo boas directrizes de actuação em cada fase do processo. Esta beneficiou grandemente da utilização do COTS-3S, sendo que os *stakeholders* afirmam que sem o COTS-3S seria extramente difícil, senão impossível, aplicar a abordagem e completar o processo. Por outro lado, os *stakeholders* levantaram também algumas limitações e pontos de melhoria relativos a algumas funcionalidades do COTS-3S, principalmente no que toca à não existência de um componente de negociação descentralizada entre os *stakeholders*.

6.2. Comparação com outras abordagens

A Tabela 17 compara a abordagem proposta com as restantes abordagens já apresentadas nesta dissertação segundo os seguintes critérios:

- CMGSC: Conformidade com o Método Genérico de Selecção de COTS;
- AVAL: Estratégia de avaliação utilizada;
- UNIC: Adequabilidade para selecção única de COTS;
- MULT: Adequabilidade para selecção múltipla de COTS (selecção de um grupo de COTS);
- INAD: Habilidade para endereçar as inadequações do COTS de um modo sistemático durante e depois do processo de selecção;
- ADAPT: Capacidade de adaptar o processo com base nos conhecimentos dos especialistas. Satisfazer este critério não implica, necessariamente, a existência de técnicas de desenho sistemáticas;
- FS: Disponibilidade de ferramenta de suporte para facilitar a aplicação da abordagem.

Tabela 17 – Comparação da abordagem proposta com outras abordagens de selecção de COTS

Abordagem			Factores de comparação						
ID*	Nome	Ano	CMGSC	AVAL	UNIC	MULT	INAD	ADAPT	FS
B.1	OTSO	1995/ 1996	✓	FP	✓	✗	✗	✗	✗
B.2	IusWare	1997	✓	Qualquer uma	✓	✗	✗	✗	✗
B.3	PRISM	1997	✓	FP	✓	✗	✗	✗	✗
B.4	CISD	1997	✓	FP/MP	✓	~	✗	✗	✗
B.5	PORE	1998	✓	FP	✓	✗	~	✗	✓
B.6	CEP	1999	✓	FP	✓	✗	✗	✗	✗
B.7	STACE	1999	✓	FP/RC	✓	✗	~	✗	✗
B.8	CRE	1999	✓	FP	✓	✗	~	✗	✗
B.9	CAP	2000	✓	FP	✓	✗	✗	✓	✗
B.10	CARE	2001	✓	FP	✓	✗	~	✗	✓
B.11	PECA	2002	✓	Qualquer uma	✓	✗	~	✓	✗
B.12	BAREMO	2002	Passo 5	-	✓	✗	✗	✗	✓
B.13	Storyboard	2002	✗	FP/RC	~	✓	~	✗	✗
B.14	CS	2002	✓***	-	~	✓	~	✗	✗
B.15	WinWin	2003	✓	FP	✓	~	~	✗	✗
B.16	Erol's	2003	✓	-	✓	✗	✗	✗	✗
B.17	DesCOTS	2004	✓	FP	✓	✗	✗	✗	✓

Abordagem			Factores de comparação						
ID*	Nome	Ano	CMGSC	AVAL	UNIC	MULT	INAD	ADAPT	FS
B.18	MiHOS	2005	✓	FP/RC	✓	✗	✓	✗	✓
B.19	UnHOS	2011	✓	FP/RC	✓	✗	~	✗	✓
N/A	Abordagem proposta	2011	✓	FP/RC	✓	✗	~	✓	✓
FP: Filtragem Progressiva			✓ Satisfaz o critério totalmente						
RC: Requisito Chave			✗ Não satisfaz o critério						
MP: Montagem do Puzzle			~ Satisfaz o critério de forma parcial, informal ou implícita						

*Identificação das abordagens tal como estão organizadas no Anexo B

**CS prevê orientações para a selecção de um conjunto de produtos COTS colaborativos. Sugere assim a utilização de outra abordagem (e.g. OTSO) para a selecção individual de COTS

Através da Tabela 17 é possível concluir que o único factor de comparação, para o qual a abordagem proposta não responde na totalidade, é a adequabilidade para selecção múltipla de COTS (selecção de um grupo de COTS). No entanto, era expectável que assim fosse, pois a abordagem foi inicialmente construída apenas como objectivo de seleccionar COTS no contexto individual e não no contexto colaborativo.

Tal como referido no capítulo 3.1, a abordagem proposta utiliza o MGSC. Esta aplica também as estratégias de avaliação de filtragem progressiva e identificação de requisitos chave. A resposta dada pela abordagem ao factor INAD, é feita de forma parcial, pois apenas tem a habilidade para endereçar as inadequações do COTS de um modo sistemático durante o processo de selecção.

A abordagem foi construída com o intuito de ser flexível para permitir que os especialistas a consigam adaptar a cada contexto específico, utilizando os seus próprios conhecimentos. De forma a agilizar o processo de selecção de COTS e construir um factor diferenciador de grande parte das abordagens presentes na Tabela 17, tal como está espelhado no capítulo 4, foi apresentado um SAD para suportar a abordagem.

6.3. Limitações

A única limitação encontrada na realização desta dissertação foi o número pequeno de *stakeholders* que participaram em todas as actividades do caso prático, permitindo apenas a recolha de duas entrevistas.

6.4. Trabalhos futuros

Os trabalhos futuros deverão centrar-se no melhoramento e amadurecimento da investigação realizada nesta dissertação. Como tal sugere-se os seguintes trabalhos futuros:

- **Aplicação a mais casos práticos:** A aplicação da abordagem juntamente com o COTS-3S em outros casos práticos de diferentes domínios permitirá avaliar a sua aplicabilidade em outros contextos, o que poderá levar a mais propostas de melhoria e a diferentes opiniões sobre a sua aplicação;
- **Adaptabilidade da abordagem proposta:** Apesar de a abordagem ser genérica, é necessário incluir mais técnicas que permitam a sua adaptação a contextos específicos. Não existe uma abordagem que se adeque a todos os projectos, no entanto é possível implementar técnicas, para além das que já estão, que auxiliem a sua aplicação a projecto específicos;
- **Seleção múltipla de COTS:** A abordagem foca-se apenas na selecção individual de produtos de COTS. No entanto seria interessante incorporar as situações em que a necessidade passa por seleccionar um grupo de COTS para integração num sistema. Nestas situações o objectivo é que estes produtos sejam os mais adequados para serem inseridos num sistema baseado em COTS, onde a interoperabilidade entre eles é crucial;
- **Componente de negociação entre stakeholders no COTS-3S:** O COTS-3S não possui um componente de negociação entre os *stakeholders*. Um exemplo é um interface entre o COTS-3S e um *website* que permita a atribuição dos níveis de importância de forma descentralizada;
- **Melhorar o construtor de fórmulas no COTS-3S:** O construtor de fórmulas do COTS-3S apenas pode ser utilizado por utilizadores que tenham conhecimento sobre a construção de fórmulas no Microsoft Excel. Um trabalho futuro poderá passar pela simplificação deste construtor de modo a que qualquer tipo de utilizador consiga construir uma fórmula;
- **Melhorar o output estatístico do COTS-3S:** Apesar do COTS-3S possuir um *output* estatístico aceitável, neste tipo de problemas de tomada de decisão os decisores necessitam de mais informação estatística para poderem tomar as suas decisões com base em mais e melhor informação;
- **Implementar mais métodos de TDMC no COTS-3S:** O COTS-3S tem implementados os métodos de TDMC AHP e WSM. Porém existem outros métodos,

tais como o MACBETH, que poderão ser implementados, tornando o sistema mais completo e flexível.

6.5. Artigos publicados

Durante a elaboração desta dissertação, o autor submeteu um artigo para a Conferência da Associação Portuguesa de Sistemas de Informação (CAPSI), o qual foi aceite. A sua apresentação tem lugar em meados de Outubro:

- A COTS Selection Approach with a Decision Support System. In 11ª Conferência da Associação Portuguesa de Sistemas de Informação (CAPSI'11), October 2011.

Referências

- AGARWAL, R., KUMAR, M., YOGESH, MALLICK, S., BHARADWAJ, R., and ANANTWAR, D. Estimating software projects. *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, July 2001, vol. 26, no. 4, pp. 60–67.
- AKAO, Y. *Quality Function Deployment: Integrating Customer Requirements into Product Design*. Massachusetts, USA: Productivity Press, 1999.
- ALONSO, J., and LAMATA, T. Consistency in the Analytic Hierarchy Process: a New Approach. *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, July 2006, vol. 14, no. 4, pp. 445-459.
- ALVES, C. COTS-Based Requirements Engineering. In CECHICH, A., PIATTINI, M., e VALLECILLO, A. *Component-Based Software Quality*. Lecture Notes in Computer Science (LNCS). Heidelberg, Berlin, Germany: Springer, 2003. vol. 2693, pp. 21- 39.
- ALVES, C., and CASTRO, J. CRE: A Systematic Method for COTS Components Selection. In Proceedings of the XV Brazilian Symposium on Software Engineering (SBES), Rio de Janeiro, Brazil, 2001.
- ALVES, C., and FINKELSTEIN, A. Investigating Conflicts in COTS Decision-Making. *International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering (IJSEKE)*, September 2003, vol. 13, no. 5, pp. 473-493.
- APPOLINÁRIO, F. *Dicionário de metodologia científica: um guia para a produção do conhecimento científico*. 2ª ed. São Paulo, Brasil: Atlas, 2011.
- BANA e COSTA, C., and VANSNICK, J. MACBETH - An Interactive Path Towards the Construction of Cardinal Value Functions. *International Transactions in Operational Research*, October 1994, vol. 1, no. 4, pp. 489-500.
- BANA e COSTA, C., and VANSNICK, J. Applications of the MACBETH Approach in the Framework of an Additive Aggregation Model. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, March 1997, vol. 6, no. 2, pp. 107-114.

- BARBOSA, G., e ALMEIDA, A. Sistemas de apoio à decisão sob o enfoque de profissionais de TI e de decisores. Em XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), Curitiba, Paraná, Brasil, 2002.
- BARCELLOS, M. *Planejamento de Custos em Ambientes de Desenvolvimento de Software Orientados à Organização*. Rio de Janeiro, Brasil: Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Junho 2003. Tese de Mestrado em Ciências em Engenharia de Sistemas e Computação.
- BARROS, A., e LEHFELD, N. *Fundamentos de Metodologia: Um Guia para a Iniciação Científica*. 2ª ed. São Paulo, Brasil: Makron Books, 2000.
- BASIL, V., and BOEHM, B. COTS-Based Systems Top 10 List. *Computer*, May 2001, vol. 34, no. 5, pp. 91-93
- BERANDER, P., and ANDREWS, A. Requirements Prioritization. In AURUM, A., and WOHLIN, C. *Engineering and managing software requirements*. Heidelberg, Berlin, Germany: Springer, 2005. pp. 69-94.
- BERGERON, B. *Essentials of Shared Services*. 1st ed. Hoboken, New Jersey, USA: John Wiley & Sons, 2003.
- BLOKDIJK, G., and MENKEN, I. *The IT Service Management Processes and Activities Roles and Responsibilities Job Description Handbook: All 52 ITIL Tasks, Functions and Job Descriptions Explained, Detailed and Ready to Use – Bringing Theory into Practice*. Brisbane, Australia: Emereo Publishing, 2008, p. 74.
- BOEHM, B. A Spiral Model of Software Development and Enhancement. *Computer*, May 1988, vol. 21, no. 5, pp. 61-72.
- BOEHM, B., and ABTS, C. COTS Integration: Plug and Pray? *Computer*, January 1999, vol. 32, no. 1, pp. 135-138.
- BOEHM, B., PORT, D., and YANG, Y. WinWin Spiral Approach to Developing COTS-Based Applications. In 5th International Workshop on Economic-Driven (EDSER), Portland, Oregon, USA, 2003a.

- BOEHM, B., PORT, D., YANG, Y., BHUTA, J., and ABTS, C., Composable Process Elements for Developing COTS-Based Applications. In Proceedings of 2003 International Symposium on Empirical Software Engineering (ISESE), September-October 2003b. pp. 8 – 17.
- BONDI, A. Characteristics of scalability and their impact on performance. In Proceedings of the 2nd international workshop on Software and performance (WOSP), Ottawa, Canada, 2000. New York, USA: ACM Press, 2000. pp. 195 – 203.
- BROWNSWORD, L., OBERNDORF, T., and SLEDGE, C. Developing New Processes for COTS-Based Systems. *IEEE Software*, July/August 2000, vol. 17, no. 4, pp. 48-55.
- BURGUES, X., FRANCH, X., and PASTOR, J. Formalising ERP Selection Criteria. In Proceedings of the 10th International Workshop on Software Specification and Design (IWSSD), Shelter Island, San Diego, California, 2000. Washington, District of Columbia, USA: IEEE Computer Society, 2000. pp. 115- 122.
- BURGUES, X., ESTAY, C., FRANCH, X., PASTOR, J., and QUER, C. Combined Selection of COTS Components. In Proceedings of the First International Conference on COTS-Based Software Systems (ICCBSS), Florida, USA, 2002. London, England: Springer, 2002. pp. 54-64.
- CARNEY, D. Assembling Large Systems from COTS Components: Opportunities, Cautions, and Complexities. *SEI Monographs on Use of Commercial Software in Government Systems* [online], Software Engineering Institute, June 1997. Available from: <<http://www.sei.cmu.edu/library/assets/assemblingsystems.pdf>>.
- CARNEY, D. COTS Evaluation in the Real World. *SEI Interactive*, Carnegie Mellon University, December 1998a. Available from: <<http://www.sei.cmu.edu/library/abstracts/news-at-sei/cotsdec98.cfm>>.
- CARNEY, D. Evaluation of COTS Products: Some Thoughts on the Process. *SEI Interactive*, Carnegie Mellon University, September 1998b. Available from: <<http://www.sei.cmu.edu/library/abstracts/news-at-sei/cotssep98.cfm>>.
- CARNEY, D., and WALLNAU, K. A basis for Evaluation of Commercial Software. *Information and Software Technology*, December 1998, vol. 40, no. 14, pp. 851-860.

- CARNEY, D., HISSAM, S., and PLAKOSH, D. Complex COTS-based software systems: practical steps for their maintenance. *Journal of Software Maintenance*, November/December 2000, vol. 12, no. 6, pp. 357-376.
- CARVALLO, J. *Systematic Construction Of Quality Models for COTS-Based System*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya, June 2005. PhD.
- CARVALLO, J., FRANCH, X., GRAU, G., and QUER, C. COSTUME: a method for building quality models for composite COTS-based software systems. In 4th International Conference on Quality Software (QSIC), Braunschweig, Germany, 2004. Washington, District of Columbia, USA: IEEE Computer Society, 2004. pp. 214 – 221.
- CHUNG, L., NIXON, B., YU, E., and MYLOPOULOS, J. *Non-Functional Requirements in Software Engineering*. London, England: Kluwer Academic, Springer, 1999.
- CHUNG, L., and COOPER, K. A COTS-Aware Requirements Engineering (CARE) Process: Defining System Level Agents, Goals, and Requirements. Texas, USA: Department of Computer Science, University of Texas, December 2001. Technical Report UTDCS-23-01.
- CHUNG, L., and COOPER, K. Knowledge-based COTS-aware requirements engineering approach. In Proceedings of the 14th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering (SEKE), Ischia, Italy, 2002. New York, USA: ACM Press, 2002. pp. 175-182.
- CHUNG, L., and COOPER, K. Defining Goals in a COTS-Aware Requirements Engineering Approach. *Systems Engineering Journal*, March 2004a, vol. 7, no. 1, pp. 61-83.
- CHUNG, L., and COOPER, K. Matching, Ranking, and Selecting COTS Components: A COTS-Aware Requirements Engineering Approach. In 1st International Workshop on Models and Processes for the Evaluation of off-the-shelf Components (MPEC), Scotland, United Kingdom, 2004b.
- CMS-MATRIX. Available from: <<http://www.cmsmatrix.org>>.
- COCOMO. Available from: <<http://sunset.usc.edu/research/COCOMOII/>>.

- COMELLA-DORDA, S., DEAN, J., LEWIS, G., MORRIS, E., and OBERNDORF, T. A Process for COTS Software Product Evaluation. In Proceedings of the First International Conference on COTS-Based Software Systems (ICCBSS), Orlando, Florida, USA, 2002. London, England: Springer, 2002. pp. 86 - 96.
- COMELLA-DORDA, S., DEAN, J., MORRIS, E., and OBERNDORF, T. A Process for COTS Software Product Evaluation. Carnegie Mellon University, Software Engineering Institute, July 2004. Available from: <<http://www.sei.cmu.edu/reports/03tr017.pdf>>.
- DEMARCO, T. *Controlling Software Projects: Management, Measurement, and Estimates*. Upper Saddle River, New Jersey, USA: Prentice Hall, 1986.
- DESANCTIS, G., and GALLUPE, R. A foundation for the study of group decision support systems. *Management Science*, May 1987, vol. 33, no. 5, pp. 588– 609.
- DRUZDZEL, M., and FLYNN, R. Decision Support Systems. In BATES, M., and MAACK, M. *Encyclopedia of Library and Information Science*. 3rd ed. New York, USA: Taylor & Francis, Inc. 2010.
- DURÁN, O., and AGUILO, J. Computer-aided machine-tool selection based on a Fuzzy-AHP approach. *Expert Systems with Applications: An International Journal*, April 2008, vol. 34, no. 3, pp. 1787–1794.
- EJIOGU, L. *Software Engineering with Formal Metrics*. Wellesley, Massachusetts, USA: QED Publishing, 1991.
- EROL, I., and FERRELL-JR, W. A methodology for selection problems with multiple, conflicting objectives and both qualitative and quantitative criteria. *International Journal of Production Economics*, December 2003, vol. 86, no. 3, pp. 187-199.
- EXPERTCHOICE. Available from: <<http://www.expertchoice.com>>.
- FENTON, N., and PFLEEGER, S. *Software Metrics: A Rigorous and Practical Approach*. 2nd ed. London, UK: International Thomson Computer Press, 1997.
- FENTON, N., and PFLEEGER, S. *Software Metrics: a Rigorous & Practical Approach*. 2nd ed. Boston, Massachusetts, USA: PWS Publishing Company, 1998.

- FENTON, N., and NEIL, M. Software Metrics: Roadmap. In *The Future of Software Engineering 22nd International Conference on Software Engineering (ICSE)*, Limerick, Ireland, 2000. New York, USA: ACM Press, 2000. pp. 357-370.
- FIGUEIRA, J., GRECO, S., and EHRGOTT, M. *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*. New York, USA: Springer, 2005.
- FIRESMITH, D. Achieving Quality Requirements with Reused Software Components: Challenges to Successful Reuse. In *2nd International Workshop on Models and Processes for the Evaluation of off-the-shelf Components (MPEC)*, St. Louis, Missouri, USA, 2005. Pittsburgh, Pennsylvania, USA: Software Engineering Institute, 2005. Available from: <http://www.sei.cmu.edu/library/assets/achievingquality.pdf>.
- FORMAN, E., and GASS, S. The Analytic Hierarchy Process – An Exposition. *Operations Research*, July 2001, vol. 49, no. 4, pp. 469-486.
- FRANCH, X., and CARVALLO, J. Using Quality Models in Software Package Selection. *IEEE Software*, January/February 2003, vol. 20, no. 1, pp. 34-41
- FRASER, M., e GONDIM, S. Da Fala do Outro ao Texto Negociado: Discussões sobre a Entrevista na Pesquisa Qualitativa. *Paidéia*, Maio 2004, vol. 14, no. 28, pp. 139-152.
- GIL, A. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 5^a ed. São Paulo, Brasil: Atlas, 1999.
- GIL, A. *Como elaborar Projectos de Pesquisa*. 4^a ed. São Paulo, Brasil: Editora Atlas S.A., 2002.
- GILB, T. *Software Metrics*. Chartwell-Bratt. 1976.
- GOLDEN, B., WASIL, E., and HARKER, P. *The Analytic Hierarchy Process: Applications and Studies*. Heidelberg, Germany: Springer, 1989.
- GRADY, R., e CASWELL, D. *Software Metrics: Establishing a Company-wide Program*. New Jersey, USA: Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1987.
- GRAU, G., CARVALLO, J., FRANCH, X., and QUER, C. DesCOTS: A Software System for Selecting COTS Components. In *30th EUROMICRO Conference (EUROMICRO)*,

- Rennes, France, 2004. Washington, District of Columbia, USA: IEEE Computer Society, 2004. pp. 118-126.
- GREGOR, S., HUTSON, J., and ORESKY, C. Storyboard Process to Assist in Requirements Verification and Adaptation to Capabilities Inherent in COTS. In Proceedings of the First International Conference on COTS-Based Software Systems (ICCBSS), Florida, USA, 2002. London, England: Springer, 2002. pp. 132-141.
- HÄTTENSCHWILER, P. New concept of user-friendly decision support. In MEY, H., and POLLHEIMER, D. *Good decisions in business, politics and society*. Zurich, Germany: Vdf Zurich, University Verlag AG, 2001. pp. 189-208.
- HERRERA, F., HERRERA-VIEDMA, E., and VERDEGAY, J. A Model of Consensus in Group Decision Making under Linguistic Assessments. *Fuzzy Sets and Systems*, February 1996, vol. 78, no. 1, pp. 73-87.
- HO, W. Integrated analytic hierarchy process and its applications - A literature review. *European Journal of Operational Research*, April 2008, vol. 186, no. 1, pp. 211-228.
- HOLSAPPLE, C., and WHINSTON, A. *Decision Support Systems: A Knowledge Based Approach*. 10th ed. St. Paul, Minnesota, USA: West Publishing, 1996.
- HUMPHREY, W. *Managing the Software Process*. Massachusetts, USA: Addison-Wesley Publishing Co., 1989.
- HWANG, C., and YOON, K. *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. Berlin, Germany: Springer-Verlag, 1981.
- HWANG, C., and LIN, M. *Group Decision Making under Multiple Criteria-Methods and Applications*. Heidelberg, Berlin, Germany: Springer, Berlin, 1987.
- IBRAHIM, H., ELAMY, A-H., FAR, B., and EBERLEIN, A. UnHOS: A Method for Uncertainty Handling in Commercial Off-The-Shelf (COTS) Selection. *International Journal of Energy, Information and Communications*, August 2011, vol. 2, no. 3, pp. 21-48.
- IEEE Std. 610.12: 1990. IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology, 1990.

ISO/IEC 9126-1:2001. Software Engineering - Product Quality Model - Part1: Quality Model. Geneve, Switzerland: International Organization for Standardization, 2001.

JENSEN, F. *Introduction to Bayesian Networks*. New York, USA: Springer, 1996.

JIANG, L., EBERLEIN, A., and FAR, B. Methodology for Requirements Engineering Process Development. In Proceedings of the 11th Annual IEEE International Conference and Workshops on the Engineering of Computer-Based Systems (ECBS), Brno, Czech Republic, 2004. Washington, District of Columbia, USA: IEEE Computer Society, 2004. pp. 263-272.

JONES, C. *Applied Software Measurement*. 3rd ed. London, England: McGraw-Hill, 2008.

KAIYA, H., HORAI, H., and SAEKI, M. AGORA: attributed goal oriented requirements analysis method. In Proceedings of the 10th Anniversary IEEE Joint International Requirements Engineering Conference (RE), Essen. Germany, 2002. Washington, District of Columbia, USA: IEEE Computer Society, 2002. pp. 13- 22.

KAIYA, H., SHINBARA, D., KAWANO, J., and SAEKI, M. Improving the detection of requirements discordances among stakeholders. *Journal of Requirements Engineering*, November 2005, vol. 10, no. 4, pp. 289-303.

KARLSSON, J., WOHLIN, C., and REGNELL, C. An evaluation of methods for prioritizing software requirements. *Journal of Information and Software Technology*, 1998, vol. 39, no. 14-15, pp. 939–947.

KELVIN, L. *Electrical Units of Measurement*. Lecture on Electrical Units of Measurement, 1883, published in Popular Lectures, vol. 1, p. 73, 1889.

KITCHENHAM, B. *DESMET: A method for evaluating Software Engineering methods and tools*. Staffordshire, UK: Department of Computer Science, University of Keele, August 1996. Technical Report 96-09.

KONTIO, J. *OTSO: A Systematic Process for Reusable Software Component Selection*. Maryland: Department of Computer Science, University of Maryland, 1995. Technical Report.

- KONTIO, J., A Case Study in Applying a Systematic Method for COTS Selection. In 18th International Conference on Software Engineering (ICSE), Berlin, Germany, 1996. Washington, District of Columbia, USA: IEEE Computer Society, 1996. pp. 201-209.
- KONTIO, J., and TESORIERO, R. A COTS selection method and experiences of its use. In The 20th Annual Software Engineering Workshop, Greenbelt, Maryland, USA, 1995.
- KONTIO, J., CALDIERA, G., and BASILI, V. Defining factors, goals and criteria for reusable component evaluation. In Proceedings of the 1996 conference of the Centre for Advanced Studies on Collaborative research (CASCON), Toronto, Ontario, Canada, 1996. Toronto, Ontario, Canada: IBM Press, 1996.
- KRYSTKOWIAK, M., BUCCIARELLI, B., and DUBOIS, E. COTS Selection for SMEs: a report on a case study and on a supporting tool. In Proceedings of the 1st International Workshop on COTS and Product Software: Why Requirements are so Important (RECOTS), Monterey Bay, California, USA, 2003. Available from: <<http://www.lsi.upc.es/events/recots/papers/Krystkowiak.pdf>>.
- VAIDYA, O., and KUMAR, S. Analytic hierarchy process: An overview of applications. *European Journal of Operational Research*, February 2006, vol. 169, no. 1, pp. 1-29.
- KUNDA, D. *A social-technical approach to selecting software supporting COTS-Based Systems*. York: Department of Computer Science, University of York, October 2001. PhD.
- KUNDA, D., and BROOKS, L. Applying social technical approach for COTS selection. In Proceedings of 4th UK Academy for Information Systems (UKAIS) Conference, University of York, York, England, 1999.
- KUNDA, D., and BROOKS, L. Identifying and Classifying Processes (traditional and soft factors) that Support COTS Component Selection: A Case Study. *European Journal of Information Systems*, December 2000, vol. 9, no. 4, pp. 226-234.
- LAIRD, L., and BRENNAN, M. *Software Measurement and Estimation: A Practical Approach*. Hoboken, New Jersey, USA: IEEE Computer Society e John Wiley & Sons, Inc., 2006.

- LAKATOS, E., e MARCONI, M. *Fundamentos de metodologia científica*. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- LAMSWEERDE, A. Goal-Oriented Requirements Engineering: A Guided Tour. In Proceedings of the 5th IEEE International Symposium on Requirements Engineering (RE), Toronto, Ontario, Canada, 2001. Washington, District of Columbia, USA: IEEE Computer Society, 2001. pp. 249-263.
- LAUESEN, S. COTS tenders and integration requirements. *Journal Requirements Engineering*, February 2006, vol. 11, no. 2, pp. 111-122.
- LEON, A. *Enterprise Resource Planning*. 2nd ed. New Delhi, Delhi, India: McGraw-Hill, 2007.
- LIBERATORE, M., and NYDICK, R. The analytic hierarchy process in medical and health care decision making: A literature review. *European Journal of Operational Research*, August 2008, vol. 189, no. 1, pp. 194-207.
- LICHOTA, R., VESPRINI, R., and SWANSON, B. PRISM: Product Examination Process for Component Based Development. In 5th International Symposium on Assessment of Software Tools (SAST), Pittsburgh, Pennsylvania, USA, 1997. Washington, District of Columbia, USA: IEEE Computer Society, 1997. pp. 61-69.
- LINSTONE, H., and TUROFF, M. *The Delphi Method: Techniques and Applications*, 2002. Available from: <<http://is.njit.edu/pubs/delphibook/delphibook.pdf>>
- LØKEN, E. Use of multicriteria decision analysis methods for energy planning problems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, September 2007, vol. 11, no. 7, pp. 1584-1595.
- LOZANO-TELLO, A., and GOMEZ-PÉREZ, A. BAREMO: how to choose the appropriate software component using the analytic hierarchy process. In Proceedings of the 14th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering (SEKE), Italy, 2002. New York, USA: ACM Press, 2002. pp. 781-788.
- MAIDEN, N., and NCUBE, C. Acquiring COTS Software Selection Requirements. *IEEE Software*, March 1998, vol.15, no.2, pp. 46-56.

- MAIDEN, N., and KIM, H. SCARLET: Light-Weight Component Selection in BANKSEC. In BARBIE, F. *Business Computer-based Software Engineering*. Boston, USA: Kluwer Academic Publishers, vol. 705, 2002.
- MARAKAS, G. *Decision support systems in the twenty-first century*. Upper Saddle River, New Jersey, USA: Prentice Hall, 1999.
- MILLER, G. The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information. *The Psychological Review*, March 1956, vol. 63, no. 2, pp. 81-97.
- MOHAMED, A. *Decision Support for Selecting COTS Software Products Based on Comprehensive Mismatch Handling*. Calgary: Department of Electrical and Computer Engineering, University of Calgary, April 2007. PhD.
- MOHAMED, A., RUHE, G., and EBERLEIN, A. Towards a Customizable Approach for COTS Selection. In *Proceeding of Software Engineering and Applications (SEA)*, Cambridge, Massachusetts, USA, 2004a. pp. 665-671.
- MOHAMED, A., WANYAMA, T., RUHE, G., EBERLEIN, A., and FAR, B. COTS Evaluation Supported by Knowledge Bases. *Lecture Notes In Computer Science (LNCS)* [online], September 2004b, vol. 3096, pp. 43-54. Available from: <<http://www.springerlink.com/content/5hnjw9gwp7wtkgg/>>.
- MOHAMED, A., RUHE, G., and EBERLEIN, A. Decision Support for Customization of the COTS Selection Process. *AMC SIGSOFT Software Engineering Notes*, July 2005, vol. 30, no. 4, pp. 1-4.
- MOHAMED, A., RUHE, G., and EBERLEIN, A. COTS Selection: Past, Present, and Future. In *Proceedings of the 14th Annual IEEE International Conference and Workshops on the Engineering of Computer-Based Systems (ECBS)*, Tucson, Arizona, USA, 2007a. Washington, District of Columbia, USA: IEEE Computer Society, 2007a. pp. 103– 114.
- MOHAMED, A., RUHE, G., and EBERLEIN, A. Decision Support for Handling Mismatches between COTS Products and System Requirements. In *Proceedings of the 6th International Conference on COTS-Based Software Systems (ICCBSS)*, Banff, Alberta,

- Canada, 2007b. Washington, District of Columbia, USA: IEEE Computer Society, 2007b.
- MÖLLER, K., and PAULISH, D. *Software Metrics: A Practitioner's Guide to Improved Product Development*. Piscataway, New Jersey, USA: IEEE Computer Society Press, 1993.
- MORISIO, M., and TSOUKIS, A. IusWare: a methodology for the evaluation and selection of software products. *Software Engineering IEE Proceedings*, June 1997, vol. 144, no. 3, pp. 162 - 174.
- NCUBE, C., and MAIDEN, N. PORE: Procurement-Oriented Requirements Engineering Method for the Component Based Systems Engineering Development Paradigm. In International Workshop on Component Based Software Engineering (in conjunction with ICSE'99), Los Angeles, California, USA, 1999a. pp. 1-12.
- NCUBE, C., and MAIDEN, N. Guiding parallel requirements acquisition and COTS software selection. In Proceedings of the 4th IEEE International Symposium on Requirements Engineering (RE), University of Limerick, Ireland, 1999b. Washington, District of Columbia, USA: IEEE Computer Society, 1999b. pp. 133-140.
- NCUBE, C., and DEAN, J. The Limitations of Current Decision-Making Techniques in the Procurement of COTS Software Components. In Proceedings of the 1st International Conference on COTS-Based Software Systems (ICCBSS), Florida, USA, 2002. London, England: Springer, 2002. pp. 176-187.
- NOGUEIRA-MARTINS, M., e BÓGUS, C. Considerações sobre a metodologia qualitativa como recurso para o estudo das acções de humanização em saúde. *Saúde e Sociedade*, September-December 2004, vol. 13, no. 3, pp. 44-57.
- OBERNDORF, T. COTS and Open Systems. *SEI Monographs on the Use of Commercial Software in Government Systems* [online], Carnegie Mellon University, Software Engineering Institute, February 1998. Available from: <<http://www.sei.cmu.edu/library/assets/cotsopensystems.pdf>>.

- OBERNDORF, T., BROWNSWORD, L., MORRIS, E., and SLEDGE, C. Workshop on COTS-Based Systems. *SEI Interactive*, Carnegie Mellon University, November 1997. Available from: <<http://www.sei.cmu.edu/reports/97sr019.pdf>>.
- OCHS, M., PFAHL, D., CHROBOK-DIENING, G., and NOTHELFER-KOLB, B. A COTS Acquisition Process: Definition and Application Experience. In Proceedings of the 11th European Software Control and Metrics Conference (ESCOM), Shaker, Maastricht, Nederland, 2000. pp. 335–343.
- OCHS, M., PFAHL, D., CHROBOK-DIENING, G., and NOTHELFER-KOLB, B. A Method for Efficient Measurement-based COTS Assessment and Selection – Method Description and Evaluation Results. In Proceedings of the IEEE 7th International Symposium on Software Metrics (METRICS), London, England, 2001. Washington, District of Columbia, USA: IEEE Computer Society, 2001. pp. 285-296.
- PAPAZOGLU, M., TRAVERSO, P., DUSTDAR, S., and LEYMANN, F. Service-Oriented Computing: State of the Art and Research Challenges. *Computer*, November 2007, vol. 40, no. 11, pp. 64-71.
- PARK, R., GOETHERT, W., and FLORAC, W. Goal-Driven Software Measurement - A Guidebook. *SEI Interactive*, Carnegie Mellon University, August 1996. Available from: <<http://www.sei.cmu.edu/reports/96hb002.pdf>>.
- PHILLIPS, B., and POLEN, S. Add Decision Analysis to Your COTS Selection Process. *The Journal of Defense Software Engineering*, April 2002, pp. 21-25.
- POLLICE, G. *Measuring Up*. Worcester, Massachusetts, USA: Copyright IBM Corporation 2004 – RationalEdge, 2004.
- POTOK, T., and VOUK M. A Model of Correlated Team Behavior in a Software Development Environment. In Proceedings of the IEEE Symposium on Application-Specific Systems and Software Engineering Technology (ASSET), Richardson, Texas, USA, 1999. Washington, District of Columbia, USA: IEEE Computer Society, 1999. pp. 280 – 283.
- POWER, D. *Decision support systems: concepts and resources for managers*. Westport, Connecticut, USA: Quorum Books division Greenwood Publishing, 2002.

- POZZEBON, M., FREITAS, R., e PETRINI, M. Pela integração da inteligência competitiva nos Enterprise Information Systems (EIS). *Ciência da Informação*, Setembro-Dezembro 1997, vol. 26, no. 3, pp. 243-254.
- PRACE, 2006. Disponível em: <<http://www.min-financas.pt/informacao-geral/reformas-na-administracao-publica/2006/modelo-de-reestruturacao-da-administracao-central-do-estado>>.
- PRESSMAN, R. *Software Engineering: A Practioner's Approach*. 7th ed. New York, USA: McGraw-Hill, 2009.
- RAMIREZ, A. Three-tier architecture. *Linux Journal*, July 2000, vol. 2000, no. 75. Available from: <<http://www.linuxjournal.com/article/3508>>.
- Resolução do Conselho de Ministros n.º 39/2006, de 21 de Abril.
- ROY, B. Classement et choix en présence de points de vue multiples (La méthode ELECTRE). *La Revue d'Informatique et de Recherche Opérationnelle (RIRO)*, 1968, vol. 2, no. 8, pp. 57–75.
- ROY, B. *Multicriteria Methodology for Decision Aiding*. Dordrecht, Nederland: Kluwer Academic Publishers, 1996.
- RUHE, G. Intelligent Support for Selection of COTS Products. *Lecture Notes In Computer Science (LNCS)* [online], October 2003a, vol. 2593, pp. 34-45. Available from: <<http://www.springerlink.com/content/a8mgdd9up5bnh5ua/>>.
- RUHE, G. Software Engineering Decision Support - A New Paradigm for Learning Software Organizations. *Lecture Notes In Computer Science (LNCS)* [online], November 2003b, vol. 2640. pp. 104-113. Available from: <<http://www.springerlink.com/content/d9v7wdvb6a3d1cnq/>>.
- RUHE, G. Software Engineering Decision Support - Methodology and Applications. In TONFONI, G. e JAIN, L. *Innovations in Decision Support Systems*. Magill, South Australia, Australia: International Series on Advanced Intelligence, 2003c. vol. 3, pp. 143-174.

- RUHE, G., EBERLEIN, A., and PFAHL, D. Quantitative WinWin: a new method for decision support in requirements negotiation. In Proceedings of the 14th international conference on Software engineering and knowledge engineering (SEKE), Ischia, Italy, 2002. New York, USA: ACM Press, 2002. pp. 159-166.
- RUHE, G., and NGO-THE, A. Hybrid Intelligence in Software Release Planning. *International Journal of Hybrid Intelligent Systems*, April 2004, vol. 1, no. 1-2, pp. 99-110.
- RUHE, G., and SALIU, M. The Art and Science of Software Release Planning. *IEEE Software*, November/December 2005, vol. 22, no. 6, pp. 47-53.
- SAATY, T. *The analytic hierarchy process*. New York, USA: McGraw-Hill, 1990a.
- SAATY, T. How to make a decision: the analytic hierarchy process. *European journal of operational research*, September 1990b, vol. 48, no. 1, pp. 9-26.
- SAATY, T. *Decision Making With Dependence And Feedback: The Analytic Network Process*. Pittsburgh, Pennsylvania, USA: RWS Publications, 1996.
- SAATY, T., and FORMAN, E. *The Hierarchon: A Dictionary of Hierarchies*. Pittsburgh, Pennsylvania, USA: RWS Publications, 1992.
- SAGE, A. *Decision Support Systems Engineering*. New York, USA: John Wiley & Sons, Inc., 1991.
- SALOMON, V., and MONTEVECHI, J. A compilation of comparisons on the analytic hierarchy process and others multiple criteria decision making methods: some cases developed in Brazil. In VI International Symposium on the AHP (ISAHP), Berne, Switzerland, 2001. pp. 413-420.
- SALOMON, V., and SHIMIZU, T. Performance of three different methods of multiple criteria decision making applied to the supplier selection. In 18th International Conference on MCDM, Chania, Greece, 2006.
- SCHMIDT, Â. *Processo de apoio à tomada de decisão – Abordagens: AHP e MACBETH*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Dezembro 1995.

Dissertação de Mestrado em Engenharia. Disponível em:
<<http://www.eps.ufsc.br/disserta/angela/indice/index.html>>.

SHIM, J. Bibliography research on the analytic hierarchy process (AHP). *Socio- Economic Planning Sciences*, 1989, vol. 23, no. 3, pp. 161-167.

SHIM, J., WARKENTIN, M., COURTNEY, J., POWER, D., SHARDA, R., and CARLSSON, C. Past, Present, and Future of decision support technology. *Decision Support Systems - Special issue: Decision support systems: Directions for the next decade*, June 2002, vol. 33, no. 2, pp. 111-126.

SILVA, E., e MENEZES, E. *Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação*. 4ª ed. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

SIMON, H. *The New Science of Management Decision*. Revised ed. New York, USA: Prentice Hall, 1977.

SOMMERVILLE, I. *Software Engineering*. 9th ed. Addison-Wesley, 2010.

STANDISH, R. On complexity and emergence. *Complexity International*, February 2001, vol. 9.

STARK, G., DURST, R., and VOWELL, C. Using metrics in management decision making. *Computer*, September 1994, vol. 27, no. 9, pp. 42-48.

THOMAS, G., and JAJODIA, S. Commercial-off-the-shelf enterprise resource planning software implementations in the public sector: practical approaches for improving project success. *Journal of Government Financial Management*, July 2004, vol. 53, no. 2, pp.12–19.

TORCHIANO, M., and MORISIO, M. Overlooked Aspects of COTS-Based Development. *IEEE Software*, March 2004, vol. 21, no. 2, pp. 88-93.

TRAN, V., and LIU, D. A Procurement-centric Model for Engineering Component-based Software Systems. In 5th International Symposium on Assessment of Software Tools (SAST), Pittsburgh, Pennsylvania, USA, 1997. Washington, District of Columbia, USA: IEEE Computer Society, 1997, pp. 70-80.

- TRIANANTAPHYLLOU, E., SHU, B., SANCHEZ, S., and RAY, T. Multi-Criteria Decision Making: An Operations Research Approach. In WEBSTER, J.G. *Encyclopedia of Electrical and Electronics Engineering*. New York, USA: John Wiley & Sons, 1998. vol. 15, pp. 175-186.
- UDO, G., and GUIMARAES, T. Empirically assessing factors related to DSS benefits. *European Journal of Information Systems*, July 1994, vol. 3, no. 3, pp. 218–227.
- VARGAS, L. An overview of the analytic hierarchy process and its applications. *European Journal of Operational Research*, September 1990, vol. 48, no. 1, pp. 2-8.
- VIGDER, M., GENTLEMAN, W., and DEAN, J. *COTS Software Integration: State of the art*. Canada: National Research Council Canada (NRC), no. 39198, January 1996. Technical Report.
- VIGDER, M., and DEAN, J. An Architectural Approach to Building Systems from COTS Software Components. In Proceedings of the 1997 conference of the Centre for Advanced Studies on Collaborative research (CASCON), Toronto, Ontario, Canada, 1997. Toronto, Ontario, Canada: IBM Press, 1997.
- VILPOLA, I., VÄÄNÄNEN-VAINIO-MATTILA, K., and SALMIMAA, T. Applying contextual design to ERP system implementation. In Proceedings of CHI 06 extended abstracts on Human factors in computing systems (CHI EA), Montréal, Québec, Canada, 2006. New York, USA: ACM Press, 2006. pp. 147-152.
- VOAS, J. The Challenges of Using COTS Software in Component-Based Development. *Computer*, June 1998, vol. 31, no. 6, pp. 44-45.
- WANYAMA, T., and FAR, B. A Multi-Agent Framework for Conflict Analysis and Negotiation: Case of COTS selection. *Transactions of Institute of Electronics, Information and Communication IEICE, Special Issue of Software Agent and its Applications*, September 2005, vol. E88-D, no. 9, pp. 2047-2058
- WU, J-H., SHIN, S-S., and HENG, M. A methodology for ERP misfit analysis. *Journal of Information and Management*, December 2007, vol. 44, no. 8, pp. 666-680.

YOUNG, R. *The Requirements Engineering Handbook*. Norwood, Massachusetts, USA: Artech House, 2004.

ZAHEDI, F. The analytic hierarchy process: a survey of the method and its applications. *Interface*, July 1986, vol. 16, no. 4, pp. 96-108.

Anexo A – Tipos de medição

Este anexo descreve os tipos de medidas que a abordagem proposta utiliza e as suas regras de normalização.

A.1. Medidas utilizadas

A abordagem proposta define vários tipos de medidas que devem ser atribuídas aos requisitos técnicos e utilizadas aquando da avaliação dos produtos. Estas medidas estão implementadas no COTS-3S. Para cada tipo de medida, é definida uma regra para mapear o valor de avaliação (VA) no nível de equivalência (NE), numa escala de 0 a 1.

As medidas incluem:

1. *Booleano* (BOLN) é o tipo de medida mais simples e mais comum na avaliação de COTS. É utilizado para indicar a presença ou ausência de um atributo. Uma medida x do tipo BOLN é estimada numa escala nominal, $x \in \{\text{Verdadeiro}, \text{Falso}\}$. A regra utilizada para calcular o NE de x é:

Se $x = \text{“Falso”}$, então $NE = 0$

Se $x = \text{“Verdadeiro”}$, então $NE = 1$

Por exemplo, um BOLN atribuído ao requisito técnico “ser um ERP de Recursos Humanos” significa que ele tanto pode ser satisfeito (i.e. “Verdadeiro”, $NE=1$) ou não (i.e. “Falso”, $NE=0$).

2. *Qualitativas* (QUAL) são utilizadas para medições qualitativas. Uma medida x que é do tipo QUAL é estimada com base num conjunto de valores ordinais discretos, $x \in \{v_1, \dots, v_n\}$. Por exemplo, o “design gráfico do interface” pode ser medido utilizando uma medida QUAL {Excelente, Bom, Razoável, Mau, Horrível}. Tal como outras abordagens (e.g. ReleasePlanner® [Ruhe & Saliu 2005]) a abordagem proposta assume distâncias iguais entre diferentes valores v_1, \dots, v_n . Com base nesta suposição, estes valores são mapeados em valores reais $\in [0,1]$ que são separados por intervalos iguais. Por exemplo:

Se = "Excelente", então $NE = 1.00$

Se = "Bom", então $NE = 0.75$

Se = "Razoável", então $NE = 0.50$

Se = "Mau", então NE = 0.25

Se = "Horrível", então NE = 0.00

A escolha do tipo e número de categorias v_1, \dots, v_n é feita com base num acordo entre os especialistas.

3. *Numéricas* (NUM) são números reais positivos que podem ser de qualquer tipo (e.g. “segundos”, “kilobytes”, etc.) Uma medida x que é do tipo NUM é estimada numa escala de razão, $x \in \mathbb{R}^+$. Comella-Dorda *et al.* [2004] definem dois tipos de mapeamento para medições baseadas em números: discreto e contínuo. De notar que o COTS-3S apenas utiliza o tipo de mapeamento contínuo.

- a. *Mapeamento por intervalo discreto* é uma forma simples de mapear uma medida x através da definição de uma regra de mapeamento para cada intervalo. Por exemplo, o “tempo de resposta” pode ser mapeado para o intervalo $[0,1]$ do seguinte modo (Figura 32):

Se $x < 1$ segundos, então NE = 1.0

Se $x \geq 1$ e $x \leq 3$ segundos, então NE = 0.5

Se $x > 3$ segundos, então NE = 0.0

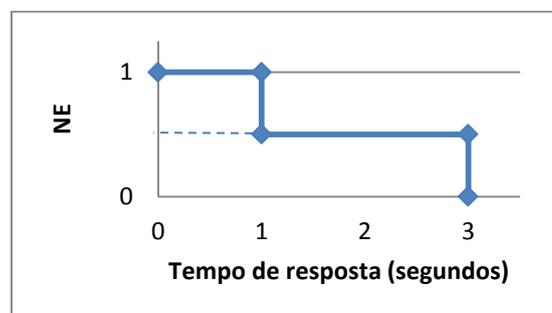


Figura 32 – Exemplo de um mapeamento por intervalo discreto

No entanto, isto significa que produtos que tenham um “tempo de resposta” de 2 e de 2,5 segundos têm o mesmo NE.

- b. *Mapeamento de valor contínuo*, que mapeia cada valor do intervalo num valor único $\in [0,1]$. A Figura 33 (a) mostra uma relação contínua entre o VA em “segundos” e o NE $\in [0,1]$. Consequentemente um produto que tenha um “tempo de resposta” de 2 segundos é melhor que um de 2,5 segundos. Todos os valores acima de 3 segundos têm o mesmo NE de 0 e todos os valores abaixo de 1 segundo um NE de 1.

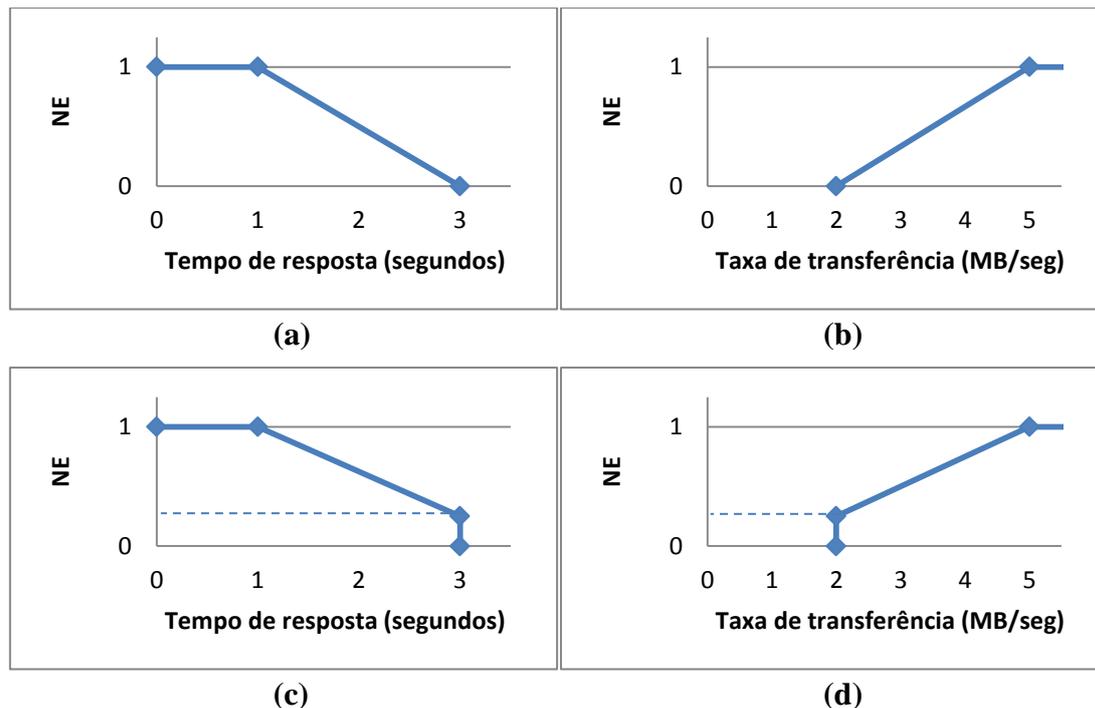


Figura 33 – Exemplo de um mapeamento de valor contínuo

Geralmente existem quatro possibilidades para mapear medidas do tipo NUM:

- Figura 33(a): o valor do limiar (L) (i.e. o valor para além do qual $NE = 0$) é maior que o valor óptimo (Opt) (i.e. o valor em que $NE = 1$). Por exemplo, quanto maior o “tempo de resposta”, pior é a performance do produto e consequentemente menor o NE.
- Figura 33(b): similar a (a) com a excepção de que, neste caso, o limiar (L) é menor que o valor óptimo (Opt). Por exemplo, quanto menor for a “taxa de transferência” pior é a performance do produto e consequentemente menor o NE.
- Figura 33(c) e (d): similar a (a) e (b) com a excepção de que o NE no limiar (L) é igual a ε . Por exemplo, um analista pode querer atribuir um $NE = 0.25$ quando o “tempo de resposta” for de 3 segundos e quando o VA exceder esse limiar o NE deve ser 0.

A regra de mapeamento que é utilizada para todos os casos acima descritos pode ser derivada assumindo uma função de mapeamento linear $NE = a \cdot x + b$ e encontrando as constantes a e b através da substituição das variáveis com as respectivas condições: se $x = L$ então $NE = \varepsilon$, e se $x = Opt$ então $NE = 1$.

$$NE = \left(\frac{\varepsilon * Opt - L}{Opt - L} \right) + \left(\frac{1 - \varepsilon}{Opt - L} \right) * x \quad (3)$$

Onde: x é o VA, Opt é o valor óptimo em que o NE = 1, L é o limiar a partir do que o NE = 0 e ε é o NE no L .

4. *Fórmula (FORM)* dá a possibilidade ao utilizador de definir a sua própria fórmula de mapeamento, desde que, para qualquer VA, o NE $\in [0,1]$.

Anexo B – Abordagens actuais de selecção de COTS

B.1. OTSO (1995)

Ideia principal

O OTSO (*Off-The-Shelf Option*) compara produtos COTS com base em dois factores: valor e custo.

O valor é estimado com base nos critérios de avaliação hierárquicos que consistem em funcionalidades, qualidades, preocupações estratégicas e restrições arquitecturais. Os critérios de avaliação são influenciados por cinco factores: arquitectura e requisitos da aplicação, restrições de projecto, disponibilidade das funcionalidades necessárias e infra-estrutura organizacional (e.g. nível de experiencia). São utilizados os métodos AHP ou WSM [Saaty 1990a] para calcular o valor global de cada alternativa.

O custo é estimado com base em nos custos de aquisição, custos de desenvolvimentos futuros e custos de integração. O custo e benefícios de cada alternativa são consolidados utilizando o AHP [Saaty 1990a].

Passos principais

- 1) Definir critérios de avaliação;
- 2) Procurar – procurar COTS no mercado;
- 3) Filtrar – filtrar os COTS que não cumprem os requisitos chave;
- 4) Avaliar – avaliar os benefícios e custos dos COTS;
- 5) Analisar – utilizar o AHP ou WSM para consolidar os resultados da avaliação e seleccionar um COTS;
- 6) Integrar – integrar os COTS seleccionados no sistema;
- 7) Retorno – avaliar o sucesso do processo de selecção como *feedback* para utilizações futuras.

Estratégia de avaliação

Filtragem progressiva.

Vantagens

- O OTSO serviu como base para outras abordagens, pois foi uma das primeiras abordagens a ser introduzida na literatura;
- O *feedback* é o último passo da abordagem ajudando a melhorar futuros processos de selecção.

Desvantagens

- A abordagem assume que os requisitos já existem e estão definidos;
- A abordagem não suporta a selecção de múltiplos COTS para sistemas compostos por vários COTS;
- A OTSO não define, de uma forma clara, como lidar com as inadequações dos COTS. Ela assume que existe um conjunto de produtos COTS que satisfaz maior parte dos requisitos;
- A abordagem utiliza o AHP e/ou o WSM e como tal herda as suas fraquezas.

Suporte de ferramenta

Não existe.

Referências

[Kontio 1995, Kontio & Tesoriero 1995, Kontio 1996, Kontio *et al.* 1996]

B.2. IusWare (1997)

Ideia principal

A IusWare (*IUS*titia *soft*WARis) é uma abordagem constituída por duas fases, que foi desenhada para avaliar COTS duma forma rigorosa e formal. A IusWare utiliza a abordagem multicritério de apoio à decisão (MCAD) [Ncube & Dean 2002] para seleccionar COTS.

Passos principais

Fase 1 – Desenhar o modelo de avaliação:

- a) Identificar os actores relevantes para a avaliação, os seus papéis, o objectivo da avaliação e os recursos disponíveis.
- b) Identificar o tipo de avaliação:

- a. Ordenar os produtos do que obteve pontuação mais alta até à mais baixa ou classificar os produtos em dois grupos: os melhores e os restantes;
- b. Descrição formal dos produtos.
- c) Definir uma hierarquia dos atributos de avaliação, os quais, muitas das vezes, correspondem a atributos de qualidade;
- d) Definir as medidas para os atributos de avaliação;
- e) Escolher uma técnica de agregação (e.g. WSM ou AHP [Saaty 1990a]).

Fase 2 – Aplicar o modelo de avaliação.

Estratégia de avaliação

Depende do passo b) da Fase 1 da abordagem.

Vantagens

- O IusWare foca-se nos atributos de qualidade;
- Formaliza o processo de avaliação, no entanto isto pode ser visto como uma desvantagem quando os projectos são pequenos, pois aumenta a sua complexidade desnecessariamente.

Desvantagens

- A abordagem assume que os requisitos já existem e estão definidos;
- A abordagem não suporta a selecção de múltiplos COTS para sistemas compostos por vários COTS;
- A IusWare não define, de uma forma clara, como lidar com as inadequações dos COTS. Ela assume que existe um conjunto de produtos COTS que satisfaz maior parte dos requisitos;
- A abordagem pode utilizar o AHP e/ou o WSM e como tal herda as suas fraquezas.

Suporte de ferramenta

Não existe.

Referências

[Morisio & Tsoukis 1997]

B.3. PRISM (1997)

Ideia principal

A abordagem PRISM (*Portable, Reusable, Integrated, Software Modules*) compreende duas partes:

- Arquitectura genérica de componentes;
- Processo de avaliação de produtos.

O processo de avaliação foca-se na prototipagem de forma a certificar que o produto seleccionado cumpre os *standards* da indústria representados pela arquitectura genérica.

Passos principais

- 1) Identificação – com base nos critérios iniciais identifica produtos que encaixem na arquitectura genérica;
- 2) Filtragem – identifica um ou mais produtos com a melhor adequabilidade para análise posterior;
- 3) Testes autónomos (*Stand-alone tests*) – avaliam produtos com base na confiabilidade, capacidade de reutilização e requisitos de sistema;
- 4) Testes de integração – estima o quão pronto o produto está para ser integrado na arquitectura;
- 5) Testes de campo (*Field tests*) – reavalia o produto depois da sua integração no contexto alvo.

Estratégia de avaliação

Filtragem progressiva.

Vantagens

- Endereça questões do tipo “fazer ou comprar?”;
- Aborda questões relacionadas com a integração no sistema;
- Enfatiza a importância da prototipagem, primeiramente fora do contexto e depois dentro.

Desvantagens

- A identificação uma arquitectura genérica pode ser, em muitos casos, valido apenas para determinados contextos;
- Muitos aspectos da abordagem são vagos. Perguntas do tipo “como obter os requisitos?” ou “Como definir os casos de teste?” não são respondidas pela abordagem;
- A abordagem assume que os requisitos já existem e estão definidos;
- A abordagem não suporta a selecção de múltiplos COTS para sistemas compostos por vários COTS;
- A PRISM não define, de uma forma clara, como lidar com as inadequações dos COTS. Ela assume que existe um conjunto de produtos COTS que satisfaz maior parte dos requisitos.

Suporte de ferramenta

Não existe.

Referências

[Lichota *et al.* 1997]

B.4. CISD (1997)

Ideia principal

A CISD (*COTS-based Integrated Systems Development*) é uma abordagem do tipo cascata utilizada para identificar e avaliar produtos COTS e posteriormente integrá-los no sistema.

Passos principais

- 1) Identificação do produto:
 - a. Identificar requisitos;
 - b. Identificar e recolher dados de produtos;
 - c. Priorizar produtos em grupos para avaliação posterior.
- 2) Avaliação de produtos – avaliar os grupos de produtos de forma a descobrir a combinação óptima para a integração. Essa combinação deve incluir um conjunto de

produtos COTS colaborativos. Os produtos são avaliados pela sua “funcionalidade individual”, “inter-operacionalidade” e “performance individual e em grupo”;

- 3) Integração de produtos – construir adaptadores necessários para os produtos do grupo escolhido.

Estratégia de avaliação

Filtragem progressiva e montagem do puzzle.

Vantagens

- Suporta a selecção de múltiplos componentes COTS para sistemas compostos por vários COTS.

Desvantagens

- O CISD é uma abordagem do tipo cascata, o que faz com que cada fase dependa da fase anterior;
- A abordagem não clarifica a forma de avaliação de um grupo de produtos seleccionado nem como é que interagem entre si;
- A abordagem assume que os requisitos já existem e estão definidos;
- A CISD não define, de uma forma clara, como lidar com as inadequações dos COTS. Ela assume que existe um conjunto de produtos COTS que satisfaz maior parte dos requisitos.

Suporte de ferramenta

Não existe.

Referências

[Tran & Liu 1997]

B.5. PORE (1998)

Ideia principal

A abordagem PORE (*Procurement-Oriented Requirements Engineering*) centra-se na fase da engenharia de requisitos do processo da selecção de COTS. Ela sugere que a recolha de requisitos seja feita ao mesmo tempo que a procura e análise de produtos. Esta abordagem sugere ainda iterar entre a recolha de requisitos e a selecção de produtos até encontrar um

COTS que satisfaça um número suficiente de requisitos. A PORE integra técnicas, tais como técnicas de análise de funcionalidades [Kitchenham 1996], para ajudar a pontuar o cumprimento dos requisitos pelos COTS, e técnicas de TDMC (e.g. AHP ou WSM Saaty 1990a) para ajudar a seleccionar um produto.

Passos principais

A PORE define três *templates* para avaliar COTS através de três fases principais:

Fase 1 – O primeiro *template* fornece orientações para obter requisitos do cliente e informação de produtos, através de documentação e informação dada pelos fornecedores;

Fase 2 – O segundo *template* fornece orientações para obter requisitos do cliente e informação de produtos, através de demonstrações lideradas pelos fornecedores, utilizando casos de teste;

Fase 3 – O terceiro *template* fornece orientações para obter requisitos do cliente e informação de produtos, através da sua exploração liderada pelo cliente, utilizando versões experimentais ou protótipos.

Estratégia de avaliação

Filtragem progressiva.

Vantagens

- A recolha de requisitos em paralelo com a selecção de COTS significa que os requisitos já definidos informam o processo de selecção e vice-versa, o que é mais realístico do que assumir um conjunto fixo de requisitos;
- A PORE sugere utilizar o AHP [Saaty 1990a] apenas depois da Fase 3, após definir um pequeno conjunto de produtos. Isto minimiza o esforço extra que é necessário na aplicação do AHP.

Desvantagens

- É, como afirmado pelos seus autores [Ncube & Maiden 1999b], uma abordagem que requer muito esforço;
- Aborda, parcialmente, o problema da inadequação de COTS. A definição progressiva dos requisitos de sistema permite a sua refinação de uma forma que reduz as divergências com as especificações dos produtos. No entanto, não é claro como é que se pode lidar com a situação quando existem muitas inadequações por resolver;

- Não define um processo sistemático que possa ser aplicado para:
 - Identificar a influência das restantes inadequações na decisão de selecção;
 - Lidar com as inadequações que sobram depois da selecção.
- Não fornece linhas de orientação sobre quando se deve parar de recolher requisitos dos utilizadores e informação dos COTS;
- A abordagem não suporta a selecção de múltiplos COTS para sistemas compostos por vários COTS;
- A abordagem pode utilizar o AHP e/ou o WSM e como tal herda as suas fraquezas.

Suporte de ferramenta

PORE Process Advisor – ferramenta protótipo.

Referências

[Maiden & Ncube 1998, Ncube & Maiden 1999a, Ncube & Maiden 1999b]

B.6. CEP (1999)

Ideia principal

A abordagem CEP (*Comparative Evaluation Process*) é um melhoramento da abordagem OTSO. A CEP introduziu a credibilidade dos dados no processo de selecção. Quanto maior a confiança na fonte dos dados, maior o factor de confiança (FC) que respectiva fonte recebe. O FC é multiplicado pelas pontuações dos critérios aquando da tomada de decisão da selecção. Por exemplo, partindo do pressuposto que um critério é avaliado com 50% de satisfação por um determinado COTS e que esse critério é avaliado com base na “verificação pessoal” do mesmo então o FC é igual a 1 o que faz com que a pontuação final seja 50%. No entanto se o critério tiver sido avaliado com base em “documentação do fornecedor” o FC passa para 0.5 o que faz com que a pontuação final seja de 25%.

Passos principais

- 1) Prever o esforço de avaliação – definir o esforço esperado e a calendarização para as actividades de avaliação;
- 2) Procura/Filtragem – procurar produtos COTS candidatos com base em critérios chave e filtrar aqueles que não os satisfaçam;

- 3) Definição de critérios – descrever detalhadamente os critérios de avaliação. A CEP define várias categorias de critérios de avaliação: funcional, básica, de arquitectura, de gestão e estratégica;
- 4) Avaliação – avaliar as alternativas e estimar os FC para cada critério;
- 5) Analisar – analisar os resultados da avaliação e comparar as alternativas.

Estratégia de avaliação

Filtragem progressiva.

Vantagens

- Tem por base critérios de avaliação muito detalhados;
- Introduce o conceito do factor de confiança.

Desvantagens

- Utilizar o mesmo valor do FC para todos os fornecedores é uma suposição demasiado forte, pois existem fornecedores mais fiáveis e credíveis que outros.
- A abordagem assume que os requisitos já existem e estão definidos;
- A abordagem não suporta a selecção de múltiplos COTS para sistemas compostos por vários COTS;
- A CEP não define, de uma forma clara, como lidar com as inadequações dos COTS. Ela assume que existe um conjunto de produtos COTS que satisfaz maior parte dos requisitos.
- A abordagem pode utilizar o AHP e/ou o WSM e como tal herda as suas fraquezas.

Suporte de ferramenta

Não existe.

Referências

[Phillips & Polen 2002]

B.7. STACE (1999)

Ideia principal

A abordagem STACE (*Social-Technical Approach to COTS Evaluation*) enfatiza a importância das questões não técnicas na definição dos critérios de avaliação e na condução

do processo de avaliação. As questões não técnicas incluem características sociais, humanas e organizacionais. Esta abordagem defende a participação do cliente durante a avaliação. Kunda [2001] realizou alguns estudos para comparar a aplicação da STACE em países desenvolvidos e em vias de desenvolvimento.

Passos principais

- 1) Levantamento de requisitos – os requisitos de alto nível são extraídos de: *stakeholders*, estudos de mercado, documentos de sistema e conhecimento do domínio de aplicação;
- 2) Definição de critérios técnico-sociais – os requisitos de alto nível são decompostos em atributos mensuráveis;
- 3) Identificação de alternativas – é feito um levantamento de produtos COTS que se enquadrem dentro do tipo de produto que se pretende;
- 4) Avaliação – as alternativas COTS são avaliadas e classificadas de acordo com os critérios técnico-sociais.

Estratégia de avaliação

Requisito chave e filtragem progressiva.

Vantagens

- Incorpora características não técnicas no processo de avaliação;
- Suporta a negociação entre o levantamento de requisitos e a avaliação de COTS através da envolvimento do cliente.

Desvantagens

- É um processo extenso que requer muito esforço para aplicar;
- A abordagem não suporta a selecção de múltiplos COTS para sistemas compostos por vários COTS;
- A STACE não define, de uma forma clara, como lidar com as inadequações dos COTS. Ela assume que existe um conjunto de produtos COTS que satisfaz maior parte dos requisitos.
- A abordagem pode utilizar o AHP e/ou o WSM e como tal herda as suas fraquezas.

Suporte de ferramenta

Não existe.

Referências

[Kunda & Brooks 1999, Kunda & Brooks 2000, Kunda 2001]

B.8. CRE (1999)

Ideia principal

A abordagem CRE (*COTS-based Requirements Engineering*) alerta para a importância dos requisitos não funcionais (RNF) como um critério decisivo na comparação de COTS. A CRE utiliza a *framework* RNF [Chung *et al.* 1999] para os modelar. Avaliar todos os RNF requer maior capacidade e recursos do que maior parte das organizações possui. Para mitigar esse problema a CRE sugere seleccionar apenas os candidatos mais promissores para uma avaliação mais detalhada.

Passos principais

- 1) Identificação – são identificados os requisitos mais importantes e os produtos candidatos COTS;
- 2) Descrição – os requisitos restantes são definidos. É utilizada a *framework* RNF para os modelar;
- 3) Avaliação – os candidatos COTS são avaliados e são utilizadas técnicas de TDMC (WSM ou AHP [Saaty 1990a]);
- 4) Aceitação – o COTS melhor classificado é seleccionado se passar alguns testes legais de aceitação. Caso não passe, é feito o mesmo processo com o próximo da lista.

Estratégia de avaliação

Filtragem progressiva.

Vantagens

- Utilizar o *framework* RNF durante a avaliação facilita o endereçamento dos RNF.

Desvantagens

- Avalia todos os RNF, mesmo para um grupo pequeno de candidatos, requerendo esforço adicional que, muitas das vezes, não está disponível;
- Não é claro como é que as questões relacionadas com a qualidade são tratadas;

- Não é claro como é que se deve lidar com atributos de qualidade que não foram satisfeitos;
- A abordagem não suporta a selecção de múltiplos COTS para sistemas compostos por vários COTS;
- A CRE não define, de uma forma clara, como lidar com as inadequações dos COTS. Ela assume que existe um conjunto de produtos COTS que satisfaz maior parte dos requisitos;
- A abordagem pode utilizar o AHP e/ou o WSM e como tal herda as suas fraquezas.

Suporte de ferramenta

Não existe.

Referências

[Alves & Castro 2001]

B.9. CAP (2000)

Ideia principal

A CAP (*COTS Acquisition Process*) é uma abordagem orientada à medição, onde o processo de avaliação é adaptado com base numa estimativa do esforço necessário para a medição. A adaptação é aplicada:

- A critérios de avaliação gerais, que são definidos como uma parte integrante da CAP;
- À profundidade da avaliação, podendo ir desde a utilização de documentos (como fonte de dados) até à utilização de protótipos.

Passos principais

A CAP é composta por três componentes principais:

- 1) “Inicialização” – que trata do planeamento do processo de avaliação e da estimação do seu custo:
 - a. Adaptar a taxonomia dos critérios de avaliação;
 - b. Estimar o custo de aplicação da CAP;
 - c. Construir um plano de medições.

- 2) “Execução” – que dá orientações para conduzir o próprio processo de avaliação:
 - a. Procura de produtos COTS;
 - b. Recolha de medidas, onde os produtos COTS são inicialmente avaliados;
 - c. Triagem, onde os produtos com menor conformidade em relação aos critérios são filtrados;
 - d. Avaliação, onde os produtos são avaliados de uma forma mais exaustiva;
 - e. Classificação dos COTS utilizando o AHP [Saaty 1990a];
 - f. “Fazer ou comprar”, onde o produto melhor classificado apenas é seleccionado se passar numa decisão do tipo “fazer ou comprar?”.
- 3) “Reutilização”, onde toda a informação recolhida por outras partes é armazenada para utilização futuro.

Estratégia de avaliação

Filtragem progressiva.

Vantagens

- Introdução do conceito de “processo de avaliação adaptável” que é útil para adaptar o processo com base nos recursos disponíveis;
- Introdução de uma taxonomia reutilizável para os critérios de avaliação.

Desvantagens

- A abordagem assume que os requisitos já existem e estão definidos;
- A abordagem não suporta a selecção de múltiplos COTS para sistemas compostos por vários COTS;
- A CAP não define, de uma forma clara, como lidar com as inadequações dos COTS. Ela assume que existe um conjunto de produtos COTS que satisfaz maior parte dos requisitos;
- A abordagem pode utilizar o AHP e/ou o WSM e como tal herda as suas fraquezas.

Suporte de ferramenta

Não existe.

Referências

[Ochs *et al.* 2000]

B.10. CARE (2001)

Ideia principal

A abordagem CARE (*COTS-Aware Requirements Engineering*) centra-se essencialmente na fase de engenharia de requisitos do processo de selecção. A CARE define dois tipos de requisitos:

- Nativos, que são requisitos recolhidos de clientes;
- Alheios, que são requisitos que poderão ser implementados por COTS existentes.

A CARE tenta fazer a ponte entre os requisitos nativos e os alheios, pedindo aos clientes para mudar determinado requisito ou pedindo aos fornecedores para customizar o COTS.

Passos principais

- 1) Definir requisitos – definir requisitos dos clientes (i.e. requisitos nativos);
- 2) Corresponder aos requisitos – procurar por COTS que satisfaçam os requisitos (primeiro os funcionais e depois os não funcionais);
- 3) Classificar produtos – realizar uma análise de falhas para classificar os COTS;
- 4) Negociar mudanças – se forem encontradas falhas deve-se negociar mudanças aos requisitos ou aos COTS;
- 5) Seleccionar produtos – seleccionar um ou mais conjunto de COTS.

Estratégia de avaliação

Filtragem progressiva.

Vantagens

- Sugere a utilização de requisitos flexíveis o que é mais realístico do que definir um conjunto fixo de requisitos;
- Aborda parcialmente o problema das inadequações na selecção de COTS;
- Apoia a definição de um conjunto plausível de requisitos com base em diferentes pontos de vista dos *stakeholders*.

Desvantagens

- Apesar da CARE enfatizar a importância de mapear os requisitos com as especificações dos produtos, foram identificadas fraquezas. A CARE sugere negociar a resolução de uma inadequação e como é que isso influencia o sistema e produto. No entanto, essa sugestão foi dada numa óptica de alto nível o que significa que não existe um processo sistemático que possa ser aplicado para identificar a influência destas inadequações na decisão de selecção. O que a abordagem sugere é similar com o que acontece na selecção do mundo real (de uma forma *ad-hoc*);
- Não é claro como se define requisitos para selecções múltiplas de COTS em sistemas compostos por vários COTS.

Suporte de ferramenta

CARE Assistant Tool – ferramenta protótipo

Referências

[Chung & Cooper 2001, Chung & Cooper 2002, Chung & Cooper 2004a, Chung & Cooper 2004b]

B.11. PECA (2002)

Ideia principal

O PECA (*Plan, Establish, Collect, and Analyze*) é um processo de alto nível que necessita de ser adaptado para cada projecto específico. O PECA constrói todas as actividades no processo de avaliação e propõe várias alternativas para cada actividade.

Passos principais

- 1) Planear a avaliação:
 - a. Formar equipa de avaliação;
 - b. Criar um *project charter*;
 - c. Identificar *stakeholders*;
 - d. Escolher a abordagem;
 - e. Estimar os recursos e elaborar um planeamento.
- 2) Estabelecer os critérios:

- a. Identificar critérios de avaliação;
 - b. Construir critérios.
- 3) Recolher dados:
- a. Estimar a conformidade de cada produto com os critérios de avaliação.
- 4) Analisar dados:
- a. Analisar os dados para seleccionar um COTS utilizando algumas técnicas como a análise de falhas.

Estratégia de avaliação

Depende do contexto do projecto.

Vantagens

- A adaptabilidade do PECA faz com que possa ser aplicado em vários contextos.

Desvantagens

- A abordagem não clarifica como adaptar o processo. Apenas define diferentes alternativas e o processo de adaptação com base na experiência humana;
- A abordagem não suporta a selecção de múltiplos COTS para sistemas compostos por vários COTS;
- A PECA não define, de uma forma clara, como lidar com as inadequações dos COTS. Ela assume que existe um conjunto de produtos COTS que satisfaz maior parte dos requisitos.

Suporte de ferramenta

Não existe.

Referências

[Comella-Dorda *et al.* 2002, Comella-Dorda *et al.* 2004]

B.12. BAREMO (2002)

Ideia principal

A abordagem BAREMO (*Balanced Reuse Model*) centra-se na utilização da técnica AHP [Saaty 1990a] para seleccionar produtos COTS.

Passos principais

- 1) Especificar objectivos do projecto;
- 2) Construir uma árvore de decisão. O nó raiz é o objectivo do problema, os nós intermédios são os critérios e o último nível são os produtos alternativos;
- 3) Gerar matrizes de comparação para critérios que estão no mesmo nível da árvore de decisão;
- 4) Valorar cada produto alternativo com respeito aos critérios a eles ligados nos nós intermédios;
- 5) Calcular um valor final para cada alternativa utilizando escalas de adição ponderada.

Estratégia de avaliação

Não aplicável.

Vantagens

- Herda das vantagens do AHP.

Desvantagens

- Não define um mecanismo de avaliação/selecção de COTS;
- A abordagem assume que os requisitos já existem e estão definidos;
- A abordagem não suporta a selecção de múltiplos COTS para sistemas compostos por vários COTS;
- A BAREMO não define, de uma forma clara, como lidar com as inadequações dos COTS. Ela assume que existe um conjunto de produtos COTS que satisfaz maior parte dos requisitos;
- A abordagem pode utilizar o AHP e/ou o WSM e como tal herda as suas fraquezas.

Suporte de ferramenta

Qualquer ferramenta de AHP, por exemplo ExpertChoice [EXPERTCHOICE].

Referências

[Lozano-Tello & Gomez-Pérez 2002]

B.13. Storyboard (2002)

Ideia principal

A abordagem Storyboard incorpora, durante a fase de engenharia de requisitos, casos de uso e capturas de ecrã, com o objectivo de ajudar os clientes a compreender os seus requisitos e assim seleccionar um COTS mais apropriado que possa ser integrado com a menor customização possível.

Passos principais

- 1) Determinar os requisitos que podem ser satisfeitos pelos produtos COTS;
- 2) Desenvolver casos de uso para os requisitos identificados;
- 3) Identificar e avaliar os produtos COTS com base nos passos 1 e 2;
- 4) Com base nos casos de uso definidos no passo 2, criar uma “história” utilizando capturas de ecrã. As capturas de ecrã podem ser tiradas dos próprios COTS ou de interfaces desenvolvidos através de, por exemplo, JAVA.

Estratégia de avaliação

Requisito chave e filtragem progressiva.

Vantagens

- Fornece uma forma de comunicar os requisitos entre *stakeholders* de uma forma mais clara e concisa;
- Fornece uma forma de gerir as expectativas dos utilizadores;
- Suporta a selecção de múltiplos componentes de COTS.

Desvantagens

- Os requisitos não funcionais não são abordados;
- Não é apresentada nenhum processo formal de avaliação;
- A abordagem não é clara sobre como gerir possíveis conflitos entre COTS que estejam integrados;
- A Storyboard não define, de uma forma clara, como lidar com as inadequações dos COTS. Ela assume que existe um conjunto de produtos COTS que satisfaz maior parte dos requisitos.

Suporte de ferramenta

Não existe.

Referências

[Gregor *et al.* 2002]

B.14. CS (2002)

Ideia principal

A abordagem CS (*Combined-Selection*) é utilizada para seleccionar múltiplos COTS em que em conjunto satisfazem os requisitos. Esta abordagem exerce as suas actividades em dois níveis:

- Local:
 - Utilização de técnicas de avaliação e selecção de COTS existentes (e.g. OTSO, PORE ou STACE) para seleccionar COTS de forma individual, os quais serão posteriormente combinados no nível global.
- Global:
 - O nível global endereça o processo da selecção combinada;
 - Desencadeia processos individuais de selecção para cada área;
 - Tenta descobrir a melhor combinação de produtos.

Passos principais

- 1) Planear o processo de selecção global e desencadear processos de selecção individuais (nível global);
- 2) Identificar candidatos COTS para as áreas individuais (nível local);
- 3) Identificar cenários globais de integração de COTS (e.g. o produto A irá cobrir a área A, enquanto que o produto B irá cobrir a área B e parte da A) (nível global);
- 4) Avaliar cenários individuais em cada área individual (nível local);
- 5) Avaliar cenários de integração (nível global).
- 6) Seleccionar os produtos COTS.

Estratégia de avaliação

Depende do processo utilizado no nível local. Por exemplo, caso seja utilizado o PORE a estratégia é a de filtragem progressiva.

Vantagens

- Suporta a selecção de múltiplos componentes COTS.

Desvantagens

- Herda as fraquezas do método utilizado no nível local;
- Não são apresentados modelos formais para guiar o processo de integração e identificar os conflitos entre os componentes COTS seleccionados;
- A abordagem assume que os requisitos já existem e estão definidos;
- A CS não define, de uma forma clara, como lidar com as inadequações dos COTS. Ela assume que existe um conjunto de produtos COTS que satisfaz maior parte dos requisitos;

Suporte de ferramenta

Não existe.

Referências

[Burgues *et al.* 2002]

B.15. WinWin (2003)

Ideia principal

O modelo em espiral WinWin é uma abordagem dirigida ao risco adaptada do modelo clássico em espiral de desenvolvimento de *software* [Boehm 1988]. Esta abordagem segue um processo iterativo no qual os requisitos são obtidos em paralelo à avaliação dos produtos COTS. É utilizada uma *framework* de decisão para auxiliar as decisões de desenvolvimentos baseados em COTS (e.g. “fazer ou comprar”).

Passos principais

O WinWin é composto por cinco passos iterativos, nos quais vão sendo identificados mais *stakeholders*, objectivos, restrições e prioridades. Ao longo das iterações o processo vai sendo refinado:

- 1) Identificar *stakeholders* e os objectivos, restrições e prioridades do sistema;
- 2) Avaliar produtos em relação aos objectivos, restrições e prioridades e endereçar os riscos;
- 3) Elaborar a definição do produto e do processo;
- 4) Verificar e validar a definição do produto e do processo;
- 5) Revisão e compromisso dos *stakeholders*.

Estratégia de avaliação

Filtragem progressiva.

Vantagens

- Endereça os riscos bastante cedo no processo de selecção o que reduz o custo de ter que lidar com eles no futuro;
- A *framework* de decisão fornece uma descrição abrangente do processo de desenvolvimento em causa;
- A definição gradual das necessidades dos *stakeholders* e do processo enquadra-se mais em situações reais;
- Endereça a selecção de múltiplos componentes COTS.

Desvantagens

- Apesar de suportar a selecção de múltiplos componentes COTS, não é proposto um processo formal sobre o assunto;
- Apesar do WinWin enfatizar a importância de endereçar os riscos, as suas orientações são dadas num nível muito abstracto.

Suporte de ferramenta

Não existe.

Referências

[Boehm *et al.* 2003, Yang *et al.* 2003]

B.16. Abordagem de Erol e Ferrel (2003)

Ideia principal

A abordagem proposta por Erol e Ferrel é uma abordagem de avaliação que suporta a selecção de COTS a partir de um conjunto finito de produtos, com base num conjunto de dados quantitativos e qualitativos. A abordagem utiliza o QFD (*Quality Function Deployment*) [Akao 1999] para recolher e quantificar dados qualitativos. Depois é utilizada programação de requisitos (programação linear) para sugerir, ao decisor, soluções quase óptimas.

Passos principais

- 1) Adquirir informação de requisitos e produtos;
- 2) Transformar dados qualitativos em quantitativos utilizando o QFD;
- 3) Construir um modelo multiobjectivos para maximizar o valor do cliente e minimizar custos;
- 4) Resolver o modelo várias vezes com valores de parâmetros ligeiramente diferentes de forma a obter múltiplas soluções viáveis.

Estratégia de avaliação

Não aplicável.

Vantagens

- Trata dados qualitativos;
- Fornece mais do que uma solução viável para apoiar a selecção final.

Desvantagens

- Não aborda outras actividades para além da avaliação de COTS;
- A abordagem assume que os requisitos já existem e estão definidos;
- A abordagem não suporta a selecção de múltiplos COTS para sistemas compostos por vários COTS;
- Não define, de uma forma clara, como lidar com as inadequações dos COTS. A abordagem assume que existe um conjunto de produtos COTS que satisfaz maior parte dos requisitos;

Suporte de ferramenta

Não existe.

Referências

[Erol & Ferrel-Jr. 2003]

B.17. DesCOTS (2004)

Ideia principal

O sistema DesCOTS (*Description, evaluation and selection of COTS components*) inclui um conjunto de ferramentas que podem ser utilizadas para avaliar produtos COTS com base em modelos de qualidade, tais como a ISO/IEC 9126-1 [2001]. O DesCOTS foi apresentado em 2004 por Grau *et al.* [2004] com base no trabalho realizado por Franch & Carvalho [2003].

Passos principais

O DesCOTS segue o MGSC (Método Genérico de Selecção de COTS) e utiliza os seguintes passos para definir os critérios de avaliação:

- 1) Determinar características e subcaracterísticas de qualidade que irão ser utilizadas a partir da ISO/IEC 9126-1 [2001];
- 2) Refinar as subcaracterísticas conforme as necessidades;
- 3) Refinar as subcaracterísticas em atributos mensuráveis;
- 4) Refinar atributos derivados em atributos mais básicos (e.g. refinar a qualidade do interface em profundidade dos menus, facilidade de utilização, etc);
- 5) Identificar relações entre entidades de qualidade;
- 6) Determinar métricas para os atributos.

Estratégia de avaliação

Filtragem progressiva.

Vantagens

- Apresenta um método detalhado para definir critérios de avaliação;
- Tem em consideração características de qualidade;
- Pode ser adaptado a vários domínios.

Desvantagens

- A abordagem não suporta a selecção de múltiplos COTS para sistemas compostos por vários COTS;
- Não define, de uma forma clara, como lidar com as inadequações dos COTS. A abordagem assume que existe um conjunto de produtos COTS que satisfaz maior parte dos requisitos;

Suporte de ferramenta

DesCOTS – ferramenta protótipo.

Referências

[Grau *et al.* 2004]

B.18. MiHOS (2005)

Ideia principal

A abordagem MiHOS (*Mismatch-Handling aware COTS Selection*) é centrada no tratamento das inadequações entre os candidatos COTS e os requisitos. A MiHOS fornece directrizes para tratar as inadequações que são detectadas durante o processo de selecção de COTS e utiliza técnicas de apoio à decisão para estudar o custo da resolução dessas inadequações na decisão de selecção de COTS e para suportar o tratamento das inadequações do COTS seleccionado.

Passos principais

A MiHOS é composta por duas componentes: a componente de selecção de COTS, que segue exactamente o MGSC e a componente de tratamento de inadequações, que é dividida em duas partes:

Parte 1:

- 1) Analisar a inadequação detectada;
- 2) Decidir se a inadequação deve ser resolvida ajustando os requisitos ou ajustando o COTS. Se a escolha for de ajustar o COTS então a inadequação é adiada até um COTS ser seleccionado.

Parte 2:

- 1) Modelar – definir os parâmetros do problema (e.g. técnicas possíveis para resolver cada inadequação, custo de cada técnica, etc);
- 2) Explorar – utilizar técnicas de optimização para encontrar soluções óptimas ou quase óptimas;
- 3) Consolidar – os especialistas devem rever os resultados e, ou aceitam uma solução ou ajustam os parâmetros do problema definidos no primeiro ponto da Parte 2 e aplicam de novo o modelo.

Estratégia de avaliação

Requisito chave e filtragem progressiva.

Vantagens

- Trata as inadequações durante e após o processo de selecção;
- Utiliza uma definição de critérios orientados a objectivos o que permite decisões mais informadas;
- Utiliza técnicas de apoio à decisão interactivas o que permite aos decisores uma maior participação e controlo sobre as suas decisões.

Desvantagens

- Requer mais esforço que maior parte das outras abordagens de selecção;
- A abordagem não está vocacionada para endereçar requisitos de qualidade;
- A abordagem não suporta a selecção de múltiplos COTS para sistemas compostos por vários COTS;

Suporte de ferramenta

MiHOS-TS – ferramenta protótipo.

Referências

[Mohamed *et al.* 2007b]

B.19. UnHOS (2011)

Ideia principal

A abordagem UnHOS (*Uncertainty Handling in COTS Selection*) [Ibrahim 2011] foi desenvolvida com o propósito de avaliar candidatos COTS e, posteriormente, seleccionar o que melhor se adequa às necessidades dos *stakeholders* representado explicitamente as incertezas relacionadas com a informação dos mesmos. A abordagem utiliza a técnica de TDMC AHP para classificar os COTS e Redes Bayesianas para representa a incerteza.

Passos principais

A UnHOS é composta por duas componentes: a componente de selecção de COTS, que segue o MGSC e a componente de tratamento de incertezas, que é dividida em quatro partes principais:

- 1) Construir o modelo de Redes Bayesianas;
- 2) Procurar evidências;
- 3) Introduzir e propagar evidências;
- 4) Analisar o risco.

Estratégia de avaliação

Requisito chave e filtragem progressiva.

Vantagens

- Gere a incerteza durante o processo de selecção;
- Utiliza uma definição de critérios orientados a objectivos o que permite decisões mais informadas;
- Utiliza técnicas de apoio à decisão interactivas o que permite aos decisores uma maior participação e controlo sobre as suas decisões.

Desvantagens

- Requer mais esforço que maior parte das outras abordagens de selecção;
- A abordagem não está vocacionada para endereçar requisitos de qualidade;
- A abordagem não suporta a selecção de múltiplos COTS para sistemas compostos por vários COTS;

- Não define, de uma forma clara, como lidar com as inadequações dos COTS. A abordagem assume que existe um conjunto de produtos COTS que satisfaz maior parte dos requisitos;
- A abordagem utiliza o AHP e como tal herda as suas fraquezas.

Suporte de ferramenta

Sim.

Referências

[Ibrahim *et al.* 2011]

Anexo C – Descrição dos requisitos do caso prático

Este anexo tem como objectivo apresentar as descrições dos requisitos técnicos do caso prático.

Tabela 18 – Descrição dos requisitos do caso prático

Requisitos	Descrição	Obrigatório
Cobertura requisitos funcionais		
Requisitos gerais de sistema		
Níveis de serviço	A solução deve permitir que os processos de gestão de recursos humanos possam ser disponibilizados numa lógica de serviços partilhados ou plataforma partilhado.	X
Arquitectura de referência	A solução deve respeitar a arquitectura de referência apresentada na Figura 26.	X
Arquitectura lógica	A solução deve respeitar a arquitectura lógica apresentada na Figura 27 e integrar com as diversas componentes tecnológicas (i.e. portal, CRM, serviços de análise, serviços de integração) no sentido de disponibilizar de forma adequada os processos e serviços definidos em sede de projecto.	X
Localização	A solução deve estar localizada para Portugal e assegurar a adopção precisa de: língua portuguesa, com uso da linguagem técnica e de sistema corrente em Portugal, codificação dos caracteres, impostos, protecção social, mapas legais, regras de ordenação, sistema métrico, formato dos números, separadores decimais, formato de data e hora, formato do calendário, formato da moeda, formato dos endereços e formato dos telefones.	X
Solução vertical da Administração Pública Portuguesa	A solução deve estar adaptada aos requisitos legais da Administração Pública, no que se refere aos processos específicos deste sector, aos mapas legais, aos sistemas de protecção social e aos valores de referência publicados anualmente.	X

Requisitos	Descrição	Obrigatório
Manutenção da localização e da solução vertical	As componentes referentes à localização e à solução vertical do sector devem ser actualizadas sempre que se verifiquem alterações legislativas.	X
Fax, correio electrónico e SMS	O sistema deve integrar com servidores de fax e email de modo a poder enviar informação por estes meios para os intervenientes no processo. Do mesmo modo deve ser possível utilizar os SMS como um canal de comunicação.	X
Ferramentas de produtividade	O sistema deve permitir a extracção de informação para ficheiros externos nos formatos normalmente utilizados nas ferramentas de trabalho (e.g. Microsoft Office, PDF, ficheiros de texto). Deve ser compatível com as versões mais recentes.	X
<i>Effective Dating</i>	Os dados de cadastro assim como os da parametrização do sistema devem ser registados com referência a datas de início e de fim de validade, possível de serem consultados a qualquer momento quer nas transacções quer em relatórios. Estas datas podem corresponder a períodos do passado, presente ou futuro. Deve ser possível para o utilizador poder especificar se pretende visualizar dados activos na data presente, dados do passado ou até mesmo dados futuros numa determinada data ou período.	X
Multi-x	O sistema deve ser multi-empresa, multi-moeda e multi-idioma.	X
Requisitos específicos de sistema		
Flexibilidade	A solução deve garantir níveis de flexibilidade elevados, sem prejudicar a integridade da informação, e permitir que as manutenções evolutivas e correctivas, decorrentes de alterações legislativas frequentes ou outras, sejam efectuadas com reduzido impacto nos utilizadores e nas funcionalidades existentes.	X
Desenvolvimento	O desenvolvimento da solução deverá adoptar uma metodologia que garanta a correcta aplicação de fases: definição de requisitos, especificações, desenho, arquitectura, implementação, testes, instalação e manutenção. O desenvolvimento deverá garantir um cenário de integração contínua que garanta mecanismos padrão iterativos de controlo da qualidade de código, bem como a correcta aplicação de um universo de diferentes tipos de casos de teste.	X

Requisitos	Descrição	Obrigatório
Robustez e escalabilidade	A solução deve apresentar provas de robustez e capacidade de crescimento (escalabilidade horizontal e vertical), a fim de suportar uma operação em permanência e um universo de utilizadores crescente.	X
Desempenho	O tempo de resposta no processamento de informação em que seja aplicável um padrão de comunicação síncrono deve ser inferior a 5 segundos, salvos casos excepcionais, que deverão ser previamente definidos.	X
Usabilidade	O sistema deve ter uma curva de aprendizagem reduzida para os utilizadores.	X
Acessibilidade	Devem ser respeitados os requisitos de acessibilidade para que cidadãos com deficiência tirem partido dos produtos, serviços e informação prestados.	X
Não redundância	A solução deve ter mecanismos que garantam a não redundância na entrada de dados. O mesmo dado deve ser disponibilizado às funcionalidades/transacções que necessitam dele, sem necessidade de ser registado adicionalmente.	X
Arquitectura lógica	Deve ser implementada uma arquitectura com nítida separação pelo menos em três camadas: dados, negócio e apresentação, de forma a permitir a independência das aplicações face às tecnologias utilizadas e ser compatível com a arquitectura SOA definida. O desacoplamento e reutilização dos vários componentes deve orientar a arquitectura aplicacional. A solução deve procurar disponibilizar um interface que permita a composição e consumo de serviços para uso externo de modo a permitir disponibilização de operações de RH a outras aplicações, em modo atómico ou o processamento de grandes volumes de dados. Os serviços disponibilizados devem poder ser integrados e categorizados num catálogo a definir ou pré existente de modo a permitir a sua descoberta, em <i>design</i> ou <i>runtime</i> , para uso ou composição com outros serviços.	X
Segurança	A solução deverá ter mecanismos que garantam a confidencialidade, a integridade, a autenticidade, o não repúdio, a disponibilidade e o controlo de acessos. Todas as comunicações devem ser feitas via acesso <i>web</i> , recorrendo ao protocolo seguro <i>https</i> nos componentes em que tal se justificar.	X

Requisitos	Descrição	Obrigatório
Requisitos de negócio		
Cadastro pessoal e profissional		
Organização		
RT.001	Atribuição automática do número identificador de trabalhador e possibilidade de definir intervalos de numeração distintos por grupo de pessoal (e.g. trabalhadores, prestadores de serviço).	
RT.002	Permitir a existência de diferentes tipos de trabalhadores do Estado em função da sua relação laboral (trabalhadores da AP, prestadores de serviços, pessoal em situação de mobilidade especial (SME)), com diferentes processos e regras de negócio associados.	X
RT.003	Organização dos trabalhadores em atributos/agregadores homogéneos (e.g. grupo de trabalhadores, subgrupo de trabalhadores, status para processamento, status perante a AP, relação de emprego, modalidade de emprego, regime de protecção social, modalidade emprego, carreira/categoria).	X
RT.004	Permitir o conceito de trabalhador da AP (pessoa) com um número único e com um conjunto de informação pessoal e profissional única e transversal, independentemente das situações profissionais que detenha. Esta informação deverá ser acedida pelos organismos com os quais o trabalhador detenha uma relação de emprego.	X
Registo e consulta de dados		
RT.005	Permitir que um trabalhador possa ocupar mais do que um posto de trabalho na mesma entidade ou em entidades diferentes, sendo que no caso de exercício de funções em entidades diferentes, poder-se-ão definir diferentes dados profissionais, ou seja, no mesmo período de tempo podem vigorar mais do que uma situação profissional e dados relacionados.	X
RT.006	Permitir que um trabalhador possa ser dependente hierárquica e funcionalmente de dirigentes de unidades orgânicas diferentes.	
RT.007	Registo e manutenção da informação relativa a dados pessoais, moradas e contactos, documentos de identificação, agregado familiar, dados bancários, dados fiscais, habilitações literárias,	X

Requisitos	Descrição	Obrigatório
	formação, experiência profissional, com respeito pelos requisitos legais no que respeita à manutenção deste tipo de dados.	
RT.008	Registo e manutenção de dados profissionais por entidade com o que o trabalhador se relaciona nomeadamente situação profissional, posto de trabalho, carreira/categoria, situação remuneratória, entre outros.	X
RT.009	Registo e manutenção de dados referentes à protecção para o regime geral da segurança social e para o regime de protecção social convergente.	X
RT.010	Permitir o registo de diferentes tipos de horários de trabalho (fixo, flexíveis, turnos, jornadas contínuas, laboração contínua) com possibilidade de registar a escala dos mesmos.	
RT.011	Permitir o registo de operações inerentes ao ciclo de vida de um trabalhador (i.e. início de funções, desvinculação, mobilidade, alterações de posição remuneratória, renovações de contractos, licença sem vencimento, etc.) especificando para cada evento a data de início e fim, o motivo e os detalhes associados.	X
RT.012	Reafecção massiva de trabalhadores a uma nova relação jurídica de emprego público, carreira, posição remuneratória ou a novas estruturas orgânicas (face a uma reestruturação) garantindo as alterações subsequentes em termos de cadastro individual.	
RT.013	Cálculo da antiguidade do trabalhador de forma dinâmica e tendo em conta os factores que influenciam esse cálculo (e.g. absentismo) e registo anual do valor da antiguidade após publicação das listas de antiguidade. Este valor registado passa a ser a base de partida para o cálculo dinâmico do ano seguinte, mesmo que sejam alteradas os factores anteriores à data do registo dado que o valor registado à data foi considerado como válido, exceptuando-se nomeadamente decisões judiciais e de intervenção de entidades com competências específicas respeitantes aos efeitos de contagem de absentismo ou contagens de períodos contributivos.	X
Integração e interfaces		
RT.014	O sistema deve integrar com o sigAME (Sistema Integrado de Gestão e Apoio à Mobilidade	

Requisitos	Descrição	Obrigatório
	Especial) para permitir o envio/exportação dos dados relativos ao pessoal em SME, designadamente dados de cadastro, agregado familiar, situação profissional, situação remuneratória, dados relativos à colocação em SME do trabalhador, nomeadamente organismo onde exercia funções/local de trabalho, horário, modo de ingresso, origem do recrutamento, antiguidade na AP e no organismo, que foram objecto de registo, actualização ou correcção no sistema. A informação a enviar deve ser agrupada por Secretaria-geral. O sistema deve possibilitar que este envio possa ser síncrono ou assíncrono, segundo parâmetros a definir de acordo com o tipo de informação, possibilitando ainda que venha a ser informado, via correio electrónico, um grupo de utilizadores, sobre o sucesso/insucesso do envio.	
RT.015	O sistema deve integrar com o sigAME para receber informação relativamente ao pessoal em SME, designadamente sobre a situação de mobilidade especial (SME), e sobre o processamento de vencimentos. O sistema deve ainda possibilitar que esta recepção possa ser síncrona ou assíncrona, segundo parâmetros a definir de acordo com o tipo de informação. O sistema deve informar via correio electrónico, um grupo de utilizadores, do sucesso/insucesso da importação.	
RT.016	Integração com o sistema BDAP (Base de Dados dos Recursos Humanos da AP) da DGAEP (Direcção-Geral da Administração e do Emprego Público) relativamente aos dados dos trabalhadores. Este interface é público.	
RT.017	Integração com o sistema SIOE (Sistema de Informação da Organização do Estado) da DGAEP (Direcção-Geral da Administração e do Emprego Público) relativamente aos dados do organismo e dados agregados dos trabalhadores. Este interface é público.	
Louvores e menções honrosas		
RT.018	Permitir o registo de um louvor ou menção honrosa de um trabalhador.	
RT.019	Possibilidade de a informação registada nos louvores e menções honrosas constar automaticamente no CV do trabalhador.	
RT.020	Permitir a pesquisa de louvores e menções honrosas por trabalhador, organismo, tipo de louvor e outros critérios previamente definidos.	

Requisitos	Descrição	Obrigatório
Processos disciplinares		
RT.021	Permitir o registo das várias fases de um processo disciplinar associado a um trabalhador.	
RT.022	Permitir registar uma pena no âmbito de um processo disciplinar.	
RT.023	Permitir a pesquisa de processos disciplinares por trabalhador, organismo, tipo de pena, e outros critérios previamente definidos.	
Relatórios		
RT.024	Ficha de cadastro/nota biográfica - ficha com os principais dados de identificação e da evolução da situação profissional de um trabalhador.	
Gestão organizacional		
Estruturas		
RT.025	Definição da estrutura orgânica do Estado considerando os vários níveis possíveis desde a entidade Estado até ao trabalhador que ocupa um posto de trabalho numa unidade orgânica de um organismo de determinado Ministério.	X
RT.026	Permitir que um organismo seja tutelado por duas estruturas ministeriais diferentes.	
RT.027	Possibilidade de definir estruturas hierarquizadas, matriciais, mistas, e de missão.	X
RT.028	Definição dos postos de trabalho (posições) dentro das unidades orgânicas a que respeitam e classificação dos mesmos em tipos/agregadores (e.g. cada unidade orgânica tem um posto de trabalho de secretária. Se existirem 10 secretárias existem 10 postos de trabalho, que podem ou não estar ocupados por trabalhadores. Estes postos de trabalho têm o mesmo tipo/agregador). Desta forma, quando é aplicada uma determinada acção ao nível do tipo/agregador do posto de trabalho, aplico igualmente a todos os postos de trabalho relacionados.	X
RT.029	O sistema deve possibilitar a afectação de um trabalhador a uma estrutura orgânica de um organismo, sem que esteja a ser ocupado um posto de trabalho considerado no mapa de pessoal	X

Requisitos	Descrição	Obrigatório
	anual (e.g. trabalhador em SME afecto a uma Secretaria-geral). Nestes caso o trabalhador é entendido como pertencendo ao organismo para efeitos de gestão administrativa, embora não esteja a ocupar um posto de trabalho e a desempenhar funções. A solução pode passar pela criação e manutenção de objectos virtuais na estrutura orgânica do organismo, ou por outras soluções análogas que garantam o pressuposto enunciado.	
RT.030	Herança dos dados da estrutura orgânica de um nível superior para os níveis inferiores aplicável aos diversos conceitos/atributos possíveis. Para compreender melhor, ver requisito RT.031	
RT.031	Visualização da estrutura organizacional a diferentes níveis (do nível macro para o nível micro) designadamente Administração Pública, Ministério, Secretaria de Estado, Organismo, Serviço, Direcção de Serviço, Divisão, Secção, Equipa, Projecto. Nem sempre as estruturas orgânicas têm a mesma organização.	X
RT.032	Representação gráfica da estrutura orgânica em modo de organograma a diferentes níveis (do nível macro para o nível micro) com possibilidade de exibir ou não determinadas componentes da estrutura (e.g. visualização apenas das unidades orgânicas ou das unidades orgânicas com postos de trabalho com ou sem pessoas).	
RT.033	Alteração da estrutura organizacional de forma simples e com referência a datas de início e de fim de modo a manter o histórico das alterações orgânicas. Possibilidade de fundir, dividir, extinguir ou criar organismos e alteração da tutela (por exemplo, no âmbito do PRACE) garantindo as alterações subsequentes (actualização do cadastro dos trabalhadores associados e alteração da classificação contabilística).	X
Atributos		
RT.034	Possibilidade de ter postos de trabalho não ocupados por trabalhadores (vagos).	X
RT.035	Possibilidade de registar as competências próprias ou delegadas de cada dirigente de modo a suportar os fluxos de aprovação. Possibilidade de delegar e subdelegar competências a outros níveis de pessoas.	

Requisitos	Descrição	Obrigatório
RT.036	Atribuição de um centro de custo a uma unidade orgânica ou a um posto de trabalho. Os objectos orgânicos de nível inferior herdam o centro de custo atribuído ao objecto orgânico de nível superior desde que não tenham nenhuma informação registada.	
RT.037	Registo da descrição do posto de trabalho (<i>job description</i>) para uma posição da estrutura ou para um tipo de posição (i.e. todas as posições pertencentes ao mesmo tipo herdam a mesma <i>job description</i>). Descrição da competência ou actividade que o seu ocupante se destina a cumprir ou a executar, descrição do cargo ou da carreira e categoria que lhes correspondam, descrição dentro de cada carreira e/ou categoria da área de formação académica ou profissional de que o seu ocupante deva ser titular.	
RT.038	Possibilidade de ter os postos de trabalho "virtuais", que apesar de ocupados, não tenham ligação ao registo e controle de assiduidade e ao mapa de pessoal anual. Esta situação aplica-se designadamente ao pessoal em SME afecto à Secretaria-geral e aos prestadores de serviço.	X
RT.039	Possibilidade de caracterização dos postos de trabalho de por modo a facilitar a gestão dos mesmos. Os postos de trabalho devem ser caracterizados por exemplo como: vago, ocupado, obsoleto, histórico. Comporta salientar que um posto de trabalho apesar de estar assinalado como obsoleto pode estar ocupado.	X
Integração e interfaces		
RT.040	Integração da estrutura organizacional com o sistema financeiro em SAP (RIGORe) para importação de "empresas", classificação contabilística e centro de custos.	
RT.041	Integração entre a estrutura organizacional e o cadastro do trabalhador de modo a que qualquer alteração realizada num dos módulos tenha reflexo no outro (e.g. alterar nome de uma unidade orgânica ou movimentar uma pessoa para uma nova unidade orgânica).	X
Organização		
RT.042	Organização dos organismos ou outro tipo de entidades que compõem a estrutura orgânica do Estado em grupos homogéneos (e.g. tipo de administração, tipo de autonomia, âmbito territorial,	X

Requisitos	Descrição	Obrigatório
	tipo de organismo, ministério, tipo de unidade orgânica, nível de dirigente) de modo a poder-se aplicar regras de negócio comuns ou analisar informação de gestão para grupos homogéneos.	
Relatórios		
RT.043	Balanço social de acordo com o Decreto-Lei n.º 190/96, de 9 de Outubro.	X
RT.044	Distribuição e evolução dos efectivos por tipo de administração, por relação jurídica de emprego, por estrutura orgânica, por áreas funcionais (educação, ciências, finanças, administração, agricultura, ambiente, desenvolvimento regional, obras públicas, soberania, saúde e trabalho), por estrutura profissional (cargos, carreiras, categorias), por habilitações literárias, por antiguidade, por nível etário, por distribuição geográfica/NUT, por estrutura remuneratória, por situação jurídico funcional (pessoal em exercício de funções, pessoal em SME, etc.).	
RT.045	Idade média dos efectivos por nível orgânico, por estrutura profissional.	
RT.046	Consultas e relatórios sobre a estrutura orgânica do Estado de acordo com os vários níveis possíveis, podendo seleccionar o tipo de objectos que se pretende exhibir (e.g. com ou sem postos de trabalho, com ou sem posições, apenas o Ministério A) em modo gráfico ou tabela.	
RT.047	Mapa justificativo da requisição de fundos Anexo 1 - mapa que justifica o Pedido de Libertação de Créditos (PLC) em cada mês e de acordo com a despesa a efectuar por grupos de pessoal identificados e acumulados por índice/ posição remuneratória, de acordo com a circular série A n.º 1338 de 01ABR2008 da Direcção-Geral do Orçamento.	X
RT.048	Listagem de estagiários aprovados - Listagem de todos os estagiários profissionais aprovados em determinado período de tempo para enviar à DGAEP (Direcção-Geral da Administração e do Emprego Público) a fim de disponibilização na bolsa de emprego público, de acordo com a Portaria n.º 1256/2005 de 2 de Dezembro.	X
RT.049	Listagem completa de estagiários profissionais num determinado período de tempo, com vista à produção de certificados comprovativos de frequência e/ou aprovação dos mesmos.	

Requisitos	Descrição	Obrigatório
Férias, faltas e licenças		
Faltas e licenças		
RT.050	Permitir o registo de diferentes tipos de faltas e licenças remuneradas e não remuneradas, especificando para cada uma delas o dia e as horas de início e de fim, no caso de períodos em horas, ou as datas de início e de fim, para períodos superiores a um dia.	X
RT.051	Permitir o desconto da remuneração de acordo com cada tipo de falta ou licença, substituindo a remuneração descontada por subsídios contemplados para o regime de protecção social convergente.	X
RT.052	Possibilidade de definir diferentes tipos de contagem por tipos de faltas e licenças (e.g. dias de trabalho, dias de calendário) assim como limites mínimos e máximos por tipo de registo e num determinado período de tempo.	X
RT.053	Permitir o controlo de saldos por tipo de falta ou licença (e.g. assistência à família) de modo a não ser possível, caso assim seja definido, registar faltas para além do limite estabelecido. Os saldos podem apresentar valores negativos e os limites de cada saldo pode diferir de organismo para organismo.	X
RT.054	Permitir controlo do número de faltas/licenças de acordo com informação do cadastro (e.g. assistência à família apenas para quem tem agregado familiar, controlo do número de faltas por tipo de nojo).	
RT.055	Controlo de colisões de férias, faltas e licenças para períodos comuns, ou seja, definir a actuação do sistema (e.g. não permitir, substituir) quando se regista uma ausência num mesmo período de outro tipo de ausência. Exemplo: durante o período de férias uma falta relativa a doença suspende as férias.	
RT.056	Permitir o registo e parametrização específica do desconto correspondente por tipo de falta ou licença.	X

Requisitos	Descrição	Obrigatório
RT.057	Permitir a aplicação de regras de desconto em função do número de ausências registadas assim como o seu impacto noutro tipo de rubricas salariais (e.g. subsídio de refeição).	X
RT.058	Avaliação dos tempos trabalhados recolhidos por sistemas externos de relógios de ponto com base no horário de trabalho planeados dos trabalhadores. Possibilidade de execução desta actividade de forma massiva, individual ou por grupos de pessoal/entidades.	X
Férias		
RT.059	Permitir pagamento dos dias de férias (vincendas e vencidas) nos actos de saída temporária ou definitiva ou em casos de impedimento prolongado.	X
RT.060	Geração automática individual ou em massa do direito a férias no início de cada ano e nos eventos de início/reinício de funções e renovação de contrato, considerando todas as regras aplicáveis na AP (idade, antiguidade, desempenho, férias frias, trabalho extraordinário) para os diferentes tipos de modalidades de emprego (nomeação, contrato de trabalho para funções públicas) e após períodos de licença ou impedimentos prolongados.	X
RT.061	Possibilidade de consumir dias de férias dos saldos de anos anteriores.	X
RT.062	O consumo de dias de férias, aquando a existência de dias de férias do ano transacto, deve ocorrer com base na antiguidade dos dados em sistema (primeiro devem ser consumidas as férias do ano anterior e só depois as férias no respectivo ano).	X
RT.063	Possibilidade de justificar uma falta por conta do período de férias do próprio ano ou do ano seguinte tendo em conta os limites legais.	
RT.064	Controlo automático dos saldos de férias tendo em conta o gozo de dias de férias ou a "compensação" por dias de férias. Os saldos podem apresentar valores negativos.	X
RT.065	Atribuição do direito adicional de dias de férias de acordo o absentismo do ano anterior.	X
Trabalho extraordinário		
RT.066	Registo da hora de início e de fim do trabalho extraordinário para um determinado dia assim como	X

Requisitos	Descrição	Obrigatório
	o motivo que originou o mesmo.	
RT.067	Possibilidade de definir saldos de horas extraordinárias diários/anuais com vista a controlar/limitar o recurso a horas extraordinárias. Os saldos podem apresentar valores negativos e os limites de cada saldo podem diferir de organismo para organismo, devendo, contudo, o sistema alertar sempre que os limites legais forem ultrapassados.	X
RT.068	Confronto do período de horas extraordinárias com o horário de trabalho do trabalhador e definição de alertas ou erros.	X
RT.069	Qualificação do tipo do trabalho extraordinário em função do calendário/horário de trabalho (dia úteis/descanso semanal obrigatório e complementar, tipos de horas) e determinação da percentagem a atribuir face às regras de negócio definidas e que regulam o trabalho extraordinário.	X
RT.070	Permitir a coexistência de regras de cálculo diferenciadas tendo em conta a modalidade jurídica de emprego, aplicando de forma automática as regras e os valores percentuais a atribuir a cada modalidade.	X
RT.071	Geração automática do direito a saldo de folga de acordo com a prestação do trabalho extraordinário para posterior gozo de "falta" autorizada.	X
RT.072	Determinação do limite mensal do valor a auferir para trabalho extraordinário. Determinação da situação de isenção de limite para determinados postos de trabalho.	
Integração e interfaces		
RT.073	Integração automática com o processamento de vencimentos no que se refere ao pagamento do trabalho extraordinário.	X
RT.074	Integração automática com o processamento de vencimentos relativamente a eventuais abonos e descontos a aplicar à remuneração do trabalhador por motivo de férias, faltas e licenças.	X
RT.075	Integração com sistemas externos de relógio de ponto (diversos) tendo em conta um interface standard de recolha de dados das picagens.	

Requisitos	Descrição	Obrigatório
Relatórios		
RT.076	Mapa anual de férias - identificação dos períodos de férias dos trabalhadores, de acordo com o Decreto-Lei n.º 100/99, de 31 de Março e com a Lei n.º 59/2008 de 11 de Setembro.	X
RT.077	Mapa de absentismo - mapa com a identificação das ausências dos trabalhadores (agregado ou nominal) para um determinado período de tempo.	
RT.078	Mapa de acidentes em serviço - Identificação das ausências por acidente em serviço, com as causas e consequências dos acidentes, bem como a identificação das despesas a pagar, para enviar à área financeira.	
RT.079	Mapa de controlo de baixas médicas - identificação dos trabalhadores em baixa médica, com a data de início, duração da baixa e tipo de baixa.	
RT.080	Registo de trabalho extraordinário - mapa com a identificação do número de horas extraordinárias efectuadas por cada trabalhador, o respectivo fundamento legal e as remunerações correspondentes. Este mapa é enviado à Direcção-Geral do Orçamento.	X
Vencimentos		
Abonos e descontos		
RT.081	Permitir a definição de abonos ou descontos fixos e variáveis com base na atribuição de valores monetários, percentagens ou unidades valorizadas, para um determinado período, para uma data específica ou para o processamento do mês n.	X
RT.082	Permitir o registo da remuneração de origem do trabalhador e da remuneração relativa ao cargo ou função que se encontra a desempenhar no organismo de destino, havendo a possibilidade do trabalhador optar por aquela que pretende ser remunerado. No caso do organismo de origem se encontrar no sistema, não deveria ser necessário registar a remuneração do organismo de origem dado que essa informação já se encontra registada.	
RT.083	Permitir o registo e processamento de adiantamentos a trabalhadores.	X

Requisitos	Descrição	Obrigatório
RT.084	Possibilidade de registar o pagamento, e a respectiva data, de uma amortização do capital em dívida que automaticamente actualize o valor já pago, o valor ainda em dívida, o número de prestações a pagar e o seu valor.	
RT.085	Permitir a aplicação dos descontos legais relativos a impostos (IRS) e a sistemas de protecção social (SS, ADSE, CGA), de acordo com as regras definidas nos respectivos códigos ou regimes.	X
RT.086	Possibilidade de fixar ou isentar impostos por trabalhador de acordo com a legislação do imposto em causa e da situação do trabalhador (e.g. missões humanitária).	X
RT.087	Possibilidade de actualização manual, segundo perfis de autorização, das tabelas relativas às posições e níveis das diferentes carreiras e/ou categorias. Possibilidade de actualização manual, segundo perfis de autorização, do valor relativo ao RMMG (retribuição mínima mensal garantida) dos diferentes anos e de outras variáveis de cálculo actualizadas anualmente.	X
RT.088	Processamento de rubricas salariais mensais, à hora ou à peça (e.g. actos médicos).	X
RT.089	Cálculo dos abonos relativos à protecção social (e.g. doença, maternidade/paternidade) de acordo com regime de protecção social convergente.	X
Pagamento		
RT.090	Possibilidade de pagar os vencimentos por transferência bancária, numerário ou em cheque.	X
RT.091	Permitir o pagamento dos vencimentos para mais do que uma conta bancária por trabalhador tendo em conta uma percentagem de distribuição ou um valor fixo.	X
RT.092	Emissão do ficheiro para a transferência electrónica interbancária em formato PS2 e DGT- <i>homebanking</i> .	X
Processamento		
RT.093	Permitir alteração salarial a meio do mês e cálculo da respectiva proporcionalização dos valores a pagar e a descontar de acordo com as regras definidas.	X

Requisitos	Descrição	Obrigatório
RT.094	Alterações salariais, em massa ou individual, relativas a aumentos salariais anuais ou outro tipo de medidas, com recurso a critérios pré-definidos.	X
RT.095	Permitir a construção de regras de vencimentos com recurso a linguagens pouco técnicas ou a programação organizadas num motor de regras e aplicáveis a um conjunto de organismos, grupo de trabalhadores, regime, carreira, categoria, posto de trabalho ou outro tipo de critério agregador.	X
RT.096	Processamento em simulação para períodos de processamento actuais ou futuros tantas vezes quanto as necessárias.	X
RT.097	Retroactividade automática e ilimitada para abonos e descontos.	X
RT.098	Processamento de remuneração de prestadores de serviços em regime de tarefas ou avença.	X
RT.099	Permitir pagamento automático do subsídio de Natal (Novembro) e subsídio de férias (Junho) e respectivos acertos, em massa ou individual.	X
RT.100	Realização de mais do que um processamento por mês (processamento <i>off-cycle</i>).	X
RT.101	Possibilidade de anular o processamento de vencimentos.	X
Recibo		
RT.102	Desenho livre do recibo de vencimentos.	X
RT.103	Permitir atribuir diferentes modelos de recibo de vencimentos a grupos de trabalhadores ou organismos.	
RT.104	Emissão automática dos recibos dos trabalhadores para impressão ou ficheiro. Os recibos devem poder ser emitidos para todos os trabalhadores, para um determinado grupo ou orgânica ou até mesmo para um trabalhador.	X
RT.105	Permitir o envio do recibo de vencimento para o correio electrónico do trabalhador.	
RT.106	Consultar e imprimir recibos dos vencimentos (de qualquer mês/ano) dos trabalhadores.	

Requisitos	Descrição	Obrigatório
RT.107	Inclusão da parcela retroactiva mensal no recibo de vencimento com indicação do montante e quantidade, do tipo de abono/desconto e do mês a que diz respeito o valor retroactivo.	X
RT.108	Possibilidade de incluir mensagens genéricas ou individuais no recibo de vencimento.	
RT.109	Possibilidade de colocar no recibo para cada rubrica salarial a fórmula de cálculo que permita ao trabalhador verificar o valor calculado (em alguns casos não é suficiente apresentar a quantidade e o valor unitário).	
Integração e interfaces		
RT.110	Registo da classificação orçamental, por trabalhador e por abono, a diferentes orçamentos, programas/medidas/actividades (OE) ou projectos (PIDDAC).	X
RT.111	Integração com módulo financeiro em SAP (RIGORE) para validação da existência de cabimentação prévia para a despesa dos vencimentos de pessoal em modo real e simulação.	
RT.112	Integração com módulo financeiro em SAP (RIGORE) para transferência dos resultados salariais para a contabilidade analítica, patrimonial e orçamental e para obtenção dos valores de câmbio de moedas.	
RT.113	Integração com sistema financeiro SIC para transferência financeira dos resultados do processamento de vencimentos para organismos sem RIGORE.	
RT.114	Possibilidade de anular a transferência financeira.	X
RT.115	Distribuição dos custos salariais por mais do que um centro de custo, projecto ou actividade de acordo com critérios de distribuição definidos em % ou valores fixos.	
RT.116	Integração com sistemas externos das entidades beneficiárias dos descontos facultativos (e.g. nomeadamente, serviços sociais, seguradoras, sindicatos, cofre da previdência) para entrega da relação de descontos. Sempre que possível estes interfaces devem ser uniformizados e definidos com recurso a <i>standards</i> e protocolos abertos.	
RT.117	Integração com sistemas externos das entidades beneficiárias dos descontos legais (e.g. SS, CGA,	X

Requisitos	Descrição	Obrigatório
	ADSE, ADM, DGCI). A maioria das entidades detém interfaces já definidas e públicas.	
RT.118	Integração com sistemas de solicitadores de execução. Sempre que possível estes interfaces devem ser uniformizados e definidos com recurso a <i>standards</i> e protocolos abertos.	
Relatórios		
RT.119	Recibo de vencimento - documento a emitir mensalmente como comprovativo dos valores de abonos e descontos processados a cada trabalhador.	
RT.120	Guia de vencimentos - documento a emitir sempre que o trabalhador sair de um organismo com início de funções noutra organismo da Administração Pública, como comprovativo da situação profissional e remuneratória do trabalhador.	X
RT.121	Modelo 10 Declaração anual de rendimentos - documento elaborado no final do ano económico que discrimina os valores de rendimento colectáveis, os descontos de Segurança social obrigatórios e os valores de IRS retidos na fonte pelos organismos, de acordo com o Decreto-Lei n.º 42/91, de 22 de Janeiro.	X
RT.122	Declaração individual de rendimentos, de acordo com o Decreto-Lei n.º 42/91, de 22 de Janeiro.	X
RT.123	Folha de vencimentos - Rosto por orgânicas - folha de rosto que discrimina, por orgânica e mensalmente, os valores acumulados de saque em cada rubrica de classificação económica. Nos organismos sem autonomia financeira serve de base para o PLC, em conjunto com o mapa justificativo. Para além do somatório dos valores pagos por classificação económica deverá ter o valor total descontado em vencimentos por conta de Receitas do Estado e Operações de Tesouraria.	X
RT.124	Folha de vencimentos - totais por folha - Totais por abonos e descontos por códigos de rubricas salariais.	X
RT.125	Remuneração média mensal por estrutura profissional, por habilitações literárias.	
RT.126	Listagem de processamento - relatório de trabalho descritivo dos valores processados em cada mês por trabalhador, códigos de rubricas salariais de abonos e de descontos, disponibilizado aquando	

Requisitos	Descrição	Obrigatório
	dos processamentos para permitir a verificação dos valores processados.	
Deslocações em serviço		
Viagem		
RT.127	Permitir o registo de dados relativos a deslocações em território nacional e estrangeiro, tais como, a data de início e de fim, a localidade de origem, a localidade de destino, tipo de viagem, motivo da viagem, alojamento e transporte necessário.	X
RT.128	Permitir solicitar e registar um adiantamento de ajuda de custo, com a possibilidade de este integrar ou não o processamento mensal, dependendo do facto de ter sido ou não previamente executado através do recurso ao fundo de maneiio.	
RT.129	Permitir o controlo do estado da deslocação (e.g. pedido, aprovada, em realização, realizada, recusada).	
RT.130	Permitir actualizar os dados da viagem e registar as despesas incorridas (após viagem) tendo por base os tipos de despesa pré-definidos.	X
RT.131	Permitir o cálculo automático do valor de ajudas de custo, despesas de transporte ou reembolso de despesas inerentes à deslocação.	X
RT.132	Permitir simular o valor de reembolso e de ajudas de custo por trabalhador de acordo com os dados da viagem.	X
RT.133	Consulta do histórico de deslocações por trabalhador.	X
Integração e interfaces		
RT.134	Integração com o módulo financeiro em SAP (RIGORE) para validação de disponibilidade financeira e para as requisições de compra relativas a aquisições de transporte/alojamento de viagem tendo por base os dados da viagem. Associação da requisição de compra ao número da viagem.	

Requisitos	Descrição	Obrigatório
RT.135	Integração com o processamento de vencimentos para regularização de adiantamentos, processamento de ajudas de custo e pagamento de reembolso de despesas.	
Relatórios		
RT.136	ANEXO II - Deslocações em território nacional e estrangeiro – Mapa com a descrição das deslocações em território nacional e no estrangeiro, elaborado mensalmente como comprovativo das despesas com deslocações, de acordo com a circular série n.º 1333 de 1AGO2008 da Direcção-Geral do Orçamento.	X
RT.137	Previsão de despesas com deslocações - relatório com a análise dos períodos de ausência do pessoal em deslocação por motivos de serviço e o correspondente abono de ajudas de custo a que o mesmo tem direito.	
RT.138	Boletim itinerário - documento que é emitido sempre que sejam autorizadas deslocações e que comprovará perante os serviços processadores de ajudas de custo os percursos realizados e o direito ao abono de ajudas de custo, de acordo com o Decreto-Lei n.º 106/98, de 24 de Abril.	X
RT.139	Mapa de custos totais das viagens com detalhe por tipo de despesa (global, por centro de custo, por trabalhador, por grupo de trabalhadores, por entidade, por deslocação, entre datas, entre outros critérios).	
RT.140	Mapas com informação detalhada das deslocações: datas, locais de destino, tipo de viagem, motivo da viagem, alojamento, transporte.	
Despesas de saúde		
Registo e consulta de dados		
RT.141	Possibilidade de registar informação sobre o beneficiário titular da ADSE (trabalhadores/familiares), no que se refere a dados relevantes, que acresçam aos dados já registados no âmbito do cadastro pessoal, tais como, data de início do direito, o código do serviço processador (NIPC e cód.. ADSE) e qual a classe de beneficiário em que o trabalhador se enquadra	

Requisitos	Descrição	Obrigatório
	(SS, OA, AC).	
RT.142	Possibilidade de registar informação sobre o familiar do trabalhador, que é beneficiário da ADSE, no que se refere a dados relevantes (data de nascimento, data de início do direito, grau de parentesco, eventual abrangência por outro subsistema de saúde, inscrição de beneficiário titular falecido, data de falecimento do titular, etc.) independentemente do trabalhador ao qual o familiar esteja associado, estar activo para processamento ou mesmo da subsistência do seu vínculo laboral.	
Comparticipações aos trabalhadores		
RT.143	Permitir o registo de despesas de saúde efectuadas no regime livre (i.e. nas instituições de saúde privadas sem acordo com a ADSE/ADM) para comparticipação.	
RT.144	Possibilidade de calcular, de acordo com as regras legalmente estabelecidas, as comparticipações das despesas com actos de saúde e incluí-las no processamento mensal.	
RT.145	Permitir a tipificação das comparticipações de despesas de saúde em despesas de carácter prioritário e despesas de carácter não prioritário, com prazos de reembolso diferenciados.	
Integração e interfaces		
RT.146	Possibilidade de enviar para o módulo financeiro em SAP (RIGORE) despesas a reembolsar de carácter prioritário quando não é possível recorrer a tempo ao processamento de vencimentos.	
RT.147	Integração com sistema externo da ADSE no que se refere à inscrição e alteração de dados relativos a beneficiários titulares e a beneficiários familiares.	
RT.148	Integração com processamento de vencimentos relativamente às comparticipações das despesas de saúde.	
Recrutamento e selecção		
Ofertas		
RT.149	Análise de necessidades de recrutamento de pessoal com base nos mapas de pessoal, no número de postos de trabalho necessários, face ao número de postos de trabalho existentes, no número de	

Requisitos	Descrição	Obrigatório
	trabalhadores que os ocupam e/ou exercem funções e na previsão de actividades futuras.	
RT.150	Permitir criar um <i>template</i> de oferta para procedimentos concursais de acordo com o Despacho n.º 11321/2009 de 8 de Maio de 2009 (procedimentos comuns) e outro para reservas de recrutamento.	
RT.151	Possibilidade de criar vários métodos de selecção, identificando-os como obrigatórios, facultativos ou complementares com possibilidade de associar eventos e respectivos candidatos convocados para os mesmos.	X
RT.152	Possibilidade de gerir de forma faseada a aplicação dos métodos de selecção (e.g. regras de aplicação de métodos, sequência da aplicação de métodos de aplicação).	
RT.153	Geração de página de HTML sobre uma oferta de emprego para posterior publicitação em organismos terceiros.	
RT.154	Registo dos custos com a abertura e publicação da oferta.	
RT.155	Permitir a gestão do estado de uma oferta (e.g. planeada, aberta, caducada, cancelada).	X
RT.156	Permitir o cancelamento da oferta, com indicação do motivo e respectiva fundamentação, quando a cessação ocorrer por acto devidamente fundamentado da entidade responsável pela sua realização e homologado pelo respectivo membro do governo.	X
Candidaturas		
RT.157	Registo e gestão dos dados de cadastro do candidato.	X
RT.158	Permitir o acesso aos dados do trabalhador (cadastro pessoal e profissional) no caso de este ser candidato a uma oferta.	X
RT.159	Possibilitar o registo da candidatura de um candidato a uma oferta (procedimento concursal comum ou para constituição de reservas de recrutamento).	X
RT.160	Permitir a gestão do estado de uma candidatura de um candidato (e.g. pré-seleccionado, em selecção, excluído, oferta), tendo por base o resultado dos eventos do processo de selecção de	X

Requisitos	Descrição	Obrigatório
	peçoal.	
RT.161	Registo de candidaturas em massa através de um mecanismo de entrada rápida de dados.	X
Seleccção de peçoal		
RT.162	Permitir verificar se existe em reserva de recrutamento do organismo candidatos para a necessidade de recrutamento identificada.	X
RT.163	Permitir verificar se existem candidatos em reserva de recrutamento resultante de vagas não preenchidas em procedimentos concursais para a necessidade de recrutamento identificada.	X
RT.164	Registo dos vários eventos (métodos de seleccção) ocorridos durante o processo de seleccção assim como o resultado obtido pelo candidato para uma determinada oferta.	X
RT.165	Pesquisa de candidatos nas bolsas de recrutamento e mobilidade geral/especial de acordo com critérios definidos (pesquisa avançada).	
RT.166	Seleccção do(s) candidato(s) para a(s) ofertas de emprego e integraçção com o processo de admissçção de peçoal ou processos de mobilidade.	X
RT.167	Possibilidade de colocar em reserva de recrutamento um ou mais candidatos seleccionados (aprovados) que não tenham sido recrutados para uma determinada oferta/procedimento concursal por ausência de vagas.	
RT.168	Integraçção com o módulo de gestão do cadastro para consulta dos dados dos trabalhadores candidatos a ofertas e para registo de um início de funções aquando da conclusçção de uma oferta.	X
RT.169	Integraçção com o módulo de gestão previsional de peçoal para identificaçção das necessidades de peçoal.	
RT.170	Integraçção com o módulo de gestão organizacional para identificaçção dos postos de trabalho vagos/desocupados no organismo.	
Integraçção e interfaces		

Requisitos	Descrição	Obrigatório
RT.171	O sistema deve integrar com o sigAME na gestão dos candidatos em SME.	
RT.172	O sistema deve integrar com a bolsa de mobilidade geral (BEP) para passagem de dados da oferta.	
RT.173	Permitir verificar se existem candidatos para a necessidade de recrutamento identificada no sistema da Entidade Centralizada para Constituição de Reservas de Recrutamento (ECCRC).	
RT.174	Integração do recrutamento com a bolsa de mobilidade geral (BEP) e mobilidade especial (sigAME) para identificação de candidatos/opositores internos à Administração Pública.	
Gestão previsional de pessoal		
Planeamento		
RT.175	Possibilidade de consulta, a todo o momento, da lista de recursos humanos efectivos por diferentes critérios designadamente ministério, organismo, unidade orgânica, carreira, categoria, função/cargo, posto de trabalho, etc.	
RT.176	Possibilidade de previsão automática de saídas, através da emissão de alertas, por diferentes motivos (e.g. reforma/aposentação) tendo por base a introdução de determinados critérios previamente definidos.	
RT.177	Possibilidade de previsão de alterações de carreira e/ou categoria dos trabalhadores com impacto no mapa de necessidades de postos de trabalho.	
RT.178	Possibilidade de planear, para um período determinado (um ano ou vários anos), as entradas de recursos humanos com base nas necessidades de pessoal, por comparação entre os postos de trabalho existentes, os postos de trabalho necessários e os trabalhadores efectivos, com identificação do exercício de funções.	
RT.179	Mecanismo de simulação de diferentes cenários de planeamento das necessidades de recursos humanos por ministério, organismo, unidade orgânica, carreira, categoria, função/cargo, ou posto de trabalho ou orçamento.	X
RT.180	Permitir a realização de análise de desvios dos efectivos de recursos humanos com o mapa de	

Requisitos	Descrição	Obrigatório
	peçoal anual (planeamento das necessidades de peçoal anual).	
RT.181	Possibilidade de o organismo poder simular, manter disponíveis e comparar diferentes cenários de necessidades de RH.	X
RT.182	Possibilidade de definir um conjunto de alertas que informem o utilizador quando uma determinada situação se verificou (e.g. foi atingido determinado número de saídas).	
RT.183	Permitir criar o mapa de peçoal a partir de um cenário de simulação de necessidades de peçoal.	
Relatórios		
RT.184	Listagem dos trabalhadores por modalidades de vinculação - Listagem de nomeações transitórias e respectivas renovações, nomeação definitiva, celebração de contractos a termo resolutivo e respectivas nomeações, contractos por tempo indeterminado, contractos de prestação de serviços e respectivas renovações e cessações dessas modalidades.	
RT.185	Lista de antiguidades - mapa que identifica a antiguidade na categoria, carreira e na função pública de cada trabalhador do organismo, de acordo com as normas estabelecidas para os trabalhadores que exerçam funções no regime de nomeação e de contrato de trabalho em funções públicas.	X
RT.186	Mapa de renovações - mapa de identificação nominativa de potenciais renovações, enumerando o tipo de modalidade de emprego público, período correspondente à renovação e custos associados, com vista à solicitação de pronúncia de existência de cabimento para o período em causa aos serviços financeiros.	
RT.187	Mapas de peçoal por organismo ou serviço desconcentrado de acordo com a Lei n.º 12-A/2008, de 27 de Fevereiro.	X
RT.188	Mapa de trabalhadores elegíveis para alteração da posição remuneratória, de acordo com a Lei n.º 12-A/2008, de 27 de Fevereiro.	
RT.189	Mapa de trabalhadores elegíveis para atribuição de prémios de desempenho, de acordo com a Lei n.º 12-A/2008, de 27 de Fevereiro.	

Requisitos	Descrição	Obrigatório
RT.190	Mapa de renovações de horários de trabalho - listagem de identificação nominativa de potenciais renovações de horário de trabalho, enumerando o tipo de horário, data inicio e data fim, com vista a proceder ao alerta e solicitar o interesse de ser renovado.	
RT.191	Extracto de prestadores de serviço/contractos a termo - mapa utilizado para publicitação dos contractos de prestações de serviços e as respectivas renovações. Deste extracto consta, ente outros elementos, a referência à concessão do visto ou à emissão da declaração de conformidade ou, sendo o caso, à sua dispensabilidade, de acordo com a Lei n.º 12-A/2008, de 27 de Fevereiro.	X
RT.192	Mapa anual de acumulação de funções, de acordo com a resolução n.º 4/2001 – 2ª Secção do Tribunal de Contas.	X
Orçamentação de custos com pessoal		
Planeamento		
RT.193	Possibilidade de criar vários cenários de orçamento de custos com pessoal contemplando as necessidades de recrutamento de pessoal, as alterações de posicionamento remuneratório, a atribuição de prémios de desempenho e a formação.	X
RT.194	Possibilidade de aumentar valor das componentes de despesa da orçamentação.	X
RT.195	Possibilidade de realizar simulações de despesa orçamentada.	
RT.196	Incorporação dos valores reais conhecidos como base de partida para a definição dos cenários de planeamento.	X
RT.197	Possibilidade de obter estimativas e dados estatísticos sobre os valores orçamentados.	
RT.198	Possibilidade de comparação dos custos orçamentados com os custos reais, e de agregação dos resultados por grupos de pessoal, carreiras, categorias, postos de trabalho.	
RT.199	Permitir a simulação de cenários de planeamento de pessoal com vista a estimar os custos de pessoal para cada um dos cenários identificados.	

Requisitos	Descrição	Obrigatório
Integração e interfaces		
RT.200	Possibilidade de integrar a orçamentação de despesas com pessoal com o orçamento global da entidade.	
Demonstração de requisitos através de cenários		
Estruturas do estado		
C.1.1	Cenário que valida os seguintes requisitos técnicos associados: RT.025 e RT.031	
C.1.2	Cenário que valida os seguintes requisitos técnicos associados: RT.027 e RT.031	
C.1.3	Cenário que valida o seguinte requisito técnico associado: RT.028	
C.1.4	Cenário que valida o seguinte requisito técnico associado: RT.034	
C.1.5	Cenário que valida o seguinte requisito técnico associado: RT.042	
C.1.6	Cenário que valida o seguinte requisito técnico associado: RT.033	
C.1.7	Cenário que valida o seguinte requisito técnico associado: RT.041	
Mobilidade interna na Administração Pública		
C.2.1	Cenário que valida os seguintes requisitos técnicos associados: RT.004 e RT.008	
C.2.2	Cenário que valida os seguintes requisitos técnicos associados: RT.005 e RT.008	
C.2.3	Cenário que valida o seguinte requisito técnico associado: RT.082	
Fraccionamento de abonos		
C.3.1	Cenário que valida os seguintes requisitos técnicos associados: RT.005 e RT.093	
Retroactividade		

Requisitos			Descrição	Obrigatório
		C.4.1	Cenário que valida os seguintes requisitos técnicos associados: RT.050, RT.66 e RT.097	
		C.4.2	Cenário que valida o seguinte requisito técnico associado: RT.107	
Processamento de vencimento				
		C.5.1	Cenário que valida o seguinte requisito técnico associado: RT.090	
		C.5.2	Cenário que valida o seguinte requisito técnico associado: RT.091	
		C.5.3	Cenário que valida o seguinte requisito técnico associado: RT.104	
Criação de uma regra salarial				
		C.6.1	Cenário que valida o seguinte requisito técnico associado: RT.095	
Arquitectura SOA				
		C.7.1	Cenário que valida o seguinte requisito técnico associado: Arquitectura lógica	
Horas de formação				
		Horas de formação inicial	Número de horas de formação genérica ministrada no início de cada lote/fase relativamente às funcionalidades dos sistemas/módulos a usar no projecto com vista a facilitar a participação dos membros da equipa nas actividades do projecto.	
		Horas de formação de formadores	Número de horas de formação funcional de preparação dos formadores para ministrarem formação aos utilizadores finais dos organismos. Deverá ocorrer em cada lote/fase.	
Preço				
		P.1	Preço da solução, preço das respectivas manutenções e preços das respectivas licenças incluindo a sua manutenção.	
		P.2	Preço hora para eventuais serviços a mais, preço para a eventual implantação do sistema fora do âmbito do MFAP (Ministério das Finanças e da Administração Pública) e preços das respectivas licenças incluindo a sua manutenção.	

Tabela 19 – Descrição dos requisitos relacionados com os cenários

Cenário	Descrição	Subcenário	Requisito técnico associado
Estruturas do Estado	A demonstração da solução deve permitir responder a necessidades relacionadas com a estrutura organizacional do estado.	C.1.1	RT.025, RT.031
		C.1.2	RT.027, RT.031
		C.1.3	RT.028
		C.1.4	RT.034
		C.1.5	RT.042
		C.1.6	RT.033
		C.1.7	RT.041
Mobilidade interna na Administração Pública	A demonstração da solução deve permitir responder a necessidades relacionadas com a mobilidade interna na AP.	C.2.1	RT.004, RT.008
		C.2.2	RT.005, RT.008
		C.2.3	RT.082
Fraccionamento de abonos	A demonstração da solução deve permitir responder a necessidades relacionadas com o fraccionamento de abonos.	C.3.1	RT.005, RT.093
Retroactividade	A demonstração da solução deve permitir responder a necessidades relacionadas com a retroactividade.	C.4.1	RT.050, RT.66, RT.097
		C.4.2	RT.107
Processamento de vencimentos	A demonstração da solução deve permitir aferir as funcionalidades base do processamento de vencimentos.	C.5.1	RT.090
		C.5.2	RT.091
		C.5.3	RT.104
Criação de uma regra salarial	A demonstração deve permitir aferir a capacidade da solução para a construção de regras de vencimentos com recurso a linguagens pouco técnicas ou a programação, organizadas num motor de regras e aplicáveis a um conjunto de organismos, grupo de trabalhadores, regime, carreira, categoria, posto de trabalho ou outro tipo de critério agregador.	C.6.1	RT.095
Arquitectura SOA	A demonstração deve permitir aferir a compatibilidade da solução com a arquitectura SOA (<i>Service-Oriented Architecture</i>).	C.7.1	Arquitectura lógica

Tabela 20 – Descrição dos requisitos relacionados com a formação

Tipo de formação	Descrição	Destinatários
Formação inicial	Formação genérica ministrada no início de cada lote/fase do projecto relativamente às funcionalidades dos sistemas/módulos a usar no projecto, com vista a facilitar a participação dos membros da equipa nas actividades do projecto.	Elementos da equipa de projecto identificados pela entidade adjudicante.
Formação de formadores	Formação funcional de preparação dos formadores para ministrarem formação aos utilizadores finais dos organismos. Deverá ocorrer em cada lote/fase do projecto.	Equipa de formadores identificada pela entidade adjudicante.

Anexo D – Resultados do caso prático

D.1. Gráfico de requisitos hierárquicos

Este capítulo ilustra o gráfico de requisitos hierárquicos Γ que é utilizado no caso prático. Devido ao facto do número de requisitos ser avultado e para uma mais fácil leitura e interpretação deste anexo, o gráfico Γ foi dividido em várias partes. A primeira divisão é entre os requisitos estratégicos:

- Cobertura requisitos funcionais
- Demonstração de requisitos através de cenários
- Horas de formação
- Preço

O requisito “*Cobertura requisitos funcionais*” foi subdividido em duas partes. Uma que inclui os requisitos “*Requisitos gerais de sistemas*” e “*Requisitos específicos de sistema*” e outra o requisito “*Requisitos de negócio*”. Por fim, o requisito “*Requisitos de negócio*” foi dividido em:

- Cadastro pessoal e profissional;
- Férias, faltas e licenças;
- Gestão organizacional;
- Vencimentos;
- Deslocações em serviço;
- Despesas de saúde;
- Recrutamento e selecção;
- Gestão previsionial de pessoal;
- Orçamentação de custos com pessoal.

Para compreender melhor as divisões do gráfico Γ , as quais serão ilustradas mais à frente neste capítulo, é apresentada, na Figura 34, uma visão de todos requisitos estratégicos. De notar que o peso “N/A” é utilizado em duas situações. Uma nos requisitos estratégicos que significa que os requisitos técnicos que constituem esse requisito estratégico são todos

obrigatórios e outra nos requisitos técnicos quando eles próprios são obrigatórios. De realçar que os requisitos técnicos que estão a vermelho representam requisitos obrigatórios.

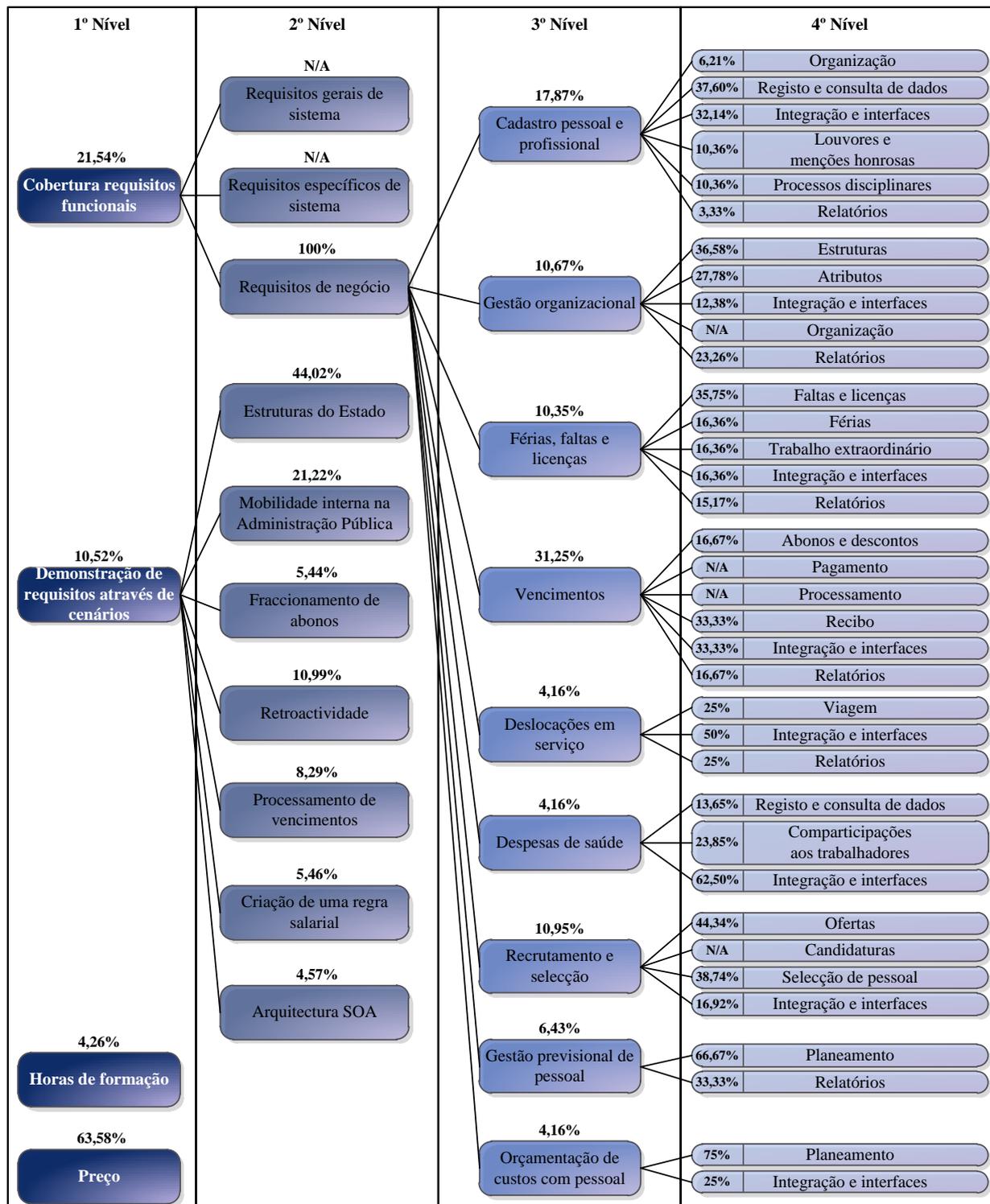


Figura 34 – Gráfico de requisitos Γ apenas com requisitos estratégicos e respectivos pesos

D.1.2. Cobertura requisitos funcionais

D.1.1.1. Requisitos gerais e específicos de sistema

- Requisito técnico obrigatório
- Requisito técnico facultativo

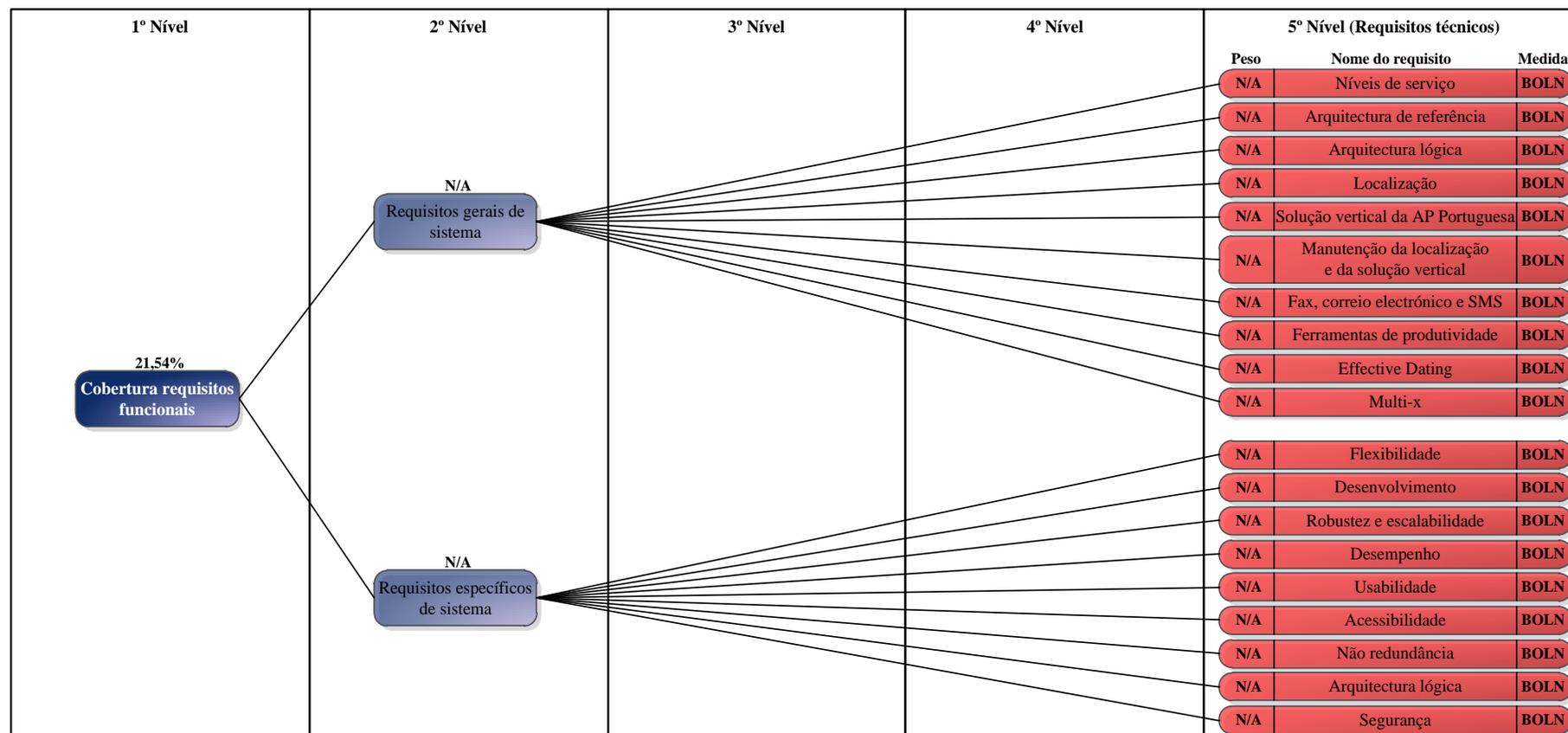


Figura 35 – Gráfico de requisitos *T* com os respectivos pesos e medidas (Parte 1/13)

D.1.1.2. Requisitos de negócio

D.1.1.2.1. Cadastro pessoal e profissional

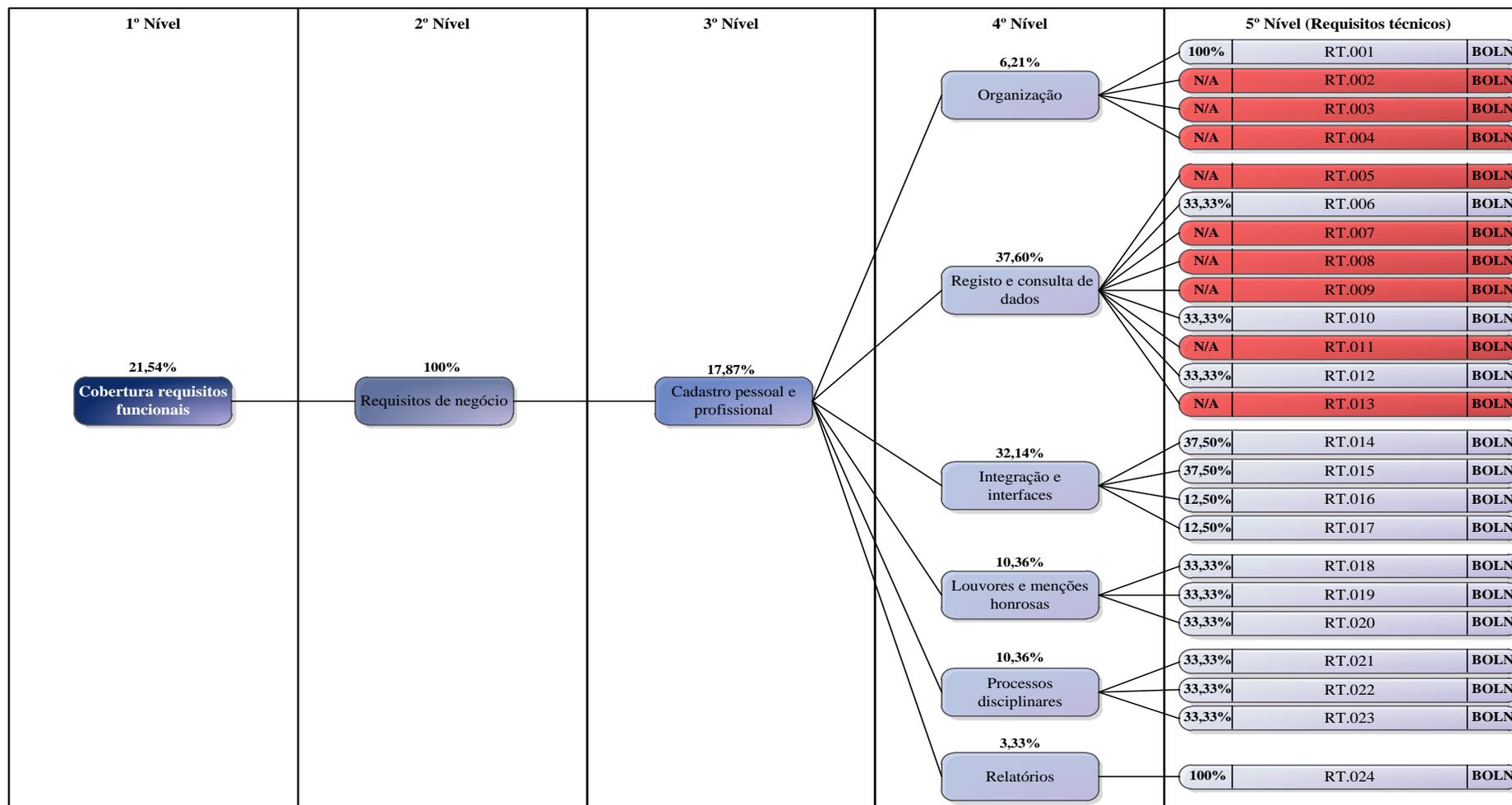


Figura 36 – Gráfico de requisitos *r* com os respectivos pesos e medidas (Parte 2/13)

D.1.1.2.2. Gestão organizacional

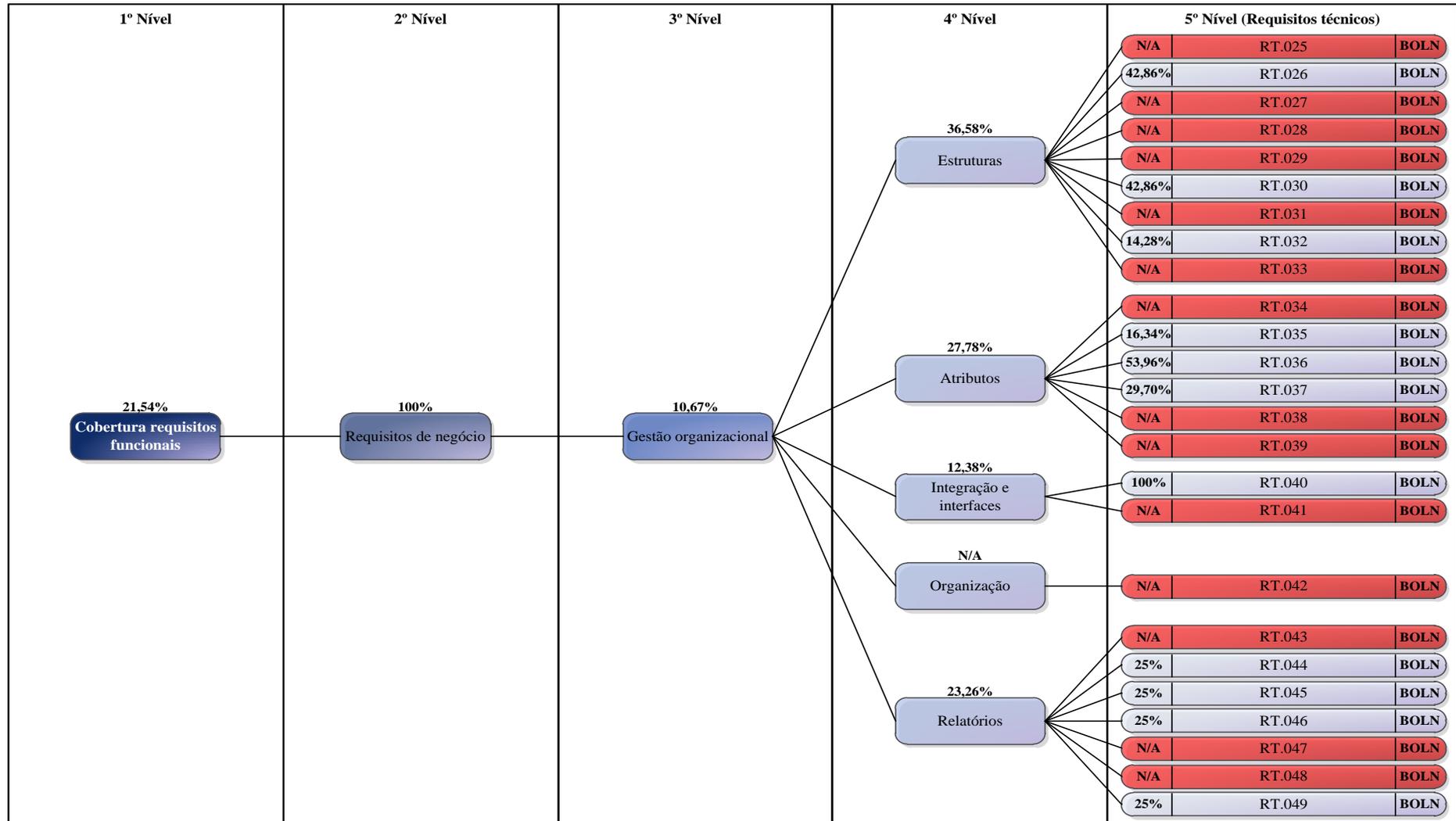


Figura 37 – Gráfico de requisitos *r* com os respectivos pesos e medidas (Parte 3/13)

D.1.1.2.3. Férias, faltas e licenças

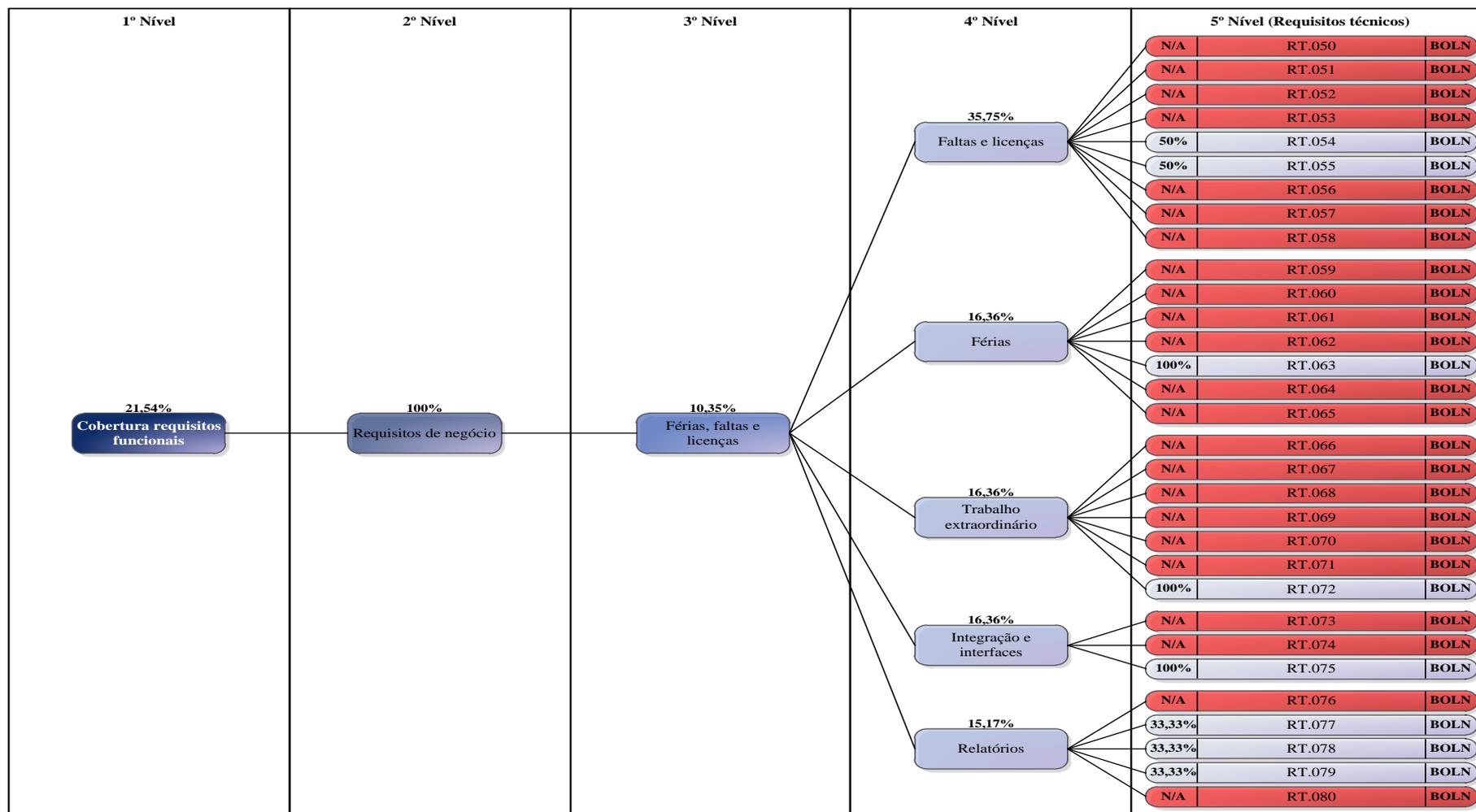


Figura 38 – Gráfico de requisitos *T* com os respectivos pesos e medidas (Parte 4/13)

D.1.1.2.4. Vencimentos

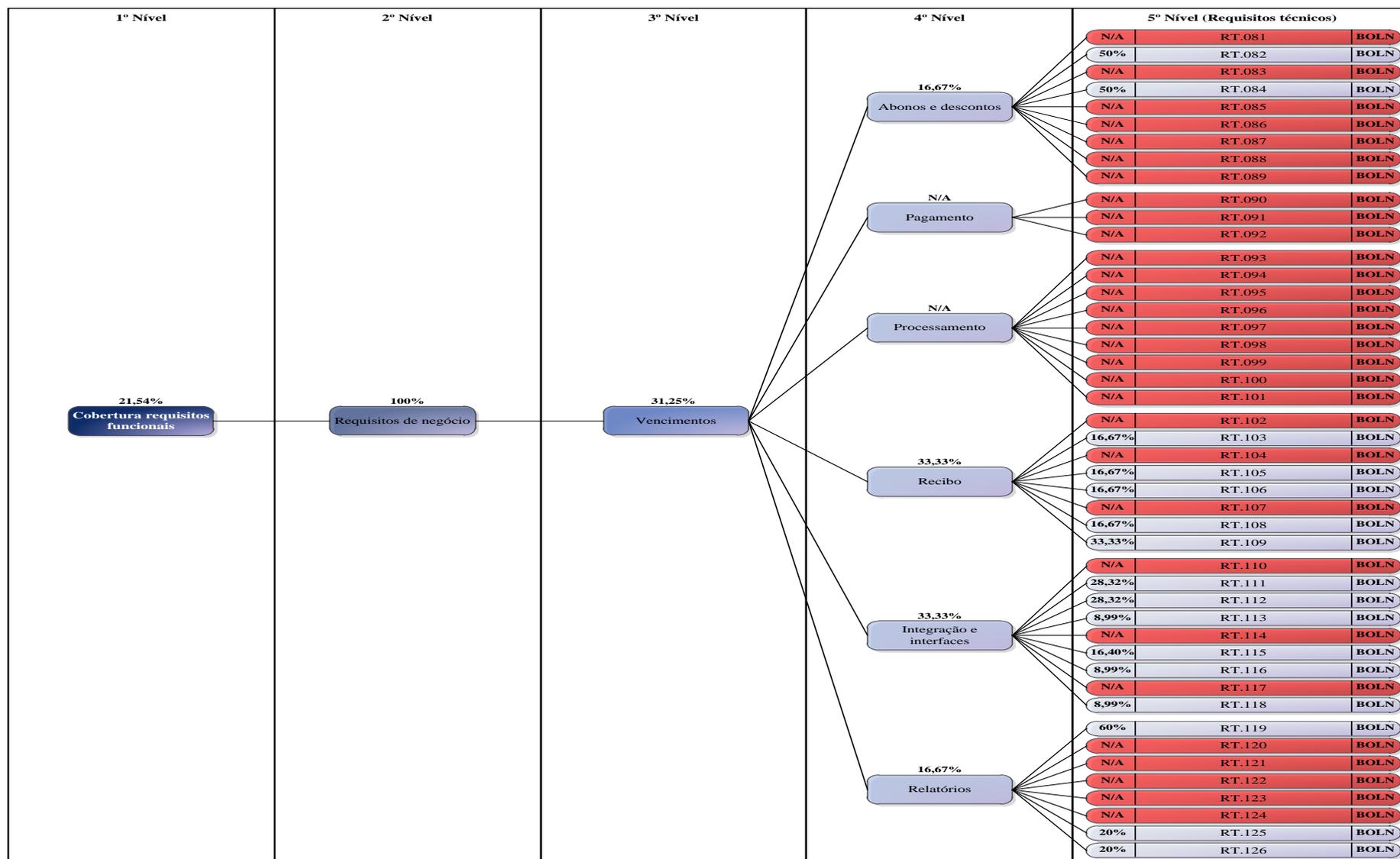


Figura 39 – Gráfico de requisitos T com os respectivos pesos e medidas (Parte 5/13)

D.1.1.2.5. Deslocações em serviço

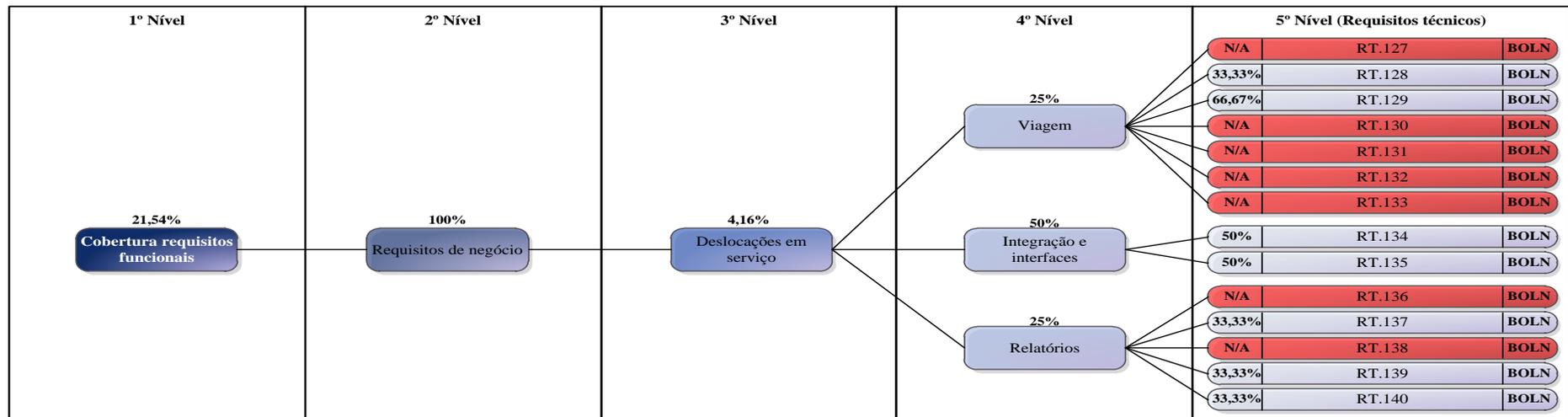


Figura 40 – Gráfico de requisitos *T* com os respectivos pesos e medidas (Parte 6/13)

D.1.1.2.6. Despesas de saúde

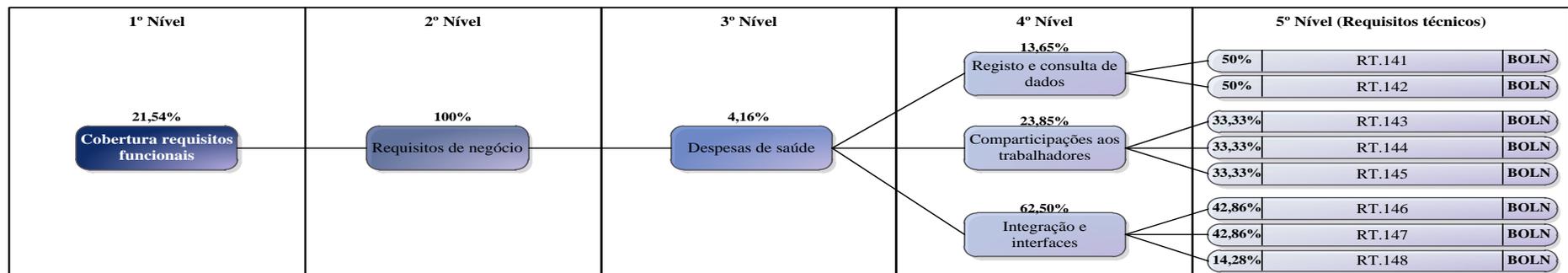


Figura 41 – Gráfico de requisitos *T* com os respectivos pesos e medidas (Parte 7/13)

D.1.1.2.7. Recrutamento e selecção

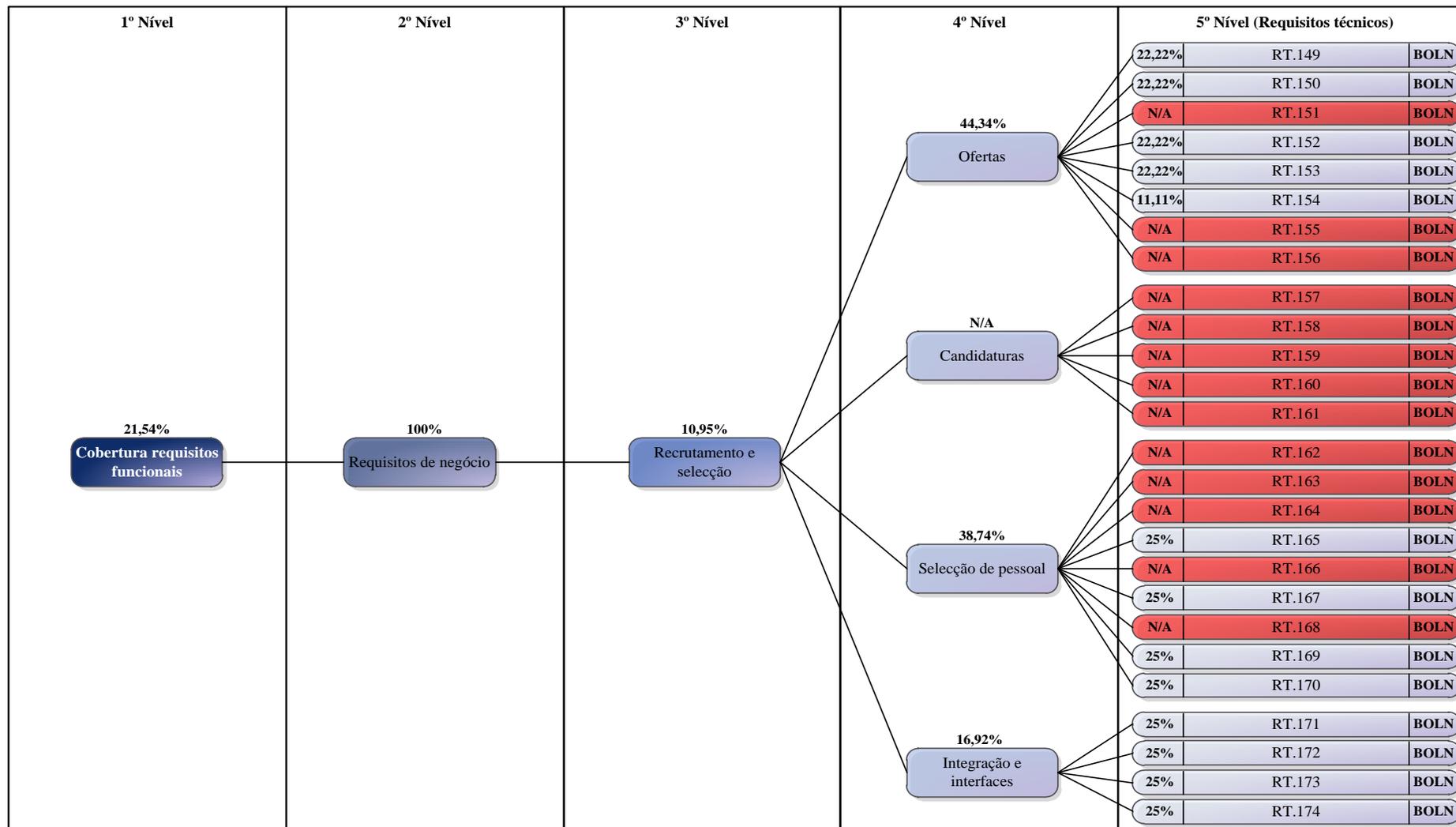


Figura 42 – Gráfico de requisitos Γ com os respectivos pesos e medidas (Parte 8/13)

D.1.1.2.8. Gestão previsional de pessoal

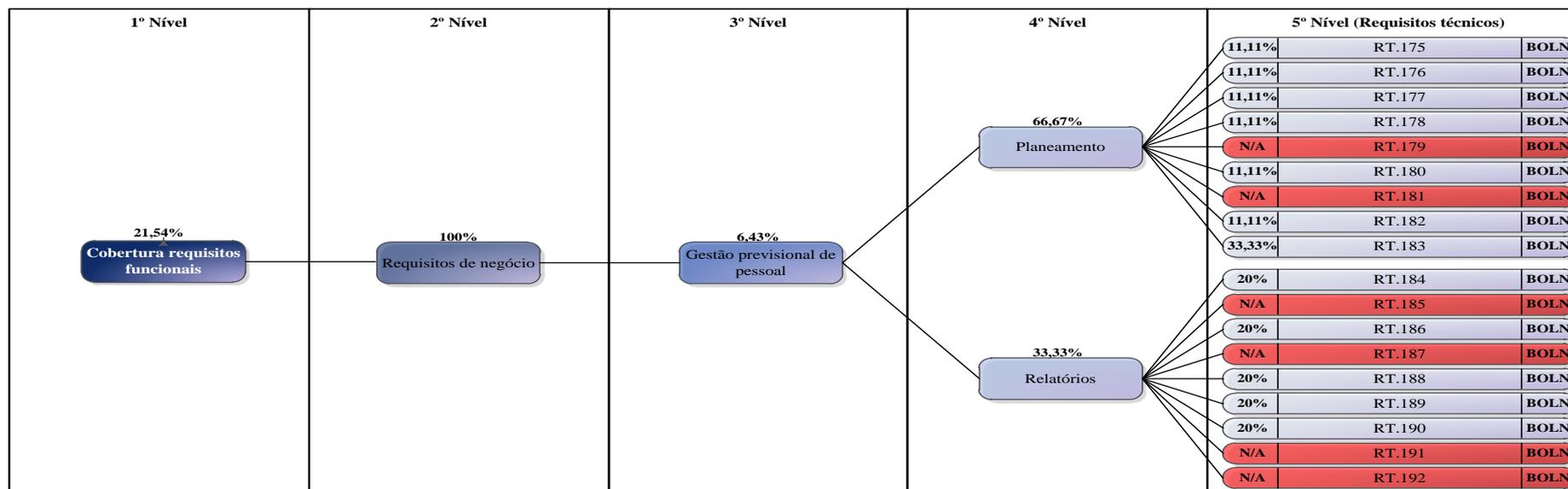


Figura 43 – Gráfico de requisitos *r* com os respectivos pesos e medidas (Parte 9/13)

D.1.1.2.9. Orçamentação de custos com pessoal

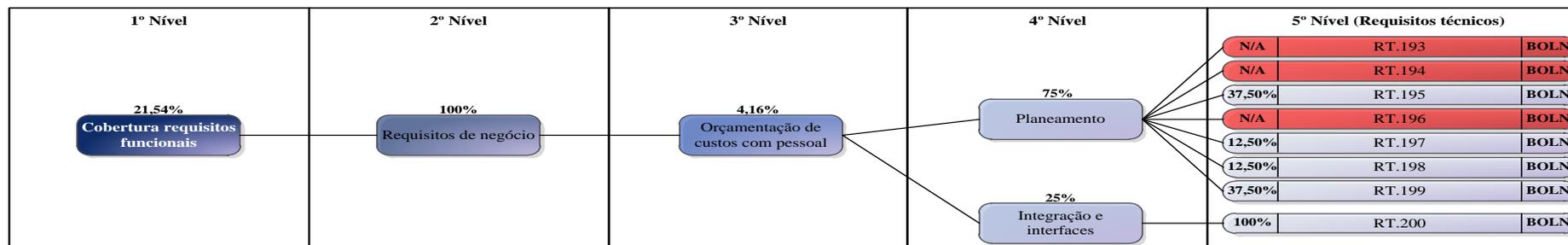


Figura 44 – Gráfico de requisitos *r* com os respectivos pesos e medidas (Parte 10/13)

D.1.2. Demonstração de requisitos através de cenários

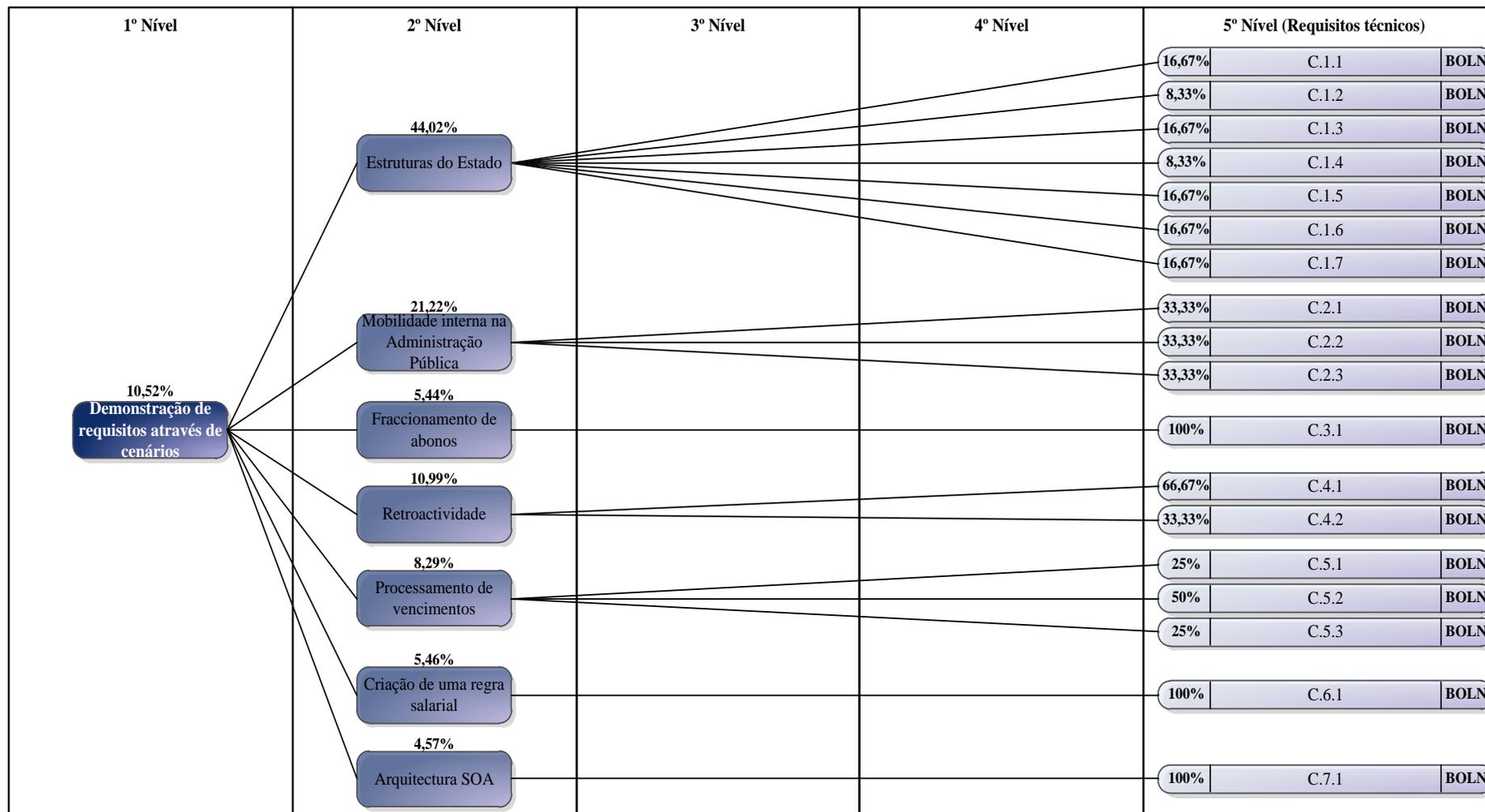


Figura 45 – Gráfico de requisitos *F* com os respectivos pesos e medidas (Parte 11/13)

D.1.3. Horas de formação

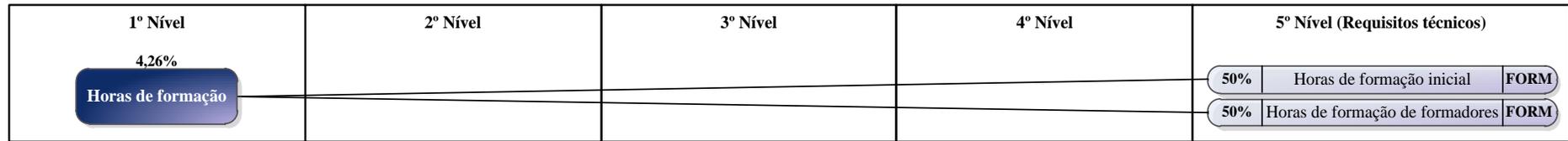


Figura 46 - Gráfico de requisitos F com os respectivos pesos e medidas (Parte 12/13)

D.1.4. Preço

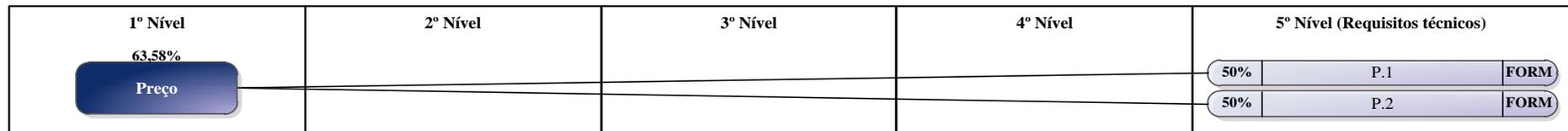


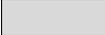
Figura 47 – Gráfico de requisitos F com os respectivos pesos e medidas (Parte 13/13)

D.2. Atribuição dos níveis de importância

Este capítulo pretende ilustrar os níveis de importância atribuídos pelos utilizadores no caso prático, através do método de TDMC AHP. É importante lembrar que as comparações foram feitas entre critérios do mesmo nível hierárquico que partilham do mesmo critério pai, isto é, hierarquicamente superior. Esta atribuição foi executada durante a actividade 1.b da abordagem.

Em primeiro lugar os requisitos são ilustrados de forma hierárquica tal como no COTS-3S. Por baixo de cada requisito encontram-se as matrizes que o COTS-3S constrói com os níveis de importância atribuídos pelos utilizadores aos requisitos filho desse mesmo requisito. É também apresentado, para cada requisito filho, o peso que ele tem para o cumprimento do requisito hierarquicamente superior. É ainda importante referir que não entram para a comparação os requisitos técnicos obrigatórios, pois estes têm apenas o intuito de excluir os ERP-RH candidatos que não os cumpram. Por fim, apesar da razão de consistência não ser representado neste anexo, não houve nenhuma comparação que tivesse um rácio superior a 10 %. Isto pode ser verificado através do COTS-3S.

ERP-RH

 Valores calculados pelo sistema

 Valores atribuídos pelo utilizador

Tabela 21 – Matriz de comparações entre requisitos (1/43)

	Cobertura requisitos funcionais	Demonstração de requisitos através de cenários	Horas de formação	Preço	Peso (%)
Cobertura requisitos funcionais	1	2	7	0,25	21,54%
Demonstração de requisitos através de cenários	0,5	1	3	0,1429	10,52%
Horas de formação	0,1429	0,3333	1	0,1111	4,36%
Preço	4	7	9	1	63,58%

Cobertura requisitos funcionais

Não foi necessária a comparação entre os requisitos em que se decompõe o requisito estratégico “*Cobertura requisitos funcionais*”, pois apenas um dos requisitos estratégicos nos quais ele se decompõe é constituído por requisitos técnicos facultativos, tal como se pode verificar pela Figura 48. Como tal o peso do requisito “*Requisitos de negócio*” é de 100%.

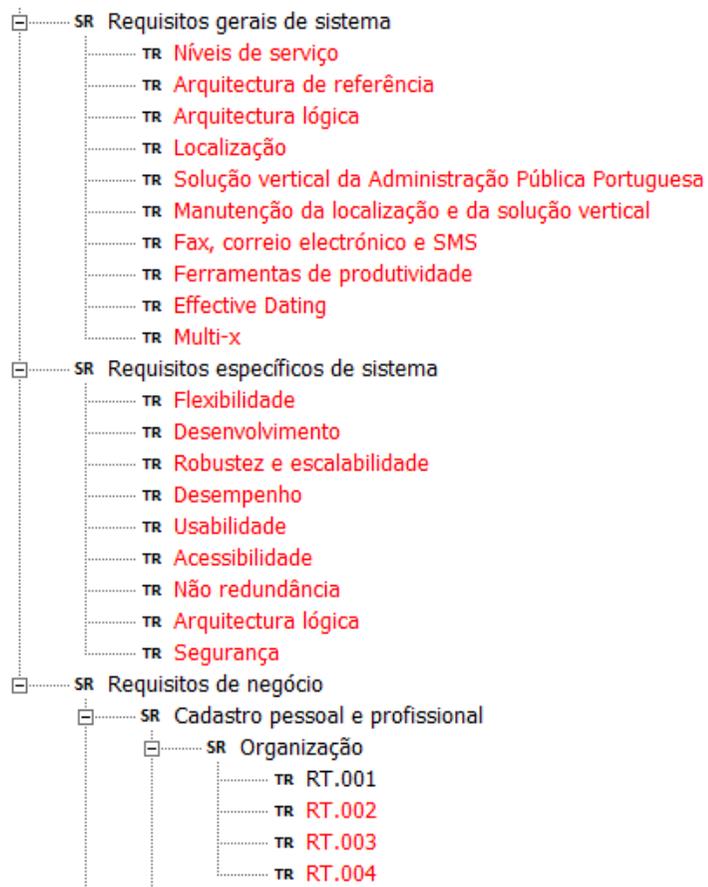


Figura 48 – Snapshot do COTS-3S com a decomposição do requisito “*Cobertura requisitos funcionais*”

Requisitos gerais de sistema

Não foi necessária a comparação entre os requisitos em que se decompõe o “*Requisitos gerais de sistema*”, pois são todos requisitos obrigatórios, tal como se pode verificar pela Figura 48.

Requisitos específicos de sistema

Não foi necessária a comparação entre os requisitos em que se decompõe o “*Requisitos específicos de sistema*”, pois são todos requisitos obrigatórios, tal como se pode verificar pela Figura 48.

Requisitos de negócio

Tabela 22 – Matriz de comparações entre requisitos (2/43)

	Cadastro pessoal e profissional	Gestão organizacional	Férias, faltas e licenças	Vencimentos	Deslocações em serviço	Despesas de saúde	Recrutamento e selecção	Gestão previsional de pessoal	Orçamentação de custos com pessoal	Peso (%)
Cadastro pessoal e profissional	1	2	3	0,3333	3	3	2	4	3	17,87%
Gestão organizacional	0,5	1	1	0,25	3	3	1	2	3	10,67%
Férias, faltas e licenças	0,3333	1	1	0,25	3	3	1	2	3	10,35%
Vencimentos	3	4	4	1	5	5	3	4	5	31,25%
Deslocações em serviço	0,3333	0,3333	0,3333	0,2	1	1	0,3333	0,5	1	4,16%
Despesas de saúde	0,3333	0,3333	0,3333	0,2	1	1	0,3333	0,5	1	4,16%
Recrutamento e selecção	0,5	1	1	0,3333	3	3	1	2	3	10,95%
Gestão previsional de	0,25	0,5	0,5	0,25	2	2	0,5	1	2	6,43%

	Cadastro pessoal e profissional	Gestão organizacional	Férias, faltas e licenças	Vencimentos	Deslocações em serviço	Despesas de saúde	Recrutamento e selecção	Gestão previsional de pessoal	Orçamentação de custos com pessoal	Peso (%)
pessoal										
Orçamentação de custos com pessoal	0,3333	0,3333	0,3333	0,2	1	1	0,3333	0,5	1	4,16%

Cadastro pessoal e profissional

Tabela 23 – Matriz de comparações entre requisitos (3/43)

	Organização	Registo e consulta de dados	Integração e interfaces	Louvres e menções honrosas	Processos disciplinares	Relatórios	Peso (%)
Organização	1	0,1667	0,1667	0,5	0,5	3	6,21%
Registo e consulta de dados	6	1	2	3	3	9	37,60%
Integração e interfaces	6	0,5	1	4	4	8	32,14%
Louvres e menções honrosas	2	0,3333	0,25	1	1	3	10,36%
Processos disciplinares	2	0,3333	0,25	1	1	3	10,36%
Relatórios	0,3333	0,1111	0,125	0,3333	0,3333	1	3,33%

Organização

Não foi necessária a comparação entre os requisitos em que se decompõe o requisito “*Organização*”, pois apenas o requisito técnico “*RT.001*” é facultativo, tal como se pode verificar pela Figura 49.

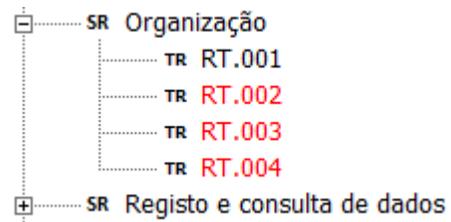


Figura 49 – Snapshot do COTS-3S com a decomposição do requisito “Organização”

Registo e consulta de dados

Tabela 24 – Matriz de comparações entre requisitos (4/43)

	RT.006	RT.010	RT.012	Peso (%)
RT.006	1	1	1	33,33%
RT.010	1	1	1	33,33%
RT.012	1	1	1	33,33%

Integração e interfaces

Tabela 25 – Matriz de comparações entre requisitos (5/43)

	RT.014	RT.015	RT.016	RT.017	Peso (%)
RT.014	1	1	3	3	37,50%
RT.015	1	1	3	3	37,50%
RT.016	0,3333	0,3333	1	1	12,50%
RT.017	0,3333	0,3333	1	1	12,50%

Louvores e menções

Tabela 26 – Matriz de comparações entre requisitos (6/43)

	RT.018	RT.019	RT.020	Peso (%)
RT.018	1	1	1	33,33%
RT.019	1	1	1	33,33%
RT.020	1	1	1	33,33%

Processos disciplinares

Tabela 27 – Matriz de comparações entre requisitos (7/43)

	RT.021	RT.022	RT.023	Peso (%)
RT.021	1	1	1	33,33%
RT.022	1	1	1	33,33%
RT.023	1	1	1	33,33%

Relatórios

Como se pode verificar pela Figura 50, o requisito “Relatórios” apenas se decompõe no requisito técnico “RT.024” e como tal não foi necessário efectuar comparações.

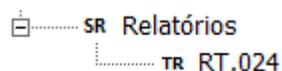


Figura 50 – Snapshot do COTS-3S com a decomposição do requisito “Relatórios”

Gestão

Tabela 28 – Matriz de comparações entre requisitos (8/43)

	Estruturas	Atributos	Integração e interfaces	Relatórios	Peso (%)
Estruturas	1	1	3	2	36,58%
Atributos	1	1	2	1	27,78%
Integração e interfaces	0,3333	0,5	1	0,5	12,38%
Relatórios	0,5	1	2	1	23,26%

Estruturas

Tabela 29 – Matriz de comparações entre requisitos (9/43)

	RT.026	RT.030	RT.032	Peso (%)
RT.026	1	1	3	42,86%
RT.030	1	1	3	42,86%
RT.032	0,3333	0,3333	1	14,28%

Atributos

Tabela 30 – Matriz de comparações entre requisitos (10/43)

	RT.035	RT.036	RT.037	Peso (%)
RT.035	1	0,3333	0,5	16,34%
RT.036	3	1	2	53,96%
RT.037	2	0,5	1	29,70%

Integração e interfaces

Não foi necessária a comparação entre os requisitos em que se decompõe o requisito “*Integração e interfaces*”, pois apenas o requisito técnico “*RT.040*” é facultativo, tal como se pode verificar pela Figura 51.

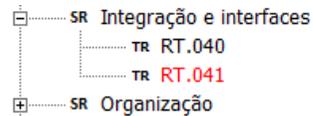


Figura 51 – Snapshot do COTS-3S com a decomposição do requisito “*Integração e interfaces*”

Organização

Não foi necessária a comparação entre os requisitos em que se decompõe o requisito “*Organização*”, pois o único requisito técnico que a compõe é obrigatório, tal como se pode verificar pela Figura 52.

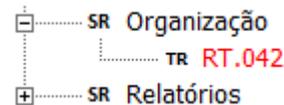


Figura 52 – Snapshot do COTS-3S com a decomposição do requisito “*Organização*”

Relatórios

Tabela 31– Matriz de comparações entre requisitos (11/43)

	RT.044	RT.045	RT.046	RT.049	Peso (%)
RT.044	1	1	1	1	25%
RT.045	1	1	1	1	25%
RT.046	1	1	1	1	25%
RT.049	1	1	1	1	25%

Férias, faltas e licenças

Tabela 32 – Matriz de comparações entre requisitos (12/43)

	Faltas e licenças	Férias	Trabalho extraordinário	Integração e interfaces	Relatórios	Peso (%)
Faltas e licenças	1	2	2	2	3	35,75%
Férias	0,5	1	1	1	1	16,36%
Trabalho extraordinário	0,5	1	1	1	1	16,36%
Integração e interfaces	0,5	1	1	1	1	16,36%
Relatórios	0,3333	1	1	1	1	15,17%

Faltas e licenças

Tabela 33 – Matriz de comparações entre requisitos (13/43)

	RT.054	RT.055	Peso (%)
RT.054	1	1	50%
RT.055	1	1	50%

Férias

Não foi necessária a comparação entre os requisitos em que se decompõe o requisito “Férias”, pois apenas o requisito técnico “RT.063” é facultativo, tal como se pode verificar pela Figura 53.



Figura 53 – Snapshot do COTS-3S com a decomposição do requisito “Férias”

Trabalho extraordinário

Não foi necessária a comparação entre os requisitos em que se decompõe o requisito “Trabalho extraordinário”, pois apenas o requisito técnico “RT.072” é facultativo, tal como se pode verificar pela Figura 54.



Figura 54 – Snapshot do COTS-3S com a decomposição do requisito “Trabalho extraordinário”

Integração e interfaces

Não foi necessária a comparação entre os requisitos em que se decompõe o requisito “Integração e interfaces”, pois apenas o requisito técnico “RT.075” é facultativo, tal como se pode verificar pela Figura 55.

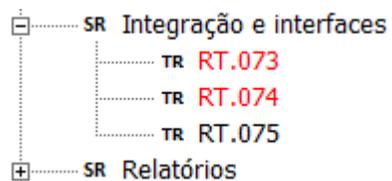


Figura 55 – Snapshot do COTS-3S com a decomposição do requisito “Integração e interfaces”

Relatórios

Tabela 34 – Matriz de comparações entre requisitos (14/43)

	RT.077	RT.078	RT.079	Peso (%)
RT.077	1	1	1	33,33%
RT.078	1	1	1	33,33%
RT.079	1	1	1	33,33%

Vencimentos

Tabela 35 – Matriz de comparações entre requisitos (15/43)

	Abonos e descontos	Recibo	Integração e interfaces	Relatórios	Peso (%)
Abonos e descontos	1	0,5	0,5	1	16,67%
Recibo	2	1	1	2	33,33%
Integração e interfaces	2	1	1	2	33,33%
Relatórios	1	0,5	0,5	1	16,67%

Abonos e descontos

Tabela 36 – Matriz de comparações entre requisitos (16/43)

	RT.082	RT.084	Peso (%)
RT.082	1	1	50%
RT.084	1	1	50%

Pagamento

Como se pode verificar pela Figura 56, o requisito “Pagamento” apenas se decompõe em requisitos obrigatórios e como tal não foi necessário efectuar comparações.

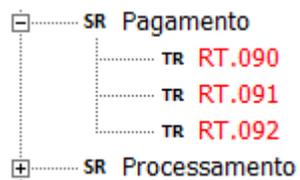


Figura 56 – Snapshot do COTS-3S com a decomposição do requisito “Pagamento”

Processamento

Como se pode verificar pela Figura 57, o requisito “Processamento” apenas se decompõe em requisitos obrigatórios e como tal não foi necessário efectuar comparações.

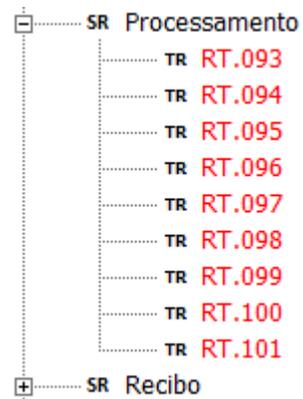


Figura 57 – Snapshot do COTS-3S com a decomposição do requisito “Processamento”

Recibo

Tabela 37 – Matriz de comparações entre requisitos (17/43)

	RT.103	RT.105	RT.106	RT.108	RT.109	Peso (%)
RT.103	1	1	1	1	0,5	16,67%
RT.105	1	1	1	1	0,5	16,67%
RT.106	1	1	1	1	0,5	16,67%
RT.108	1	1	1	1	0,5	16,67%
RT.109	2	2	2	2	1	33,33%

Integração e interfaces

Tabela 38 – Matriz de comparações entre requisitos (18/43)

	RT.111	RT.112	RT.113	RT.115	RT.116	RT.118	Peso (%)
RT.111	1	1	3	2	3	3	28,32%
RT.112	1	1	3	2	3	3	28,32%
RT.113	0,3333	0,3333	1	0,5	1	1	8,99%
RT.115	0,5	0,5	2	1	2	2	16,40%
RT.116	0,3333	0,3333	1	0,5	1	1	8,99%
RT.118	0,3333	0,3333	1	0,5	1	1	8,99%

Relatórios

Tabela 39 – Matriz de comparações entre requisitos (19/43)

	RT.119	RT.125	RT.126	Peso (%)
RT.119	1	3	3	60%
RT.125	0,3333	1	1	20%
RT.126	0,3333	1	1	20%

Deslocações em serviço

Tabela 40 – Matriz de comparações entre requisitos (20/43)

	Viagem	Integração e interfaces	Relatórios	Peso (%)
Viagem	1	0,5	1	25%
Integração e interfaces	2	1	2	50%
Relatórios	1	0,5	1	25%

Viagem

Tabela 41 – Matriz de comparações entre requisitos (21/43)

	RT.128	RT.129	Peso (%)
RT.128	1	0,5	33,33%
RT.129	2	1	66,67%

Integração e interfaces

Tabela 42 – Matriz de comparações entre requisitos (22/43)

	RT.134	RT.135	Peso (%)
RT.134	1	1	50%
RT.135	1	1	50%

Relatórios

Tabela 43 – Matriz de comparações entre requisitos (23/43)

	RT.137	RT.139	RT.140	Peso (%)
RT.137	1	1	1	33,33%
RT.139	1	1	1	33,33%
RT.140	1	1	1	33,33%

Despesas de saúde

Tabela 44 – Matriz de comparações entre requisitos (24/43)

	Registo e consulta de dados	Comparticipações aos trabalhadores	Integração e interfaces	Peso (%)
Registo e consulta de dados	1	0,5	0,25	13,65%
Comparticipações aos trabalhadores	2	1	0,3333	23,85%
Integração e interfaces	4	3	1	62,50%

Registo e consulta de dados

Tabela 45 – Matriz de comparações entre requisitos (25/43)

	RT.141	RT.142	Peso (%)
RT.141	1	1	50%
RT.142	1	1	50%

Comparticipações aos trabalhadores

Tabela 46 – Matriz de comparações entre requisitos (26/43)

	RT.143	RT.144	RT.145	Peso (%)
RT.143	1	1	1	33,33%
RT.144	1	1	1	33,33%
RT.145	1	1	1	33,33%

Integração e interfaces

Tabela 47 – Matriz de comparações entre requisitos (27/43)

	RT.146	RT.147	RT.148	Peso (%)
RT.146	1	1	3	42,86%
RT.147	1	1	3	42,86%
RT.148	0,3333	0,3333	1	14,28%

Recrutamento e selecção

Tabela 48 – Matriz de comparações entre requisitos (28/43)

	Ofertas	Seleccção de pessoal	Integração e interfaces	Peso (%)
Ofertas	1	1	3	44,34%
Seleccção de pessoal	1	1	2	38,74%
Integração e interfaces	0,3333	0,5	1	16,92%

Ofertas

Tabela 49 – Matriz de comparações entre requisitos (29/43)

	RT.149	RT.150	RT.152	RT.153	RT.154	Peso (%)
RT.149	1	1	1	1	2	22,22%
RT.150	1	1	1	1	2	22,22%
RT.152	1	1	1	1	2	22,22%
RT.153	1	1	1	1	2	22,22%
RT.154	0,5	0,5	0,5	0,5	1	11,11%

Candidaturas

Como se pode verificar pela Figura 58, o requisito “Candidaturas” apenas se decompõe em requisitos obrigatórios e como tal não foi necessário efectuar comparações.

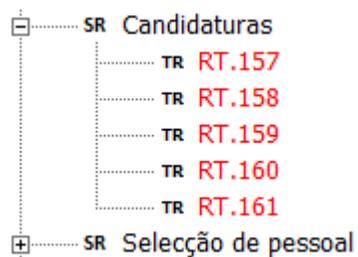


Figura 58 – Snapshot do COTS-3S com a decomposição do requisito “Candidaturas”

Seleção de pessoal

Tabela 50 – Matriz de comparações entre requisitos (30/43)

	RT.165	RT.167	RT.169	RT.170	Peso (%)
RT.165	1	1	1	1	25%
RT.167	1	1	1	1	25%
RT.169	1	1	1	1	25%
RT.170	1	1	1	1	25%

Integração e interfaces

Tabela 51 – Matriz de comparações entre requisitos (31/43)

	RT.171	RT.172	RT.173	RT.174	Peso (%)
RT.171	1	1	1	1	25%
RT.172	1	1	1	1	25%
RT.173	1	1	1	1	25%
RT.174	1	1	1	1	25%

Gestão previsional de pessoal

Tabela 52 – Matriz de comparações entre requisitos (32/43)

	Planeamento	Relatórios	Peso (%)
Planeamento	1	2	66,67%
Relatórios	0,5	1	33,33%

Planeamento

Tabela 53 – Matriz de comparações entre requisitos (33/43)

	RT.175	RT.176	RT.177	RT.178	RT.180	RT.182	RT.183	Peso (%)
RT.175	1	1	1	1	1	1	0,3333	11,11%
RT.176	1	1	1	1	1	1	0,3333	11,11%
RT.177	1	1	1	1	1	1	0,3333	11,11%
RT.178	1	1	1	1	1	1	0,3333	11,11%
RT.180	1	1	1	1	1	1	0,3333	11,11%
RT.182	1	1	1	1	1	1	0,3333	11,11%
RT.183	3	3	3	3	3	3	1	33,33%

Relatórios

Tabela 54 – Matriz de comparações entre requisitos (34/43)

	RT.184	RT.186	RT.188	RT.189	RT.190	Peso (%)
RT.184	1	1	1	1	1	20%
RT.186	1	1	1	1	1	20%
RT.188	1	1	1	1	1	20%
RT.189	1	1	1	1	1	20%
RT.190	1	1	1	1	1	20%

Orçamentação de custos com pessoal

Tabela 55 – Matriz de comparações entre requisitos (35/43)

	Planeamento	Integração e interfaces	Peso (%)
Planeamento	1	3	75%
Integração e interfaces	0,3333	1	25%

Planeamento

Tabela 56 – Matriz de comparações entre requisitos (36/43)

	RT.195	RT.197	RT.198	RT.199	Peso (%)
RT.195	1	3	3	1	37,50%
RT.197	0,3333	1	1	0,3333	12,50%
RT.198	0,3333	1	1	0,3333	12,50%
RT.199	1	3	3	1	37,50%

Integração e interfaces

Como se pode verificar pela Figura 59, o requisito “*Integração e interfaces*” apenas se decompõe no requisito técnico “*RT.200*” e como tal não foi necessário efectuar comparações.

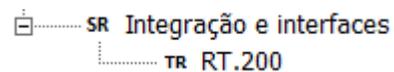


Figura 59 – Snapshot do COTS-3S com a decomposição do requisito “*Integração e interfaces*”

Demonstração de requisitos através de cenários

Tabela 57 – Matriz de comparações entre requisitos (37/43)

	Estruturas do Estado	Mobilidade interna na Administração Pública	Fraccionamento de abonos	Retroactividade	Processamento de vencimentos	Criação de uma regra salarial	Arquitectura SOA	Peso (%)
Estruturas do Estado	1	3	6	5	6	6	9	44,02%
Mobilidade interna na Administração Pública	0,3333	1	5	2	3	3	6	21,22%
Fraccionamento de abonos	0,1667	0,2	1	0,3333	0,5	1	2	5,44%
Retroactividade	0,2	0,5	3	1	1	2	3	10,99%
Processamento de vencimentos	0,1667	0,3333	2	1	1	2	1	8,29%
Criação de uma regra salarial	0,1667	0,3333	1	0,5	0,5	1	1	5,46%
Arquitectura SOA	0,1111	0,1667	0,5	0,3333	1	1	1	4,57%

Estruturas do Estado

Tabela 58 – Matriz de comparações entre requisitos (38/43)

	C.1.1	C.1.2	C.1.3	C.1.4	C.1.5	C.1.6	C.1.7	Peso (%)
C.1.1	1	2	1	2	1	1	1	16,67%
C.1.2	0,5	1	0,5	1	0,5	0,5	0,5	8,33%
C.1.3	1	2	1	2	1	1	1	16,67%
C.1.4	0,5	1	0,5	1	0,5	0,5	0,5	8,33%
C.1.5	1	2	1	2	1	1	1	16,67%
C.1.6	1	2	1	2	1	1	1	16,67%
C.1.7	1	2	1	2	1	1	1	16,67%

Mobilidade interna na Administração Pública

Tabela 59 – Matriz de comparações entre requisitos (39/43)

	C.2.1	C.2.2	C.2.3	Peso (%)
C.2.1	1	1	1	33,33%
C.2.2	1	1	1	33,33%
C.2.3	1	1	1	33,33%

Fraccionamento de abonos

Como se pode verificar pela Figura 60, o requisito “*Fraccionamento de abonos*” apenas se decompõe no requisito técnico “C.3.1” e como tal não foi necessário efectuar comparações.

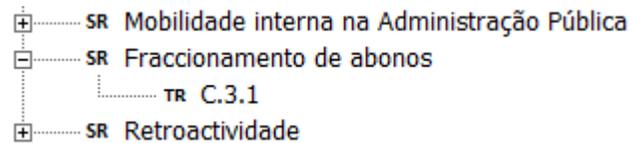


Figura 60 – Snapshot do COTS-3S com a decomposição do requisito “*Fraccionamento de abonos*”

Retroactividade

Tabela 60 – Matriz de comparações entre requisitos (40/43)

	C.4.1	C.4.2	Peso (%)
C.4.1	1	2	66,67%
C.4.2	0,5	1	33,33%

Processamento de vencimentos

Tabela 61 – Matriz de comparações entre requisitos (41/43)

	C.5.1	C.5.2	C.5.3	Peso (%)
C.5.1	1	0,5	1	25%
C.5.2	2	1	2	50%
C.5.3	1	0,5	1	25%

Criação de uma regra salarial

Como se pode verificar pela Figura 61, o requisito “*Criação de uma regra salarial*” apenas se decompõe no requisito técnico “*C.6.1*” e como tal não foi necessário efectuar comparações.

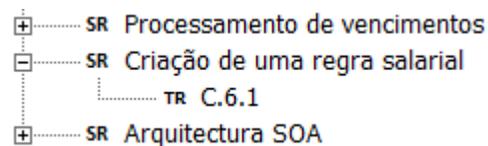


Figura 61 – Snapshot do COTS-3S com a decomposição do requisito “*Criação de uma regra salarial*”

Arquitectura SOA

Como se pode verificar pela Figura 62, o requisito “*Arquitectura SOA*” apenas se decompõe no requisito técnico “*C.7.1*” e como tal não foi necessário efectuar comparações.

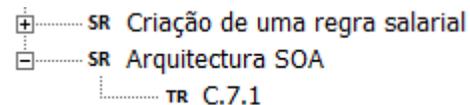


Figura 62 – Snapshot do COTS-3S com a decomposição do requisito “*Arquitectura SOA*”

Horas de formação

Tabela 62 – Matriz de comparações entre requisitos (42/43)

	Horas de formação inicial	Horas de formação de formadores	Peso (%)
Horas de formação inicial	1	1	50%
Horas de formação de formadores	1	1	50%

Preço

Tabela 63 – Matriz de comparações entre requisitos (43/43)

	P.1	P.2	Peso (%)
P.1	1	1	50%
P.2	1	1	50%

D.3. Medidas e avaliação dos ERP-RH

Este capítulo tem como objectivo ilustrar as medidas atribuídas aos requisitos técnicos e a avaliação dos ERP-RH candidatos com base nesses mesmos requisitos. Os requisitos técnicos a cor cinzenta são requisitos obrigatórios.

 Requisito obrigatório

Tabela 64 – Medidas e resultados da avaliação dos ERP-RH do caso prático

Requisito técnico	Medida	Valor de Avaliação (VA)		Nível de Equivalência (NE)	
		SAP	Meta4	SAP	Meta4
Níveis de serviço	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
Arquitectura de referência	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
Arquitectura lógica	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
Localização	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
Solução vertical da Administração Pública Portuguesa	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
Manutenção da localização e da solução vertical	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
Fax, correio electrónico e SMS	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
Ferramentas de produtividade	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
Effective Dating	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
Multi-x	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
Flexibilidade	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
Desenvolvimento	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
Robustez e escalabilidade	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
Desempenho	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
Usabilidade	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
Acessibilidade	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
Não redundância	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
Arquitectura lógica	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
Segurança	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.001	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.002	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.003	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.004	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.005	<i>Booleano</i>	X	X	1	1

Requisito técnico	Medida	Valor de Avaliação (VA)		Nível de Equivalência (NE)	
		SAP	Meta4	SAP	Meta4
RT.006	Booleano	X	X	1	1
RT.007	Booleano	X	X	1	1
RT.008	Booleano	X	X	1	1
RT.009	Booleano	X	X	1	1
RT.010	Booleano	X	X	1	1
RT.011	Booleano	X	X	1	1
RT.012	Booleano	X		1	0
RT.013	Booleano	X	X	1	1
RT.014	Booleano	X	X	1	1
RT.015	Booleano	X	X	1	1
RT.016	Booleano	X		1	0
RT.017	Booleano	X		1	0
RT.018	Booleano	X		1	0
RT.019	Booleano	X		1	0
RT.020	Booleano	X		1	0
RT.021	Booleano	X		1	0
RT.022	Booleano	X		1	0
RT.023	Booleano	X		1	0
RT.024	Booleano	X	X	1	1
RT.025	Booleano	X	X	1	1
RT.026	Booleano	X	X	1	1
RT.027	Booleano	X	X	1	1
RT.028	Booleano	X	X	1	1
RT.029	Booleano	X	X	1	1
RT.030	Booleano	X	X	1	1
RT.031	Booleano	X	X	1	1
RT.032	Booleano	X	X	1	1
RT.033	Booleano	X	X	1	1
RT.034	Booleano	X	X	1	1
RT.035	Booleano	X	X	1	1
RT.036	Booleano	X	X	1	1
RT.037	Booleano	X	X	1	1
RT.038	Booleano	X	X	1	1

Requisito técnico	Medida	Valor de Avaliação (VA)		Nível de Equivalência (NE)	
		SAP	Meta4	SAP	Meta4
RT.039	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.040	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.041	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.042	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.043	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.044	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.045	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.046	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.047	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.048	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.049	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.050	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.051	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.052	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.053	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.054	<i>Booleano</i>	X		1	0
RT.055	<i>Booleano</i>	X		1	0
RT.056	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.057	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.058	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.059	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.060	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.061	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.062	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.063	<i>Booleano</i>	X		1	0
RT.064	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.065	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.066	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.067	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.068	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.069	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.070	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.071	<i>Booleano</i>	X	X	1	1

Requisito técnico	Medida	Valor de Avaliação (VA)		Nível de Equivalência (NE)	
		SAP	Meta4	SAP	Meta4
RT.072	Booleano	X		1	0
RT.073	Booleano	X	X	1	1
RT.074	Booleano	X	X	1	1
RT.075	Booleano	X		1	0
RT.076	Booleano	X	X	1	1
RT.077	Booleano	X		1	0
RT.078	Booleano	X		1	0
RT.079	Booleano	X		1	0
RT.080	Booleano	X	X	1	1
RT.081	Booleano	X	X	1	1
RT.082	Booleano	X		1	0
RT.083	Booleano	X	X	1	1
RT.084	Booleano	X	X	1	1
RT.085	Booleano	X	X	1	1
RT.086	Booleano	X	X	1	1
RT.087	Booleano	X	X	1	1
RT.088	Booleano	X	X	1	1
RT.089	Booleano	X	X	1	1
RT.090	Booleano	X	X	1	1
RT.091	Booleano	X	X	1	1
RT.092	Booleano	X	X	1	1
RT.093	Booleano	X	X	1	1
RT.094	Booleano	X	X	1	1
RT.095	Booleano	X	X	1	1
RT.096	Booleano	X	X	1	1
RT.097	Booleano	X	X	1	1
RT.098	Booleano	X	X	1	1
RT.099	Booleano	X	X	1	1
RT.100	Booleano	X	X	1	1
RT.101	Booleano	X	X	1	1
RT.102	Booleano	X	X	1	1
RT.103	Booleano	X	X	1	1
RT.104	Booleano	X	X	1	1

Requisito técnico	Medida	Valor de Avaliação (VA)		Nível de Equivalência (NE)	
		SAP	Meta4	SAP	Meta4
RT.105	Booleano	X	X	1	1
RT.106	Booleano	X	X	1	1
RT.107	Booleano	X	X	1	1
RT.108	Booleano	X	X	1	1
RT.109	Booleano	X		1	0
RT.110	Booleano	X	X	1	1
RT.111	Booleano	X	X	1	1
RT.112	Booleano	X		1	0
RT.113	Booleano	X		1	0
RT.114	Booleano	X	X	1	1
RT.115	Booleano	X	X	1	1
RT.116	Booleano	X		1	0
RT.117	Booleano	X	X	1	1
RT.118	Booleano	X		1	0
RT.119	Booleano	X	X	1	1
RT.120	Booleano	X	X	1	1
RT.121	Booleano	X	X	1	1
RT.122	Booleano	X	X	1	1
RT.123	Booleano	X	X	1	1
RT.124	Booleano	X	X	1	1
RT.125	Booleano	X	X	1	1
RT.126	Booleano	X	X	1	1
RT.127	Booleano	X	X	1	1
RT.128	Booleano	X		1	0
RT.129	Booleano	X		1	0
RT.130	Booleano	X	X	1	1
RT.131	Booleano	X	X	1	1
RT.132	Booleano	X	X	1	1
RT.133	Booleano	X	X	1	1
RT.134	Booleano	X		1	0
RT.135	Booleano	X		1	0
RT.136	Booleano	X	X	1	1
RT.137	Booleano	X		1	0

Requisito técnico	Medida	Valor de Avaliação (VA)		Nível de Equivalência (NE)	
		SAP	Meta4	SAP	Meta4
RT.138	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.139	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.140	<i>Booleano</i>	X		1	0
RT.141	<i>Booleano</i>	X		1	0
RT.142	<i>Booleano</i>	X		1	0
RT.143	<i>Booleano</i>	X		1	0
RT.144	<i>Booleano</i>	X		1	0
RT.145	<i>Booleano</i>	X		1	0
RT.146	<i>Booleano</i>	X		1	0
RT.147	<i>Booleano</i>	X		1	0
RT.148	<i>Booleano</i>	X		1	0
RT.149	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.150	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.151	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.152	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.153	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.154	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.155	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.156	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.157	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.158	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.159	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.160	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.161	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.162	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.163	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.164	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.165	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.166	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.167	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.168	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.169	<i>Booleano</i>	X	X	1	1
RT.170	<i>Booleano</i>	X	X	1	1

Requisito técnico	Medida	Valor de Avaliação (VA)		Nível de Equivalência (NE)	
		SAP	Meta4	SAP	Meta4
RT.171	Booleano	X	X	1	1
RT.172	Booleano	X	X	1	1
RT.173	Booleano	X	X	1	1
RT.174	Booleano	X	X	1	1
RT.175	Booleano	X		1	0
RT.176	Booleano	X		1	0
RT.177	Booleano	X		1	0
RT.178	Booleano	X	X	1	1
RT.179	Booleano	X	X	1	1
RT.180	Booleano	X		1	0
RT.181	Booleano	X	X	1	1
RT.182	Booleano	X		1	0
RT.183	Booleano	X		1	0
RT.184	Booleano	X	X	1	1
RT.185	Booleano	X	X	1	1
RT.186	Booleano	X	X	1	1
RT.187	Booleano	X	X	1	1
RT.188	Booleano	X		1	0
RT.189	Booleano	X		1	0
RT.190	Booleano	X	X	1	1
RT.191	Booleano	X	X	1	1
RT.192	Booleano	X	X	1	1
RT.193	Booleano	X	X	1	1
RT.194	Booleano	X	X	1	1
RT.195	Booleano	X	X	1	1
RT.196	Booleano	X	X	1	1
RT.197	Booleano	X		1	0
RT.198	Booleano	X	X	1	1
RT.199	Booleano	X	X	1	1
RT.200	Booleano	X	X	1	1
C.1.1	Booleano	X	X	1	1
C.1.2	Booleano			0	0
C.1.3	Booleano	X	X	1	1

Requisito técnico	Medida	Valor de Avaliação (VA)		Nível de Equivalência (NE)	
		SAP	Meta4	SAP	Meta4
C.1.4	Booleano	X	X	1	1
C.1.5	Booleano		X	0	1
C.1.6	Booleano	X	X	1	1
C.1.7	Booleano	X	X	1	1
C.2.1	Booleano		X	0	1
C.2.2	Booleano		X	0	1
C.2.3	Booleano	X	X	1	1
C.3.1	Booleano	X	X	1	1
C.4.1	Booleano	X		1	0
C.4.2	Booleano	X	X	1	1
C.5.1	Booleano	X	X	1	1
C.5.2	Booleano	X		1	0
C.5.3	Booleano	X	X	1	1
C.6.1	Booleano			0	0
C.7.1	Booleano	X	X	1	1
Horas de formação inicial	Fórmula ¹	330	390	0,4545	1
Horas de formação de formadores	Fórmula ²	210	420	0	1
P.1	Fórmula ³	2573965,85	3215485,30	1	0,7508
P.2	Fórmula ⁴	5959754,29	5939469,06	1	1

1) Se $VA \leq 270$ então $NE = 0$;

$$\text{Se } VA > 270 \text{ horas e } VA < 390 \text{ horas, então } NE = \frac{92,046 * \left(\frac{VA}{270}\right)^2 - 1}{100};$$

Se $VA \geq 390$ horas, então $NE = 1$.

2) Se $VA \leq 210$ então $NE = 0$;

$$\text{Se } VA > 210 \text{ horas e } VA < 420, \text{ horas então } NE = \frac{33,333 * \left(\frac{VA}{210}\right)^2 - 1}{100};$$

Se $VA \geq 420$ horas, então $NE = 100$.

3) Se $VA \geq 5\,148\,157 \text{ €}$ então $NE = 0$;

$$\text{Se } VA < 5.148.157 \text{ € e } VA \geq 2.574.079 \text{ €, então } NE = \left(\frac{5\,148\,157 - VA}{2\,574\,079}\right);$$

Se $VA \leq 2.574.079$ € então $NE = 100$.

4) Se $VA \geq 11.920.569$ € então $NE = 0$;

Se $VA < 11.920.569$ € e $VA \geq 5.960.284$ €, então $NE = \left(\frac{11\,920\,569 - VA}{5\,960\,284} \right)$;

Se $VA \leq 5.960.284$ € então $NE = 100$.

D.4. Resultados da avaliação

Tabela 65 – Resultados da avaliação dos ERP-RH do caso prático

Requisitos	Peso	SAP		Meta4	
		NE	Peso x NE	NE	Peso x NE
Requisitos Facultativos		93,41%		80,74%	
Cobertura requisitos funcionais	21,5%		0,215		0,124
Requisitos de negócio	100,0%		1,000		0,574
Cadastro pessoal e profissional	17,9%		0,179		0,105
Organização	6,2%		0,062		0,062
RT.001	100,0%	1	1,000	1	1,000
Registo e consulta de dados	37,6%		0,376		0,251
RT.006	33,3%	1	0,333	1	0,333
RT.010	33,3%	1	0,333	1	0,333
RT.012	33,3%	1	0,333	0	0,000
Integração e interfaces	32,1%		0,321		0,241
RT.014	37,5%	1	0,375	1	0,375
RT.015	37,5%	1	0,375	1	0,375
RT.016	12,5%	1	0,125	0	0,000
RT.017	12,5%	1	0,125	0	0,000
Louvores e menções honrosas	10,4%		0,104		0,000
RT.018	33,3%	1	0,333	0	0,000
RT.019	33,3%	1	0,333	0	0,000
RT.020	33,3%	1	0,333	0	0,000
Processos disciplinares	10,4%		0,104		0,000
RT.021	33,3%	1	0,333	0	0,000
RT.022	33,3%	1	0,333	0	0,000
RT.023	33,3%	1	0,333	0	0,000
Relatórios	3,3%		0,033		0,033

Requisitos	Peso	SAP		Meta4	
		NE	Peso x NE	NE	Peso x NE
Requisitos Facultativos		93,41%		80,74%	
RT.024	100,0%	1	1,000	1	1,000
Gestão organizacional	10,7%		0,107		0,107
Estruturas	36,6%		0,366		0,366
RT.026	42,9%	1	0,429	1	0,429
RT.030	42,9%	1	0,429	1	0,429
RT.032	14,3%	1	0,143	1	0,143
Atributos	27,8%		0,278		0,278
RT.035	16,3%	1	0,163	1	0,163
RT.036	54,0%	1	0,540	1	0,540
RT.037	29,7%	1	0,297	1	0,297
Integração e interfaces	12,4%		0,124		0,124
RT.040	100,0%	1	1,000	1	1,000
Relatórios	23,3%		0,233		0,233
RT.044	25,0%	1	0,250	1	0,250
RT.045	25,0%	1	0,250	1	0,250
RT.046	25,0%	1	0,250	1	0,250
RT.049	25,0%	1	0,250	1	0,250
Férias, faltas e licenças	10,4%		0,104		0,000
Faltas e licenças	35,8%		0,358		0,000
RT.054	50,0%	1	0,500	0	0,000
RT.055	50,0%	1	0,500	0	0,000
Férias	16,4%		0,164		0,000
RT.063	100,0%	1	1,000	0	0,000
Trabalho extraordinário	16,4%		0,164		0,000
RT.072	100,0%	1	1,000	0	0,000
Integração e interfaces	16,4%		0,164		0,000
RT.075	100,0%	1	1,000	0	0,000
Relatórios	15,2%		0,152		0,000
RT.077	33,3%	1	0,333	0	0,000
RT.078	33,3%	1	0,333	0	0,000
RT.079	33,3%	1	0,333	0	0,000
Vencimentos	31,3%		0,313		0,194

Requisitos	Peso	SAP		Meta4	
		NE	Peso x NE	NE	Peso x NE
Requisitos Facultativos		93,41%		80,74%	
Abonos e descontos	16,7%		0,167		0,083
RT.082	50,0%	1	0,500	0	0,000
RT.084	50,0%	1	0,500	1	0,500
Recibo	33,3%		0,333		0,222
RT.103	16,7%	1	0,167	1	0,167
RT.105	16,7%	1	0,167	1	0,167
RT.106	16,7%	1	0,167	1	0,167
RT.108	16,7%	1	0,167	1	0,167
RT.109	33,3%	1	0,333	0	0,000
Integração e interfaces	33,3%		0,333		0,149
RT.111	28,3%	1	0,283	1	0,283
RT.112	28,3%	1	0,283	0	0,000
RT.113	9,0%	1	0,090	0	0,000
RT.115	16,4%	1	0,164	1	0,164
RT.116	9,0%	1	0,090	0	0,000
RT.118	9,0%	1	0,090	0	0,000
Relatórios	16,7%		0,167		0,167
RT.119	60,0%	1	0,600	1	0,600
RT.125	20,0%	1	0,200	1	0,200
RT.126	20,0%	1	0,200	1	0,200
Deslocações em serviço	4,2%		0,042		0,004
Viagem	25,0%		0,250		0,000
RT.128	33,3%	1	0,333	0	0,000
RT.129	66,7%	1	0,667	0	0,000
Integração e interfaces	50,0%		0,500		0,000
RT.134	50,0%	1	0,500	0	0,000
RT.135	50,0%	1	0,500	0	0,000
Relatórios	25,0%		0,250		0,083
RT.137	33,3%	1	0,333	0	0,000
RT.139	33,3%	1	0,333	1	0,333
RT.140	33,3%	1	0,333	0	0,000
Despesas de saúde	4,2%		0,042		0,000

Requisitos	Peso	SAP		Meta4	
		NE	Peso x NE	NE	Peso x NE
Requisitos Facultativos		93,41%		80,74%	
Registo e consulta de dados	13,7%		0,137		0,000
RT.141	50,0%	1	0,500	0	0,000
RT.142	50,0%	1	0,500	0	0,000
Comparticipações aos trabalhadores	23,9%		0,239		0,000
RT.143	33,3%	1	0,333	0	0,000
RT.144	33,3%	1	0,333	0	0,000
RT.145	33,3%	1	0,333	0	0,000
Integração e interfaces	62,5%		0,625		0,000
RT.146	42,9%	1	0,429	0	0,000
RT.147	42,9%	1	0,429	0	0,000
RT.148	14,3%	1	0,143	0	0,000
Recrutamento e selecção	11,0%		0,110		0,110
Ofertas	44,3%		0,443		0,443
RT.149	22,2%	1	0,222	1	0,222
RT.150	22,2%	1	0,222	1	0,222
RT.152	22,2%	1	0,222	1	0,222
RT.153	22,2%	1	0,222	1	0,222
RT.154	11,1%	1	0,111	1	0,111
Seleccção de pessoal	38,7%		0,387		0,387
RT.165	25,0%	1	0,250	1	0,250
RT.167	25,0%	1	0,250	1	0,250
RT.169	25,0%	1	0,250	1	0,250
RT.170	25,0%	1	0,250	1	0,250
Integração e interfaces	16,9%		0,169		0,169
RT.171	25,0%	1	0,250	1	0,250
RT.172	25,0%	1	0,250	1	0,250
RT.173	25,0%	1	0,250	1	0,250
RT.174	25,0%	1	0,250	1	0,250
Gestão previsional de pessoal	6,4%		0,064		0,018
Planeamento	66,7%		0,667		0,074
RT.175	11,1%	1	0,111	0	0,000
RT.176	11,1%	1	0,111	0	0,000

Requisitos	Peso	SAP		Meta4	
		NE	Peso x NE	NE	Peso x NE
Requisitos Facultativos		93,41%		80,74%	
RT.177	11,1%	1	0,111	0	0,000
RT.178	11,1%	1	0,111	1	0,111
RT.180	11,1%	1	0,111	0	0,000
RT.182	11,1%	1	0,111	0	0,000
RT.183	33,3%	1	0,333	0	0,000
Relatórios	33,3%		0,333		0,200
RT.184	20,0%	1	0,200	1	0,200
RT.186	20,0%	1	0,200	1	0,200
RT.188	20,0%	1	0,200	0	0,000
RT.189	20,0%	1	0,200	0	0,000
RT.190	20,0%	1	0,200	1	0,200
Orçamentação de custos com pessoal	4,2%		0,042		0,038
Planeamento	75,0%		0,750		0,656
RT.195	37,5%	1	0,375	1	0,375
RT.197	12,5%	1	0,125	0	0,000
RT.198	12,5%	1	0,125	1	0,125
RT.199	37,5%	1	0,375	1	0,375
Integração e interfaces	25,0%		0,250		0,250
RT.200	100,0%	1	1,000	1	1,000
Demonstração de requisitos através de cenários	10,5%		0,065		0,084
Estruturas do estado	44,0%		0,257		0,404
C.1.1	16,7%	1	0,167	1	0,167
C.1.2	8,3%	0	0,000	0	0,000
C.1.3	16,7%	1	0,167	1	0,167
C.1.4	8,3%	1	0,083	1	0,083
C.1.5	16,7%	0	0,000	1	0,167
C.1.6	16,7%	1	0,167	1	0,167
C.1.7	16,7%	1	0,167	1	0,167
Mobilidade interna na Administração Pública	21,2%		0,071		0,212
C.2.1	33,3%	0	0,000	1	0,333
C.2.2	33,3%	0	0,000	1	0,333
C.2.3	33,3%	1	0,333	1	0,333

Requisitos	Peso	SAP		Meta4	
		NE	Peso x NE	NE	Peso x NE
Requisitos Facultativos		93,41%		80,74%	
Fraccionamento de abonos	5,4%		0,054		0,054
C.3.1	100,0%	1	1,000	1	1,000
Retroactividade	11,0%		0,110		0,037
C.4.1	66,7%	1	0,667	0	0,000
C.4.2	33,3%	1	0,333	1	0,333
Processamento de vencimento	8,3%		0,083		0,041
C.5.1	25,0%	1	0,250	1	0,250
C.5.2	50,0%	1	0,500	0	0,000
C.5.3	25,0%	1	0,250	1	0,250
Criação de uma regra salarial	5,5%		0,000		0,000
C.6.1	100,0%	0	0,000	0	0,000
Arquitectura SOA	4,6%		0,046		0,046
C.7.1	100,0%	1	1,000	1	1,000
Horas de formação	4,4%		0,010		0,044
Horas de formação inicial	50,0%	0,4545	0,227	1	0,500
Horas de formação de formadores	50,0%	0	0,000	1	0,500
Preço	63,6%		0,636		0,556
P.1	50,0%	1	0,500	0,75	0,375
P.2	50,0%	1	0,500	1	0,500

Anexo E – Entrevistas semi-estruturadas

E.1. Entrevista ao *stakeholder* 1

Enumere as vantagens e desvantagens da aplicação da abordagem proposta em conjunto com o COTS-3S?

Resposta: Uma das vantagens encontradas é a facilidade de aplicação ao caso prático em questão. Apesar de a abordagem ser genérica, fornece boas directrizes de actuação em cada uma das suas actividades.

Outra vantagem identificada é a possibilidade de aproveitar as sinergias e encadeamento existentes entre a abordagem e o COTS-3S, visto o COTS-3S ter sido desenvolvido para apoiar directamente esta abordagem.

Uma desvantagem foi a necessidade de reunir no mesmo espaço todos os *stakeholders* para definir os níveis de importância de cada requisito, pois de outra forma seria muito difícil principalmente devido ao facto do COTS-3S não permitir executar esta actividade de forma descentralizada.

A abordagem proposta juntamente com o COTS-3S preencheu todas as suas expectativas? Se não, existe algum aspecto que ficou por tratar?

Resposta: A abordagem proposta e o COTS-3S conseguiram, em conjunto, acompanhar o processo de selecção inerente ao caso prático desde o início ao fim, permitindo executar todas as actividades necessárias. Apesar de não ter havido nenhum aspecto crucial que ficasse por tratar julgo que existem algumas melhorias que podiam ser feitas.

Dê alguns exemplos.

Resposta: Em relação ao COTS-3S, um aspecto que pode ser melhorado é o tratamento estatístico que o COTS-3S fornece ao utilizador. Julgo que o sistema já apresenta pontos muito positivos neste campo, exibindo gráficos e algumas estatísticas que ajudam a perceber o processo. No entanto, para apresentar um relatório estatisticamente rico e completo, seria necessário implementar, por exemplo, estatísticas dinâmicas, que variariam consoante o utilizador fosse navegando na árvore de requisitos. Isto tornaria mais fácil perceber qual o comportamento dos produtos em cada requisito específico.

Na sua opinião qual das actividades da abordagem de selecção de COTS beneficiou mais da utilização do COTS-3S?

Resposta: A actividade que mais beneficiou foi a definição dos critérios de avaliação, pois, de todas as actividades da abordagem, é a mais complexa e morosa em termos de cálculos matemáticos e de organização de requisitos.

Quais os benefícios e limitações da utilização do COTS-3S?

Resposta: A meu ver o COTS-3S serviu essencialmente para facilitar a estruturação do processo de selecção e executar os respectivos cálculos matemáticos. Sendo que o caso prático tem a ver com a selecção de um ERP-RH de grande escala, seria extremamente difícil executá-lo sem recurso a um sistema informático. Posto isto, o COTS-3S simplificou a estruturação do problema de tomada de decisão, permitiu com conjunto flexível de medidas associadas aos requisitos, mitigou a complexidade matemática inerente a todo o processo e facilitou a avaliação dos produtos candidatos.

Não existiu nenhuma limitação de maior, pois o processo foi executado na sua totalidade e no final do caso prático foi possível escolher o produto que melhor se adequava aos requisitos definidos.

A nível geral, apesar do COTS-3S não ser nem um sistema comercial, nem muito evoluído a nível estatístico, o mesmo apresenta bastante potencial, pois apoia-se em conceitos muito interessantes e, o facto de ter sido construído sobre a plataforma Microsoft Excel, permite a sua utilização por qualquer empresa, apenas com o licenciamento mais básico do Microsoft Office. Consequentemente, isto faz com que o custo inerente ao processo seja menor em relação à externalização do processo.

Posso ainda dizer que a forma como os ecrãs foram desenhados facilita a sua utilização e o acompanhamento da abordagem. Por exemplo, a atribuição dos níveis de importância, através do ecrã do “Gestor de requisitos” pode ser feita através de uma visão global de todos os requisitos ou em comparações individuais, o que permite aos utilizadores, não só ter uma visão global daquilo que estão a executar, mas também fazê-lo de forma individual.

Quais os melhoramentos que propõe ao COTS-3S?

Resposta: Uma ideia seria desenvolver um componente de negociação entre os *stakeholders*, para permitir a comunicação entre eles, trocando experiências e perspectivas de forma a chegar a um consenso. Poderia ser criada, por exemplo, um interface entre o COTS-3S e um

website de forma a exportar os requisitos guardados no sistema para esse mesmo *website*, permitindo assim a sua comparação por todos os utilizadores de forma descentralizada e mais eficiente. Depois de todos os utilizadores terem atribuído os níveis de importância, seria calculada uma média ponderada de cada comparação e seria esse o valor a entrar em linha de conta para o cálculo dos pesos de cada requisito.

E.2. Entrevista ao *stakeholder* 2

Enumere as vantagens e desvantagens da aplicação da abordagem proposta em conjunto com o COTS-3S?

Resposta: A meu ver as vantagens da aplicação conjunta da abordagem com o COTS-3S foram principalmente a capacidade de tornar o processo de selecção simples e eficiente, fornecendo os conceitos essenciais para acompanhá-lo, de início ao fim, com o mínimo esforço.

A abordagem proposta juntamente com o COTS-3S preencheu todas as suas expectativas? Se não, existe algum aspecto que ficou por tratar?

Resposta: Sim, o COTS-3S preencheu as expectativas que tinha para o caso prático.

Na sua opinião qual das fases da abordagem de selecção de COTS beneficiou mais da utilização do COTS-3S?

Resposta: A fase mais complexa de toda a abordagem é sem dúvida a definição dos critérios de avaliação e foi essa a fase que mais beneficiou da utilização do sistema COTS-3S, pois computorizou cálculos complexos, que seriam extremamente difíceis de executar manualmente

Quais os benefícios e limitações da utilização do COTS-3S?

Resposta: O COTS-3S é um sistema de apoio à decisão e, como tal, tem como objectivo primordial suportar a resolução de problemas e tomadas de decisão muito complexas. A selecção de COTS enquadra-se nesse tipo de problemas, sendo que, a complexidade e dimensão associadas a este caso prático, relevam ainda mais a necessidade da utilização do COTS-3S. Os benefícios do uso deste sistema, aferidos com este caso prático, foram essencialmente na óptica da optimização e agilização da abordagem, de modo a torná-la mais simples, perceptível e transparente para os *stakeholders*, removendo a necessidade de quaisquer tipos de cálculos matemáticos manuais.

O COTS-3S não demonstrou qualquer tipo de limitações durante a execução do processo, visto ter respondido de forma eficiente a todas as necessidades e dificuldades que foram surgindo.

No geral, considero que o COTS-3S tem um interface muito amigável e bem construído, o que faz com que os utilizadores ganhem motivação para trabalhar nele. Tem uma forma muito peculiar de organizar a informação e a possibilidade de definir diferentes cores aquando da comparação de requisitos facilita imenso o trabalho, principalmente quando o número de requisitos é elevado.

Quais os melhoramentos que propõe ao COTS-3S?

Resposta: Uma funcionalidade que gostaria de ver melhorada no COTS-3S é um construtor de fórmulas mais eficiente e expedito. O facto de o COTS-3S deixar em aberto a construção das fórmulas pode induzir em erro o utilizador. Adicionalmente, o facto de o COTS-3S apenas aceitar as fórmulas em formato “Excel” poderá levar a um problema caso os utilizadores não saibam construir fórmulas nesse formato.