



Instituto Superior de Economia e Gestão

UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA

Mestrado

Gestão de Sistemas de Informação

**Arquitectura de interoperabilidade
de Sistemas de Informação
de Projectos e Recursos Humanos
de Investigação:
Simulação computacional**

Candidato

Luís Miguel dos Santos Oliveira

Orientador

Doutor Alexandre Paulo F. V. S. Caldas

Júri

Doutor António Palma dos Reis

Doutor Alexandre Paulo F. V. S. Caldas

Doutora Maria Fernanda Abreu Sampaio

Doutor Pedro Teixeira Isaías

Setembro / 2005



Para o meu pai e os meus irmãos

À memória da minha mãe



Resumo e Palavras-chave

A evolução dos Sistemas de Informação (SI), pela diversidade de aplicações e de tecnologias envolvidas, tem vindo a revelar-se uma espada de dois gumes:

- por um lado, tem dado respostas cada vez mais rápidas às necessidades das organizações em diferentes áreas, com custos progressivamente reduzidos;
- por outro lado, tem dado origem à criação de “arquipélagos de sistemas de informação”, sem qualquer comunicação entre as suas “ilhas”.

Os SI de Investigação em Curso (*Current Research Information Systems – CRIS*) não escapam a esta tendência e têm revelado também uma necessidade crescente de conseguir partilhar informação e aceder a informação partilhada por outros, numa lógica de interoperabilidade.

Os SI de Projectos e de Recursos Humanos de Investigação, existentes na Fundação para a Ciência e a Tecnologia, são apenas dois exemplos de CRIS cuja comunicação com o exterior é extremamente reduzida, apesar de ser vital.

O que propomos neste trabalho é uma metodologia, baseada em simulação computacional multi-agente, para avaliar qual a melhor arquitectura para garantir a interoperabilidade destes dois SI.

The evolution of the Information Systems (IS), by the means of its diversity of uses and applied technologies, has become a double-sided reality:

- On one hand, it has allowed faster and faster answers to the needs of the organizations in many different areas, with smaller costs;
- On the other hand, however, it has been creating “archipelagos information systems”, without connections between the “islands”.

Current Research Information Systems (CRIS) don't escape this trend and they also reveal a growing need for information sharing, as well as for accessing information shared by other CRIS, within an interoperability logic.

The IS of Research Projects and Human Resources, at “Fundação para a Ciência e a Tecnologia”, are just two examples of CRIS which have a very weak external communication, though it is vital for them.

We propose a methodology based on multi-agent computational simulation, to assess which one is the best architecture to ensure interoperability between these IS.

Palavras-chave: *Sistemas de Informação de Investigação em Curso; Interoperabilidade de Sistemas de Informação, Gestão de Bases de Dados, Simulação Computacional, Sistemas Distribuídos, Sistemas Complexos*

Keywords: *Current Research Information Systems (CRIS); Information Systems Interoperability, Database Management, Computer Simulation, Distributed Systems, Complex Systems*

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| INTRODUÇÃO | 14 |
| I. ENQUADRAMENTO | 16 |
| I.1. Sociedade da Informação | 18 |
| I.2. Governo Electrónico | 26 |
| I.3. Projectos e Recursos Humanos de Investigação | 35 |
| I.4. SI de Investigação em Curso (CRIS) | 48 |
| I.5. Interoperabilidade de Sistemas de Informação | 53 |
| Definição e objectivos | 54 |
| Abordagens | 56 |
| Standards | 61 |
| II. ARQUITECTURAS DE INTEROPERABILIDADE DE SI DE PROJECTOS E RECURSOS HUMANOS DE INVESTIGAÇÃO | 76 |
| II.1. SI autónomos, sem interoperabilidade | 78 |
| Síntese do modelo | 79 |
| Diagrama do modelo | 79 |
| II.2. Arquitectura centralizada | 82 |
| Síntese do modelo | 85 |
| Diagrama do modelo | 85 |
| II.3. Arquitectura distribuída | 87 |
| Síntese do modelo | 89 |
| Diagrama do modelo | 90 |
| II.4. Especificação da Questão de Investigação e Hipóteses | 92 |
| III. METODOLOGIA | 97 |
| III.1. Enquadramento da simulação | 101 |
| III.2. Simulador multi-agente Construct-TM | 104 |
| Análise do simulador | 106 |
| III.3. Outros modelos de simulação | 107 |
| III.4. Operacionalização | 109 |
| Descrição da forma de operacionalização | 109 |
| Especificação desta instanciação do problema | 113 |
| Critérios de comparação das arquitecturas | 127 |
| IV. ANÁLISE DE DADOS E RESULTADOS | 130 |
| Ambiente global, inter-institucional | 134 |
| Ambiente interno | 136 |
| Ambiente interno, com a participação de agentes externos | 138 |
| V. CONCLUSÕES | 141 |
| V.1. Contributos fundamentais | 142 |
| V.2. Limitações da investigação | 149 |
| V.3. Investigação futura | 151 |
| BIBLIOGRAFIA CONSULTADA | 153 |
| Livros e Artigos | 153 |
| Legislação e Resoluções | 157 |
| ANEXO I - MATRIZES DE ENTRADA | 158 |

Índice de Tabelas

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabela 1 – Análise SWOT da Sociedade de Informação em Portugal _____ | 23 |
| Tabela 2 – Áreas de impacto da Sociedade de Informação _____ | 24 |
| Tabela 3 – Características da Sociedade de Informação _____ | 25 |
| Tabela 4 – Estado do Governo Electrónico no mundo em 2003 _____ | 27 |
| Tabela 5 – Despesa total em I&D (DI&D) – Percentagem do PIB _____ | 36 |
| Tabela 6 – Financiamentos concedidos pela FCT, em Projectos de Investigação _____ | 40 |
| Tabela 7 – Nº de Projectos e Bolsas de C&T financiados pela FCT _____ | 41 |
| Tabela 8 – Características mais comuns dos Projectos e das Bolsas _____ | 42 |
| Tabela 9 – Ciclo de vida de um projecto e de uma bolsa na FCT _____ | 42 |
| Tabela 10 – SI de Projectos: Utilizadores vs. Informação _____ | 44 |
| Tabela 11 – SI de Bolsas: Utilizadores vs. Informação _____ | 45 |
| Tabela 12 – CRIS: Utilizadores e Benefícios esperados _____ | 50 |
| Tabela 13 – Agentes _____ | 114 |
| Tabela 14 – Factos ou conhecimentos _____ | 116 |
| Tabela 15 – Tarefas _____ | 118 |
| Tabela 16 – Matrizes de entrada para o modelo de simulação _____ | 120 |
| Tabela 17 – Matriz Requirements Network _____ | 121 |
| Tabela 18 – Matriz Votes Network _____ | 122 |
| Tabela 19 – Matriz Knowledge Network _____ | 122 |
| Tabela 20 – Matriz Transactive Knowledge Network _____ | 123 |
| Tabela 21 – Matriz Access _____ | 124 |
| Tabela 22 – Matriz Task by Agent _____ | 124 |
| Tabela 23 – Matriz Task by Energy _____ | 125 |
| Tabela 24 – Matriz Task by Time Period _____ | 125 |
| Tabela 25 – Parâmetros adicionais para o modelo de simulação _____ | 126 |
| Tabela 26 – Resultados do teste de Kolmogorov-Smirnov – 60 obs. _____ | 134 |
| Tabela 27 – Hipótese nula e hipóteses alternativas: ambiente global _____ | 135 |
| Tabela 28 – Hipótese nula e hipóteses alternativas: ambiente interno _____ | 137 |
| Tabela 29 – Hipótese nula e hipótese alternativa: ambiente interno com agentes externos _____ | 139 |

Índice de Gráficos

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gráfico 1 – Despesa total em I&D por fonte de financiamento, em 2001 (%) _____ | 37 |
| Gráfico 2 – Evolução da Despesa total em I&D financiada pelo Governo (%) _____ | 37 |
| Gráfico 3 – Variação da Precisão do desempenho com a utilização de BD – Arq. Distribuída _____ | 130 |
| Gráfico 4 – Variação da Precisão do desempenho com o esquecimento – Arq. Distribuída _____ | 131 |
| Gráfico 5 – Variação da Precisão do desempenho com a proximidade – Arq. Distribuída _____ | 132 |
| Gráfico 6 – Precisão média do desempenho num ambiente global _____ | 136 |
| Gráfico 7 – Precisão média do desempenho num ambiente interno _____ | 138 |
| Gráfico 8 – Precisão média do desempenho num ambiente interno com agentes externos _____ | 139 |
| Gráfico 9 – Esforço suficiente num ambiente interno com agentes externos _____ | 140 |

Índice de Imagens

| | |
|--------------------------------------------------------------------------|-----|
| Imagem 1 – Círculo virtuoso do eEurope 2005 | 21 |
| Imagem 2 – O funcionamento do Governo Electrónico | 32 |
| Imagem 3 – Ciclo de vida de um documento em XML | 65 |
| Imagem 4 – O XML na integração de aplicações | 68 |
| Imagem 5 – CERIF2000: Modelo de dados | 72 |
| Imagem 6 – Mapa do CERIF-2002 | 74 |
| Imagem 7 – Diagrama do modelo de SI autónomos | 81 |
| Imagem 8 – Diagrama da Arquitectura Centralizada | 86 |
| Imagem 9 – Diagrama da Arquitectura com uma camada de interoperabilidade | 91 |
| Imagem 10 – Fluxograma da metodologia adoptada | 98 |
| Imagem 11 – Modelo do Construct-TM | 104 |



Glossário de termos e abreviaturas

- ALLEA** - *All European Academies*
“Fundada em 1994, é a Federação de 52 Academias de Ciências e Humanidades em 39 países europeus. As Academias membros são comunidades independentes de cientistas e acadêmicos.” (cfr. <http://www.allea.org/>)
- AP** - Administração Pública
“Administração pública é, em sentido orgânico ou subjectivo, o conjunto de órgãos, serviços e agentes do Estado, bem como das demais pessoas colectivas públicas (tais como as autarquias locais) que asseguram a satisfação de necessidades colectivas variadas, tais como a segurança, a cultura e o bem estar das populações.” (cfr. <http://pt.wikipedia.org/wiki/>)
- B2B** - *Business to Business Application Integration*
Integração de Sistemas de Informação de organizações diferentes.
- C&T** - Ciência e Tecnologia
- CE** - Comissão Europeia
- CERIF** - *Common European Research Information Format*
CERIF (Common European Research Information Format) é um modelo de dados de referência canônico, tanto ao nível dos dados como da metadata. Como tal, é um modelo para o desenvolvimento de novos *Current Research Information Systems* (CRIS), para a troca de dados entre CRIS e para mediar o acesso a múltiplos CRIS distribuídos e heterogêneos. (Asserson et al., 2002)
(ver na página 70 e seguintes)
- CODATA** - *Committee on Data for Science and Technology*
“O CODATA é um Comitê Científico interdisciplinar do *International Council for Science (ICSU)*, o qual procura aumentar a qualidade, fiabilidade, gestão e acessibilidade dos dados relevantes para todos os campos da ciência e tecnologia.”
(cfr. <http://www.codata.org/>)
- CRIS** - *Current Research Information Systems* (Sistemas de Informação de Investigação em Curso).
Adoptaremos a sigla inglesa, por uma questão de conveniência, por não haver uma sigla correspondente em português já estabilizada e comumente aceite.
(ver página 48 e seguintes)
- DARPA** - *Defense Advanced Research Projects Agency*
Principal organização para a investigação e desenvolvimento ao serviço do Departamento da Defesa dos EUA

- DGDR - *Direcção-Geral do Desenvolvimento Regional*
 “A Direcção-Geral do Desenvolvimento Regional (DGDR) é o serviço central do Ministério das Cidades, Administração Local, Habitação e Desenvolvimento Regional, dotado de autonomia administrativa e financeira, responsável por:
- estudar e promover a política de desenvolvimento regional;
 - coordenar e acompanhar a execução das intervenções dos fundos estruturais comunitários;
 - assegurar a gestão nacional do FEDER e do Fundo de Coesão.”
- (cfr. <http://www.qca.pt/dgdr/default.asp>)
- DSL - *Digital Subscriber Line* ou Linha Digital de Assinatura.
 Assente nas cablagens em cobre, esta tecnologia de comunicação engloba um conjunto de tipos diferentes, como o ADSL ou o UADSL.
- EAI - *Enterprise Application Integration*
 Integração de Sistemas de Informação da mesma organização.
- EARMA - *European Association of Research Managers and Administrators*
 Sendo uma organização sem fins lucrativos, a EARMA tem como finalidade promover os interesses dos seus membros e fornecer serviços profissionais nas áreas do desenvolvimento, estabelecimento de redes e disseminação de boas práticas na gestão da investigação.”
- (cfr. <http://www.earma.org/>)
- ERA - *European Research Area*
 Tendo como lema “Para uma estratégia comum de ciência e tecnologia ao serviço da sociedade”, assume-se como uma estrutura que procura congrega esforços no sentido de providenciar apoio a uma melhor coordenação das actividades de investigação e à convergência das políticas de investigação e inovação, a nível nacional e da União Europeia.
- (cfr. http://europa.eu.int/comm/research/era/index_en.html)
- ERCIM - *European Research Consortium for Informatics and Mathematics*
 O ERCIM visa promover a colaboração dentro da comunidade europeia de investigação e aumentar a cooperação com a indústria europeia. Os membros do ERCIM são instituições de investigação de renome, oriundas de 18 países europeus.
- (cfr. <http://www.ercim.org/>)
- ESF - *European Science Foundation*
 A ESF promove a ciência de elevada qualidade a nível europeu. Actua como um catalizador para o desenvolvimento da ciência, levando os principais cientistas e as agências de financiamento a debater, planear e implementar iniciativas pan-europeias.
- (cfr. <http://www.esf.org/>)
- EUA - Estados Unidos da América
- FCT - *Fundação para a Ciência e a Tecnologia*
 Instituição tutelada pelo Ministro da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior, cuja missão “é promover continuamente o avanço do conhecimento científico e tecnológico em Portugal”.
- (cfr. <http://www.fct.mctes.pt/>)

- FEDER - **Fundo Europeu para o Desenvolvimento Regional**
 O FEDER foi instituído em 1975 com o grande objectivo de financiar a ajuda estrutural através de programas de desenvolvimento regional orientados para as regiões menos desenvolvidas, actuando em função de uma estratégia global e integrada com os restantes três fundos estruturais, criados com base no Tratado da União Europeia.
 No âmbito do presente trabalho, destaca-se o apoio do FEDER a “acções de investigação e de desenvolvimento científico e tecnológico”.
 (cfr. <http://www.qca.pt/fundos/>)
- FSE - **Fundo Social Europeu**
 Como Fundo Estrutural que é, o FSE “é o principal instrumento da política social comunitária e a sua génese remonta a 1960, dando assistência financeira às políticas de educação e de formação profissional, tendo em vista a promoção do emprego e a integração no mercado de trabalho.”
 No âmbito do presente trabalho, destaca-se o apoio do FSE para o “reforço do potencial humano no sector de investigação e desenvolvimento”.
 (cfr. <http://www.qca.pt/fundos/>)
- GUI - **Graphical User Interface (Interface Gráfica do Utilizador)**
 Mecanismo de interacção entre o utilizador e o sistema informático, assente em símbolos visuais que o utilizador pode manipular através do uso dos dispositivos de entrada, como o rato, o teclado, o ecrã táctil, entre outros.
- I&D - **Investigação e Desenvolvimento**
- IAI - **International Alliance for Interoperability**
 A IAI é uma organização global de definição de standards, representativa de diversos tipos de entidades que, de algum modo, se encontram relacionadas com a comunidade da arquitectura, engenharia e construção, e de gestão de infraestruturas: arquitectos e engenheiros, investigadores, proprietários e construtores de edifícios comerciais, agentes governamentais, universidades, empresas de software e produtores de bens para a construção. Os membros da IAI estão empenhados na promoção de meios efectivos de troca de informação entre todas as plataformas de software e aplicações utilizadas por esta comunidade, através da adopção de um único “Building Information Model” (BIM).
 (cfr. <http://www.iai-na.org/>)
- IGFSE - **Instituto de Gestão do Fundo Social Europeu**
 O IGFSE é o “Instituto Público de âmbito nacional que tem como objectivo assegurar a gestão, a coordenação e o controlo financeiro das intervenções apoiadas pelo FSE”.
 (cfr. <http://www.igfse.pt/>)
- ITU - **International Telecommunication Union**
 A ITU é uma organização internacional enquadrada no Sistema das Nações Unidas, através da qual os governos e o sector privado coordenam as redes e serviços globais de telecomunicações.
 (cfr. <http://www.itu.int/>)

- MCTES - Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior (XVII Governo Constitucional – início em 2005).
Anteriormente:
- Ministério da Ciência e da Tecnologia (XIII GC, de 1995 a 1999; XIV GC, de 1999 a 2002);
- Ministério da Ciência e Ensino Superior (XV GC, de 2002 a 2004);
- Ministério da Ciência, Inovação e Ensino Superior (XVI GC, de 2004 a 2005)
(<http://www.mctes.pt>)
- MEUR - Milhões de Euros
- Middleware - “Middleware é um mecanismo que permite a uma entidade (aplicação ou base de dados) comunicar com outra entidade ou entidades. Por outras palavras, *middleware* é todo o tipo de software que facilita a comunicação entre dois ou mais sistemas de software.” (Linthicum, 2003)
- NASA - *National Aeronautics and Space Administration*
É a agência do Governo dos EUA responsável pela pesquisa e desenvolvimento de tecnologias e programas de exploração espacial.
- NSF - *National Science Foundation*
Organização responsável pela atribuição de cerca de 20% do financiamento público a actividades de investigação fundamental em Universidades dos EUA
- ONG - Organização não governamental
- ONR - *Office of Naval Research*
Coordena, executa e promove os programas de ciência e tecnologia da Marinha e dos Fuzileiros dos EUA
- ONU - Organização das Nações Unidas
- QCA - Quadro Comunitário de Apoio
- SGML - *Standard Generalized Markup Language*
- SWOT - Análise SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*)
Ferramenta de planeamento estratégico utilizada para avaliar os pontos fortes e pontos fracos (nível interno), bem como as oportunidades e as ameaças (nível externo), normalmente definida em relação a um projecto ou uma organização.
- TIC - Tecnologias de Informação e Comunicação
Expressão usada para denominar uma variedade de tecnologias de recolha, armazenamento, pesquisa, processamento, análise e transmissão de informação.
- UMIC - Agência para a Sociedade do Conhecimento, IP
“A UMIC – Agência para a Sociedade do Conhecimento, IP, é um instituto público, com autonomia administrativa e financeira e património próprio. Tem por missão o planeamento, a coordenação e o desenvolvimento de projectos nas áreas da sociedade de informação e governo electrónico.”
(<http://www.umic.pt/>)

- UMTS - *Universal Mobile Telecommunications System*
É uma das tecnologias de terceira geração nos telemóveis.
- UNESCO - *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*
- Webmaster - Um *webmaster* é a pessoa que tem a seu cuidado a tarefa de criar e realizar a gestão de um determinado sítio na Internet.
- XML - *Extensible Markup Language*
(ver na página 61 e seguintes)

Agradecimentos

“Nenhum homem é uma ilha”, é uma frase que se ouve com frequência. Neste momento, é exactamente o que sinto: o trabalho que aqui apresento é o resultado da conjugação de esforços de várias pessoas, que gostaria de mencionar.

Em primeiro lugar, ao meu pai Joaquim, à minha irmã Lina e ao meu irmão Rui, pela compreensão e carinho que têm demonstrado e pela força que me têm transmitido. Ao Rui, um “Obrigado” pela excelente colaboração que me deu, ao ler pacientemente o que eu ia escrevendo, enriquecendo o meu trabalho com as suas críticas e sugestões.

Quero agradecer ao meu orientador, Alexandre, pela amizade, pela dedicação e empenho que devotou a este projecto, e pela motivação e orientação que fizeram chegar a este ponto.

Uma palavra de gratidão aos meus amigos e colegas de trabalho da Fundação para a Ciência e a Tecnologia, em particular à Mafalda Silva, pelo precioso apoio que tem sido, e à Sandra Carrapiço, Marta Entradas, Maria José Abreu, Ana Amorim, Joana Montalvão e Jorge Sousa, pelo suporte, pelas discussões, correcções e sugestões.

Um obrigado especial para os amigos e companheiros desta aventura, com quem muito aprendi e cuja ajuda foi, sem dúvida, vital: José Alves, André Carreiro, Luís Zacarias, Nuno Torres e Alice Paulos.

Aqui deixo também o meu obrigado a muitos outros amigos e colegas que, ao longo destes últimos meses, têm tido a força para me ouvir e encorajar.

A todos, muito obrigado!

INTRODUÇÃO

Um especialista é um homem que cometeu todos os erros que podem ser cometidos, num campo muito específico.

Niels Bôhr (1885-1962)

A informação é o motor da sociedade em que vivemos. A sua força advém da sua utilidade. E só pode ser útil se estiver acessível e for partilhada.

A consciência de que a realidade é, por vezes, bem diferente, impeliu-nos a encetar o trabalho de investigação que nos propomos realizar: definir e comparar arquitecturas de interoperabilidade para sistemas de informação (SI) de Projectos e Recursos Humanos de Investigação, tendo como objectivo último determinar qual delas é a mais eficiente e eficaz.

O Capítulo I da presente dissertação irá delinear o contexto organizacional e teórico em que se insere o tema abordado. Assim, abordará a Sociedade de Informação e o Governo Electrónico, descendo até ao nível dos Projectos e Recursos Humanos de Investigação, para fazer daí a transição para os SI de Investigação em Curso (CRIS), que englobam os SI da Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT) que suportam o financiamento dos Projectos e Recursos Humanos de Investigação, e concluir com a Interoperabilidade de SI, que é o conceito central do nosso trabalho.

O Capítulo II introduzirá três arquitecturas de interoperabilidade:

- SI autónomos, sem interoperabilidade;
- Arquitectura centralizada;
- Arquitectura distribuída.

Estas arquitecturas irão ser testadas para responder às questões de investigação:

“Haverá diferenças significativas no desempenho de um SI de Investigação advenientes da arquitectura de interoperabilidade adoptada?”

“Se sim, qual é a arquitectura de interoperabilidade que permite obter melhores resultados da utilização de um SI de Investigação?”

Os resultados dos testes servirão ainda para confirmar as hipóteses teóricas.

O Capítulo III debruçar-se-á sobre a metodologia adoptada para a realização da investigação. Será utilizado o Construct-TM, um modelo de simulação multi-agente, para efectuar os testes das arquitecturas, pelo que neste capítulo se fará o enquadramento da simulação, bem como a descrição de como será a simulação levada a cabo.

Os capítulos IV e V serão dedicados à análise de dados e às conclusões, respectivamente.

O objectivo que pretendemos alcançar com este trabalho é poder determinar se há uma arquitectura de interoperabilidade que pode ser aplicada aos SI de Projectos e Recursos Humanos de Investigação da FCT e que permita obter melhores resultados do que as arquitecturas alternativas. No Capítulo II, serão criados cenários, posteriormente testados e avaliados comparativamente, o que permitirá aferir qual a melhor arquitectura para cada uma destas configurações: utilização apenas interna da FCT; utilização interna da FCT, mas com a participação de indivíduos externos; finalmente, utilização generalizada, dentro e fora da FCT, com indivíduos internos e de outras instituições.

I. ENQUADRAMENTO

A realidade é apenas uma ilusão, mas bastante persistente.

Albert Einstein (1879-1955)

O trabalho de investigação que nos propomos realizar irá debruçar-se sobre dois sistemas de informação (SI) da Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT): SI de Projectos de Investigação e Desenvolvimento e SI de Bolsas de Ciência e Tecnologia. O objectivo deste trabalho é definir uma forma mais eficiente e eficaz de estabelecer interoperabilidade entre estes sistemas de informação.

Para melhor se perceber estes dois SI, é preciso conhecer um pouco do contexto sócio-político e tecnológico em que eles se inserem. Assim, torna-se incontornável abordar temas como:

- Enquadramento estratégico para a Sociedade da Informação e o Governo Electrónico;
- os Sistemas de Informação de Investigação, em particular os SI de Projectos e de Recursos Humanos;
- a Interoperabilidade de Sistemas, no âmbito de sistemas distribuídos.

Sendo a FCT um organismo público, os seus objectivos devem enquadrar-se na Sociedade de Informação e, dentro desta, mais especificamente no Governo Electrónico, tendo em vista prestar um serviço de qualidade aos cidadãos em geral e à comunidade científica em particular, disponibilizando informação fidedigna de forma eficaz e actualizada. Para conseguir alcançar este objectivo,

a FCT deverá servir-se de Sistemas de Informação de Investigação, pois o cerne da sua actividade é o financiamento público de investigação, sob diferentes formas: Unidades de Investigação, Laboratórios Associados, Laboratórios de Estado, Infraestruturas, Reequipamento Científico, Fundo de Apoio à Comunidade Científica, Projectos de I&D e Bolsas de C&T, entre outras formas de financiamento.

Para reduzirmos o âmbito de investigação até a um nível tratável numa dissertação de mestrado, escolhemos os SI que suportam os dois últimos tipos de financiamento, Projectos e Bolsas, baseados num conjunto de factores:

- 1 - porque representam uma percentagem muito significativa do financiamento da FCT¹, apesar de a maior fatia ser concedida através do financiamento de Unidades de I&D e de Laboratórios Associados;
- 2 - porque as entidades que os gerem estão intimamente relacionadas, o que permite uma análise concreta das questões de interoperabilidade;
- 3 - e ainda porque apesar da relação existente entre a informação de ambos os SI, essa relação não é reflectida pelos respectivos sistemas de informação de suporte, sendo de extrema importância a criação de uma forma de interligação entre ambos.

¹ - E sendo que a FCT é o principal organismo financiador das actividades de Investigação e Desenvolvimento em Portugal (representa cerca de 90% do total de financiamento)

I.1. Sociedade da Informação

“A sociedade da informação é uma sociedade onde a componente da informação e do conhecimento desempenham um papel nuclear em todos os tipos de actividade humana em consequência do desenvolvimento da tecnologia digital, e da Internet em particular, induzindo novas formas de organização da economia e da sociedade.

No seu estágio final, a sociedade da informação é caracterizada pela capacidade dos seus membros (cidadãos, empresas e Estado) obterem e partilharem qualquer tipo de informação e conhecimento instantaneamente, a partir de qualquer lugar e na forma mais conveniente.”²

A informação e a comunicação têm sido o cerne da sociedade humana desde os primórdios. Por isso, a tecnologia tem desempenhado, acima de tudo, o papel de catalisador da informação e uma alavanca das potencialidades do uso desta.

Em diversos momentos da história, a forma como a informação é guardada e transmitida, no espaço e no tempo, tem tido alguns marcos importantes: a escrita, o alfabeto, a imprensa, as telecomunicações e a informática.

Por volta de meados do século XX, a produção e reprodução da informação sofreu uma mudança tão rápida quanto profunda. As inovações sucederam-se; novas tecnologias apareceram e, graças à digitalização, começaram a convergir; os *media* diversificaram-se e tornaram-se mais sofisticados, fundindo antigas e novas tecnologias. Como exemplos desta tendência podemos apontar a televisão e, mais recentemente, os telemóveis: de simples aparelhos para trocar mensagens de voz sem necessidade de fios, têm vindo a ser cada vez mais enriquecidos com funções de comunicação e de

² - (PCM, 2003a), p. 4794

processamento que, até aqui, estavam dispersas por vários equipamentos (telefone, fax, computador, máquina fotográfica, câmara de vídeo).

A portabilidade da informação, consequência da sua digitalização e da evolução das telecomunicações, tornou-se uma característica marcante em particular das duas últimas décadas do século passado, tornando possível ultrapassar instantaneamente barreiras, sobretudo físicas, mas também políticas, sociais e culturais.

Assim, duas das forças que mais fizeram sentir o seu poder no século XX foram a globalização da economia e a ascensão das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), nomeadamente o PC, a Internet e as comunicações sem fios. Além disso, o desenvolvimento destas forças conduziu-as a uma maior interdependência, com consideráveis implicações sociais, políticas, económicas, industriais e culturais (Rao, 2003).

Por isso, o século XX ficará certamente na história associado ao nascimento da Idade da Informação e do Conhecimento (Castells, 1996).

Nesta nova era, a Sociedade da Informação tem sido apresentada por alguns como a panaceia para as enfermidades relacionadas com a necessidade e o uso da informação, e bastará uma pesquisa rápida para verificarmos que, um pouco por todo o mundo, têm-se multiplicado as iniciativas neste domínio, em países tão distintos como os EUA, Canadá, Brasil, Nova Zelândia, Austrália, Japão, Irlanda, Espanha, Itália e Portugal.

Extravasando fronteiras nacionais, podemos encontrar também diversas organizações internacionais que têm dado grande ênfase à Sociedade da Informação.

A **UNESCO**, que prefere apostar na expressão mais abrangente de “Sociedade do Conhecimento”, apresenta três grandes desafios que a sua implementação enfrenta: primeiro, mitigar a separação digital que acentua as disparidades no desenvolvimento dos países e dos grupos, privando alguns deles dos benefícios da informação e do conhecimento; segundo, garantir a livre circulação de, e o acesso equitativo a, dados, informação, boas práticas e conhecimento na sociedade de informação; e terceiro, criar consenso internacional em torno das novas exigências em termos de normas e princípios (Khan, 2003).

A **ONU**, consciente da importância da Sociedade de Informação, patrocina o “*World Summit on the Information Society*”, para o qual encoraja a participação activa de todos: Governos; instituições relevantes da ONU (a ITU, que coordenará os trabalhos deste fórum, é uma delas); outras organizações inter-governamentais, internacionais ou regionais; ONGs; sociedade civil; sector privado; comunidade internacional (AG-ONU, 2002).

A **Comissão Europeia** tem multiplicado iniciativas para concretizar a Sociedade de Informação.

Em Junho de 2000, foi aprovado na Cimeira da Feira o Plano de Acção *eEurope 2002*, focalizado:

- no desenvolvimento da infraestrutura de comunicações por excelência da Sociedade da Informação – a banda larga –, que deveria ser mais rápida, mais barata e mais segura;
- no investimento nas pessoas, em particular na sua qualificação;
- no estímulo à utilização da internet.

Dois anos mais tarde, em Sevilha, foi apresentado o Plano de Acção *eEurope 2005* (CE, 2003), que define os objectivos a atingir no período 2003-2005:

- criar um ambiente favorável para o investimento privado e para a criação de novos empregos;
- aumentar a produtividade;
- modernizar os serviços públicos;
- e dar a toda a gente a oportunidade de participar na sociedade de informação global.

Por outras palavras, este plano de acção visa estimular serviços, aplicações e conteúdos seguros, assentes numa infraestrutura de banda larga amplamente disponível.

Para ilustrar este enquadramento, foi definido o “Círculo virtuoso do eEurope 2005”, que podemos ver na Imagem 1.

Imagem 1 – Círculo virtuoso do eEurope 2005



Fonte: UMIC, 2002

Em **Portugal**, na linha do que tem sido defendido pela Comissão Europeia, muito se tem feito já no sentido de implementar a Sociedade de Informação. Os Governos, a partir do XIII (1995-1999) e em particular com o XV

(2002-2004), têm produzido legislação e apresentado resoluções que pretendem alcançar os “quatro grandes objectivos nacionais”, traçados na Resolução do Conselho de Ministros 107/2003: desenvolvimento de um sistema económico mais eficaz e eficiente; elevação cultural e técnica da população em geral; aproximação da Administração Pública à sociedade; e dinamização duma sociedade civil na qual imperem o bem-estar e a qualidade de vida (PCM, 2003a).

Para conseguir alcançar estes objectivos, são definidas no mesmo documento sete estratégias de âmbito mais específico, apresentadas como os “sete pilares de actuação” para a Sociedade de Informação em Portugal:

- 1 - Uma Sociedade da Informação para todos;
- 2 - Novas capacidades;
- 3 - Qualidade e eficiência dos serviços públicos;
- 4 - Melhor cidadania;
- 5 - Saúde ao alcance de todos;
- 6 - Novas formas de criar valor económico;
- 7 - Conteúdos atractivos.

O primeiro passo para tornar real a Sociedade de Informação é a criação de uma infraestrutura tecnológica de comunicações em banda larga, com ou sem fios, que era o objectivo do *eEurope 2002*. Actualmente, a oferta comercial disponível no nosso país é dominada pelo cabo de fibra óptica e, em menor grau, pelo cabo de cobre das linhas telefónicas (DSL). Mais recentemente, as ofertas *wireless* começam a ganhar terreno, ao mesmo tempo que o acesso através da rede eléctrica e o UMTS começam a mostrar as suas potencialidades, com novas modalidades já disponíveis comercialmente.

É assim de salientar que, para se conseguir levar a cabo uma mudança tão profunda, não basta a tecnologia. Há variados factores influentes no sucesso ou insucesso da implementação da Sociedade de Informação, factores esses que variam de país para país. Na Tabela 1, apresentamos uma visão global de alguns desses factores contextuais da Sociedade de Informação em Portugal, sob a forma duma análise SWOT.

Tabela 1 – Análise SWOT da Sociedade de Informação em Portugal

| Pontos fortes | Pontos fracos |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Impacto profundo em toda a sociedade, com enormes benefícios potenciais em termos económicos, sociais, políticos e culturais</p> <p>Interdependência muito forte das diversas componentes, que pode levar a uma maior consistência e integração</p> <p>Compromisso governamental forte</p> <p>Abordagem política mais coerente, sistemática e integrada a partir do XIII Governo, acentuada pelo XV</p> <p>Multiplicidade e visibilidade das iniciativas oficiais (CE; Governos portugueses)</p> <p>A base tecnológica necessária começa a estar instalada e acessível</p> <p>Em algumas das áreas foram já obtidos resultados visíveis, com serviços disponíveis que têm tido uma boa aceitação (p.ex., as declarações fiscais)</p> <p>Recursos alocados, directa ou indirectamente (p.ex., constituição de <i>task-forces</i>; 544 MEUR disponíveis em 2003³)</p> | <p>Custos elevados de implementação, a nível financeiro e a nível sócio-cultural</p> <p>Demoras significativas na obtenção de resultados visíveis em diversas áreas, porque exigem mudanças estruturais</p> <p>Falhas na segurança</p> <p>Exige o envolvimento de toda a sociedade, em especial da AP (aumento de complexidade)</p> <p>A AP não tem sido bom exemplo da adopção dos princípios da Sociedade de Informação, numa forma geral</p> <p>Interdependência muito forte das diversas componentes, que aumenta a complexidade e dificulta a implementação por módulos</p> |
| Oportunidades | Ameaças |
| <p>Há ainda muitas áreas de aplicação por explorar (p.ex., a saúde), há muitos serviços que ainda não estão on-line</p> <p>A internet (em banda larga) começa a ter uma penetração considerável em Portugal</p> <p>Os serviços que já estão on-line começam a atrair novos interessados, tanto do lado dos fornecedores de serviços, como dos clientes</p> | <p>Impacto profundo em toda a sociedade, com enormes riscos potenciais em termos económicos, sociais, políticos</p> <p>Curta duração dos Governos</p> <p>Complexidade a nível legislativo</p> <p>Elevados investimentos exigidos</p> <p>Restrições orçamentais (do Governo e dos cidadãos)</p> <p>Custos elevados das ligações em banda larga</p> <p>Baixo nível cultural e educacional médio da população, que leva a uma redução da percepção das vantagens</p> <p>Falta de preparação dos RH (profissionais ou utilizadores) para as novas tecnologias</p> <p>Cobertura ainda reduzida do UMTS</p> <p>Mercado de telecomunicações fixas fortemente dominado por um único operador</p> |

³ - Fonte: UMIC. Deste montante, 80% serão de fundos nacionais e 20% de fundos comunitários.

O impacto da Sociedade de Informação pode sentir-se em todos os sectores de actividade. No entanto, para cada um deles, terá objectivos diferentes. Na Tabela 2, apresentamos as áreas de impacto da Sociedade de Informação, de acordo com o “*World Summit on the Information Society – Plan of Action*”, definido pela ITU (2003).

Tabela 2 – Áreas de impacto da Sociedade de Informação

| <i>Área</i> | <i>Objectivos</i> |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Governo | Através do aumento da transparência, da eficiência e da inovação da Administração Pública, responder às necessidades dos cidadãos e empresas, com novos serviços e iniciativas. |
| Comércio | Os Governos, organizações internacionais e o sector privado devem mobilizar-se em conjunto, visando criar um ambiente mais favorável ao investimento privado, usando o acesso generalizado à internet em banda larga como uma ferramenta para reduzir a pobreza. |
| Ensino e Aprendizagem | Sendo a aprendizagem um factor vital para o sucesso dos objectivos da Sociedade de Informação, apostar na integração das TIC em todos os níveis de ensino, promovendo a aprendizagem ao longo da vida. Isto permitirá criar uma massa crítica de profissionais qualificados em TIC, ao mesmo tempo que se alarga o seu uso a toda a sociedade, produzindo conteúdos úteis, atractivos e socialmente relevantes. |
| Saúde | Criar sistemas de cuidados e de informação de saúde fiáveis, com capacidade de resposta atempada, de alta qualidade e acessíveis (física e economicamente). Promover a formação médica, a aprendizagem e a pesquisa contínuas, sem nunca deixar de respeitar e proteger o direito dos cidadãos à privacidade. |
| Emprego | Desenvolver boas práticas para tele-trabalhadores e tele-empregadores, apoiadas em novas formas de organização, visando aumentar a produtividade, o crescimento económico e o bem-estar. |
| Ambiente | Usar as TIC como instrumento ao serviço da protecção ambiental, do uso sustentável dos recursos naturais, e da monitorização e previsão do impacto dos desastres, naturais ou provocados pelo Homem, em especial nos países sub-desenvolvidos ou em vias de desenvolvimento. |
| Agricultura | Aumentar a produção, em quantidade e em qualidade, através do uso das TIC para disseminar sistematicamente informação relevante, actualizada e detalhada, sobre agricultura, silvicultura, pecuária, pescas e alimentação. |
| Ciência | Usar as TIC para facilitar o estabelecimento de parcerias, cooperações e redes entre instituições de investigação e/ou de ensino. Usar as TIC para tornar acessível a todos os países, do ponto de vista físico e económico, a informação científica, numa base equitativa. Usar as TIC para promover a recolha, disseminação e preservação sistemática e eficiente, a longo-prazo, de dados científicos digitais. |

Fonte: (ITU, 2003)

No âmbito deste trabalho iremos focalizar a nossa atenção no impacto concreto dos sistemas de informação nesta última dimensão: a Ciência.

Para resumir o que temos vindo a apresentar, podemos ver na Tabela 3 as principais características da Sociedade de Informação e quais os planos em que a passagem à prática de cada uma delas poderá fazer-se sentir.

Tabela 3 – Características da Sociedade de Informação

| Plano(s) | | | | | Características |
|----------|---|---|---|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| P | E | S | T | C | Tem como objectivo tornar a informação e o conhecimento acessíveis e partilháveis por todos os membros da sociedade, “instantaneamente, a partir de qualquer lugar e na forma mais conveniente”. |
| | | S | | C | Tem como objectivo reduzir as diferenças entre grupos sociais, regiões e países no acesso à informação e ao conhecimento. |
| | E | | | | Exige avultados investimentos. |
| P | E | S | | | Exige compromisso e coordenação governamentais, mas a participação de todos os quadrantes da sociedade. |
| | | | T | | Assenta fortemente na tecnologia, sobretudo nas TIC e, de forma especial, na internet em banda larga e na convergência das tecnologias de acesso. |
| P | E | S | T | C | A complexidade e o vasto âmbito da sua implementação implicam frequentemente atrasos, problemas de segurança e, em certos casos, dificuldades de aceitação. |
| | E | S | | | Ao exigir uma reestruturação sistemática de processos, provoca mudanças profundas ao nível do emprego. |
| | E | S | | C | Exige uma forte aposta na aprendizagem, como forma de garantir os ganhos potenciais da Sociedade de Informação, de encorajar práticas que salvaguardem a protecção da privacidade pessoal e a segurança da informação digital, e de gerar confiança nas redes digitais e nos serviços disponibilizados. (Mansell, 2003) |

Legenda

| | | | | | | | | | |
|---|----------------|---|-----------------|---|--------------|---|-------------------|---|----------------|
| P | Plano Político | E | Plano Económico | S | Plano Social | T | Plano Tecnológico | C | Plano Cultural |
|---|----------------|---|-----------------|---|--------------|---|-------------------|---|----------------|

Ainda antes de discutirmos em detalhe o impacto directo e potencial da sociedade de informação nos Sistemas de Ciência em geral e nas actividades de financiamento de projectos e recursos humanos de investigação em Portugal, na secção seguinte iremos descrever de forma breve uma das áreas de actuação da Sociedade de Informação: o Governo Electrónico.

I.2. Governo Electrónico

“O governo electrónico é um processo suportado no desenvolvimento das tecnologias de informação, que coloca o cidadão e as empresas no centro das atenções, melhora a qualidade e a comodidade dos serviços [prestados pela Administração Pública] e reforça os meios de participação activa no exercício de cidadania. Simultaneamente, aumenta a eficiência, reduz custos e contribui para a modernização do Estado.”⁴

Enquadrado na Sociedade de Informação, facilmente se entende a importância atribuída ao Governo electrónico: se a Administração Pública, nas suas diversas vertentes, tem de ser um dos principais motores da implementação da Sociedade de Informação, fará todo o sentido que comece por implementá-la de dentro para fora. De facto, modernizar os sistemas políticos, democráticos ou não, e os sectores públicos administrativos, assenta em larga escala na difusão das TIC.

Muitos têm sido os esforços levados a cabo no sentido de aproximar o Governo dos cidadãos e empresas, de melhorar ou mudar radicalmente os processos administrativos, de tornar mais eficiente e eficaz a máquina da Administração Pública, recorrendo massivamente ao uso de TIC. West (2003), apresenta-nos o resultado da análise ao estado do Governo electrónico nos 198 países do mundo, efectuada a 2166 websites entre Junho e Agosto de 2003. Entre as variáveis consideradas importantes e, por isso, analisadas, encontramos:

- a oferta de serviços electrónicos (só é considerado como tal um serviço que é integralmente executado online);

⁴ - (PCM, 2003b), pág. 4833

- o acesso a publicações e a bases de dados;
- a presença de políticas de privacidade e a implementação de políticas de segurança;
- a disponibilidade de acesso para cidadãos com deficiências;
- a disponibilidade de línguas estrangeiras;
- a existência de publicidade, de taxas de utilização ou de serviços de acesso restrito;
- a possibilidade de qualquer pessoa entrar em contacto directo com alguém da organização, além do Webmaster, quer por e-mail, quer através de formulários concebidos para esse fim.

Os resultados, apresentados sob a forma de percentagem entre as características e o número dos websites analisados, evidenciam, em 1º lugar, que ainda há muito a fazer no desenvolvimento do Governo electrónico, mesmo nos países mais adiantados: Singapura, que é o 1º do ranking, tem “apenas” 46.3%, enquanto Portugal, que aparece no 31º posto, tem 33.6%, como pode ver-se na Tabela 4.

Tabela 4 – Estado do Governo Electrónico no mundo em 2003

| <i>Posição</i> | <i>País</i> | <i>Class.</i> |
|----------------|-------------|---------------|
| 1º | Singapura | 46,3% |
| 2º | EUA | 45,3% |
| 3º | Canadá | 42,4% |
| 4º | Austrália | 41,5% |
| 5º | Taiwan | 41,3% |
| ... | ... | ... |
| 23º | Japão | 34,2% |
| ... | ... | ... |
| 31º | Portugal | 33,6% |
| ... | ... | ... |
| 198º | Gabão | 16,0% |

Adaptado de West (2003)

Na tabela que compara os resultados de cada país em 2002 e 2003, nota-se uma descida da classificação global da maioria dos países. No entanto, tal evidencia duas tendências: por um lado, aumentou o número de websites disponíveis; por outro, o cuidado colocado na sua produção decaiu, arrastando consigo a qualidade.

No cômputo geral, os 10 países cujos websites apresentam, em média, melhor qualidade são: Singapura, EUA, Canadá, Austrália, Taiwan, Turquia, Grã-Bretanha, Malásia, Vaticano e Áustria. No que diz respeito à análise por regiões, a ordem será: América do Norte (incluindo o México), Ásia, Europa Ocidental, Ilhas do Pacífico, Médio Oriente, Europa de Leste, Rússia e Ásia Central, América do Sul, América Central, e África.

O mesmo estudo conclui ainda que:

- 1 - tem havido progressos notáveis no número de serviços disponíveis;
- 2 - há sites que evidenciam a preocupação em disponibilizar acessos diversificados e meios de *feedback* para os utilizadores;
- 3 - há diversos sites ainda tão lentos que se tornam praticamente impossíveis de utilizar;
- 4 - a visibilidade das políticas de privacidade e a necessidade de políticas de segurança são frequentemente ignoradas;
- 5 - há sites que apresentam como serviços electrónicos, serviços que, afinal, consistem em pouco mais do que a disponibilização de formulários para impressão;
- 6 - o acesso por parte dos cidadãos com deficiências é, numa grande parte dos casos, esquecido;

7 - as actualizações da apresentação e até do conteúdo não são feitas atempadamente, tendo sido inclusivamente detectados sites que não são actualizados há três ou quatro anos.

E em Portugal, qual é o ponto de situação? Que objectivos se pretende alcançar com a implementação do Governo electrónico? Quais serão as suas grandes áreas de impacto?

A resposta a estas questões pode ser encontrada num conjunto de documentos, dos quais abordamos dois: o “Relatório de Diagnóstico” (UMIC, 2003) e a Resolução 108/2003 da Presidência do Conselho de Ministros (PCM, 2003b).

O ponto de situação do Governo Electrónico em Portugal vem mostrar que, apesar de ter havido já progressos, muito continua por fazer, uma vez que:

- nos sites dos organismos da AP, encontramos uma versão digital do “arquipélago político-administrativo do Estado”;
- em muitos dos casos, apenas está disponível informação institucional e é uma presença que atrai apenas 25% dos utilizadores da Internet;
- a percentagem de serviços disponíveis é diminuta, atendendo à enorme quantidade e diversidade que poderia ser disponibilizada;
- os serviços disponíveis ou são pouco sofisticados e pouco assentes em “ferramentas que possibilitam efectuar transacções entre a administração e os seus utentes”, ou, “dirigindo-se a um conjunto alargado de utentes [...], implicam contraprestações monetárias avultadas em benefício do Estado”.

Assim, se adoptarmos os quatro níveis de sofisticação definidos no *Plano de Acção eEurope 2002* para caracterizar os serviços públicos básicos online, somos forçados a concluir que a esmagadora maioria se situa apenas no 1º patamar (Informação), havendo ainda alguns que se enquadram já no nível seguinte (Interacção) e uma minoria no 3º nível (Interacção Bidireccional), ficando o 4º nível (Transacção) apenas como objectivo de futuro.

Para contrariar esta tendência de distanciamento em relação ao que de melhor se tem feito na Europa e no Mundo, o XV Governo traçou as linhas da evolução pretendida. Na sua visão integrada para a Sociedade de Informação, apresentada no “Plano de Acção para a Sociedade de Informação”, o Governo Electrónico corresponde ao pilar 3, “Qualidade e eficiência dos serviços públicos”.

“A visão do governo electrónico para Portugal consiste em colocar o sector público entre os melhores prestadores de serviços no nosso país. Para que tal se concretize, as entidades públicas devem focalizar-se no essencial — o cidadão individual (pessoas) e colectivo (empresas), os clientes dos serviços públicos.”⁵

Dito de outra forma, os objectivos que se pretende alcançar são “o reforço da eficiência e da eficácia das administrações” públicas e “o aumento da transparência e da democraticidade” (UMIC, 2003).

⁵ - (PCM, 2003b), pág. 4833

Para o desenvolvimento da estratégia de governo electrónico foram definidos sete eixos de actuação:

- 1 - Serviços públicos orientados para o cidadão;
- 2 - Administração Pública moderna e eficiente;
- 3 - Nova capacidade tecnológica;
- 4 - Racionalização de custos de comunicações;
- 5 - Gestão eficiente das compras;
- 6 - Serviços próximos dos cidadãos;
- 7 - Adesão aos serviços públicos interactivos.

Enquadrados nestes eixos, foram definidos os projectos emblemáticos a desenvolver no domínio do governo electrónico: o portal do cidadão; a promoção da interoperabilidade; a racionalização de custos de comunicação; as compras públicas electrónicas; a criação do portal da Administração e do funcionário público; o sistema de informação nacional e único da segurança social; o documento único do registo automóvel; e o sistema integrado do registo de identificação civil.

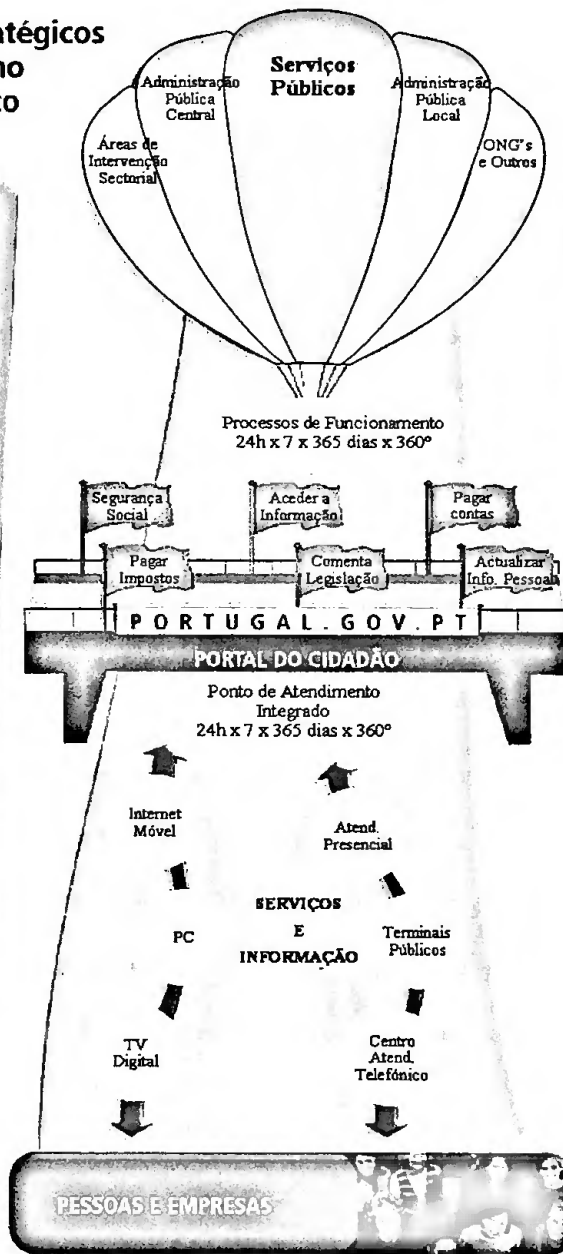
O portal do cidadão, que recentemente foi lançado, será a face mais visível do governo electrónico, assumindo-se como o estandarte da aproximação da Administração Pública ao Cidadão. Na Imagem 2, podemos ver qual o papel que se pretende que este Portal do Cidadão desempenhe na estratégia global para o Governo Electrónico.

Imagem 2 – O funcionamento do Governo Electrónico



Objectivos estratégicos do Governo Electrónico

- Conveniência e Satisfação
- Eficiência com Menores Custos
- Transparência
- Participação Democrática
- Integração de Serviços
- Liderança do Sector Público
- Reconhecimento de Portugal



Eixos de Actuação

- Serviços Públicos Orientados para o Cidadão
- Administração Pública Moderna e Eficiente
- Nova Capacidade Tecnológica
- Racionalização de Custos de Comunicações
- Gestão Eficiente das Compras
- Serviços Próximos dos Cidadãos
- Adesão aos Serviços Públicos Interactivos

Adaptado de: UMIC, 2003

No contexto do presente trabalho, alguns aspectos do plano de e-Government são de destacar:

- 1 - a preocupação, materializada ou não, de integração dos serviços públicos, entre eles próprios e na relação com os seus utilizadores;
- 2 - a promoção da interoperabilidade, como forma mais ou menos *standard* de permitir a convivência de sistemas distribuídos, permitindo um “serviço público global” mas simultaneamente serviços específicos e de grande detalhe;
- 3 - a inexistência de um plano ou programa específico para dinamização dos sistemas de informação e comunicação na dimensão da Ciência e Investigação, área central para alargar a aplicação da Ciência, Tecnologia e Inovação em sociedade, e foco central deste trabalho de investigação.

A partir da próxima secção analisaremos em grande detalhe o contexto de desenvolvimento de sistemas de informação para a ciência, e em particular para suporte às actividades de financiamento de projectos de investigação e desenvolvimento e de recursos humanos para a investigação.

Primeiro, na secção I.3 procedemos ao enquadramento destas actividades em Portugal.

De seguida, na secção I.4 analisamos as características específicas dos Sistemas de Informação de suporte à Investigação em curso (os *CRIS – Current Research Information Systems*).

Na secção I.5 abordamos a questão específica da Interoperabilidade, cerne deste trabalho.

Primeiro, definimos os conceitos de interoperabilidade no contexto deste trabalho. Analisa-se de seguida alguns *standards* actualmente e de forma

extensiva aceites como tecnologias potenciadoras de interoperabilidade, como é o caso do XML e tecnologias complementares. Finalmente, são descritas linguagens e tecnologias já desenvolvidas para promoção da “interoperabilidade” na partilha de informação sobre Investigação em Curso (sendo discutido o *CERIF – Common European Research Information Format*).

Este capítulo abre assim caminho para a discussão em detalhe de modelos alternativos e arquitecturas de interoperabilidade entre sistemas de projectos e recursos humanos de investigação, que serão objecto de análise aprofundada no capítulo seguinte (Capítulo II).

I.3. Projectos e Recursos Humanos de Investigação

“Projecto de Investigação: Uma investigação específica, numa área de interesse, actualmente desconhecida ou indefinida. Qualquer actividade de investigação ou desenvolvimento com um objectivo específico, com uma data de início e uma data de fim esperada.”⁶

As actividades de Investigação e Desenvolvimento (I&D) são um dos factores de peso no desenvolvimento dos países, pelo papel que desempenham na criação e desenvolvimento de novas competências, metodologias, tecnologias e produtos. Por isso mesmo, importa acompanhar o comportamento dos diversos países no que diz respeito ao financiamento deste tipo de actividades, atendendo a indicadores como a percentagem que esse financiamento representa no PIB, bem como à sua proveniência (pública ou privada; nacional ou estrangeira). Na Tabela 5, está retratada a evolução da percentagem do PIB alocada a actividades de I&D, em 1995, 2000 e 2001, bem como o Produto Interno Bruto (PIB) e a Despesa total em I&D (DI&D) em 2001, para: Portugal; a União Europeia (15 países); Alemanha, França e Reino Unido, três dos países mais relevantes na UE; Espanha, país nosso vizinho; Grécia, o país com o qual temos repartido a “cauda” da Europa; Japão e EUA, países do grupo dos mais desenvolvidos.

⁶ - cfr. (EUROCRIS, 1998)

Tabela 5 – Despesa total em I&D (DI&D) – Percentagem do PIB

| País / Região | Ano | | | PIB | DI&D |
|----------------|--------|---------|--------|--------------|-----------|
| | 1995 | 2000 | 2001 | 2001 | 10* EUR |
| Portugal | 0,57 r | - | 0,85 e | 122.801,0 | 1.043,8 |
| UE (15 países) | 1,89 s | 1,95 s | 1,98 s | 8.863.775,3 | 175.502,8 |
| Alemanha | 2,25 | 2,49 | 2,51 | 2.073.700,0 | 52.049,9 |
| Espanha | 0,81 | 0,94 er | 0,95 r | 653.289,0 | 6.206,2 |
| França | 2,31 | 2,18 b | 2,23 | 1.475.584,0 | 32.905,5 |
| Grécia | 0,49 | - | 0,64 e | 131.024,0 | 838,6 |
| Reino Unido | 1,97 | 1,84 r | 1,89 r | 1.598.464,3 | 30.211,0 |
| Japão | 2,90 | 2,99 | 3,07 | 4.654.466,3 | 142.892,1 |
| EUA | 2,49 | 2,70 | 2,79 p | 11.278.249,2 | 314.663,2 |

Fonte: EUROSTAT, 2004, excepto DI&D

Notas:

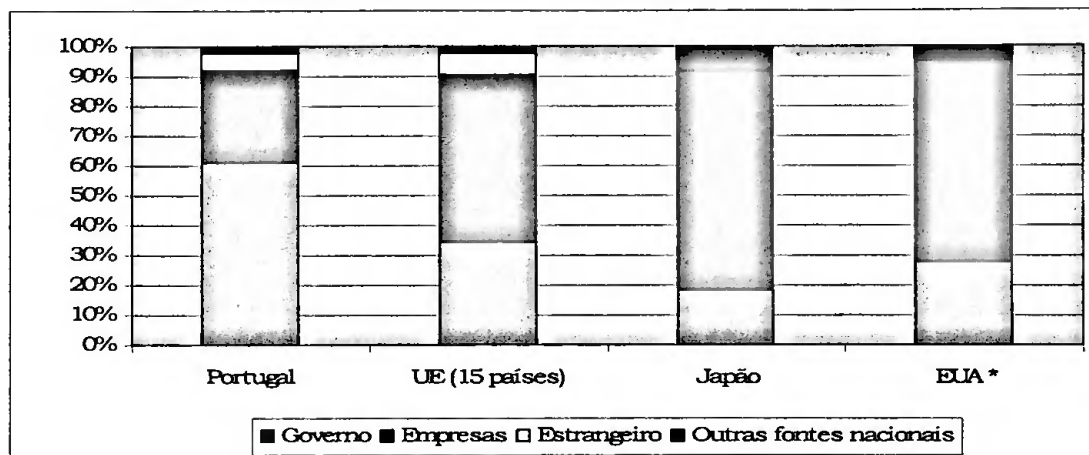
b – Quebra na série e – Valor estimado f – Previsão
 p – Valor provisório r – Valor revisto s – Previsão Eurostat

Olhando para a percentagem do PIB alocada a actividades de I&D, constatamos facilmente que ela é invariavelmente mais elevada nos países mais desenvolvidos, e, numa forma geral, tem vindo a crescer ao longo dos últimos anos.

Outro dado importante, que indicia igualmente o grau de desenvolvimento de um país, é a origem dos fundos de I&D. Tipicamente, nos países em que a economia está num estado de desenvolvimento já avançado, é o sector privado que suporta a maior fatia deste investimento. No Gráfico 1, podemos ver a distribuição percentual das diferentes fontes de financiamento, para Portugal, a UE (15 países), o Japão e os EUA, relativa a 2001. Há dois factores que se destacam de imediato:

- o enorme peso do Governo em Portugal;
- o peso reduzido do Governo no Japão e EUA.

Gráfico 1 – Despesa total em I&D por fonte de financiamento, em 2001 (%)

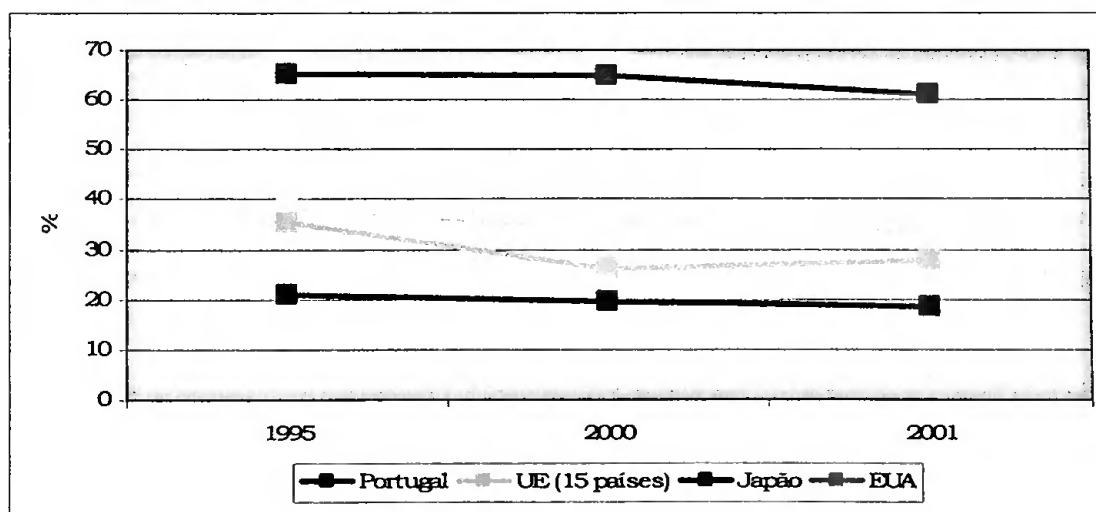


Fonte: EUROSTAT, 2004

* Os valores da participação do “Estrangeiro” e “Outras fontes nacionais” para os EUA não estavam disponíveis. Todo o valor que não está em “Governo” ou “Empresas” foi considerado em “Outras fontes nacionais”.

Para os mesmos 3 países e a UE, como podemos ver no Gráfico 2, há uma tendência para a redução da participação do Governo, tendo Portugal dado passos significativos nesse sentido ao longo dos últimos anos, embora, como vimos também, tenha ainda um longo caminho a percorrer.

Gráfico 2 – Evolução da Despesa total em I&D financiada pelo Governo (%)



Fonte: EUROSTAT, 2004

O financiamento público das actividades de I&D em Portugal tem assumido, ao longo dos últimos anos, um papel de grande importância, como ficou bem patente nos dados acima apresentados.

Desde a entrada na Comunidade Económica Europeia (CEE), em 1986, Portugal tem recebido fundos comunitários avultados, os quais, aliados aos recursos financeiros nacionais, têm permitido um aumento substancial das actividades de I&D, pois têm criado condições para: a construção de infraestruturas; a aquisição de equipamentos; a criação de centros de investigação; a formação avançada dos Recursos Humanos portugueses, em Portugal ou no estrangeiro; o convite a cientistas estrangeiros para vir trabalhar em I&D em Portugal durante períodos de seis meses ou mais; o desenvolvimento de projectos de investigação fundamental ou de investigação aplicada, sendo estes últimos desenvolvidos em parcerias com empresas.

Para termos uma perspectiva dos fundos envolvidos, em 2004, basta referir genericamente os dados que nos são apresentados nas Grandes Opções do Plano para 2004 (DPP/MF, 2003). O financiamento total previsto no Programa de Investimentos e Despesas de Desenvolvimento da Administração Central (PIDDAC) para 2004 é de 5861.3 milhões de Euros, repartidos entre fontes nacionais (3253.5 milhões de Euros) e comunitárias (2607.8 milhões de Euros). De referir que este financiamento é inteiramente público. O Programa Orçamental P3 – Investigação Científica tem uma dotação global de 243.3 milhões de Euros, representa, assim, cerca de 4.2% do total, sendo 149.3 de Financiamento Nacional e os restantes 93.9 de Financiamento Comunitário.

Das instituições públicas que, no nosso país, se dedicam quase em exclusivo à distribuição dos fundos para I&D comunitários ou nacionais pelos

seus beneficiários finais, uma das que tem tido grande relevância nos últimos anos é a Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT). Os principais apoios que concede podem ser agrupados em:

- Instituições (incluindo-se aqui Unidades de Investigação, Laboratórios Associados e Laboratórios de Estado);
- Projectos de Investigação e Desenvolvimento;
- Bolsas de Ciência e Tecnologia;
- Infraestruturas;
- Reequipamento Científico;
- Fundo de Apoio à Comunidade Científica (FACC).

No presente trabalho, iremos abordar apenas os dois SI que têm suportado a gestão dos financiamentos dos “Projectos de Investigação e Desenvolvimento” (daqui em diante referido como “SI de Projectos”) e dos Recursos Humanos, na vertente de “Bolsas de Ciência e Tecnologia” (daqui em diante referido como “SI de Bolsas”), pelos motivos que a seguir apresentamos:

- em primeiro lugar, sentimos a necessidade de delimitar o âmbito da investigação, para podermos desenvolver um trabalho com um grau de profundidade adequado;
- depois, o conhecimento que temos dos SI da FCT, fruto do trabalho diário com eles desde 1997, permite-nos avaliar a necessidade, a curto prazo, de estabelecer a ligação entre eles, actualmente ainda muito ténue. Dado que os Projectos e as Bolsas são financiamentos que se revestem de algumas características semelhantes e andam interligados na prática, optámos por começar pelos SI correspondentes;
- além disso, e na sequência do ponto anterior, podemos perceber que a interoperabilidade entre ambos os SI reveste-se de grande importância,

quer para a Direcção da FCT, quer para comunidade científica de um modo geral, permitindo àquela uma melhor gestão dos fundos de que dispõe e a todos um conhecimento mais profundo das actividades de I&D desenvolvidas e das competências que elas têm ajudado a criar;

- por outro lado, os concursos de Projectos e Bolsas são mais frequentes e o número de candidaturas e de aprovações é largamente superior ao das Instituições, o que torna a necessidade da sua articulação com outros SI ainda mais premente, por ser praticamente impossível fazê-la sem ser informaticamente;
- finalmente, têm um ciclo de vida e de financiamento relativamente curto, e sempre balizado no tempo, que implica circulação mais frequente de informação e de capital entre os beneficiários e a FCT.

Para termos uma noção do valor que os Projectos e as Bolsas representam, faremos um breve resumo dos financiamentos concedidos pela FCT, nestas duas vertentes, na Tabela 6 e na Tabela 7.

Tabela 6 – Financiamentos concedidos pela FCT, em Projectos de Investigação

| <i>Concurso</i> | <i>Projectos</i> | <i>Financiamento (EUR)</i> |
|----------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------|
| Todos os Domínios Científicos (1998) e Programas Específicos (1998 e 1999) | 1.757 | 117.884.878,00 |
| Todos os Domínios Científicos (2000) | 836 | 58.114.616,81 |
| Todos os Domínios Científicos (2001) | 698 | 46.081.304,00 |
| Todos os Domínios Científicos (2002) | 289 | 20.332.936,00 |
| Programas Específicos (2002) | 11 | 717.173,00 |
| Programas Específicos (2003) | 26 | 610.000,00 |
| TOTAL | 3.617 | 243.740.907,81 |

Fonte: FCT (<http://www.fct.mctes.pt>)

Tabela 7 – Nº de Projectos e Bolsas de C&T financiados pela FCT

| <i>Tipo</i> | <i>Nº de apoios financiados</i> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Projectos de Investigação, em curso no final do 1º semestre de 2004 | 2.778 |
| Bolsas de C&T, em curso após o concurso de 2004 | 4.910 |
| Bolsas no âmbito de projectos, atribuídas desde o concurso de 2000 até ao 1º semestre de 2004 | 2.360 |

Fonte: FCT ("Agenda de C&T 2005", Dezembro de 2004)

Qual é, então, a informação considerada relevante para a gestão de todo o ciclo de financiamento de um projecto de investigação, do ponto de vista da FCT? E de uma bolsa? Serão iguais, ou serão totalmente diferentes? Em jeito de resposta a esta última questão, conforme referimos, estes dois tipos de financiamento foram escolhidos precisamente por apresentarem diversos pontos de contacto.

Na Tabela 8, estão expressas as principais características de um projecto e de uma bolsa, nos moldes em que são financiados pela FCT. Convém referir que a situação apresentada diz respeito apenas ao caso mais comum, não pretendendo ser exaustiva: por exemplo, no caso de um projecto a duração pode ser inferior a 36 meses, as prestações podem ser menos ou podem estas ser subdivididas; no caso das bolsas, a duração pode ser diferente de 12 meses logo à partida, o financiamento pode ser influenciado por outros factores que não os referidos.

Tabela 8 – Características mais comuns dos Projectos e das Bolsas

| Característica | Projecto | Bolsa |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Beneficiário (para quem é transferido o dinheiro) | Instituição Proponente | Bolseiro |
| Responsável legal | Investigador Responsável + Dirigente máximo da Instituição Proponente | Bolseiro |
| Nº de pessoas envolvidas nos trabalhos | Equipa de investigação de dimensão variável | Bolseiro + Orientador, caso se trate de uma bolsa para a obtenção de grau académico |
| Duração | 36 meses | 12 meses, podendo ser renovada por iguais períodos até 36 meses |
| Financiamento | Variável de projecto para projecto | Variável conforme o tipo de bolsa e o local de realização (Portugal ou estrangeiro) |
| Faseamento do Pagamento | Faseados, em 4 prestações (40% + 30% + 20% + 10%), dependentes da apresentação de despesas pelo Investigador Responsável e da conclusão do projecto (formalizada com a aprovação do Relatório Final pela FCT) | Mensais, de valor fixo |

Na Tabela 9, podemos acompanhar as principais etapas do ciclo de vida de um projecto e de uma bolsa na FCT. Apresentamos o ciclo típico em caso de co-financiamentos com fundos comunitários, por serem a grande maioria dos financiamentos concedidos pela FCT.

Tabela 9 – Ciclo de vida de um projecto e de uma bolsa na FCT

| Etapa | Projecto | Bolsa |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1. Abertura de concurso | É decidida, pela Direcção da FCT, a abertura de um concurso. São publicados os respectivos Edital e Regulamento, e é disponibilizado o formulário de candidatura | |
| 2. Candidatura | Os Investigadores interessados preenchem e enviam para a FCT o formulário de candidatura. Actualmente, esta etapa é quase inteiramente electrónica, sendo enviada em papel apenas a documentação contratual (como os Termos de Responsabilidade) | |
| 3. Preparação da avaliação | Na FCT, são validadas do ponto de vista formal as candidaturas recebidas. Além disso, são constituídos Painéis de especialistas nacionais e internacionais, habitualmente por área científica, que irão fazer a avaliação científica das candidaturas | |
| 4. Avaliação | Reunidos em Portugal ou submetendo o relatório através da internet, os Avaliadores dão o parecer no sentido de aprovar ou não cada uma das candidaturas analisadas | |

| Etapa | Projecto | Bolsa |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5. Preparação da aprovação e homologação | Depois de o Painel de Avaliação dar por terminada a análise das candidaturas e de ter completado os relatórios correspondentes, é preparada a comunicação desses resultados ao Gabinete de Gestão do fundo comunitário em causa (POCI2010 ou POS_Conhecimento), a fim de serem aprovados os montantes a financiar, no âmbito desses Programas | |
| 6. Aprovação | O Gabinete de Gestão pronuncia-se sobre as candidaturas recomendadas para financiamento pelos Painéis de Avaliação, tendo em conta também os objectivos do Programa comunitário que está a gerir. Caso seja aprovado esse financiamento, é enviado para o Ministério da tutela, para homologação dos resultados | |
| 7. Homologação | O Ministério que tutela o Programa comunitário que irá co-financiar a candidatura aprovada pronuncia-se acerca da concordância com esse financiamento, homologando os resultados | |
| 8. Aceitação pelo concorrente do resultado da avaliação e início dos trabalhos | O financiamento dos projectos é variável, pelo que é indicado em cada uma das candidaturas qual o montante solicitado para realizar o plano de trabalhos. Como o Painel de Avaliação efectua, frequentemente, cortes neste valor, o proponente pode ou não aceitar avançar com o projecto nessas condições. | O financiamento atribuído a cada bolsa varia conforme a duração, o tipo de bolsa e o local onde vão ser desenvolvidas as actividades (em Portugal ou no estrangeiro). |
| 9. Pagamentos ao Beneficiário e prestação de contas à FCT | O pagamento dos projectos obedece, tipicamente, à sua divisão por prestações (entre 2 e 4, conforme a duração e o financiamento do projecto), sendo a primeira paga no início do projecto e as restantes à medida que o Investigador Responsável for apresentando à FCT comprovativos de despesa. Como os projectos têm, na maior parte dos casos, uma duração de 3 anos devem enviar relatórios de progresso no final do 1º e do 2º ano, e um relatório final depois de concluído o projecto. A última prestação só será paga depois de entregue e aprovado este relatório pela FCT. | Os pagamentos são efectuados mensalmente, durante o período da bolsa. No final da bolsa, ou de cada ano, o Bolseiro deve enviar um relatório de actividades à FCT |
| 10. Encerramento | Depois de analisado e aprovado o Relatório Final, pela FCT e pelo Gabinete de Gestão, é feito o acerto de contas final (pagamento do saldo ou pedido de devolução) e o projecto é dado como encerrado quando este acerto tiver sido concretizado. | Depois de analisado e aprovado o Relatório Final, pela FCT, a bolsa é dada como encerrada. |

Cada uma destas fases só é executada se a anterior for concluída com sucesso. As excepções podem encontrar-se: na ordem das fases 6 a 8, para os

projectos, sendo possível encontrar várias combinações; o encerramento pode ser determinado sem que tenha sido entregue, analisado e aprovado o Relatório Final, a pedido do beneficiário ou por decisão fundamentada da FCT.

Estamos, pois, diante de um processo no qual entram diversos agentes, cada um dos quais gerando e acedendo a informação diferente dos restantes, em momentos distintos. Estas características são cruciais no contexto da interoperabilidade e sistemas distribuídos. Na Tabela 10, procuramos sistematizar a relação entre os utilizadores e a informação do SI de Projectos, definindo quem, e em que fases, gera e utiliza informação.

Tabela 10 – SI de Projectos: Utilizadores vs. Informação

| Informação \ Utilizadores | Ministério da tutela | | Gab. Gestão do PO | | Direcção da FCT | | Inv. Respons. | | Técnico do SPP | | Avaliador | | Público | |
|--------------------------------------|----------------------|----|-------------------|----|-----------------|----|---------------|---|----------------|----|-----------|----|---------|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | |
| Regras do concurso | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 3 | 9 | 10 | 4 | 1 | |
| Dossier de candidatura do projecto | 7 | | 6 | | 3 | | 2 | | 3 | 9 | | 4 | 8* | |
| Constituição do Painel de Avaliação | 3C | | 3 | | 3R | | 3 | | 3R | | 3R | | 4* | |
| Relatório de Avaliação | 7 | | 6 | | 5 | | 8 | | 5 | | 4 | | 8* | |
| Decisão de Aprovação | 7 | | 6 | | 7 | | 8 | | 7 | | - | | 8* | |
| Decisão de Homologação | 7 | | 7 | | 7 | | 8 | | 7 | | - | | 8* | |
| Aceitação do financiamento | 8 | | 8 | | 8 | 9 | 10 | | 8 | 8 | 9 | 10 | - | 8* |
| Transferência de verbas | 9 | 10 | 9 | 10 | 9 | 10 | | 9 | 9 | 10 | | - | - | |
| Despesas e/ou relatórios de execução | 9 | 10 | 9 | 10 | 9 | 10 | | 9 | 9 | 10 | | - | - | |
| Resultados dos projectos | 9 | 10 | 9 | 10 | 9 | 10 | | 9 | 10 | 9 | 10 | 9 | 10 | 10* |

Legenda

| Fase do projecto | |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Abertura de concurso |
| 2 | Candidatura |
| 3 | Preparação da avaliação |
| 4 | Avaliação |
| 5 | Preparação da aprovação e homologação |
| 6 | Aprovação |
| 7 | Homologação |
| 8 | Aceitação do resultado da avaliação pelo Investigador Responsável e início dos trabalhos |
| 9 | Pagamentos à Instituição Proponente e prestação de contas à FCT |
| 10 | Encerramento |

| Acção | |
|-------|--------------------------------------------------------------|
| n | Gera informação na fase n |
| n | Utiliza informação na fase n |
| nC | Gera informação na fase n, mas é maioritariamente utilizador |
| nR | Utiliza informação na fase n, mas é maioritariamente fonte |

* Accede apenas a parte da informação

Notas

1. Por "gerar informação" entende-se não apenas inserir os dados no SI, mas também ditar normas que influenciam os dados que são escritos.
2. Para manter a legibilidade do quadro, foram agrupados diversos tipos de utilizadores, que desempenham funções estreitamente relacionadas, na mesma classe:
 - a. "Técnico do SPP" inclui a Direcção de Serviços de Programas e Projectos da FCT (SPP), os Técnicos do mesmo serviço e Técnicos do Serviço de Gestão e Administração (SGA);
 - b. "Inv. Responsável" representa o Investigador Responsável e o Dirigente da Instituição Proponente
 - c. "Avaliador" representa Coordenador de Painel, Avaliador e Perito Externo;
 - d. "Público" inclui a Comunidade Científica, os Mass Media, o Público em geral.

Na Tabela 11, procuramos sistematizar a relação entre os utilizadores e a informação do SI de Projectos, definindo quem, e em que fases, gera e utiliza informação.

Tabela 11 – SI de Bolsas: Utilizadores vs. Informação

| Informação | Utilizadores | | Ministério da tutela | Gab. Gestão do PO | Direcção da FCT | Bolsheiro | Técnico do SFRH | | | Avaliador | Público | |
|--------------------------------------|--------------|----|----------------------|-------------------|-----------------|-----------|-----------------|----|----|-----------|---------|-----|
| | 3C | 3R | | | | | 8 | 9 | 10 | | | |
| Regras do concurso | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 9 | 10 | 4 | 1 | | |
| Dossier de candidatura da Bolsa | 7 | 6 | 3 | 2 | 3 | 9 | 4 | 8* | | | | |
| Constituição do Painel de Avaliação | 3C | 3 | 3R | 3 | 3R | 3R | 4* | | | | | |
| Relatório de Avaliação | 7 | 6 | 5 | 8 | 5 | 4 | 8* | | | | | |
| Decisão de Aprovação | 7 | 6 | 7 | 8 | 7 | - | 8* | | | | | |
| Decisão de Homologação | 7 | 7 | 7 | 8 | 7 | - | 8* | | | | | |
| Aceitação do financiamento | - | 8 | 8 | 9 | 10 | 8 | 8 | 9 | 10 | - | 8* | |
| Transferência de verbas | 9 | 10 | 9 | 10 | 9 | 10 | 9 | 9 | 10 | - | - | |
| Despesas e/ou relatórios de execução | 9 | 10 | 9 | 10 | 9 | 10 | 9 | 9 | 10 | - | - | |
| Resultados dos projectos | 9 | 10 | 9 | 10 | 9 | 10 | 9 | 9 | 10 | 9 | 10 | 10* |

Legenda

| Fase do projecto | |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Abertura de concurso |
| 2 | Candidatura |
| 3 | Preparação da avaliação |
| 4 | Avaliação |
| 5 | Preparação da aprovação e homologação |
| 6 | Aprovação |
| 7 | Homologação |
| 8 | Aceitação pelo concorrente do resultado da avaliação e início dos trabalhos |
| 9 | Pagamentos ao Bolseiro e prestação de contas à FCT |
| 10 | Encerramento |

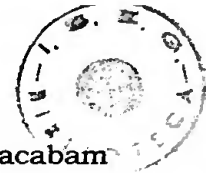
| Acção | |
|-------|-----------------------------------------------------------------|
| | Gera informação na fase n |
| n | Utiliza informação na fase n |
| nC | Gera informação na fase n , mas é maioritariamente utilizador |
| nR | Utiliza informação na fase n , mas é maioritariamente fonte |

* Accede apenas a parte da informação

Notas

1. Por "gerar informação" entende-se não apenas inserir os dados no SI, mas também ditar normas que influenciam os dados que são escritos.
2. Para manter a legibilidade do quadro, foram agrupados diversos tipos de utilizadores, que desempenham funções estreitamente relacionadas, na mesma classe:
 - a. "Técnico do SFRH" inclui a Direcção de Serviços de Formação de Recursos Humanos da FCT (SFRH), os Técnicos do mesmo serviço e Técnicos do Serviço de Gestão e Administração (SGA);
 - b. "Bolsheiro" representa o Titular da Bolsa e o respectivo Orientador, quando aplicável
 - c. "Avaliador" representa Coordenador de Painel, Avaliador e Perito Externo;
 - d. "Público" inclui a Comunidade Científica, os Mass Media, o Público em geral.

Como se pode verificar, os utilizadores são quase os mesmos e o ciclo de vida da informação é muito semelhante, nos dois SI em análise. Embora estejamos a olhar apenas para os grandes processos, facilmente se compreende as vantagens de interligar ambos os SI. Além disso, ao nível da própria informação que cada um deles contém, haverá diversas vantagens em conseguir fazer uma utilização conjunta e garantir a **Interoperabilidade**:



- como os avaliadores de candidaturas de Projectos e de Bolsas acabam por ser, em boa parte, os mesmos, seria mais fácil identificar com quais já se tinha trabalhado anteriormente e qual o seu desempenho;
- como os Bolseiros fazem frequentemente parte de equipas de projectos e como há também bolsas concedidas no âmbito de projectos, é de todo imprescindível que esta informação circule de forma transparente, para evitar, nomeadamente, sobreposição temporal de bolsas concedidas à mesma pessoa;
- as Instituições às quais os bolseiros se encontram ligados, por nelas desenvolverem as actividades de investigação, ou por ser a instituição que irá conferir-lhes o grau académico, são na sua maioria coincidentes com as Instituições associadas a projectos de investigação.

Tomando em consideração os factores até aqui apresentados, torna-se mais fácil compreender a motivação e a necessidade para procurar definir uma forma adequada de comunicação entre o SI de Projectos e o SI de Bolsas, em suma, de interoperabilidade.

Antes de mais, para se perceber melhor quais as especificidades deste tipo de informação, quando comparada com a informação de RH e de actividades, existente em todas as organizações, é imprescindível saber que estamos perante dois SI de Investigação em Curso (CRIS), tema que abordaremos na próxima secção.

I.4. SI de Investigação em Curso (CRIS)

*“Um Sistema de Informação de Investigação em Curso, habitualmente conhecido como CRIS, é uma ferramenta de informação dedicada a dar acesso e a disseminar informação de investigação. Incluem-se aqui Pessoas, Projectos, Organizações, Resultados (publicações, patentes e produtos), Instalações e Equipamentos, ...”*⁷

*“Informação sobre Investigação em curso: conjunto sistematizado de dados científicos, técnicos e administrativos que caracterizam os projectos de investigação em início, actualmente em curso, ou já finalizados.”*⁸

“*Transforming Research Information into Knowledge*” foi o tema do seminário sobre os CRIS que suportam a *European Research Area* (ERA), que teve lugar em Bruxelas, nos dias 18 e 19 de Setembro de 2003, patrocinado por seis das principais organizações europeias ligadas à I&D: CE, ESF, ALLEA, EARMA, ERCIM, CODATA e EuroCRIS. Na nota de abertura do seminário, por Keith Jeffery, Presidente do EuroCRIS, pode ler-se:

- a) *“o futuro da Europa – criação de riqueza e qualidade de vida – assenta na I&D (investigação e desenvolvimento);*
- b) *sem informação de I&D, os decisores das políticas de investigação não podem orientar, gerir e avaliar a I&D e os seus resultados;*
- c) *actualmente, a informação de I&D está dispersa e é heterogénea;*
- d) *é necessário tornar a informação de I&D acessível através de uma interface homogénea;*
- e) *a homogeneidade pode ser facultada por tecnologias que utilizem o CERIF (Common European Research Information Format).”*

Estas palavras resumem a importância da informação sobre I&D e o panorama actual no que diz respeito à disponibilidade dessa mesma informação na Europa, apontando uma solução para ultrapassar este problema.

⁷ - <http://www.eurocris.org/en/eurocris/>, consultada em 2005/09/22

⁸ - UNESCO, 1982, referido em (Caldas, 1997)

Um CRIS é, pois, um SI que gere a informação relativa à “investigação em curso”: investigação a decorrer actualmente, que irá ter início a curto prazo ou que já se encontra concluída mas reveste-se ainda de interesse relevante.

O conteúdo de um CRIS deverá abranger pelo menos alguns destes tópicos:

- Projectos de Investigação;
- Organizações;
- Pessoas;
- Produtos, patentes, publicações ou outros resultados de projectos de investigação;
- Conhecimentos específicos detidos por alguém ou alguma organização;
- Equipamento e instalações.

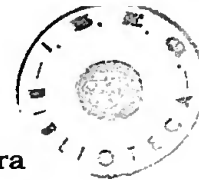
Este é o conteúdo que o CERIF modeliza já desde a versão CERIF 1999. Este é o principal *standard* de informação científica na Europa, desenvolvido pelo EuroCRIS sob a égide da Comissão Europeia. Apesar da notável evolução que os CRIS têm sofrido, mormente devido às melhorias de que o CERIF tem sido objecto, Jeffery (2004) diz-nos que é urgente que os próprios CRIS evoluam mais ainda, por forma a conseguirem dar aos utilizadores toda a informação de que estes necessitam e no formato mais conveniente, para evitar que recorram a fontes menos fidedignas ou que, por não estarem devidamente mediadas, possam conduzir a interpretações erróneas dos dados.

Afinal, quem são os utilizadores típicos de um CRIS e quais os benefícios que pretendem obter da sua utilização? Iremos tentar dar uma resposta a estas questões através da Tabela 12.

Tabela 12 – CRIS: Utilizadores e Benefícios esperados⁹

| Benefícios | Utilizadores | | | | | | | | | | | Massa Média | Empresas em geral | Cidadão comum | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------|-----------------|----------------|---------------------|----------------------|-------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------|---------------------|-------------|-------------------|---------------|--|--|
| | Decisores Políticos | Entidades financiadoras | Gestores de C&T | Investigadores | Instituições de C&T | Professores e alunos | Inovadores empresariais | Intermediários de informação | Inovadores empresariais | Professores e alunos | Instituições de C&T | | | | | |
| Definir prioridades para as actividades de I&D | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | |
| Analisar as tendências de I&D no país e internacionalmente | X | X | | | | | | | | | | | | | | |
| Supportar políticas de I&D | X | X | | | | | | | | | | | | | | |
| Identificar financiamento potencial | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | |
| Avaliar o financiamento para I&D | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | |
| Evitar duplicação de actividades de I&D | | | X | X | X | | | | | | | | | | | |
| Fonte para publicações científicas | | | | X | X | | | | | | | | | | | |
| Obter informação publicada por pares | | | | X | X | | | | | | | | | | | |
| Facilitar a exploração da I&D | | X | | | | | | | | | | | | | | |
| Melhorar as funções administrativas internas | | X | X | | X | | | | | | | | | | | |
| Promover a cooperação internacional | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | |
| Conhecer as redes de I&D | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | |
| Estabelecer contactos e redes | | | X | X | X | | | | | | | | | | | |
| Identificar novos mercados para os produtos | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Identificar novos produtos para o mercado | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Identificar pessoas ou organizações com os conhecimentos desejados | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Localizar equipamentos e serviços de I&D | | X | | X | X | | | | | | | | | | | |
| Ferramentas de planeamento e administração para projectos de I&D | | X | X | X | X | | | | | | | | | | | |
| Cumprir obrigações legais, nomeadamente registo de informação | | X | | X | X | | | | | | | | | | | |
| Promover as actividades desenvolvidas e os resultados obtidos | | X | | X | X | | | | | | | | | | | |
| Disponer de uma ferramenta normalizada para caracterização de informação e pesquisas | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | |
| Obter exemplos concretos de resultados de I&D para as cidadãs | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Obter estatísticas de I&D | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | |
| Comparar as Instituições de I&D entre países | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | |

⁹ - Baseado em (Caldas, 1997), (CORDIS, 2000) e (EuroCRIS, 1998)



Além destas categorias de utilizadores, ainda podemos encontrar outra tipologia, que diz respeito à relação que têm com o CRIS (CORDIS, 2000). Estes tipos de intervenientes no CRIS podem enquadrar-se numa ou em várias das categorias apresentadas na Tabela 12, pelo que optámos por referi-los separadamente:

- Utilizador (*"User"*): recolhe informação do CRIS, para utilizar num contexto de trabalho;
- Contribuinte (*"Contributor"*): fornece informação para publicar no CRIS;
- Multiplicador (*"Multiplier"*): promove o serviço junto de potenciais utilizadores e/ou apoiando-os para utilizar o CRIS;
- Consultor (*"Adviser"*): sugere formas de melhorar o conteúdo e as características oferecidas;
- Apoiante (*"Supporter"*): exerce influência nas formas de suportar e desenvolver os CRIS.

Outro aspecto que deve ser tido em conta, quando falamos de CRIS, tem a ver com o tipo de informação armazenada, a sua periodicidade de actualização e a duração do seu período de vida. Se, noutros tipos de SI, é armazenada informação com períodos muito rápidos de registo e actualização, chegando a atingir milhões de registos diários, mas que têm depois um período de vida curto, de apenas alguns meses, no caso dos CRIS o panorama é diferente: os dados revestem-se duma natureza relativamente estática e são retidos indefinidamente, ou seja, os dados entram em quantidades reduzidas¹⁰, as actualizações são pouco frequentes, mas os dados antigos raramente são destruídos (Elmasri e Navathe, 1994).

¹⁰ - Em 10 anos, foram financiados apenas 4230 projectos.

Esta perenidade dos dados pode revelar-se um problema: os SI que foram criados para os armazenar inicialmente ficam tecnologicamente obsoletos. Por um lado, torna-se cara a sua manutenção, o que aconselha à sua substituição por tecnologias mais recentes; por outro, a sua criticidade e complexidade impedem ou, pelo menos, dificultam largamente, a sua substituição. A par disso, o contexto em que estão inseridos muda também rapidamente, sobretudo em organizações em que a componente política é mais forte, como acontece na FCT. A consequência mais visível acaba por ser a coexistência de vários SI, suportados por plataformas diferentes, desenvolvidos em linguagens distintas e, por vezes, sem qualquer tipo de comunicação estabelecida entre eles, tão grandes são as diferenças de estruturas.

Neste contexto, torna-se extremamente fácil compreender a necessidade de conseguir harmonizar todos estes instrumentos, a fim de suportar eficazmente a organização em que se encontram. Para isso, é preciso definir como é que pode ocorrer essa comunicação, isto é, como é que pode chegar-se a uma plataforma de interoperabilidade.

Iremos tentar lançar alguma luz sobre este assunto já de seguida, na secção I.5.

I.5. Interoperabilidade de Sistemas de Informação

*"Interoperabilidade de aplicações heterogéneas é definida como a capacidade de múltiplas aplicações de software, escritas em linguagens de programação diferentes, a correr em plataformas diferentes com outros sistemas operativos, comunicar e interagir umas com as outras sobre diferentes redes de computadores."*¹¹

*"Interoperabilidade é a partilha e troca de informação através de soluções tecnológicas integradas, independentemente da fase do projecto, da especialidade ou do papel do participante no ciclo de vida!"*¹²

*"A capacidade de diferentes tipos de computadores, redes, sistemas operativos e aplicações trabalharem efectivamente em conjunto, sem comunicação anterior, de modo a trocar informação de forma útil e com significado. Há três vertentes da interoperabilidade: semântica, estrutural e sintáctica."*¹³

*"Interoperabilidade é mais do que 'canalização digital' – garantir que os computadores falam de forma que os dados circulem adequadamente. Fundamentalmente, interoperabilidade é a conversa e a partilha de informação entre pessoas. Partilhar informação reduz o fardo do reduz o peso do papel no cidadão, refina os processos de trabalho e enriquece a formulação, implementação e avaliação da política."*¹⁴

A evolução dos SI, na diversidade de usos e de tecnologias envolvidas, tem vindo a revelar-se uma espada de dois gumes:

- por um lado, tem permitido dar respostas cada vez mais rápidas às necessidades das organizações em diferentes áreas, com custos progressivamente reduzidos;
- por outro lado, contudo, tem dado origem à criação de "arquipélagos de sistemas de informação", constituídos por um conjunto de "ilhas" entre as

¹¹ - (Chiang, 2003)

¹² - (IAI - International Alliance for Interoperability)

¹³ - <http://library.csun.edu/mwoodley/dublincoreglossary.html>, consultada em 2005/09/22

¹⁴ - (Landsbergen e Wolken, 2001)

quais não há comunicação. Nestes casos, o esforço de interoperabilidade acaba muitas vezes por resultar em custos adicionais que inicialmente não são equacionados quando os SI são planeados e executados.

Para conseguir ultrapassar esta incomunicabilidade, tem vindo a crescer o relevo dado a técnicas e ferramentas que visam estabelecer a interoperabilidade de SI. Este movimento conheceu um impulso significativo desde que as redes locais e, mais recentemente, a Internet, começaram a disponibilizar largura de banda e fiabilidade a custos reduzidos. A partir daí, estava disponível o canal de comunicação, mas faltava ainda que todos os intervenientes falassem a mesma língua e compreendessem o contexto em que se encontram.

Definição e objectivos

A interoperabilidade, independentemente do seu âmbito de aplicação, assenta sempre na troca de informação entre as diferentes partes envolvidas. Por esse motivo, é frequente que interoperabilidade e integração sejam apresentadas como sinónimos, sendo a interoperabilidade mais comum no domínio das redes (de comunicação de dados, eléctricas), enquanto a integração é dominante nos sistemas de informação (Integração de Sistemas, "Enterprise Application Integration", para referir apenas dois exemplos).

Das definições acima apresentadas, ressaltam algumas características importantes:

- assenta principalmente na troca de informação;
- a heterogeneidade é a nota dominante do ambiente em que irá ser implementada, a nível das redes, das plataformas, dos sistemas operativos, das linguagens de programação, das aplicações, dos dados;

- o seu objectivo último será facilitar a comunicação, não só entre sistemas de informação, mas essencialmente entre pessoas. Cria-se assim uma rede social e tecnológica.

Os objectivos da interoperabilidade são, segundo a IAI:

- aumentar a produtividade, a eficácia e, como resultado, os lucros;
- obter vantagens competitivas;
- integrar processos e aumentar a fluidez da informação;
- permitir a utilização de *standards* livres;
- tornar possíveis ligações internacionais.

Por outras palavras, podemos afirmar que, num processo de integração de aplicações, as organizações procuram encontrar uma forma de integrar sistemas diferentes, com o mínimo de impacto nas aplicações e na forma como a empresa desenvolve as suas actividades. Isto traz nítidas vantagens competitivas, como a possibilidade de: efectuar transacções em tempo real: satisfazer os seus clientes em tempos recorde, ao substituir muitos dos passos que consomem mais tempo por processos automatizados.

Além disso, convém frisar que as vantagens da integração de aplicações se diluem se a implementação não for rápida, se não funcionar correctamente ou se não permitir à organização ajustar-se automaticamente à mudança das necessidades do negócio.

Assim sendo, a forma como este problema é abordado, a arquitectura adoptada e as tecnologias aplicadas, são determinantes do valor do projecto de integração de aplicações.

Veremos de seguida as principais abordagens que poderemos adoptar.

Abordagens

Os avanços e mudanças, no ambiente dos SI, são rápidos, não só ao nível das tecnologias, mas também ao nível dos problemas que elas se propõem resolver. E isto tem sido verificado também no que diz respeito à interoperabilidade de SI.

Para conseguir atingir os objectivos da interoperabilidade, é preciso ultrapassar as barreiras semânticas e estruturais que existem entre os diferentes componentes. Uma vez que este tipo de barreiras podem existir a diversos níveis, a integração de sistemas de informação pode ser feita de diferentes formas, consoante o nível a que queira actuar-se.

Em primeiro lugar, importa definir o âmbito da integração: integração de SI da mesma organização (Enterprise Application Integration – EAI), ou de SI envolvidos de diferentes organizações (Business to Business Application Integration – B2B)? Apesar de terem as suas especificidades, estas duas formas apresentam também muitos pontos de contacto entre si. Por exemplo, ambas exigem quase sempre a presença de alguma tecnologia de transformação, tendo em vista ultrapassar as diferenças semânticas das aplicações, tecnologia de encaminhamento que garanta que a informação vai para os destinos correctos, e processamento de regras para definir o comportamento de integração (Linthicum, 2003).

Ainda seguindo o enquadramento conceptual do mesmo autor, outro aspecto a ter em conta é o nível a que se implementa a integração:

- 1 - orientada à informação;
- 2 - orientada aos processos de negócio;
- 3 - orientada aos serviços;
- 4 - orientada ao portal.

A **integração orientada à informação** defende que a integração seja feita entre bases de dados. Tem sido a mais utilizada, por ser suficiente em muitos dos casos e por ser relativamente simples de implementar, pois, em muitos casos, nem sequer exige alteração das aplicações já existentes.

Dentro desta abordagem, há três categorias principais:

- 1 - Replicação de dados. Independente do fornecedor ou do modelo das bases de dados envolvidas, é criada uma infraestrutura para a troca de dados entre elas.

Implica poucas alterações nas aplicações de origem e de destino, e há várias soluções disponíveis no mercado, de implementação simples e preço reduzido.

Estas vantagens, porém, perdem-se quando os métodos têm de estar associados aos dados, sendo preferível, nestes casos, uma abordagem orientada aos serviços.

- 2 - Federação de dados. É criada uma base de dados virtual, que consiste na reunião das bases de dados físicas existentes, tornando-as acessíveis como se se tratasse de uma só. Entre as bases de dados físicas e as aplicações que precisam de lhes aceder, é interposta uma camada de

middleware, que gere a recolha e a distribuição dos dados de e para as bases físicas, sendo as aplicações alheias a esta complexidade.

A vantagem de usar este *middleware* é que permite unir diferentes modelos de dados num só, permitindo aceder a qualquer uma das bases de dados ligadas através de um interface único e bem definido. Não exige alterações às bases de dados de origem ou de destino.

No entanto, exige algumas alterações ao nível das aplicações que lhes acedem, pois será utilizado um novo interface de acesso a um modelo diferente de base de dados (a base de dados virtual).

3 - Processamento de interfaces.

Quando estamos a falar de integrar pacotes aplicativos (p.ex.: SAP, Oracle, PeopleSoft) ou de aplicações feitas à medida, nas quais os métodos anteriores são difíceis, senão mesmo impossíveis, de aplicar, a solução é uma integração ao nível dos interfaces. Nestes casos, são implementados *integration brokers*, que suportam soluções de processamento de interfaces aplicativos, fornecendo adaptadores para cada um dos tipos de aplicação ou pacote aplicativo necessários. Uma vez que a única forma de conseguir extrair informação destas aplicações é através do seu interface, entre as ferramentas utilizadas contam-se os *screen scrapers*.

Uma das vantagens desta abordagem é a sua rapidez de implementação. A desvantagem é que a lógica e os métodos do negócio, quer das aplicações de origem, quer das de destino, não são contemplados, apesar de poderem ser relevantes para um dado esforço de integração. É possível que, no futuro, isto venha a ser possível mas, por agora, em casos destes, uma solução baseada em serviços é mais aconselhada.

A **integração orientada aos processos de negócio** consiste em criar um conjunto de processos, facilmente definidos e geridos centralmente, passando a actuar como uma entidade de controlo capaz de aceder aos processos e informação contidos nas aplicações a integrar. O seu objectivo, pois, consiste em aplicar regras apropriadas, numa sequência lógica previamente estabelecida, tendo em vista passar informação entre os sistemas participantes, bem como visualizar e partilhar processos de nível aplicacional, incluindo a criação de um processo abstracto comum que atravessasse sistemas internos e externos.

Normalmente, assenta sobre alguns tipos de soluções de integração de aplicações, havendo autores que defendem que o objectivo último de uma integração orientada à informação é servir de suporte a uma integração orientada aos processos de negócio.

Este tipo de integração raramente funciona de forma isolada, pois pretende apenas coordenar, ou gerir, o fluxo de informação entre diversas aplicações de origem e de destino existentes nas organizações, deixando de parte o processamento do interface do utilizador, a actualização de bases de dados ou a execução de transacções.

A **integração orientada aos serviços** tem vindo a ganhar terreno, apesar de não ser nova. Permite às aplicações partilhar lógica ou métodos de negócio comuns, quer definindo métodos que podem ser partilhados, quer fornecendo uma infraestrutura para a partilha desses métodos (alojando-os num servidor central; acedendo-lhes directamente através, por exemplo, de objectos distribuídos; ou através de plataformas *standard* como os *Web services*).

Quando comparada com a integração orientada à informação, apresenta um valor a longo prazo bastante mais elevado, mas, a curto prazo, é bastante mais exigente em tempo e recursos, pois implica alterações às aplicações existentes ou, em muitos dos casos, a criação de uma nova aplicação, que agregue os processos e a informação das diversas aplicações que pretende integrar.

A **integração orientada ao portal**, cuja utilização é, por enquanto, ainda muito reduzida, apresenta-se como a solução mais avançada, ao permitir ver uma grande diversidade de sistemas, quer internos, quer externos, através de um único interface ou aplicação.

A principal vantagem desta abordagem é que, dum assentada, evita o problema de integração de todo o *back-end*, pois adapta o interface de utilizador de cada sistema a um interface único, frequentemente um *browser*. Em consequência, integra todos os sistemas participantes através do browser e, no entanto, as aplicações não estão directamente integradas, dentro ou entre organizações.

Uma das grandes desvantagens consiste na forma deficiente como, normalmente, estes portais lidam com a troca de informação em tempo real. No entanto, esta pode ser uma limitação perfeitamente ultrapassada, se o interface que for desenvolvido não tiver de obedecer a restrições dessa natureza.

Outra desvantagem desta abordagem consiste no facto de obrigar, todos os elementos da organização a adoptar esta nova metodologia no trabalho do dia-a-dia, o que exige uma apurada gestão da mudança.



Standards

Uma das principais formas de garantir que um SI é, logo à partida, mais fácil de integrar com outros, consiste na adopção de *standards* como base de suporte, em especial se estes forem livres de quaisquer encargos financeiros. No domínio da interoperabilidade de SI, há dois que importa mencionar, no âmbito do trabalho que temos vindo a apresentar:

- XML, para os SI em geral;
- CERIF, especificamente para os CRIS.

XML (Extensible Markup Language)

“Extensible Markup Language (XML) é um formato de texto simples, bastante flexível, derivado do SGML (ISO 8879). Originariamente concebido para dar resposta aos desafios da publicação electrónica em larga-escala, o XML está a desempenhar um papel cada vez mais importante na troca de uma grande variedade de dados, na Web e noutros contextos.”

W3C¹⁵

O¹⁶ XML é uma meta-linguagem, um conjunto de regras para definir etiquetas semânticas, que dividem um documento em diversas partes e identificam cada uma dessas partes (Harold, 2004).

Apesar de ter vindo a ser apresentado como revolucionário, o XML não é uma novidade absoluta: descende do SGML (*“Standard Generalized Markup Language”*)¹⁷, concebido nas décadas de 1960 e 1970. No entanto, o SGML, por ser tão “personalizável”, torna-se extremamente flexível e poderoso, mas a

¹⁵ - <http://www.w3.org/XML/>, consultado em 2005/09/22

¹⁶ - Apesar de “XML” ser uma linguagem e, por isso, devesse ser um substantivo feminino, adoptamos o que surge na esmagadora maioria dos livros e artigos, referindo-o como masculino.

¹⁷ - ISO 8879:1986

sua implementação é extremamente cara. Assim, como pode ler-se na “XML 1.0 W3C Recommendation”, publicada em 1998, que o XML é um “dialecto (ou subconjunto) extremamente simples do SGML”, cujo objectivo é “permitir que o SGML genérico seja disponibilizado, recebido e processando na Web da mesma forma que actualmente é possível fazer com o HTML”, razão pela qual “o XML foi concebido para ser facilmente implementado, e para garantir a interoperabilidade quer com o SGML, quer com o HTML”.

O que tem, então, o XML de tão extraordinário que tenha levado a um fascínio tão grande por ele, como aquele a que temos assistido nestes últimos anos?

Em primeiro lugar, importa frisar uma diferença fundamental entre o XML e o HTML: enquanto este último é uma linguagem de *markup*, o XML é considerado uma linguagem de *meta-markup*. Na prática, isto significa que não tem um conjunto pré-definido de etiquetas (“*tags*”) e um número fixo de elementos, mas permite criar as etiquetas que forem necessárias para caracterizar o documento e o seu conteúdo, permitindo uma enorme flexibilidade, havendo, contudo, algumas regras básicas a respeitar.

Por outro lado, o XML é um formato de dados extremamente simples, que pode ser escrito em texto inteiramente ASCII ou Unicode, por exemplo. Isto é, logo à partida, uma enorme vantagem: o texto é razoavelmente resistente à corrupção, pois a falha de alguns *bytes* não coloca necessariamente em risco o resto do documento.

Além disso, é auto-descritivo, o que o torna facilmente legível e interpretável até por uma pessoa, mas especialmente adaptado para processamento por computador de forma automática.

A juntar a isto, trata-se de um formato livre, sobre o qual tem havido um enorme consenso entre todas as partes envolvidas, o que tem contribuído para que esteja bastante bem documentado. Assim, qualquer pessoa ou organização pode utilizá-lo, uma vez que não é necessário pagar direitos, o formato é simples e é fácil encontrar suporte e ferramentas auxiliares.

Finalmente, ao permitir criar estruturas que os documentos de XML devem seguir, conhecidas por *schemas*, servindo-se para isso de linguagens, a “W3C XML Schema Language” ou as muito utilizadas “Document Type Definitions” (DTDs), abre caminho para a definição de linguagens de *markup* específicas de um domínio. Exemplos disso são: MusicXML; MathML; e Chemical Markup Language (CML).

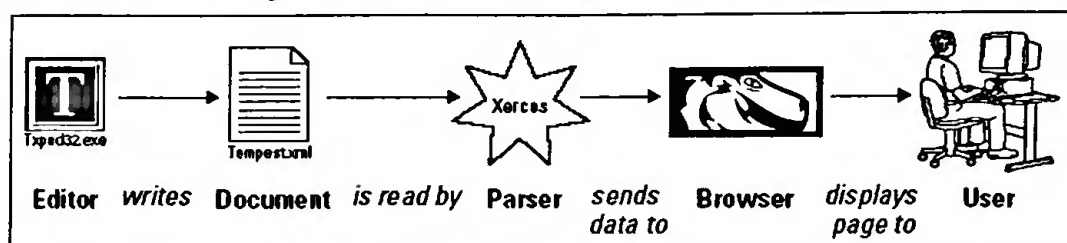
O XML descreve apenas a estrutura e a semântica dos documentos, mas não a sua apresentação. Para isso, socorre-se de documentos auxiliares, como as *style sheets*, que podem ser especificadas em XML Style Sheets (XSL) ou outras linguagens, como Cascade Style Sheets (CSS). Apesar de existirem *StyleSheets* para HTML, os documentos escritos nesta linguagem acabam por conter, muito frequentemente, o conteúdo e a apresentação.

Assim, torna-se extremamente fácil utilizar o mesmo documento de XML em diferentes contextos (para apresentar num browser, para imprimir, para importar para uma base de dados, para enviar através da internet), bastando para isso mudar a *style sheet* aplicada. Com o XML, os *browsers* não precisam de saber previamente todas as etiquetas que pode encontrar: ele irá descobri-las à medida que for lendo o documento ou o *schema* correspondente.

O XML é, na sua essência, um formato de documento, uma série de regras acerca da estrutura que um documento deve ter. Há dois níveis de conformidade com o *standard* XML: um documento tem de ser bem-formatado, e tem de ser válido. Isto significa que, por um lado, tem de obedecer às regras genéricas de construção de um documento em XML e, por outro, tem de obedecer às regras específicas contidas no DTD a que se encontra associado, se for esse o caso. Duma forma sintética, o ciclo de vida elementar de um documento XML é o que apresentamos na Imagem 3:

- 1 - o documento é criado num editor, que pode ser um simples editor de texto, como o Notepad, um editor WYSIWYG (“*What You See Is What You Get*”), como o Adobe FrameMaker, um editor estruturado, como o Visual XML, ou até uma base de dados;
- 2 - o documento é lido por um *XML parser*, ou processador XML, que verifica se o documento é bem-formatado e pode inclusivamente verificar se o documento é válido, embora este teste seja facultativo. Se o documento for bem sucedido nestes testes, o processador converte-o numa árvore de elementos;
- 3 - os dados, ou parte deles, são enviados para a aplicação final, que pode ser, por exemplo, um *browser* que mostra uma página ao utilizador, uma base de dados que guarda os dados num registo, um programa de MIDI que toca uma sequência de notas musicais, uma folha de cálculo que vê o conteúdo do documento como um conjunto de valores e fórmulas.

Imagem 3 – Ciclo de vida de um documento em XML



Fonte: (Harold, 2004)

Neste ciclo de vida, há ainda uma característica que confere uma versatilidade acrescida: cada componente é independente dos restantes, sendo o documento o único elo de ligação entre eles.

Como vimos até aqui, o XML tem características que o tornam útil para a troca de informação entre as mais diversas fontes e destinos, mas não trabalha sozinho. Há uma quantidade de tecnologias e *standards* que permitem pôr em prática as potencialidades do XML, assentando sobre ele: ¹⁸

- HTML, para garantir a retrocompatibilidade com *browsers* proprietários;
- CSS e XSL, nas suas duas variantes (“*XSL Transformations*” e “*XSL Formating Objects*”), para definir a forma como os documentos XML são apresentados;
- *Uniform Resource Locators* (URL) e *Uniform Resource Identifier* (URI) para especificar a localização de documentos XML;
- *Xlinks* para interligar documentos XML e *XPointers* para apontar para uma parte específica de um documento XML;

¹⁸ - cfr. (Harold, 2004)

- o conjunto de caracteres Unicode, para codificar o texto de um documento XML, tornando possível contrariar a hegemonia da língua inglesa na Web.

Qual é, então, a importância do XML para a interoperabilidade? O XML é um poderoso *standard* para estruturar e trocar informação, tendo evidenciado um valor mais tático do que estratégico no âmbito da integração de aplicações. Apesar desse valor se revelar em todos os tipos de projectos de integração de aplicações, é maximizado se o XML for utilizado como infraestrutura para a troca e gestão de informação, já que a essência da interoperabilidade é precisamente a troca de informação.

Como meta-linguagem que é, o XML oferece um formato de troca de informação que encapsula dados e metadados. Desta forma, torna-se possível que diversas aplicações e bases de dados troquem informação entre si, sem que tenham de saber nada sobre as outras. Para comunicar, o sistema de origem tem apenas de formatar os dados (uma mensagem, um pedaço de informação retirado dum interface, um registo dum tabela), transformando-os depois num ficheiro de texto em formato XML e enviá-lo para outro sistema que saiba como ler esse e interpretar esse documento em XML.

Ironicamente, o maior valor do XML vem, não da tecnologia em si, mas da sua aceitação generalizada como formato comum que permite que as aplicações, inter e intra-organizacionais, troquem entre si dados críticos para o negócio.

Apesar do enorme contributo do XML para a integração de aplicações, é preciso não perder de vista o seu real alcance e compreender as suas limitações. Logo à primeira vista, há duas que se destacam.

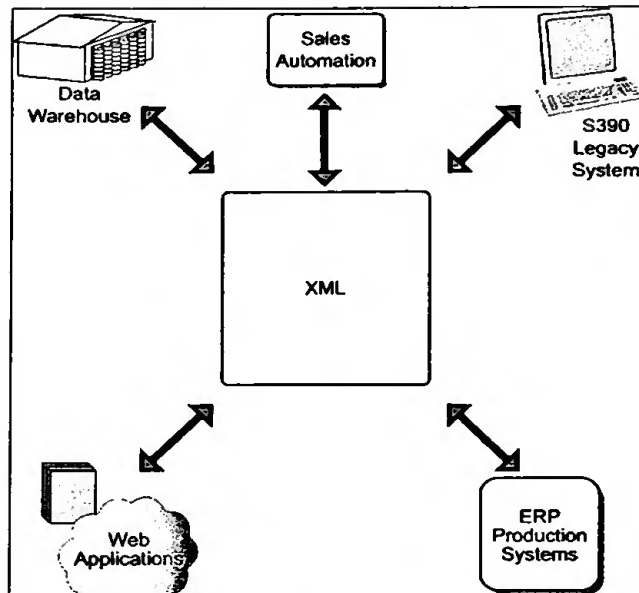
Em primeiro lugar, o XML não pode substituir o *middleware* num projecto de integração de aplicações, uma vez que é apenas um formato de documentos de texto, que fornece dados e metadados. Precisar-se-á sempre de uma forma de comunicação que permita aos documentos XML transitarem de uma aplicação até outra, bem como de um mecanismo que garanta, primeiro, a criação de ficheiros XML e, depois, a sua interpretação correcta. Isto sem esquecer que as aplicações terão de ser adaptadas para criarem e consumirem ficheiros XML.

Depois, o XML não é um bom formato de mensagens para a troca de informação, porque se trata dum formato de texto, ao qual se acrescenta o peso da meta-informação, o que ocupa muito mais espaço do que uma mensagem binária, podendo o XML atingir 20 vezes o tamanho da mensagem correspondente. Por este motivo, o que acaba por ser muitas vezes implementado é um mecanismo que permita transmitir os ficheiros XML sob a forma de mensagens em formato binário.

O XML foi concebido, desde o início, como um *standard* para a troca de informação na Internet. O seu valor no âmbito da integração de aplicações, embora não seja o de um “mágico” que vem resolver todos os problemas neste domínio, é sem dúvida incontornável, assumindo-se claramente como um *standard* para a troca de informação e, mais do que isso, como a base para outros *standards*, como *ebXML*, *RosettaNet* e *BizTalk*.

A Imagem 4 mostra-nos o papel central que o XML pode ocupar na integração de aplicações.

Imagem 4 – O XML na integração de aplicações



Fonte: (Linthicum, 2003)

Por ser um formato altamente flexível e com o qual é fácil trabalhar, o XML pode desempenhar um papel vital na integração de aplicações. No entanto, dadas as limitações que acima referimos, torna-se mais importante num ambiente inter-organizacional e/ou menos centralizado, pois aí o excesso de *bytes* começa a ser compensado pela facilidade de implementação.

Além disso, as aplicações, em especial as bases de dados, começam a ser já nativamente compatíveis com XML, sendo capazes de produzir e de importar ficheiros neste formato, pelo que se torna mais simples ainda a sua utilização para trocar informação.

A panóplia de *standards* associados ao XML, ou que sobre ele assentam, não pára de aumentar. Podemos prever que, no futuro, apenas alguns deles vinguem e sejam adoptados de forma massiva. Entre os mais promissores, contam-se RosettaNet, XML EDI (XEDI), BizTalk, Extensible Financial Reporting Markup Language (XFRML), XML-Schema, XML Query e XSLT. O

XSLT, que é um sub-produto do XSL, será, provavelmente, o de maior impacto: trata-se do *standard* que define como devem ser transformados os ficheiros de e para XML, bem como quais as transformações que um ficheiro terá de sofrer para corresponder à semântica da aplicação de destino.

Em suma, o XML não é a panaceia que, durante algum tempo, foi “*marketizada*”, mas é sem dúvida importante na integração de aplicações, por ser um *standard* de partilha de informação que é largamente aceite e suportado pela comunidade de fabricantes.

“Vai levar algum tempo até que sejamos capazes de reinventar as tecnologias de *middleware* e as aplicações em torno do XML. Mas esse dia está a chegar – e vai chegar mais depressa do que pensamos.” (Linthicum, 2003)

Dada a relevância da integração de dados, também para os CRIS foram sendo criadas ao longo dos anos “normas” e modelos de troca de informação mais ou menos standardizados, dos quais o exemplo mais maduro é o CERIF – *Current European Research Information Format*. De seguida procedemos a uma breve análise deste *standard*, bem como da evolução que sofreu ao longo do tempo.

Esta secção concluirá este capítulo de enquadramento das questões da interoperabilidade de sistemas de informação de projectos e recursos humanos de investigação, sendo que no Capítulo seguinte (Capítulo II) serão discutidos em pormenor três modelos de arquitecturas possíveis para a Interoperabilidade destes sistemas de informação, no contexto de sistemas distribuídos.

CERIF (Common European Research Information Format)

CERIF (Common European Research Information Format) é um modelo de dados de referência canónico, tanto ao nível dos dados como da metadata. Como tal, é um modelo para o desenvolvimento de novos CRIS (Current Research Information Systems), para a troca de dados entre CRIS e para mediar o acesso a múltiplos CRIS distribuídos e heterogéneos.

(Asserson et al., 2002)

CERIF91

Oficialmente, os trabalhos de definição do CERIF tiveram início em 1998, mas assentaram sobre trabalhos anteriores, desenvolvidos em diversos países europeus.

Em 1991, é disponibilizada a primeira versão, que ficou conhecida como CERIF91. As suas características essenciais eram:

- o foco estava nos projectos de investigação, que eram, de resto, a única entidade representada;
- as pessoas, organizações e outras informações eram consideradas como atributos dos projectos.

Em consequência desta concepção, as implementações de CERIF91 assentaram sempre numa única entidade, embora surgissem CRIS com as pessoas ou com as organizações como entidade central, em vez dos projectos.

A experiência de implementação do CERIF91 no terreno foi revelando algumas dificuldades, destacando-se:

- problemas com a representação de grupos de atributos repetidos, como a relação entre pessoas e projectos, ou organizações e projectos, em que, no mesmo projecto, pode haver várias pessoas e organizações envolvidas;
- problemas nas relações, como a representação de que o Projecto B era uma continuação do Projecto A, ou que o Projecto C era um subprojecto

do Projecto B, ou de que diferentes pessoas desempenhavam diferentes papéis num projecto.

A juntar a estes dois factores, e fruto da evolução tecnológica e semântica sentida na área dos CRIS, surgiram outras necessidades:

- a actualização do esquema de classificação dos temas de investigação, para incluir novas áreas e melhorar a cobertura dada a outras;
- novas tecnologias, em particular com a entrada em cena da Internet e da Web, tinham alterado a natureza das actividades elementares de um CRIS e tinham aberto caminho para servir vários grupos de utilizadores dos CRIS.

Em resultado da combinação destes factores, foi constituído, em 1997, um Grupo de Trabalho, sob a égide da CE, para reestruturar o CERIF. O resultado foi a publicação do CERIF2000, em finais de 1999.

CERIF2000

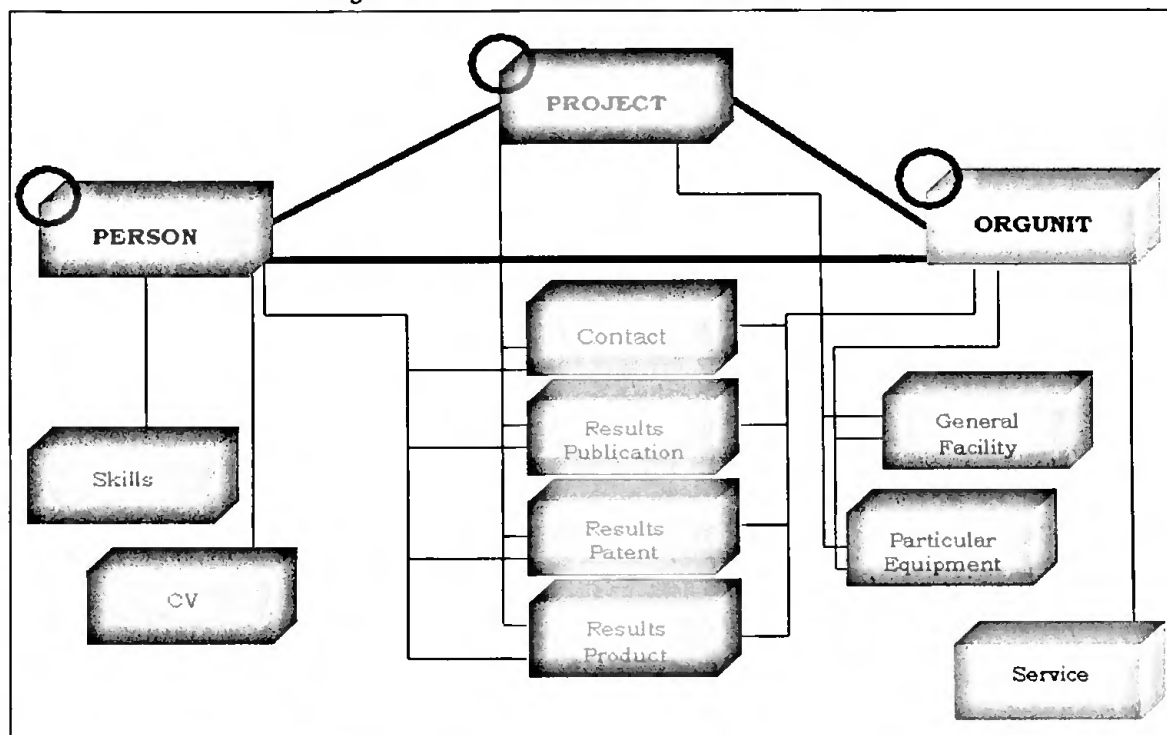
O CERIF2000 tem um modelo de dados já bastante diferente, como podemos ver na Imagem 5.

Em primeiro lugar, tem três entidades principais (Projecto; Pessoa; Unidade Organizacional), interligadas por ligações n:m com "Papel" e "Data/Hora" como atributos, sendo também cada uma das entidades referenciável recursivamente. Isto confere-lhe uma elevada flexibilidade e robustez, permitindo representar não só relações complexas entre as três entidades principais, mas também relacionar com elas qualquer outra entidade.

Para além disso, a informação de contacto, quer de pessoas, quer de entidades, é armazenada numa entidade que está relacionada com a Pessoa e

com a Unidade organizacional, com atributos de papel e data/hora. Desta forma, para cada pessoa ou unidade organizacional, é possível ter diferentes contactos, utilizados consoante o papel que desempenham. Por exemplo, se estiver a contactar-se com um Investigador enquanto responsável por uma organização, poderá utilizar-se o seu contacto institucional; se, por outro lado, ele for contactado a título individual, poderá utilizar-se o seu contacto pessoal.

Imagem 5 – CERIF2000: Modelo de dados



Fonte: Jeffery, Keith G., (2001), CERIF

Os atributos com listas de valores foram passados para uma entidade à parte, relacionados com a entidade da qual o atributo faz parte, conferindo assim maior flexibilidade e extensibilidade.

Os atributos textuais têm entidades subordinadas, com variantes linguísticas, permitindo assim uma implementação multilingue limpa, flexível e extensível.

Para garantir a interligação mais fácil com as bases de dados já conhecidas, que contêm informação mais detalhada sobre algumas entidades, o CERIF contém ligações por referências-chave.

Por ser dotado de uma estrutura tão robusta mas, simultaneamente, tão flexível, Asserson *et al.* (2002) afirmam que, apesar de muitas terem sido as propostas que o EuroCRIS recebeu para alterar o CERIF2000, apenas um número reduzido provou ter, de facto, especificidades que o modelo original não contemplava. Assim, não é de estranhar que haja já um número considerável de implementações, como podemos encontrar em (Asserson, 2002).

CERIF-2002

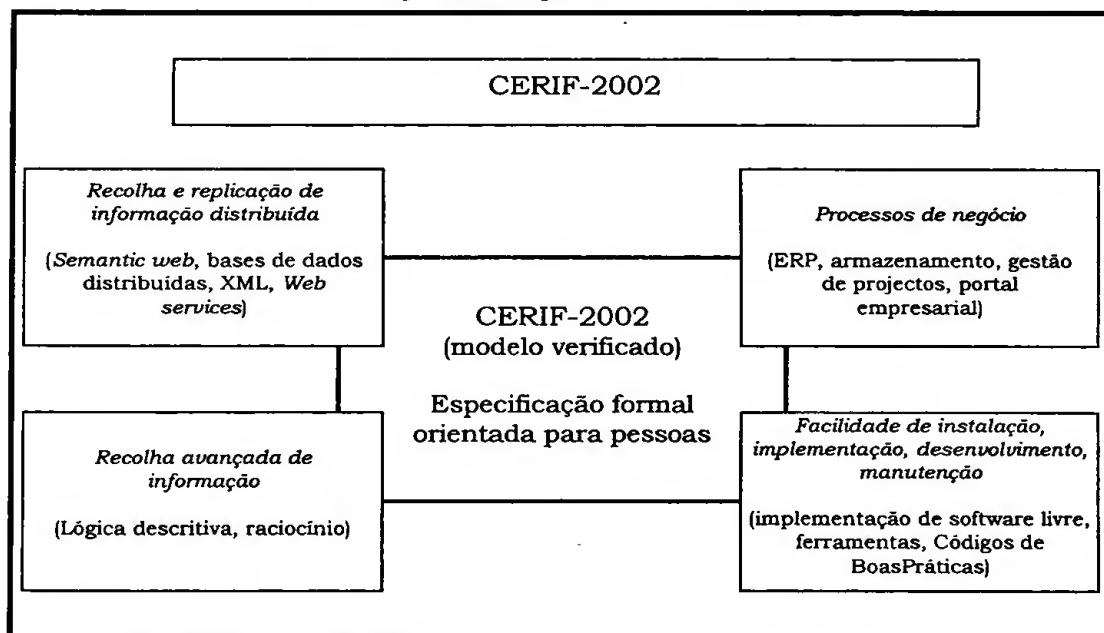
Apesar de o CERIF2000 ser, comprovadamente, um modelo robusto, têm vindo a surgir áreas novas, que não são abrangidas por ele, dando origem a uma revisão, publicada sob o nome de CERIF-2002. Na Imagem 6, podemos ver quais são as grandes áreas sobre as quais o CERIF-2002 se debruça e quais os principais tópicos que cada uma delas abrange.

Actualmente, as principais linhas de investigação encontram-se assim resumidas:

- CERIF-GAV (Global-as-View) – implementação de um sistema de recolha de informação, baseado na tecnologia de bases de dados distribuídas, sob a perspectiva de *Global-as-View*;
- CERIF-SW (Semantic Web) – para um acesso transparente a fontes de informação científica distribuídas e heterogéneas;

- CERIF-WS (Web Services) – para fornecer um protocolo de transporte para a solução de “Semantic Web” e para compatibilidade entre o CERIF e os standards empresariais emergentes;
- CERIF-EP (Enterprise Portal) – criar um portal empresarial para organizações de I&D;
- CERIF-XML Data Exchange – bastante ligado às soluções CERIF-SW e CERIF-WS, pretende fornecer as infraestruturas para a troca de informação em sistemas de investigação.

Imagem 6 – Mapa do CERIF-2002



Adaptado de: Lopatenko, Andrei, (2002), "CERIF Task Group Report"¹⁹

Depois de termos introduzido a estratégia para a Sociedade da Informação e o Governo Electrónico, de termos descrito as características dos Projectos e Recursos Humanos de Investigação e qual a sua importância, de termos

¹⁹ - Disponível em <http://www.ub.uib.no/avdeling/fdok/cris/Brussels/CERIF.TG.R2.ppt>, consultado em 2005/09/22

analisado os SI de Investigação em Curso e de termos feito uma incursão pelo domínio da interoperabilidade de sistemas de informação, temos os principais elementos para poder avançar para a especificação das arquitecturas de interoperabilidade que nos propomos analisar. É o que iremos fazer já de seguida, no Capítulo II, “Arquitecturas de Interoperabilidade de SI de Projectos e Recursos Humanos de Investigação”, que estará dividido em 4 secções, correspondendo as primeiras três às arquitecturas analisadas, enquanto a secção II.4 será devotada à “Especificação da Questão de Investigação e Hipóteses”.

II. ARQUITECTURAS DE INTEROPERABILIDADE DE SI DE PROJECTOS E RECURSOS HUMANOS DE INVESTIGAÇÃO

Arquitectura é articulação de visões que integram os desejos e restrições de clientes nos limites da possibilidade da engenharia. Entre outras coisas, um arquitecto preocupa-se com o contexto, ambiente, estética, restrições legais, materiais e modelos que norteiam o desenho consciente duma estrutura.

McGee e Prusak (1993)

As Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) têm evoluído de forma tão rápida que, actualmente, já é tecnicamente possível aceder à informação em qualquer momento, em qualquer lugar e por qualquer meio (Jeffery, 2004).

Este desenvolvimento tem sido acompanhado pelo aumento da complexidade, quer a nível tecnológico, quer mesmo a nível organizacional, e o número de ferramentas existentes, as funcionalidades possíveis e o ambiente cada vez mais competitivo, têm sido factores preponderantes na forma como os SI têm vindo a ocupar um lugar cada vez mais importante dentro das organizações. Se, por um lado, é hoje possível prestar mais e melhores serviços, tirar mais partido da informação existente, por outro torna-se cada vez mais necessária uma visão global da organização, que permita a cada um dos SI da organização ocupar um lugar específico e integrado com os restantes. Esta visão global é frequentemente chamada “arquitectura”.

No domínio da interoperabilidade, a arquitectura pode resultar em diversas formas de integração dos SI. De seguida, apresentaremos três alternativas possíveis, que são o reflexo de alguns dos CRIS conhecidos e em especial dos

SI de Projectos e de Bolsas da FCT ²⁰, e que irão ser o pressuposto para os testes que posteriormente serão realizados:

- na primeira, encontramos um conjunto de SI sectoriais autónomos, entre os quais não está definido qualquer modo de interoperabilidade, sendo a “integração” da informação de cada um deles feita pelos utilizadores;
- na segunda, encontramos uma arquitectura centralizada de integração, na qual é introduzido um novo SI, cuja informação provém dos SI sectoriais. Há utilizadores a aceder directamente aos SI sectoriais, e utilizadores globais a aceder directamente ao SI centralizado. Neste caso, o SI centralizado acaba por ter apenas uma parte da informação e dos métodos, pois não cobre todas as especificidades de cada um dos SI de base;
- na terceira, encontramos uma arquitectura distribuída, com diversos SI sectoriais autónomos, acima dos quais foi implementado um mediador. Este último é o ponto de acesso dos utilizadores globais à informação contida nos SI e contém apenas metadata acerca de cada um dos SI e dos respectivos dados e regras, bem como as regras de conversão da informação de cada SI para um modelo unificado, e ainda as regras de encaminhamento de informação de e para os SI.

²⁰ - Apresentados anteriormente neste trabalho, em “1.3. Projectos e Recursos Humanos de Investigação”

II.1. SI autónomos, sem interoperabilidade

Fruto da falta de uma arquitectura de SI coerente, este modelo é o que mais se aproxima de um arquipélago: um conjunto de SI, cada um dos quais tem uma estrutura e regras de funcionamento próprias, sem interligação com os restantes.

Em cada um dos sistemas, tudo é construído de raiz, ou é duplicado algum do trabalho pré-existente, havendo pouca ou nenhuma reutilização eficiente de componentes. Habitualmente desenvolvidos em momentos diferentes, as plataformas, tecnologias e linguagens utilizadas são reflexo da tendência ou da disponibilidade de meios em cada um dos momentos.

Por outro lado, trata-se de sistemas sectoriais, cuja preocupação central é conseguir responder, no prazo mais curto, a uma necessidade específica de um determinado sector, sem ter em grande atenção a integração com os sistemas já existentes.

Na prática, o resultado é um puzzle de SI, mas em que cada peça só dificilmente se liga com as restantes. Assim, o que acontece é que, para cada SI, há um conjunto de utilizadores que consegue fazer uso dele, acedendo directamente à informação neles contida, e há outros utilizadores que, embora pudessem beneficiar dessa informação mas que, por dificuldades técnicas ou semânticas, não conseguem aceder-lhe ou não conseguem compreender aquela a que têm acesso. Em consequência disso, sempre que precisam de informação contida em SI que não dominem directamente, ficam dependentes da resposta de outros utilizadores. E a situação complica-se ainda mais se pensarmos que um determinado utilizador precisa de informação existente em

mais do que um SI: depois de conseguir obter as diferentes partes, precisa ainda de conseguir integrá-las.

Síntese do modelo

| Características | Pontos fortes | Pontos fracos |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Diversidade de plataformas e de estruturas de dados Direccionados para a satisfação de necessidades pontuais ou sectoriais Conceptualmente criados para responder a necessidades específicas, sem preocupações de “diálogo” com outros sistemas | Rapidez de desenvolvimento a curto prazo Flexibilidade no desenvolvimento inicial Normalmente, não exige aprendizagem de novas ferramentas e tecnologias Baixo custo | Dificuldade de integração com outros SI Dificuldade e custos de manutenção Dificuldade e demora na consulta de informação, o que pode fazer com que o valor desta seja reduzido a zero |

Diagrama do modelo

Na Imagem 7, vemos esquematicamente o *modus operandi* dentro de uma organização em que não há interligação entre os diferentes SI, nem existe um interface único através do qual cada um dos utilizadores possa aceder à informação de que necessita.

Neste caso concreto, cujo comportamento será simulado e analisado mais adiante, vemos que há dois SI (SI Projectos e SI Bolsas), e Utilizadores da informação, internos à organização (Direcção da FCT, SPP, SFRH), ou externos (Ministério, Gabinete de Gestão de Programa, Investigador Responsável, Bolseiro, Avaliador, Público).

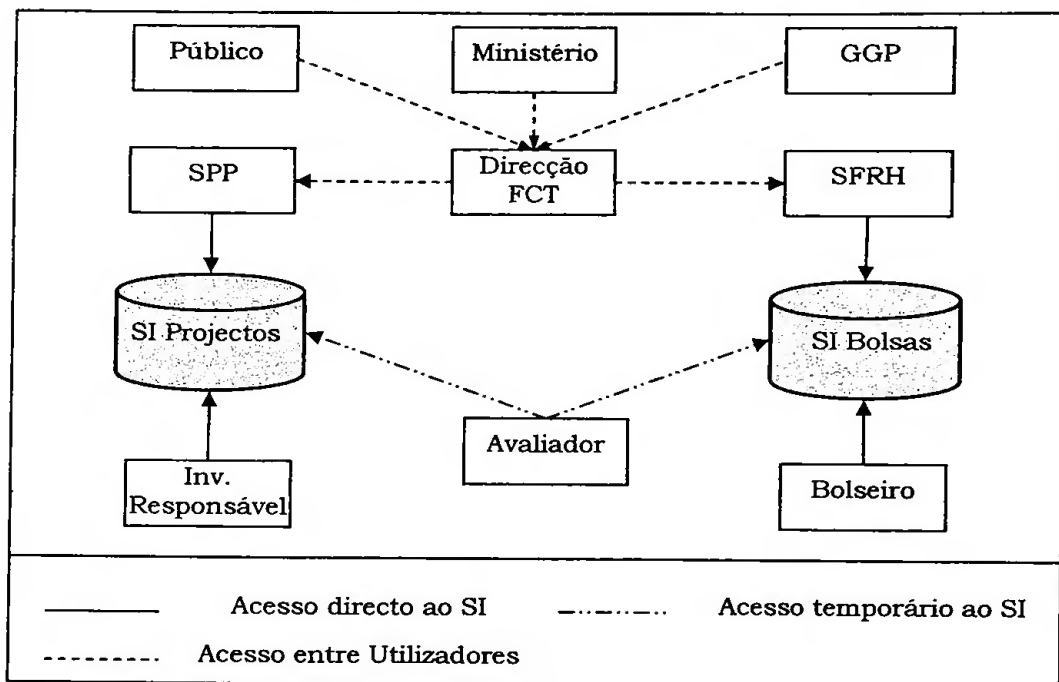
Os utilizadores encontram-se assim distribuídos:

- SI Projectos: SPP (Serviço de Programas e Projectos); Investigador Responsável pelo Projecto; Avaliador (durante a fase de avaliação das candidaturas);

- SI Bolsas: SFRH (Serviço de Formação e Mobilidade de Recursos Humanos); Bolseiro, beneficiário da Bolsa; Avaliador (durante a fase de avaliação das candidaturas).

Os restantes utilizadores têm um acesso diferido à informação, isto é, para conseguir obter informação residente num dos SI, têm de fazer um pedido ao Serviço que tem esse acesso, aguardar a resposta, validá-la, integrá-la com a de outro utilizador de outro SI se for caso disso. Outra forma de disponibilização indirecta de informação pode ser através da página na Internet. No entanto, a informação aqui disponível é relativamente reduzida e é publicada por indicação da Direcção. Em qualquer dos casos, esta arquitectura resulta, invariavelmente, no atraso da disseminação da informação por todos os utilizadores que dela necessitam, podendo haver situações em que essa demora é tão acentuada que a informação acaba por perder o seu valor. Para além disso, a forma manual como a informação é propagada poderá levar à introdução involuntária de erros que dificilmente ocorreriam durante um trajecto automático da informação.

Imagem 7 – Diagrama do modelo de SI autónomos



II.2. Arquitectura centralizada

Os meios tecnológicos associados aos SI têm condicionado a sua arquitectura. Durante longos anos, a aquisição, utilização e manutenção de um sistema eram difíceis e caras, pelo que estavam ao alcance de um grupo restrito de pessoas e organizações, com conhecimentos específicos e grande capacidade financeira. Essa dificuldade, aliada ao facto de apenas sistemas informáticos de grande porte terem capacidade para o processamento de grandes volumes de dados, levou a que muitas organizações desenvolvessem um sistema único, centralizado, residente num *mainframe*, que continha os dados e as aplicações, e ao qual estavam ligados equipamentos terminais. A justificar também esta arquitectura, tínhamos o estado ainda incipiente das redes de comunicação de dados: caras, com uma largura de banda reduzida, e sujeitas a falhas bastante frequentes. Por este motivo, o sistema deveria ser concebido para ser praticamente independente da rede, gerando um volume de tráfego o mais diminuto possível.

A arquitectura centralizada de Sistemas de Informação consiste, pois, em ter um servidor central, com grande capacidade de processamento e armazenamento de dados, no qual residem as bases de dados e as aplicações. No tipo de dados que são armazenados, é preciso fazer uma distinção importante: umas vezes, são o suporte dos sistemas operacionais da organização, actualizados em tempo real; noutros casos, são dados provenientes de outros SI, internos e/ou externos à organização, cuja actualização pode ser automática (em tempo real ou com intervalos definidos)

ou implicar a intervenção humana. Este último caso, que exige a execução de algumas tarefas por pessoas, é comum quando os dados armazenados no sistema central são provenientes de instituições diferentes. No caso dos CRIS europeus, temos tido alguns exemplos desta última abordagem:

- *European Research Gateways On-line (ERGO)* ²¹;
- Sistema de Informação para o Desenvolvimento Regional (SIDReg), Sistema de Informação dos Fundos Estruturais e de Coesão (SIFEC) e Sistema Integrado de Informação do Fundo Social Europeu (SIIFSE).

O ERGO, desenvolvido sob a alçada da Comissão Europeia, assume-se como um “ponto único de acesso a informação [elementar] sobre projectos europeus de investigação e desenvolvimento”. Iniciado em 1997 e com a primeira versão a ser disponibilizada em 1998, conta actualmente com 91093 projectos, de 21 fornecedores de informação, de diferentes países e da CE. O formato escolhido para a troca de dados entre os parceiros baseia-se no CERIF, sendo exportados em SGML para o repositório central.

O SIDReg e o SIFEC foram desenvolvidos em Portugal sob a alçada da Direcção-Geral do Desenvolvimento Regional (DGDR). O SIDReg era o “sistema de recolha e tratamento de dados financeiros e físicos dos Programas, Subprogramas e Medidas que integram o QCA II” ²², enquanto o SIFEC é definido como o “sistema global de recolha e tratamento de dados físicos, financeiros e estatísticos sobre a execução, que se destina a apoiar a gestão, o acompanhamento, o controlo, a avaliação e a divulgação do QCA III e do

²¹ - <http://www.cordis.lu/ergo/>, consultado em 2005/09/22

²² - DGDR, (2002), “Iniciativa comunitária INTERREG II-C – QCA II, Relatório Final, 1994-1999”, disponível em <http://www.dgdr.pt/qca2/seca.pdf>, consultado em 2005/09/22

Fundo de Coesão”.²³ No caso concreto dos projectos financiados pela FCT, o SIDREG englobou os projectos do Programa PRAXIS XXI, já encerrado mas cuja informação continua a ser objecto de pesquisas e análises frequentes, enquanto o SIFEC abrange os projectos do POCI2010 e POS_Conhecimento, programas de financiamento que se encontram em execução actualmente.

Em ambos os casos, há um conjunto de informação que as Instituições de Gestão devem preparar e enviar para o sistema central: o SIDReg não dispunha de um interface que pudesse ser utilizado directamente pelas referidas instituições, pelo que os dados eram enviados em ficheiros de texto, pré-formatados, para a DGDR; o SIFEC, por sua vez, já comporta um módulo de importação e actualização de dados, quer a partir de ficheiros de texto, cuja estrutura rígida é perfeitamente definida no manual de utilização, quer acedendo directamente ao interface de inserção e actualização de informação.

O SIIFSE foi desenvolvido igualmente em Portugal, sob a alçada do Instituto de Gestão do Fundo Social Europeu (IGFSE). Visa “apoiar a gestão, o acompanhamento e a avaliação da execução do Quadro Comunitário de Apoio e dos Programas Operacionais no âmbito do Fundo Social Europeu”²⁴, tendo com as Bolsas financiadas pela FCT a mesma relação que o SIFEC tem com os Projectos, sempre no âmbito do QCA III.

²³ - Comissão de Gestão do QCA III, “Glossário do QCA III”, actualizado em 2000/09/03 e disponível em http://www.qca.pt/qca_glos/glossario.asp?idletras=s&idgl=283, consultado em 2005/09/22

²⁴ - Instituto de Gestão do Fundo Social Europeu (IGFSE), em <http://siifse.igfse.pt/>, consultado em 2005/09/22

Síntese do modelo

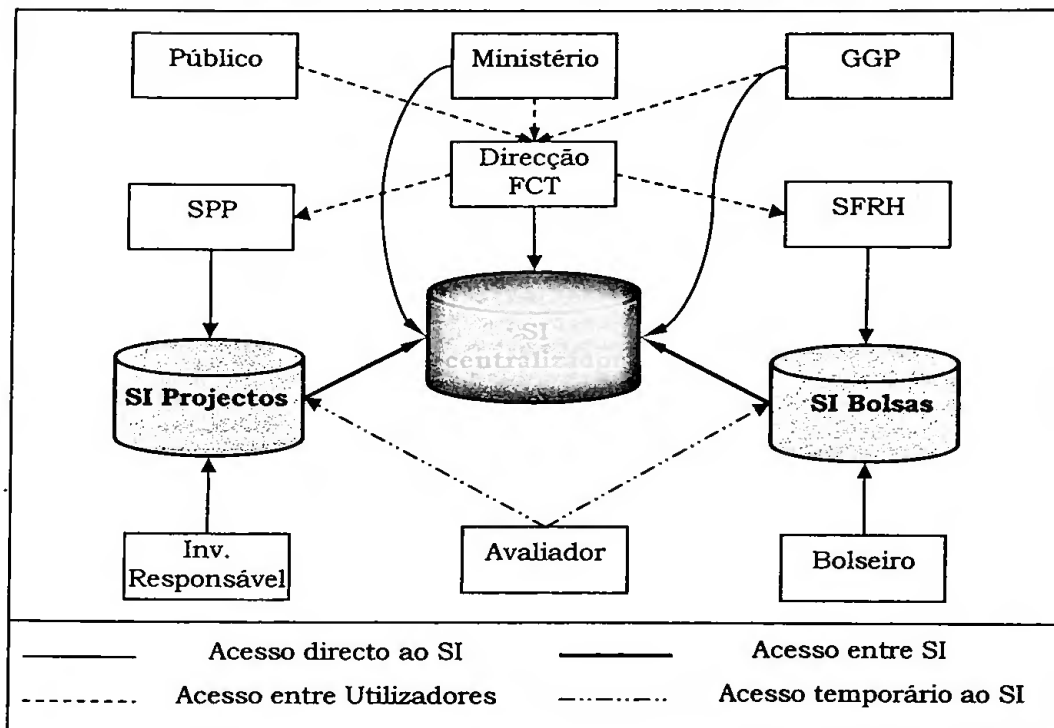
| Características | Pontos fortes | Pontos fracos |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Um único servidor, com todos os dados e todas as aplicações, ou um servidor central que recebe <i>inputs</i> de outros SI</p> <p>Habitualmente residente em <i>mainframes</i>, ou outros sistemas de grande porte</p> | <p>O facto de tudo residir na mesma máquina facilita a integração (Linthicum, 1999)</p> <p>Maior controlo sobre a globalidade do SI</p> <p>Performance elevada, especialmente ao nível de pesquisas</p> <p>Manutenção simplificada</p> <p>A mesma informação está disponível simultaneamente e da mesma forma para todos os utilizadores</p> | <p>Escalabilidade do sistema é reduzida ou praticamente inviável, dado o custo de replicação dos sistemas que os suportam</p> <p>O preço actual deste tipo de sistemas é mais elevado do que o de um conjunto de sistemas de menor porte que, em rede, conseguem o mesmo nível de performance</p> <p>Baixo nível de redundância (podendo ser zero), o que significa uma tolerância a falhas baixa ou nula</p> <p>Se a informação provier de diferentes fontes, pode haver discrepâncias temporais na actualização dos dados por cada uma delas</p> <p>Nestes casos, pode ainda acontecer que o sistema centralizado contenha menos informação do que a soma das fontes</p> <p>Os SI de origem dos dados têm de ser adaptados às exigências e formatos do SI central</p> |

Diagrama do modelo

Na Imagem 8, vemos uma nova versão do modelo, à qual foi adicionado um SI centralizador, que recebe informação dos SI sectoriais. No entanto, esta informação é apenas parcial, porque não contempla todas as especificidades de cada um dos SI de origem.

Além disso, o tipo de acesso aos SI foi também alterado: a Direcção da FCT e o Gabinete de Gestão do Programa Operacional têm agora acesso à informação contida no SI centralizador.

Imagem 8 – Diagrama da Arquitectura Centralizada





II.3. Arquitectura distribuída

O advento das redes de comunicação de elevada velocidade, fiáveis e a custos cada vez mais baixos, tornou possível ultrapassar barreiras físicas, interligando sistemas que, até então, estavam forçosamente isolados. Organizações com diversos SI, residentes em instalações fisicamente separadas, unidas apenas por uma rede de comunicação, são um exemplo típico de aplicação de um sistema distribuído: permite a cada um dos SI existentes manter um grau de autonomia relativo, bem como uma elevada performance para os seus utilizadores locais e, ao mesmo tempo, torna possível a utilização da informação de cada um deles num contexto mais amplo, por utilizadores globais.

Na arquitectura distribuída, o elemento-chave é a camada de interoperabilidade, usualmente conhecida como *middleware*. Entre as várias definições que encontramos, Linthicum (2003) apresenta assim o essencial da sua função:

"Middleware é um mecanismo que permite a uma entidade (aplicação ou base de dados) comunicar com outra entidade ou entidades. Por outras palavras, middleware é todo o tipo de software que facilita a comunicação entre dois ou mais sistemas de software."

As soluções de *middleware* têm vindo a ser progressivamente melhoradas, apresentando-se actualmente em configurações variadas:

- desde um simples canal de comunicação síncrona ponto-a-ponto entre dois sistemas (por exemplo, o "*Remote Method Invocation*", assente em Java);

- até a uma solução que inclua um monitor de processamento de transacções, e tenha capacidade de armazenamento e encaminhamento de mensagens, recorrendo a ligações multiponto-a-multiponto, síncronas ou assíncronas.

Por este motivo, encontramos actualmente disponíveis diversos tipos de *middleware*, sendo bastante frequente encontrar, na solução do mesmo problema, a combinação de dois ou mais destes tipos:

- as tradicionais *Remote Procedure Calls* (RPC);
- *Message-oriented middleware* (MOM);
- objectos distribuídos (CORBA);
- *middleware* orientado a bases de dados;
- *middleware* orientado a transacções, incluindo aqui os monitores de processamento transaccional (*transaction-processing monitors*);
- servidores aplicacionais. (Linthicum, 2003)

No âmbito do presente trabalho, mais do que a vertente técnica do *middleware*, interessa avaliar quais as suas potencialidades e em que medida ele pode beneficiar a disseminação da informação entre as fontes e os utilizadores finais. Sem nunca perder de vista que o principal domínio funcional do *middleware* é permitir a outros sistemas acederem a um determinado sistema (Rambhia, 2002), podemos afirmar que é uma componente do sistema que pode ter a seu cargo uma ou mais das seguintes funções:

- disponibilizar capacidades de acesso a recursos remotos incluindo a invocação remota de procedimentos;



- disponibilizar serviços de transformação, nomeadamente através do mapeamento dos dados e dos formatos;
- disponibilizar serviços que permitam encaminhar mensagens entre as restantes componentes do sistema, quer sejam utilizadores, quer sejam sub-sistemas.

Síntese do modelo

| Características | Pontos fortes | Pontos fracos |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Os dados e/ou as regras de negócio estão dispersos por diversos servidores, ligados numa rede que suporta um número variável de aplicações A ligar todos os componentes do sistema, existe uma camada de <i>middleware</i> , que tem a seu cargo a conversão de informação, o encaminhamento de mensagens, por vezes a gestão de carga | Há SI que são já distribuídos por natureza, por exemplo do ponto de vista físico, com utilizadores locais mais intensivos e utilizadores globais que fazem um uso mais pontual do SI ^(a) Elevada escalabilidade ^(a) , podendo fazer o <i>upgrade</i> de apenas um dos componentes ^(b) Preço global pode ser mais baixo do que o de um sistema centralizado Tolerante a falhas ^(a) Maior fiabilidade e disponibilidade, especialmente se aliada à replicação de dados ^(a) Mais adaptável às especificações da organização ^(a) Permite partilhar dados e, simultaneamente, manter algum grau de controlo local ^(a) O GUI está, na maior parte dos casos, embutido no próprio sistema ^(a) Elevada performance, pois permite manter bases de dados mais pequenas, com melhor desempenho na utilização local, e permitem executar pesquisas ou transacções em paralelo em diferentes bases de dados ^(a) Os sistemas existentes podem continuar em funcionamento, sendo integrados com um n.º reduzido de alterações | Implementação e gestão complexas, o que tem provocado diversos fracassos ^(a) |

Fontes:

^(a) - (Elmasri e Navathe, 1994)

^(b) - (Fowler, 2002)

^(c) - (Linthicum, 1999)

Diagrama do modelo

Actualmente, a tendência a que temos vindo a assistir, inclusivé dentro da FCT, é no sentido de uma integração orientada ao portal, referida neste trabalho, em I.5, como uma das diferentes abordagens de Interoperabilidade de SI. Esta abordagem permite-nos ver uma quantidade de sistemas, tanto internos como externos, através de um único interface de utilizador ou aplicação, normalmente um *browser*. A principal vantagem desta abordagem é permitir apresentar a informação de forma integrada, sem implicar que os sistemas intervenientes tenham de estar integrados (inter e intra-organizacionalmente).

Esta abordagem orientada ao portal tem um ponto fraco, referido com frequência, por exemplo, (Rambhia 2002) e (Linthicum 2003): a dificuldade de operação em tempo-real. No entanto, dadas as características dos CRIS, em especial o carácter relativamente estático da informação que contêm, conforme apresentámos no ponto I.4, a importância da operação em tempo-real acaba por ser mais reduzida, pelo que esta abordagem se apresenta como uma das mais aplicáveis.

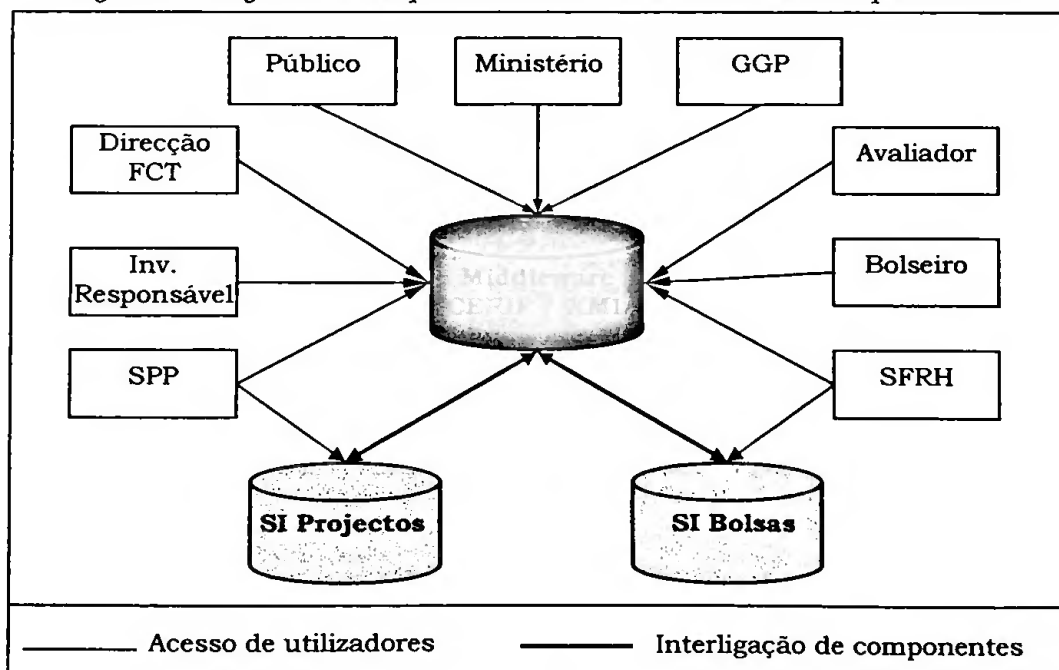
Partindo das duas arquitecturas anteriores, em que apresentamos um modelo sem interoperabilidade e outro em que ambos os SI analisados deveriam "alimentar" um terceiro SI, centralizado, chegamos agora a um novo modelo, definido com base na arquitectura distribuída, com uma camada de *middleware*, cujo papel principal será o de interligar os dois SI entre si e em simultâneo fornecer o acesso à informação, por parte dos utilizadores.

O *middleware* a implementar deverá, pelo menos, garantir o mapeamento dos dados dos dois SI, estabelecendo assim um patamar de interoperabilidade

entre ambos, e, por outro lado, fazer o mapeamento dos mesmos dados em relação às especificações do CERIF, na sua versão mais recente. Isto permitirá, por um lado, a conjugação da informação dos dois SI e, por outro lado, dar aos utilizadores uma interface standardizada, em particular para a pesquisa de informação.

Implementando este modelo, teremos um diagrama consideravelmente diferente dos dois que apresentamos antes. No entanto, importa também referir o seguinte: este processo deverá poder ser feito sem implicar a indisponibilidade dos SI existentes, minimizando as alterações necessárias. Ao passar a disponibilizar toda a informação, em formatos uniformizados, através de um ponto de acesso único ao sistema, todos os utilizadores envolvidos terão, agora, acesso directo ao *middleware*, sendo desta forma eliminadas as ligações inter-utilizadores.

Imagem 9 – Diagrama da Arquitectura com uma camada de interoperabilidade



II.4. Especificação da Questão de Investigação e Hipóteses

A revisão bibliográfica e a observação da realidade abrem-nos caminho para a formulação da questão de investigação e definição das subsequentes hipóteses.

Na literatura revista, não encontramos resposta às questões:

“Haverá diferenças significativas no desempenho de um SI de Investigação advenientes da arquitectura de interoperabilidade adoptada?”

“Se sim, qual é a arquitectura de interoperabilidade que permite obter melhores resultados da utilização de um SI de Investigação?”

O trabalho até aqui realizado permitiu-nos definir, neste capítulo II, três “Arquitecturas de Interoperabilidade de SI de Projectos e Recursos Humanos de Investigação”:

- “II.1. SI autónomos, sem interoperabilidade”;
- “II.2. Arquitectura centralizada”;
- “II.3. Arquitectura distribuída”²⁵

Reflexos da combinação da literatura com a observação da realidade, estas arquitecturas serão o ponto de partida para as respostas às questões acima levantadas. Os pontos fortes da arquitectura distribuída levam-nos a supor que pode ser a arquitectura que maiores benefícios traz, em particular:

- a sua escalabilidade, que pode permitir que, num futuro próximo, seja alargado o número de SI incluídos no modelo;

²⁵ - Antes de prosseguirmos, fazemos apenas uma breve nota. Por uma questão de conveniência, doravante referir-nos-emos às três arquitecturas como:

- “Arq.1”, ou “Arquitectura 1” – SI autónomos, sem interoperabilidade;
- “Arq.2”, ou “Arquitectura 2” – Arquitectura centralizada
- “Arq.3”, ou “Arquitectura 3” – Arquitectura distribuída

- a sua maior adaptabilidade às especificações de cada organização, bem como a possibilidade de manter um elevado grau de controlo local, podem permitir que, mantendo cada organização o controlo dos seus SI, ainda assim os partilhe com outras organizações;
- o facto de exigir, normalmente, poucas alterações nos SI existentes, pode ser um factor determinante quando estamos a lidar com sistemas que se encontram em pleno funcionamento e cuja paragem pode ser crítica.

Para comprovar a nossa suposição genérica, adoptaremos a metodologia descrita no próximo capítulo, criando uma bateria de testes com diferentes variantes da implementação de cada arquitectura, para realizar com o auxílio da ferramenta de simulação *Construct-TM*²⁶, um modelo de redes multi-agente, no qual os agentes interagem, comunicam, aprendem e tomam decisões num ciclo contínuo.

Os critérios analisados serão os seguintes:

- Número de conhecimentos partilhados por todos os agentes, considerando-se como “agente” não só as pessoas, mas também as bases de dados que fazem parte do modelo;
- Energia disponível, que representa a quantidade de conhecimentos disponíveis, em cada momento, no sistema, para os agentes utilizarem na realização das tarefas que tiverem a seu cargo;
- Esforço suficiente, que representa a quantidade de conhecimentos que os agentes utilizam para desempenhar correctamente as tarefas que tiverem a seu cargo, em cada momento;

²⁶ - Ver, adiante, no ponto “III.2. Simulador multi-agente *Construct-TM*”, as características deste modelo.

- Precisão do desempenho das tarefas, isto é, a percentagem de tarefas que são executadas em cada momento.

A hipótese que nos propomos validar é apresentada de seguida.

Hipótese 1: A Arquitectura distribuída permite obter, em termos médios e globais, maior número de conhecimentos partilhados, mais energia disponível, maior esforço suficiente e maior precisão do que as outras arquitecturas.

· Numa configuração global do sistema, participam todos os agentes representados nos diagramas das três arquitecturas, provenientes de diferentes instituições. Nesta configuração, a arquitectura que apresentar um maior número de conhecimentos partilhados entre os agentes, mais energia disponível para que estes desempenhem as suas tarefas, um grau mais elevado de precisão na realização das tarefas e, simultaneamente, garantir que eles aplicam um maior esforço, entendendo-se este como a quantidade de conhecimentos utilizada, será considerada como a mais eficaz e a mais eficiente.

O sistema global pode ser ainda analisado e implementado de formas diferentes, fazendo variar o número, as características e a instituição dos agentes envolvidos. Assim, além do cenário global, podemos ter mais dois: cenário interno da FCT, em que participam apenas os agentes da FCT e as bases de dados; cenário com os agentes da FCT e as bases de dados, contando agora também com agentes externos, mas intimamente relacionados com os Projectos e as Bolsas, que são o Investigador Responsável (para os Projectos), o Bolseiro (para as Bolsas) e o Avaliador (para ambos).

Em virtude disto, importa também testar se a aplicabilidade da arquitectura distribuída será a mesma em todos os cenários. Uma das motivações que nos leva a delinear hipóteses complementares, que apresentaremos de seguida, tem a ver com o facto de, na literatura, ser recorrente a ideia de que a arquitectura distribuída tem uma implementação complexa e, por isso, o seu interesse para ambientes pequenos e de reduzida complexidade acaba por ser reduzido, aumentando à medida em que o sistema se complexifica ou aumenta de dimensão.

Assim, teremos como hipóteses complementares as que a seguir se apresentam.

Hipótese complementar 1a: A Arquitectura distribuída permite obter, dentro da mesma instituição, maior número de conhecimentos partilhados e mais energia disponível, com maior “esforço” mas com menor precisão do que as outras arquitecturas.

Num ambiente em que a componente de comunicação humana será bastante elevada, dado que tem um número reduzido de agentes, com um grau de proximidade elevado, interpôr uma camada de *middleware* entre os agentes humanos e os SI pode ser contraproducente, na medida em que será colocar um mediador onde havia comunicação directa, acrescentando assim uma etapa na comunicação. Por esse motivo, a precisão com que as tarefas são desempenhadas pode diminuir, por aumentar a dificuldade de acesso ao conhecimento.

Hipótese complementar 1b: *A Arquitectura distribuída permite obter, dentro da mesma instituição e interagindo com agentes externos, maior número de conhecimentos partilhados, mais energia disponível, maior precisão e maior “esforço”, comparativamente com as outras arquitecturas.*

Ao aumentar a complexidade do sistema, introduzindo mais elementos, a camada de *middleware* começará a demonstrar a sua utilidade, ao tornar mais fáceis as interligações com os novos elementos, permitindo obter maior precisão de desempenho e exigindo um “esforço” mais significativo do que as restantes.

No Capítulo seguinte, descreveremos a metodologia utilizada no presente trabalho de investigação: quais os motivos para utilizar a simulação (secção III.1); que ferramenta de simulação iremos utilizar (secção III.2); alguns modelos de simulação alternativos (secção III.3); e de que forma será feita a preparação e realização dos testes de simulação (secção III.4).

III. METODOLOGIA

A Ciência... nunca resolve um problema sem criar mais dez.

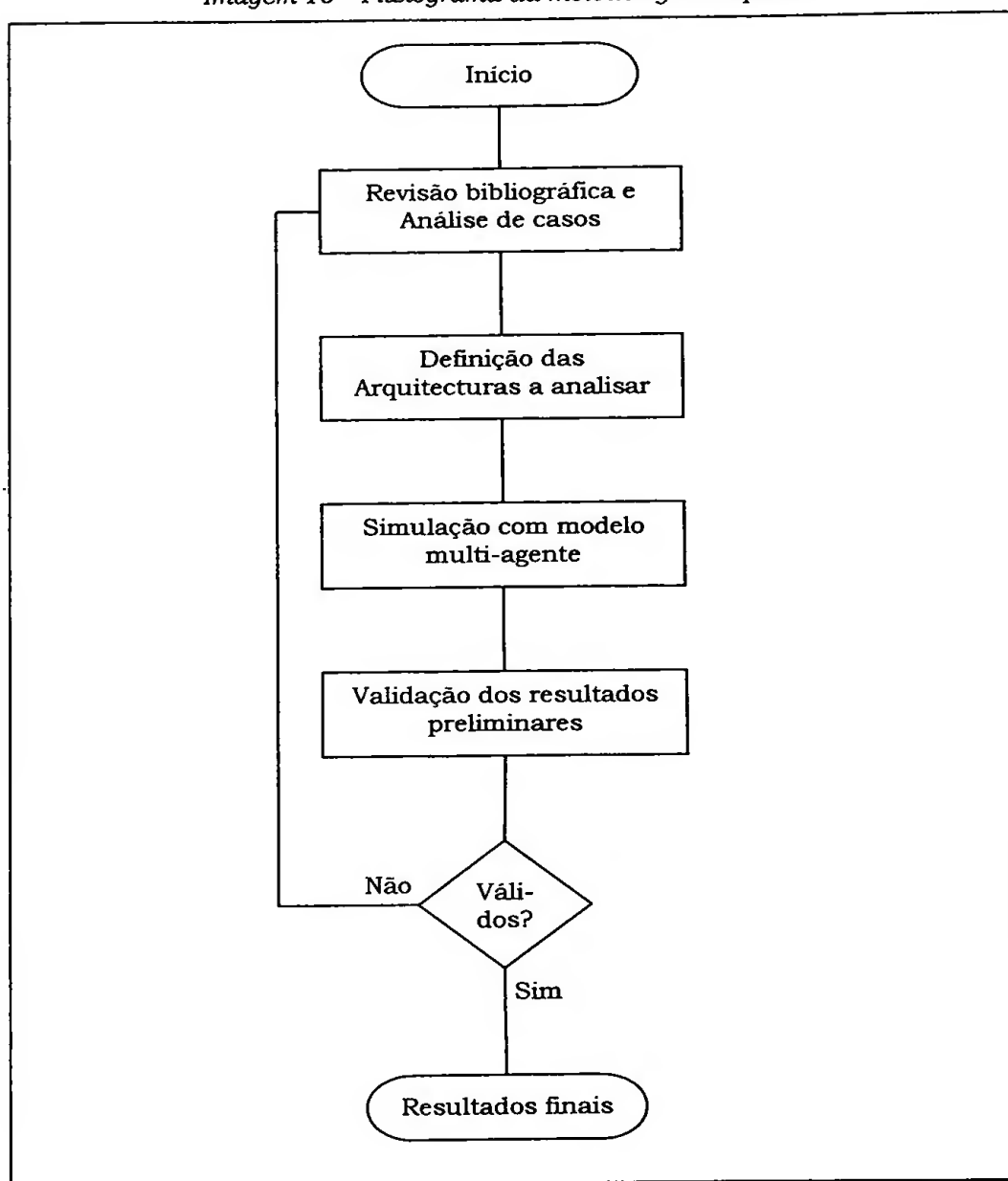
George Bernard Shaw (1856-1950)

Neste trabalho de investigação, pretendemos analisar e comparar o desempenho de três arquitecturas de interoperabilidade dos SI de Projectos e de Bolsas da FCT, no que diz respeito à disseminação do conhecimento e ao seu impacto no desempenho dos utilizadores. Para tal, adoptaremos a seguinte metodologia:

- 1 - baseados na revisão da literatura e na análise de casos reais, definimos as três arquitecturas a avaliar, apresentadas no Capítulo anterior;
- 2 - com o auxílio de uma ferramenta de simulação baseada em agentes (*Construct-TM*), obteremos os resultados do desempenho de cada arquitectura;
- 3 - estes resultados serão validados posteriormente e
 - o caso sejam detectadas falhas no método, voltaremos ao ponto 1, começando a fazer revisões a partir daí;
 - o se os resultados forem considerados válidos, serão aceites como resultados finais e objecto de análise comparativa.

Na Imagem 10, podemos ver o fluxograma que representa a metodologia adoptada.

Imagem 10 – Fluxograma da metodologia adoptada



A revisão bibliográfica efectuada teve como suportes: livros; artigos publicados em revistas científicas; e informação disponível em páginas da Internet. Nos temas abordados, incluíram-se: Sociedade de Informação e Governo Electrónico; Sistemas de Informação de Investigação em Curso (CRIS); interoperabilidade de SI e integração de aplicações, focando aqui com

especial atenção dois dos *standards* considerados mais relevantes para o presente trabalho (XML, para a troca de informação; CERIF, para a codificação de informação de I&D); arquitecturas de SI.

Para definir as arquitecturas de interoperabilidade, foi necessário combinar os resultados da revisão bibliográfica com a análise da realidade: os SI de Projectos de Investigação e de Bolsas de Ciência e Tecnologia. O objectivo pretendido foi a definição de três arquitecturas alternativas: as duas primeiras baseiam-se maioritariamente no que está implementado no terreno; a terceira, embora baseada na realidade, assenta fortemente na revisão bibliográfica.

Para a simulação, que irá ser realizada com o simulador multi-agente *Construct-TM*, serão criadas matrizes representativas das arquitecturas de interoperabilidade definidas, combinando entre si os três elementos fundamentais da vertente organizacional de um sistema de informação: Agentes, Factos (ou conhecimentos) e Tarefas.

Será definida e executada uma bateria de simulações, que permitam aferir o desempenho de cada arquitectura através da análise, dentro de cada uma delas, de diferentes configurações, fazendo variar os seguintes elementos: utilização ou não de bases de dados; número, origem dos agentes (internos ou externos) e a sua organização (como elementos do mesmo grupo, ou como pertencentes a grupos separados); utilização ou não do factor “esquecimento”, que reflecte o impacto do esquecimento humano no sistema; utilização ou não do factor “proximidade” como influenciador da comunicação entre agentes.

Os dados preliminares, obtidos da simulação, serão validados, tendo como ponto de referência os dados obtidos a partir da observação dos sistemas implementados e da revisão bibliográfica efectuada. Se forem detectadas discrepâncias significativas, será revisto o processo até este ponto (Revisão

bibliográfica e análise de casos; Definição das arquitecturas; Simulação). Se, nesta revisão, for detectada alguma falha metodológica que possa estar na origem da discrepância, será reparada e os testes feitos de novo; caso contrário, aceitar-se-ão os dados como definitivos e proceder-se-á à respectiva análise, tendo em vista retirar daí as conclusões finais.

III.1. Enquadramento da simulação

Os computadores têm estado, desde há décadas, ligados à simulação de realidades notoriamente complexas, desde um “simples” jogo de xadrez, a previsões meteorológicas, análises sociológicas, engenharia, entre muitas outras áreas de aplicação. Esse facto torna ainda mais estranho a pouca utilização que tem sido feita dos métodos de simulação na investigação dos Sistemas de Informação.

Em Vitolo e Coulston (2004), podemos encontrar várias razões para utilizar a simulação na área da investigação em SI:

- para construir uma simulação, é necessário compreender e caracterizar o sistema subjacente e as suas relações, o que permite ao investigador beneficiar da formalização das premissas do sistema;
- o desenvolvimento de uma simulação exige a explicitação das entradas e saídas, tornando assim visíveis os aspectos manipuláveis e observáveis do sistema em questão;
- uma simulação desenvolvida é uma plataforma activa, prontamente acessível, que permite questões interactivas, constituindo assim um modelo validado para analisar hipóteses, actuais ou futuras;
- o investigador tem a possibilidade de aplicar o método científico a sistemas altamente complexos e dinâmicos, que não se prestam facilmente aos métodos usuais da experimentação controlada.

A realidade que nos propomos estudar no presente trabalho é, em si, complexa e dinâmica. Em consequência, são diversas as razões que nos levam a optar pela utilização de um simulador:

- o processo de negociação entre as partes envolvidas, no sentido de definir todas as especificações do modelo de teste a desenvolver, seria difícil e, previsivelmente, demorado;
- os recursos disponíveis (tempo, humanos e materiais) não são suficientes para avançar com o desenvolvimento de protótipos:
 - o os conhecimentos técnicos e os recursos materiais necessários para desenvolver os protótipos cuja análise suportaria o presente trabalho de investigação são bastante elevados;
 - o o período de acompanhamento do sistema em funcionamento teria de ser alargado, a fim de permitir reunir dados suficientes para obter conclusões relevantes;
- a escalabilidade do sistema pode ser avaliada, no que diz respeito ao número de agentes intervenientes, com custos marginais praticamente nulos;
- a privacidade da informação não irá constituir um entrave, pois a simulação permite evitar a utilização de dados reais.

Por outro lado, a opção por não recorrer a entrevistas e inquéritos junto das entidades envolvidas tem a ver com os resultados que permitiriam obter: dados maioritariamente qualitativos, cuja utilidade seria vital para a especificação dos requisitos de um sistema novo, mas não tanto para a definição da melhor arquitectura de interoperabilidade para sistemas já em produção.

Considerando todas as restrições apontadas, optámos por recorrer a uma ferramenta que nos permitisse, com um grau de fiabilidade aceitável, simular o comportamento do sistema nas configurações correspondentes às três arquitecturas definidas. A escolha recaiu sobre o *Construct-TM*, cujas características discutimos já de seguida.

III.2. Simulador multi-agente *Construct-TM*

O *Construct-TM* é um modelo multi-agente de interacção de grupos, no qual os agentes comunicam, aprendem e tomam decisões num ciclo contínuo, como pode ver-se na Imagem 11.

Imagem 11 – Modelo do *Construct-TM*



Fonte: Homepage do projecto Construct 27

²⁷ - <http://www.casos.cs.cmu.edu/projects/construct/index.html>, consultado em 2005/09/22

O desenvolvimento deste modelo foi iniciado por Kathleen Carley no “*Center for the Computational Analysis of Social and Organizational Systems*” (CASOS) da Carnegie Mellon University, nos EUA. A versão inicial, denominada “Construct”, tinha apenas as interações centrais de agentes humanos, baseadas no conceito de semelhança relativa entre os agentes. Depois, foram integradas também as crenças dos agentes, bem como a sua procura de informação. A versão seguinte, o Construct-O, passou a incluir medidas de desempenho, tais como a precisão e a oportunidade, e ainda agentes de tecnologias de informação, como bases de dados e avatares. Este foi um avanço importante, pois tornou possível a análise das interações entre os agentes humanos e a tecnologia e do impacto que a tecnologia tem no conhecimento, aprendizagem e comportamento do grupo. A versão actual, *Construct-TM*, acrescentou a característica da *transactive memory*: a maior vantagem desta nova característica é que os agentes passam a dispor de um conhecimento maior dos restantes agentes do grupo, escolhendo interações ou tomando decisões por saberem quem sabe o quê, ou quais os recursos de que cada um dispõe.

Um aspecto desta evolução que confere maior segurança na utilização deste modelo, tem a ver com o facto de cada uma destas evoluções ter sido testada e implementada sobre uma versão do modelo já testada e validada cientificamente, por: Carley em 1990; Carley e Krackhardt em 1996; Carley e Hill em 2001; Schreiber e Carley em 2003.

Além disso, este modelo beneficiou já de aplicações efectivas no terreno, pois tem sido utilizado para análise e consultoria em empresas (cuidados de saúde, indústria aeroespacial, consultoria, associações profissionais, entidades

financeiras), organizações sem fins lucrativos e de emergência (Cruz Vermelha Americana), ensino superior (universidades), Forças Armadas (DARPA, ONR) e Governo (NSF, NASA).

Análise do simulador

As características deste modelo, que nos levaram a seleccioná-lo como ferramenta de simulação, incluem:

- trabalha com base em grupos de agentes e em redes, fazendo uso das técnicas mais avançadas nesta área;
- trata as bases de dados como agentes do sistema, permitindo avaliar qual o impacto que têm no desempenho dos outros agentes e no desempenho global do sistema;
- o seu modelo de análise é não-linear e dinâmico, permitindo avaliar o impacto de alguma alteração no sistema ao longo do tempo;
- é um modelo de utilização gratuita, com um bom suporte de informação.

III.3. Outros modelos de simulação

Neste projecto de investigação estamos a utilizar um simulador de redes, que tem a particularidade de permitir a interacção simultânea de agentes de natureza social e tecnológica. Para o nosso problema em análise, esta pareceu ser a metodologia mais adequada. Contudo, foram revistas outras possibilidades de simulação, no âmbito do trabalho de selecção.

O sistema em análise é um sistema complexo: envolve um conjunto diferenciado de entidades, bem como as acções e interacção entre estas entidades. Os resultados são dificilmente previsíveis e têm um grau de complexidade significativo.

A modelação (pela criação de uma representação mais simplificada da realidade deste sistema) pareceu ser assim uma solução natural, por razões de tratabilidade, eficiência e custo (Bratley *et al.*, 1983).

Tomando em consideração o enquadramento teórico e metodológico de simulação computacional, foram encontradas diversas alternativas, que envolveram a distinção entre simulação discreta e contínua, estática ou dinâmica e determinística ou estocástica (Law e Kelton, 1982).

A primeira decisão tinha a ver com a distinção entre simulação discreta ou contínua. No âmbito da primeira alternativa (simulação discreta), a alteração das variáveis de estado do sistema é considerada em períodos definidos no

tempo (assim de forma discreta), enquanto que a simulação contínua consideraria alterações permanentes e não definidas ao estado das variáveis do modelo que caracteriza o sistema. Neste caso, optou-se pela simulação discreta, em 60 períodos, representativos de 60 meses.

A opção pela simulação dinâmica, em que as diferentes variáveis do sistema são avaliadas ao longo do tempo e de forma interactuante também se tornou a melhor solução dadas as características do nosso problema. A simulação estática, num determinado período no tempo, por hipótese de modelos Monte Carlo não se revelava apropriada para este caso.

A terceira dimensão de análise dos vários modelos de simulação consistia na selecção entre uma simulação de tipo determinística ou de tipo estocástica. A simulação tipo determinística não se revelava apropriada, uma vez que não são utilizadas variáveis aleatórias e os mesmos dados de *input* do modelo produzem resultados de *output* sempre idênticos. Assim, optou-se por um modelo de simulação estocástico, em que a introdução de variáveis aleatórias no modelo permite, pela assunção de resultados probabilísticos, obter uma modelação mais flexível e próxima da realidade.

Assim, o modelo de simulação gerado pelo *Construct-TM* é do tipo “discrete-event simulation”, caracterizado por ser uma simulação do tipo discreto, dinâmico e estocástico.

III.4. Operacionalização

Neste ponto do presente trabalho, começamos por descrever a forma de operacionalização, em que vamos sistematizar o que apresentámos até agora: relembrar a caracterização dos SI de Projectos e de Bolsas da FCT, enquadrados no seu meio envolvente; enunciar as variáveis de entrada e os dados de saída do modelo de simulação que serão utilizados para comparar as diferentes arquitecturas.

Depois, avançamos com a descrição mais completa de cada um destes elementos e das relações entre eles, a fim de especificar a instanciação do problema actual e, desta forma, abrir caminho às simulações e à análise dos dados resultantes.

Descrição da forma de operacionalização

O objectivo a atingir com a simulação é obter dados que permitam determinar qual das três arquitecturas de interoperabilidade definidas é a melhor para os SI de Projectos de Investigação e de Bolsas de C&T. Pretende-se avaliar de que forma a adopção de arquitecturas diferentes influencia o desempenho global do sistema.

Em primeiro lugar, importa referir que o ambiente em que se inserem os SI actuais de Projectos e Bolsas da FCT é caracterizado por:

- Grande dispersão da informação, diversos SI desconexos, grande parte da informação existe apenas em papel, e há bastante conhecimento apenas tácito;
- Bases de dados internas isoladas, residentes em diferentes plataformas:
 - Projectos de Investigação em SQL Server;
 - Bolsas de C&T em SQL Server e FileMaker Pro;
- Bases de dados externas, sem comunicação directa com as internas, dependentes de instituições diferentes, com estruturas de dados distintas:
 - Sistema de Informação dos Fundos Estruturais e de Coesão (SIFEC), gerido pela DGDR, para o qual são enviados dados sobre Projectos de investigação;
 - Sistema Integrado de Informação do Fundo Social Europeu (SIIFSE), gerido pelo IGFSE, para o qual são enviados dados sobre as Bolsas de C&T;
- Vários grupos de utilizadores:
 - Direcção da FCT;
 - Chefias intermédias, dentro da FCT (Directores de Serviços do SPP e do SFRH);
 - Utilizadores regulares dos SI (Técnicos do SPP e SFRH);
 - Utilizadores externos temporários, convidados pela FCT para desempenhar tarefas específicas e delimitadas no tempo, como a avaliação de candidaturas. Acedem aos SI apenas durante esse

- período, consultando a informação sobre as candidaturas e inserindo os respectivos pareceres e resultados da avaliação;
- o Entidades externas, que definem uma parte importante das regras e pretendem ter acesso aos resultados, nomeadamente o Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior (MCTES), Gabinetes de Gestão do POCI2010 e do POS_Conhecimento, Direcção-Geral do Desenvolvimento Regional (DGDR) e Instituto de Gestão do Fundo Social Europeu (IGFSE);
 - o Comunidade Científica, para consultar informação disponível e para submeter dados (candidaturas e, posteriormente, alguns elementos adicionais, como o orçamento de projectos);
 - o Público em geral.

A ferramenta de simulação que iremos utilizar para avaliar o comportamento do sistema ao longo do tempo, o *Construct-TM*, é um modelo multi-agente de interacção de grupos, no qual os agentes comunicam, aprendem e tomam decisões num ciclo contínuo. No âmbito do presente trabalho, foi utilizada a versão 1.5.1, apesar de, à data de conclusão, já estar disponível a versão 2.0.8. No entanto, as alterações implementadas foram consideráveis, o que nos forçou a abandonar a possibilidade de utilizar nesta fase a versão mais recente, por implicar rever e voltar a testar as matrizes de dados, que foram preparadas de acordo com as especificações da versão 1.5.1.

Os dados de entrada, que irão variar entre as diferentes arquitecturas a analisar, serão:

- Agentes: no caso da arquitectura centralizada, aparecerá um Sistema central, que não figura nas restantes; no caso da arquitectura

distribuída, haverá uma camada de interoperabilidade, ou *middleware*, que não se encontra nas restantes;

- Tarefas: as tarefas que os Agentes desempenham;
- Factos ou conhecimentos: que conhecimento está disponível e quem o detém.

Estas variáveis serão inseridas no modelo sob a forma de matrizes, que retratam as relações estabelecidas entre elas:

- *Requirements network* – Tarefas * Conhecimento – Que factos é preciso conhecer para levar a cabo cada tarefa?
- *Votes network* - Agentes * Conhecimento – Qual a importância que cada agente atribui a cada um dos factos?
- *Knowledge network* – Agentes * Conhecimento – Quem sabe o quê?
- *Transactive Knowledge Network* – Agentes * Agentes * Conhecimento – Qual a percepção que cada agente tem acerca dos conhecimentos que os restantes agentes detêm?
- *Access network* – Agentes * Agentes – A que outros agentes cada um dos agentes tem acesso?
- *Task X Agent* – Tarefas * Agentes – Quais as tarefas que cada agente deve desempenhar?
- *Task X Energy (Knowledge) Required* – Tarefas * Conhecimento – Que conhecimentos é preciso ter, e em que percentagem, para desempenhar correctamente cada tarefa?
- *Task X TimePeriod* – Tarefas * Tempo – Em que momento é que cada tarefa terá início?

Dos dados de saída que o modelo fornece, serão analisados os seguintes:

- Número de factos partilhados: Qual o número de factos partilhados por todos os agentes, em cada momento?
- Energia disponível: Qual a quantidade de conhecimentos que estão disponíveis, em cada momento?
- Esforço suficiente: Qual a quantidade de conhecimento que os agentes utilizam para desempenhar com precisão todas as tarefas, em cada momento?
- Desempenho: Qual a evolução da precisão do desempenho de todos os agentes, em cada momento?

Passaremos agora à definição detalhada de cada um dos itens referidos, aplicados à realidade que nos propomos estudar.

Especificação desta instanciação do problema

O modelo de simulação *Construct-TM*, que iremos utilizar, assenta em três tipos fundamentais de entidades: agentes, factos e tarefas. Para a avaliação do desempenho das três arquitecturas que nos propomos estudar, as entidades foram definidas da forma que a seguir apresentamos.

Agentes

Os agentes envolvidos foram definidos obedecendo a alguns princípios, que passaremos a expor:

- teremos agentes de dois tipos diferentes: humanos e bases de dados. A principal diferença entre os dois tipos, neste contexto, é que, enquanto os humanos podem iniciar interacções, as bases de dados não podem;

- os agentes humanos representam perfis de utilização ou funções dentro da FCT ou até organizações externas, e não pessoas individuais;
- a lista não pretende ser exaustiva, mas apenas suficientemente representativa para poder ser estudado o desempenho das diferentes arquitecturas;
- todos os agentes humanos participam em todas as arquitecturas, mas as bases de dados podem variar de uma para a outra.

Na Tabela 13, podemos ver os agentes envolvidos, com a indicação do Tipo de agente (Humano ou Base de dados), as arquitecturas em que se encontram, e a respectiva descrição.

Tabela 13 – Agentes

| <i>Agente</i> | <i>Tipo H/BD</i> | <i>Arq.</i> | <i>Descrição</i> |
|-----------------|------------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Direcção da FCT | H | Todas | A Direcção da FCT, actualmente constituída por um Presidente e dois Vice-Presidentes, tem a seu cargo a gestão de topo da FCT e é o ponto de contacto privilegiado das entidades externas com a FCT ou algum dos seus serviços. |
| SPP | H | Todas | O Serviço de Programas e Projectos (SPP) é um dos serviços que constituem a FCT e tem a seu cargo a gestão do financiamento dos projectos de investigação, acompanhando-as desde a entrada das candidaturas, ao encerramento dos projectos, passando por todas as fases intermédias, directamente, ou com funções de suporte. Tem um Director de Serviços e um conjunto de Técnicos sob a sua dependência, existindo grupos com necessidades específicas, mas sempre relacionadas com os projectos. Será considerado como um agente único. |
| SFRH | H | Todas | O Serviço de Formação e Mobilidade de Recursos Humanos (SFRH) é um dos serviços que constituem a FCT e tem a seu cargo a gestão do financiamento das Bolsas de C&T, acompanhando-as desde a entrada das candidaturas, ao encerramento das bolsas, passando por todas as fases intermédias, directamente, ou com funções de suporte. Tem um Director de Serviços e um conjunto de Técnicos sob a sua dependência, existindo grupos com necessidades específicas, mas sempre relacionadas com as Bolsas. Será considerado como um agente único. |

| <i>Agente</i> | <i>Tipo H/BD</i> | <i>Arq.</i> | <i>Descrição</i> |
|------------------|----------------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Inv. Responsável | H | Todas | <p>O Investigador Responsável é o líder de um projecto de investigação, sendo o ponto de contacto entre a equipa que lidera e a FCT. As suas tarefas começam com a elaboração da candidatura e prolongam-se até ao encerramento do projecto.</p> <p>Este agente representa, assim, além do Investigador Responsável do projecto, todos os elementos da equipa, bem como os dirigentes das instituições envolvidas, aos quais compete o fornecimento de partes da informação do projecto.</p> |
| Bolseiro | H | Todas | <p>O Bolseiro é o beneficiário de uma bolsa de C&T, atribuída a título individual, não contemplando aqui os bolseiros financiados no âmbito de projectos, pois, para o presente trabalho, estes últimos encontram-se incluídos nas equipas de investigação e, como tal, o seu ponto de contacto com a FCT será o Inv.Responsável.</p> <p>Este agente representa ainda o Orientador, quando o tipo de bolsa o exigir.</p> |
| Avaliador | H | Todas | <p>O Avaliador é um especialista que analisará um conjunto de candidaturas, de projectos ou de bolsas, na sua área de especialidade, determinando se devem ou não ser financiadas, ficando a sua actividade concluída quando o painel em que estiver inserido der por terminada a avaliação.</p> <p>Este agente representa os diferentes tipos de avaliadores (Coordenador, Avaliador, Perito Externo) e os membros dos Conselhos Científicos, no papel que têm actualmente na constituição dos painéis de avaliação.</p> |
| Ministério | H | Todas | <p>O Ministério é um agente que representa três Ministérios, dada a natureza da FCT e dos fundos envolvidos no financiamento de projectos e de bolsas: Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior, que tutela a FCT; Ministério das Finanças da Administração Pública, que além de gerir os fundos do Orçamento do Estado, tutela a DGDR, é responsável pela gestão dos fundos provenientes do FEDER (para os projectos); Ministério do Trabalho e da Solidariedade Social, que tutela o IGFSE e é responsável pela gestão dos fundos provenientes do FSE (para as bolsas).</p> |
| GGP | H | Todas | <p>O agente Gabinete de Gestão de Programa Operacional (GGP), representa o Gabinete de Gestão do POCI2010 e o Gabinete de Gestão do POS_Conhecimento, organismos intermédios de distribuição e controlo de fundos comunitários para as entidades financiadoras.</p> |
| Público | H | Todas | <p>O agente Público representa todos os restantes elementos da sociedade (individuais ou colectivos) que não desempenham um dos papéis representados pelos outros agentes. São aqui incluídos, nomeadamente, os membros da comunidade científica e os meios de comunicação social.</p> |
| SI Projectos | BD | Todas | <p>O agente Sistema de Informação de Projectos representa todos os sistemas de informação residentes no SPP e por ele geridos enquanto único agente que tem acesso total sobre eles.</p> |
| SI Bolsas | BD | Todas | <p>O agente Sistema de Informação de Bolsas representa todos os sistemas de informação residentes no SFRH e por ele geridos enquanto único agente que tem acesso total sobre eles.</p> |
| SI Central | BD | Arq.2 | <p>O agente Sistema de Informação Central representa os dois sistemas residentes fora da FCT que, actualmente, recebem informação de projectos e de bolsas proveniente do SI Projectos e do SI Bolsas. Assim, este agente engloba o SIFEC (projectos) e o SIIFSE (bolsas).</p> <p>Este agente contém informação sobre projectos e bolsas, embora com menor amplitude do que os SI de origem dessa informação (SI Projectos e SI Bolsas, respectivamente).</p> |

| <i>Agente</i> | <i>Tipo H/BD</i> | <i>Arq.</i> | <i>Descrição</i> |
|-------------------|------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Middleware</i> | BD | Arq.3 | O agente <i>Middleware</i> representa a camada de interoperabilidade que estabelece a ligação entre todos os restantes agentes da arquitectura distribuída. Sabe toda a informação que está disponível em cada um dos agentes e como chegar até ela, convertendo os formatos se tal for necessário. Este agente não contém informação sobre projectos ou bolsas. |

Vejamos de seguida quais os factos ou conhecimentos considerados.

Factos ou conhecimentos

Outro dos elementos fundamentais para descrever o ambiente dos sistemas de informação são os diferentes factos que nele circulam ou são armazenados.

No caso concreto que temos vindo a analisar, os factos considerados são apresentados na Tabela 14.

Tabela 14 – Factos ou conhecimentos

| <i>Facto</i> | <i>Descrição</i> |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Legislação nacional | Inclui toda a legislação nacional que tenha a ver, directa ou indirectamente, com o funcionamento das instituições envolvidas, com as regras de financiamento, entre outros tipos de legislação. |
| Legislação comunitária | Inclui toda a legislação comunitária que tenha a ver, directa ou indirectamente, com o funcionamento das instituições envolvidas, com as regras de financiamento, influenciando, por exemplo, as regras dos concursos, os dados que são pedidos nas candidaturas e numa forma geral todo o ciclo de vida dos projectos e das bolsas dentro da FCT. |
| Normas internas da FCT | Inclui as normas escritas e também as que são transmitidas oralmente, pela Direcção da FCT ou por alguma chefia intermédia. Estas normas incluem, por exemplo, os procedimentos a adoptar para contactar os avaliadores, durante o processo de constituição dos painéis de avaliação. |
| Regras de concursos de Projectos | Resultado da combinação dos três factos anteriores, estas regras são definidas para cada concurso, havendo geralmente um grupo que se mantém estável, enquanto as restantes podem sofrer variações. Definem, por exemplo, qual o âmbito do concurso, a que financiamentos se destina, quais os procedimentos que os candidatos devem adoptar. |
| Regras de concursos de Bolsas | Resultado da combinação da Legislação Nacional, Legislação Comunitária e Normas Internas da FCT, estas regras são definidas para cada concurso, havendo geralmente um grupo que se mantém estável, enquanto as restantes podem sofrer variações. Definem, por exemplo, qual o âmbito do concurso, a que financiamentos se destina, quais os procedimentos que os candidatos devem adoptar. |
| Avaliadores anteriores de Projectos | Constituição dos painéis de avaliação de concursos anteriores. Em muitos casos, acaba por haver um conjunto de avaliadores que se mantém de um concurso para o outro. |

| <i>Facto</i> | <i>Descrição</i> |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Avaliadores anteriores de Bolsas | Constituição dos painéis de avaliação de concursos anteriores. Em muitos casos, acaba por haver um conjunto de avaliadores que se mantém de um concurso para o outro. |
| Dossier de candidatura a Projectos | Conjunto de informação que, de acordo com as regras aplicáveis ao concurso em questão, é obrigatório para que a candidatura seja considerada como válida. Engloba, entre outros, os seguintes dados: programa de trabalhos; identificação dos elementos da equipa e respectivos currículos; identificação das instituições envolvidas; orçamentação; resultados esperados. É preenchido pelo Inv. Responsável. |
| Dossier de candidatura a Bolsas | Conjunto de informação que, de acordo com as regras aplicáveis ao concurso em questão, é obrigatório para que a candidatura seja considerada como válida. Engloba, entre outros, os seguintes dados: programa de trabalhos; identificação do candidato e, se for caso disso, do orientador, e respectivos currículos; identificação das instituições envolvidas; resultados esperados. É preenchido pelo Bolseiro. |
| Relatório de Avaliação de Projectos | A partir das regras definidas para o concurso, bem como de outras que sejam aplicáveis, o dossier de candidatura a projectos é analisado pelos avaliadores, que têm como obrigação preencher o relatório de avaliação correspondente, no qual fica expresso se a candidatura tem ou não qualidade para ser financiada. |
| Relatório de Avaliação de Bolsas | A partir das regras definidas para o concurso, bem como de outras que sejam aplicáveis, o dossier de candidatura a bolsas é analisado pelos avaliadores, que têm como obrigação preencher o relatório de avaliação correspondente, no qual fica expresso se a candidatura tem ou não qualidade para ser financiada. |
| Decisão de Aprovação de Projectos | Os projectos recomendados para financiamento são propostos à aprovação do GGP correspondente, pela Direcção da FCT. Este Gabinete deverá pronunciar-se sobre a aprovação ou não dos financiamentos, no âmbito do Programa que tem a seu cargo. |
| Decisão de Aprovação de Bolsas | As bolsas recomendadas para financiamento são propostas à aprovação do GGP correspondente, pela Direcção da FCT. Este Gabinete deverá pronunciar-se sobre a aprovação ou não dos financiamentos, no âmbito do Programa que tem a seu cargo. |
| Decisão de Homologação de Projectos | Depois de tomada a decisão de aprovação pelo GGP, os projectos são submetidos à homologação pelo Ministro da tutela respectiva. É só após esta decisão favorável que o financiamento pode ter início. |
| Decisão de Homologação de Bolsas | Depois de tomada a decisão de aprovação pelo GGP, as bolsas são submetidas à homologação pelo Ministro da tutela respectiva. É só após esta decisão favorável que o financiamento pode ter início. |
| Decisão de Aceitação de Projectos | Após a homologação, o Inv. Responsável tem de formalizar ainda a aceitação do financiamento concedido, cumprindo os requisitos legais, nomeadamente enviando o Termo de Aceitação para a FCT. |
| Decisão de Aceitação de Bolsas | Após a homologação, o Bolseiro tem de formalizar ainda a aceitação do financiamento concedido, cumprindo os requisitos legais para que os pagamentos comecem. |
| Regras de pagamento de Projectos | As regras de pagamento, que incluem o faseamento das prestações, bem como o montante dos comprovativos de despesa ou outros documentos que as desbloqueiam, são definidas antes da aceitação. Podem, no entanto, ser ainda ajustadas já durante o período de execução do projecto, normalmente em virtude de imposições legais ou de restrições orçamentais. |
| Regras de pagamento de Bolsas | As regras de pagamento das bolsas são definidas à partida, prevendo-se que o pagamento ocorra mensalmente. |

| <i>Facto</i> | <i>Descrição</i> |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Pagamento efectuado a Projecto | Os pagamentos feitos pela FCT são mantidos em base de dados e uma cópia da Ordem de Pagamento é arquivada no dossier individual de cada projecto, no SPP. |
| Pagamento efectuado a Bolsa | Os pagamentos feitos pela FCT são mantidos em base de dados e uma cópia da Ordem de Pagamento é arquivada no dossier da bolsa, no SFRH. |
| Comprovativo de despesa de Projecto | O envio para a FCT de comprovativos de despesa é um dos requisitos que o Inv. Responsável tem de cumprir para que seja feito o pagamento das prestações seguintes. |
| Relatório Científico de Projecto | O Inv. Responsável deverá enviar, no final de cada ano do projecto, um Relatório Científico, no qual descreve os avanços da investigação. |
| Relatório Financeiro de Projecto | O Inv. Responsável deverá enviar, no final de cada ano do projecto, um Relatório Financeiro, no qual descreve a execução financeira do projecto. Habitualmente, inclui um resumo dos comprovativos de despesa enviados. |
| Relatório de Bolsa | O Bolseiro deverá enviar, no final de cada período de vigência da bolsa, um relatório de actividades, podendo este servir de base à renovação da bolsa, se esta opção for aplicável. |

Vamos ver de seguida em que tarefas podem os agentes aplicar os conhecimentos adquiridos.

Tarefas

O terceiro dos elementos fundamentais são as tarefas que devem ser executadas pelos agentes, fazendo uso dos conhecimentos adquiridos.

No exemplo que estamos a analisar, foram definidas as macro-tarefas apresentadas na Tabela 15, que poderiam ser na sua maioria decompostas em tarefas mais simples. No entanto, esta opção teve a ver também com o propósito dos testes, que não pretendem ser exaustivos, mas sim representativos.

Tabela 15 – Tarefas

| <i>Tarefa</i> | <i>Descrição</i> |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Definir regras de concursos | A partir da legislação aplicável e das regras de concursos anteriores, a Direcção da FCT define as regras para cada concurso. |
| Consultar concursos abertos | Os potenciais candidatos consultam os editais e regulamentos dos concursos abertos. |
| Elaborar dossier de candidatura a Projectos | O Inv. Responsável reúne e envia toda a informação que constituirá a sua candidatura ao financiamento de um projecto, pela FCT. |

| <i>Tarefa</i> | <i>Descrição</i> |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Elaborar dossier de candidatura a Bolsas | O Bolseiro reúne e envia toda a informação que constituirá a sua candidatura ao financiamento de uma bolsa, pela FCT. |
| Constituir Painel de Avaliação de Projectos | A Direcção da FCT, habitualmente com a colaboração dos Coordenadores de painel e de membros do Conselho Científico da área, selecciona os avaliadores que farão parte de cada painel |
| Constituir Painel de Avaliação de Bolsas | A Direcção da FCT, habitualmente com a colaboração dos Coordenadores de painel e de membros do Conselho Científico da área, selecciona os avaliadores que farão parte de cada painel |
| Avaliar Projectos | Os avaliadores seleccionados analisam as candidaturas de projectos e elaboram o parecer correspondente |
| Avaliar Bolsas | Os avaliadores seleccionados analisam as candidaturas de bolsas e elaboram o parecer correspondente |
| Aprovar Projectos | O GGP, com base na informação que lhe é enviada pela FCT após a avaliação, aprova o financiamento dos projectos e envia o resultado para homologação ministerial. |
| Aprovar Bolsas | O GGP, com base na informação que lhe é enviada pela FCT após a avaliação, aprova o financiamento das bolsas e envia o resultado para homologação ministerial. |
| Homologar Projectos | O Ministro, com base na informação que lhe é enviada pelo GGP após a aprovação, homologa o financiamento dos projectos e envia a informação de volta ao GGP. |
| Homologar Bolsas | O Ministro, com base na informação que lhe é enviada pelo GGP após a aprovação, homologa o financiamento das bolsas e envia a informação de volta ao GGP. |
| Aceitar Projectos | O Inv. Responsável toma conhecimento da homologação do financiamento e decide aceitar o financiamento e dar início aos trabalhos. |
| Aceitar Bolsas | O Bolseiro toma conhecimento da homologação do financiamento e decide aceitar o financiamento e dar início aos trabalhos. |
| Pagar Projectos | O SPP cria a proposta interna para pagamento de nova prestação do projecto e a proposta é executada pela Contabilidade. |
| Pagar Bolsas | O SFRH cria a proposta interna para pagamento de nova prestação da bolsa e a proposta é executada pela Contabilidade. |
| Apresentar despesa de Projecto | O Inv. Responsável envia para a FCT documentos comprovativos de despesas efectuadas no âmbito do projecto. |
| Entregar Relatório Científico de Projecto | O Inv. Responsável envia para a FCT o Relatório Científico do projecto, anual ou final. |
| Entregar Relatório Financeiro de Projecto | O Inv. Responsável envia para a FCT o Relatório Financeiro do projecto, anual ou final. |
| Entregar Relatório de Bolsa | O Bolseiro envia para a FCT o Relatório da bolsa. |
| Consultar candidaturas de Projectos | Consultar a informação enviada pelo Inv. Responsável e que constitui a candidatura. O acesso concedido, dependendo da finalidade a que se destina, pode permitir a visualização integral da candidatura (p.ex., ao avaliador) ou apenas parcial e/ou agregada (p.ex., ao público). |
| Consultar candidaturas de Bolsas | Consultar a informação enviada pelo Bolseiro e que constitui a candidatura. O acesso concedido, dependendo da finalidade a que se destina, pode permitir a visualização integral da candidatura (p.ex., ao avaliador) ou apenas parcial e/ou agregada (p.ex., ao público). |
| Consultar resultados de Projectos | Neste contexto, por resultados de projectos entendem-se os resultados obtidos pela candidatura (aprovação ou reprovação), bem como os resultados da investigação. Assim, esta tarefa pode ser desempenhada em diversas fases (p.ex., após a homologação e no final do projecto) e por diversos agentes (p.ex., SPP e público). |

| <i>Tarefa</i> | <i>Descrição</i> |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Consultar resultados de Bolsas | Neste contexto, por resultados de bolsas entendem-se os resultados obtidos pela candidatura (aprovação ou reprovação), bem como os resultados dos trabalhos. Assim, esta tarefa pode ser desempenhada em diversas fases (p.ex., após a homologação e no final da bolsa) e por diversos agentes (p.ex., SFRH e público). |
| Gerir FCT | Esta é uma tarefa transversal dentro da FCT, desempenhada pela Direcção da FCT, e a outro nível pelo SPP e pelo SFRH. |

Agora que estão definidos os três elementos básicos do sistema, vejamos como é que eles se combinam entre si.

Matrizes de entrada para o modelo de simulação

O *Construct-TM* recebe os dados que descrevem o sistema maioritariamente sob a forma de matrizes. Na Tabela 16, está descrita sumariamente cada uma das matrizes utilizadas²⁸.

Tabela 16 – Matrizes de entrada para o modelo de simulação

| <i>Matriz</i> | <i>Linhas</i> | <i>Colunas</i> | <i>Descrição</i> |
|--------------------------------------|---------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Requirements Network</i> | Tarefas | Conhecimentos | Para cada tarefa, indicar se o conhecimento tem influência na sua execução (1) ou não (0). |
| <i>Votes Network</i> | Agentes | Conhecimentos | Para cada agente, indicar se considera que o conhecimento beneficia (1), não tem influência (0) ou prejudica (-1) a decisão. |
| <i>Knowledge Network</i> | Agentes | Conhecimentos | Para cada agente, indicar se possui o conhecimento (1) ou não (0). |
| <i>Transactive Knowledge Network</i> | Agentes | Conhecimentos | É criada uma matriz por cada agente, para indicar se julga que cada um dos agentes detém o conhecimento (1) ou não (0). |
| <i>Access</i> | Agentes (i) emissor | Agentes (j) receptor | Para cada agente <i>i</i> , indicar um valor percentual que represente a sua facilidade de comunicar com o agente <i>j</i> . - 0 indica que não há comunicação entre ambos; - 1 indica que a interacção é controlada apenas pelo conhecimento |
| <i>Task by Agent</i> | Tarefas | Agentes | (0/1) Para cada tarefa, indicar se o agente participa nela (1) ou não (0) |
| <i>Task by Energy</i> | Tarefas | Conhecimentos | Para cada tarefa, indicar a percentagem de necessidade do conhecimento |
| <i>Task by Time Period</i> | Tarefas | Tempo | Para cada tarefa, indicar o período em que tem início (1) |

²⁸ - A ordem das matrizes aqui apresentada é a ordem pela qual elas são inseridas no modelo de simulação. Não tem, por isso, implícita nenhuma ordenação de outro tipo.

Apresentamos agora os critérios que foram adoptados na criação destas matrizes, para testar o desempenho das diferentes arquitecturas. De cada uma das matrizes, será aqui incluída apenas uma parte (5*5 ou 6*5 células) a título ilustrativo. No “Anexo I – Matrizes de entrada”, é possível ver as matrizes completas. Nos casos em que diferem de uma arquitectura para a outra, exemplifica-se com as matrizes da Arquitectura 3.

Em primeiro lugar, importa referir que as matrizes retratam o estado inicial do sistema, sendo esperado que os agentes vão aumentado os seus conhecimentos à medida que interagem com os restantes.

Depois, os testes feitos com diferentes arquitecturas implicam matrizes diferentes sempre que houver alteração dos agentes envolvidos, uma vez que, como vimos acima, há alguns que aparecem apenas numa das arquitecturas.

Feitas estas ressalvas, vejamos como serão criadas as matrizes.

1. Requirements Network – Tarefas * Conhecimento

Que factos é preciso conhecer para levar a cabo cada tarefa?

Esta matriz será igual em todas as arquitecturas, pois assume-se que as tarefas e os conhecimentos que exigem são mantidos constantes.

Tabela 17 – Matriz Requirements Network

| | Legislação nacional | Legislação comunitária | Normas internas da FCT | Regras de concursos de Projectos | Regras de concursos de Bolsas |
|---------------------------------------------|---------------------|------------------------|------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| Definir regras de concursos | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Consultar concursos abertos | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Elaborar dossier de candidatura a Projectos | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Elaborar dossier de candidatura a Bolsas | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Constituir Painel de Avaliação de Projectos | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |

2. Votes Network – Agentes * Conhecimento

Qual a importância que cada agente atribui a cada um dos factos para o desempenho adequado das suas tarefas?

Na sua essência, esta matriz mantém-se inalterada em todas as arquitecturas, já que as bases de dados, que são os únicos agentes que diferem, não têm aqui representatividade. No entanto, como o simulador exige que todos os agentes estejam aqui presentes, foi necessário incluir linhas adicionais para o SI central e para o *middleware*, embora preenchidas a zeros.

Tabela 18 – Matriz Votes Network

| Arquitectura distribuída | Legislação nacional | Legislação comunitária | Normas internas da FCT | Regras de concursos de Projectos | Regras de concursos de Bolsas |
|---------------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------|
| Direcção da FCT | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| SPP | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| SFRH | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| SI Projectos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SI Bolsas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Middleware | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

3. Knowledge Network – Agentes * Conhecimento

Quem sabe o quê?

Esta é uma das matrizes distintivas das arquitecturas. Na prática, as matrizes da Arquitectura 1 e da Arquitectura 3 são idênticas, tendo esta apenas mais uma linha, correspondente ao *middleware*, mas preenchida a zeros, pois assumiu-se que este agente não detém conhecimento, mas apenas as regras para chegar até ele. Já na Arquitectura 2, o SI central detém conhecimento, replicado de outras fontes.

Tabela 19 – Matriz Knowledge Network

| Arquitectura distribuída | Legislação nacional | Legislação comunitária | Normas internas da FCT | Regras de concursos de Projectos | Regras de concursos de Bolsas |
|---------------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------|
| Direcção da FCT | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| SPP | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| SFRH | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| SI Projectos | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| SI Bolsas | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Middleware | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

4. Transactive Knowledge Network – Agentes * Agentes * Conhecimento

Qual a percepção que cada agente tem acerca dos conhecimentos que os restantes agentes detêm?

Esta é uma das matrizes distintivas das arquitecturas. No caso da Arquitectura 2, o SI central terá consciência do conhecimento detido por alguns agentes (SI Projectos e SI Bolsas; Direcção da FCT e GGP); no caso da Arquitectura 3, todos os agentes internos julgarão que o *middleware* detém todo o conhecimento (apesar de isto não ser verdade) e este, por seu turno, saberá quem detém todo o tipo de conhecimento do sistema e como chegar até ele.

Tabela 20 – Matriz Transactive Knowledge Network

| Arquitectura distribuída | Legislação nacional | Legislação comunitária | Normas internas da FCT | Regras de concursos de Projectos | Regras de concursos de Bolsas |
|---------------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------|
| <i>Direcção da FCT</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>SPP</i> | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| <i>SFRH</i> | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| <i>SI Projectos</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>SI Bolsas</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Middleware</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

5. Access – Agentes * Agentes

Qual a facilidade de acesso que um agente tem aos restantes?

Esta é uma das matrizes distintivas das arquitecturas. No caso da Arquitectura 1, haverá claramente ilhas de agentes, sem ligação directa entre si e sem existir um agente que sirva de orquestrador; na Arquitectura 2, haverá um agente central que terá acesso directo a uma parte dos restantes agentes, os quais não terão uma ligação entre si; na Arquitectura 3, o *middleware* terá acesso a todos os restantes agentes, e estes terão acesso directo ao *middleware* e, ainda que indirecto, aos restantes agentes detentores de conhecimento.

Tabela 21 – Matriz Access

| Arquitectura distribuída | <i>Direcção da FCT</i> | <i>SPP</i> | <i>SFRH</i> | <i>SI Projectos</i> | <i>SI Bolsas</i> |
|---------------------------------|------------------------|------------|-------------|---------------------|------------------|
| <i>Direcção da FCT</i> | 1 | 1 | 1 | 0,5 | 0,5 |
| <i>SPP</i> | 0,6 | 1 | 0,1 | 1 | 0,5 |
| <i>SFRH</i> | 0,6 | 0,1 | 1 | 0,5 | 1 |
| <i>SI Projectos</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0,5 |
| <i>SI Bolsas</i> | 0 | 0 | 0 | 0,5 | 1 |
| <i>Middleware</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

6. Task by Agent – Tarefas * Agentes

Quais as tarefas que cada agente deve desempenhar?

Na sua essência, esta matriz mantém-se inalterada em todas as arquitecturas, já que as bases de dados, que são os únicos agentes que diferem, não têm aqui representatividade, pois não desempenham tarefas por si só. No entanto, como o simulador exige que todos os agentes estejam aqui presentes, foi necessário incluir colunas adicionais para o SI central e para o *middleware*, embora preenchidas a zeros.

Tabela 22 – Matriz Task by Agent

| Arquitectura distribuída | <i>Direcção da FCT</i> | <i>SPP</i> | <i>SFRH</i> | <i>SI Projectos</i> | <i>SI Bolsas</i> |
|----------------------------------------------------|------------------------|------------|-------------|---------------------|------------------|
| <i>Definir regras de concursos</i> | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Consultar concursos abertos</i> | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| <i>Elaborar dossier de candidatura a Projectos</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Elaborar dossier de candidatura a Bolsas</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Constituir Painel de Avaliação de Projectos</i> | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |

7. Task by Energy – Tarefas * Conhecimento

Que conhecimentos é preciso ter, e em que percentagem, para desempenhar correctamente cada tarefa?

Esta matriz será igual em todas as arquitecturas, pois assume-se que as tarefas e os conhecimentos que exigem são mantidos constantes, à semelhança do que se passa com a matriz “Requirements network”.

Tabela 23 – Matriz Task by Energy

| | Legislação nacional | Legislação comunitária | Normas internas da FCT | Regras de concursos de Projectos | Regras de concursos de Bolsas |
|---------------------------------------------|---------------------|------------------------|------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| Definir regras de concursos | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Consultar concursos abertos | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Elaborar dossier de candidatura a Projectos | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Elaborar dossier de candidatura a Bolsas | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Constituir Painel de Avaliação de Projectos | 0,5 | 0,5 | 1 | 1 | 0 |

8. Task by Time Period – Tarefas * Tempo

Em que momento é que cada tarefa terá início?

Esta matriz será igual em todas as arquitecturas, pois assume-se que as tarefas começam no mesmo período.

Tabela 24 – Matriz Task by Time Period

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------------------------------------------|---|---|---|---|---|
| Definir regras de concursos | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Consultar concursos abertos | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| Elaborar dossier de candidatura a Projectos | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| Elaborar dossier de candidatura a Bolsas | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| Constituir Painel de Avaliação de Projectos | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |

Parâmetros adicionais para o modelo de simulação

Como referimos, a maior parte da informação é inserida no modelo de simulação através das matrizes. No entanto, há ainda outros parâmetros que é preciso especificar, independentes das matrizes.

A fim de analisar diversas configurações do sistema, foram feitos testes preliminares, com 48 configurações diferentes para cada arquitectura, num total de 144, fazendo variar:

1 - Os agentes envolvidos:

- o 3 internos (Direcção da FCT, SPP e SFRH);
- o 3 internos e 3 externos directamente ligados (Avaliador, Inv.Responsável e Bolseiro);

- o 3 internos, 3 externos directamente ligados e 3 externos independentes (Ministério, GGP e Público);
- 2 - A utilização ou não das bases de dados;
 - 3 - O nº de grupos: 1, 2 ou 3;
 - 4 - A utilização ou não do factor “esquecimento dos agentes humanos”;
 - 5 - A utilização ou não do factor “proximidade”.

Desta forma, os parâmetros adicionais controlados foram os que apresentamos na Tabela 25.

Tabela 25 – Parâmetros adicionais para o modelo de simulação

| <i>Parâmetro</i> | <i>Valores utilizados</i> |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Número de agentes humanos | 3, 6 ou 9 |
| Probabilidade de esquecimento pelos agentes humanos ²⁹ | 0 ou 0.01 (1%) |
| Número de grupos (de 1 a 3) | 1, 2 ou 3 |
| Número de agentes em cada grupo, incluindo as bases de dados | Variável entre 3 e 12, tendo cada grupo pelo menos 3 agentes humanos, com as bases de dados no Grupo 1, sempre que utilizadas |
| Número de factos | 25 |
| Utilização do factor proximidade | True ou False |
| Estilo de comunicação entre os agentes | 1:1 (sem bases de dados) 1:N (com bases de dados) |
| Permitir utilização de referências ³⁰ | True |
| Critério base para a interacção | “Information seeking – relative expertise” |
| Redução do número de agentes ³¹ | False |
| Número de tarefas | 25 |
| Número de iterações ³² | 15 |
| Número de períodos de tempo | 60 (correspondente a 60 meses) |

²⁹ - Percentagem de conhecimento que cada agente perde, em cada período de tempo.

³⁰ - Confere aos agentes a possibilidade de utilizar outro agente como meio de chegar a um terceiro.

³¹ - Uma vez que os agentes são papéis, não podem ser eliminados. Assim, esta função, que permite definir a probabilidade de, em cada período, reduzir o nº de agentes, não será utilizada.

³² - É o nº de vezes que o modelo vai correr a simulação, sendo os resultados finais a média das iterações.

Passemos de seguida à definição dos resultados que será possível obter a partir das simulações, e que serão os critérios de avaliação e comparação do desempenho das diferentes arquitecturas.

Critérios de comparação das arquitecturas

Após termos visto pormenorizadamente os tipos de dados que o simulador aceita como entradas, vamos agora debruçar-nos sobre os dados que ele devolve (saídas), a fim de podermos reunir um conjunto de parâmetros que possam servir de base à comparação das arquitecturas em análise.

Antes de mais, convém frisar que os resultados obtidos são sempre a média das iterações feitas. No nosso caso, configuramos o simulador para 15 iterações.

Número de conhecimentos partilhados

O número de conhecimentos partilhados é o valor médio de conhecimentos partilhados por todos os agentes do sistema, em cada período.

Quanto mais elevado for este indicador, maior será a eficácia do sistema.

Energia (conhecimentos disponíveis)

A energia traduz o número médio de conhecimentos disponíveis no sistema para desempenhar todas as tarefas, observados nas iterações feitas em cada um dos períodos.

Quanto mais elevado for este indicador, maior será a eficácia do sistema.

Esforço suficiente

O esforço suficiente traduz a quantidade média de conhecimentos aplicados pelos agentes para conseguir realizar com precisão todas as tarefas, em cada período.

Quanto mais elevado for este indicador, mais eficiente é o sistema.

Precisão do desempenho

A precisão do desempenho global de todos os agentes ao longo do tempo traduz a percentagem média de tarefas executadas com perfeição pelos agentes nas iterações feitas em cada um dos períodos.

Quanto mais elevado for este indicador, maior será a eficácia do sistema.

Neste Capítulo III, apresentámos a metodologia adoptada para a análise e comparação das três arquitecturas de interoperabilidade dos SI de Projectos e de Bolsas da FCT.

Nas secções III.1 e III.2, expressamos a motivação da escolha da simulação como método de teste, mencionando não só a teoria de suporte, bem como os factores que pesaram na selecção da ferramenta.

Na secção III.4, descemos a um nível maior de detalhe, para descrever as configurações a testar, os seus componentes (agentes, factos e tarefas), quais as matrizes e outros parâmetros que irão ser inseridos no simulador.

Finalmente, indicámos quais os critérios de comparação das arquitecturas, para aferir se as hipóteses teóricas podem ou não ser confirmadas.

De seguida, no Capítulo IV, faremos a Análise de dados e resultados, em cada um dos três ambientes testados, para encerrarmos com as Conclusões, no Capítulo V.

IV. ANÁLISE DE DADOS E RESULTADOS

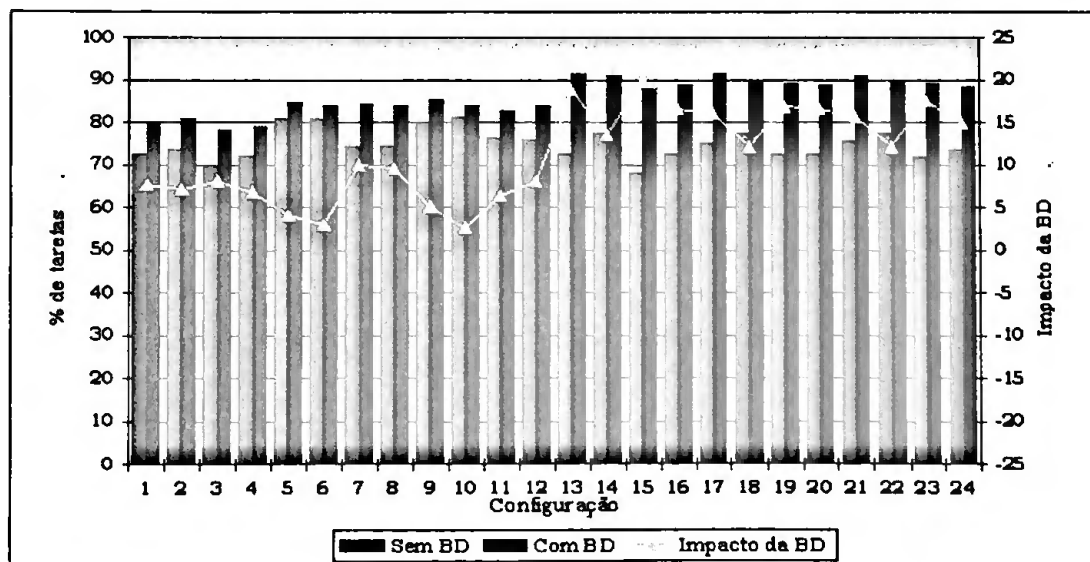
Primeiro, reúne os teus factos; depois, podes distorcê-los quanto quiseses.

Mark Twain (1835-1910)

A definição das variáveis a analisar com o simulador, como foi referido no ponto III.4, permitiu estruturar 144 configurações possíveis dos sistemas, correspondendo a 48 para cada arquitectura. A partir dos resultados preliminares obtidos com os testes, foi possível tirar as seguintes conclusões gerais, através da observação dos gráficos correspondentes:

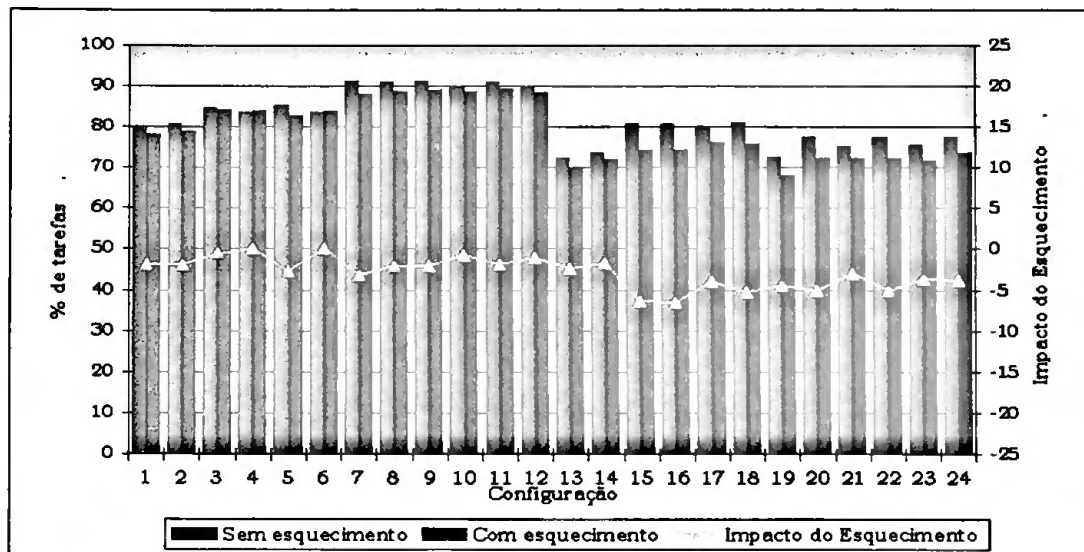
- As bases de dados contribuem significativamente para a melhoria do desempenho global do sistema, tendo-se verificado aumentos de precisão de desempenho, de energia ou dos factos partilhados (ver Gráfico 3);

Gráfico 3 – Variação da Precisão do desempenho com a utilização de BD – Arq. Distribuída



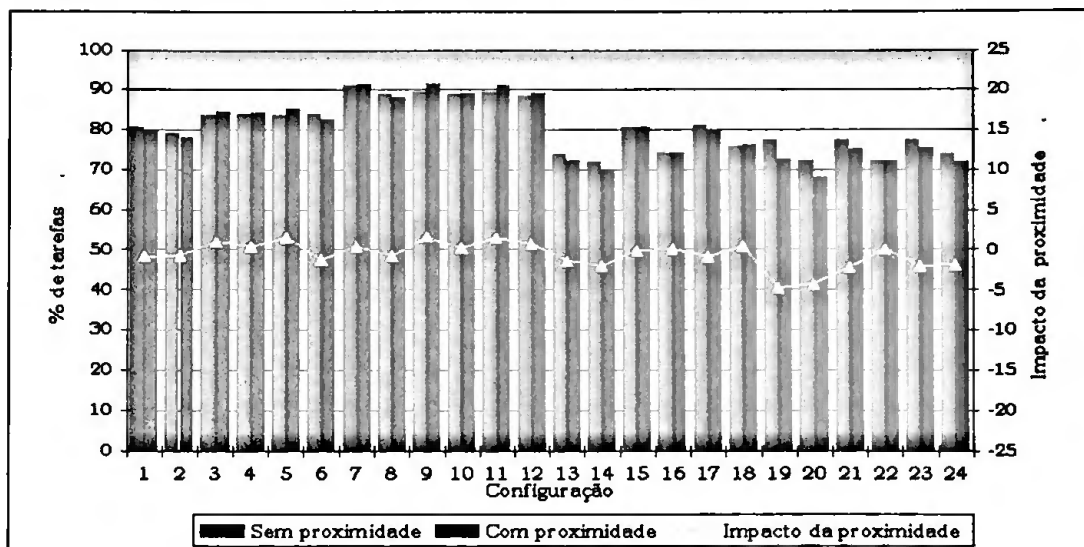
- O “esquecimento” tem impacto no sistema, degradando o desempenho global dos agentes. Após vários testes, com dados aleatórios variando apenas o factor “esquecimento”, decidimos tomar como valor de referência 0.01, pois tem um impacto perceptível, mas não catastrófico, como começa a acontecer com valores superiores (ver Gráfico 4);

Gráfico 4 – Variação da Precisão do desempenho com o esquecimento – Arq. Distribuída



- O factor “proximidade” não tem um impacto muito significativo no desempenho global do sistema (ver Gráfico 5).

Gráfico 5 – Variação da Precisão do desempenho com a proximidade – Arq. Distribuída



Chegados a estas conclusões, do conjunto de 48 variantes possíveis por arquitectura, seleccionamos três variantes, que nos permitirão avaliar o desempenho nos seguintes ambientes:

- Ambiente interno da instituição, apenas com agentes internos;
- Ambiente interno da instituição, com a participação de agentes externos fortemente ligados à FCT (Inv.Responsável, Bolseiro, Avaliador);
- Ambiente global, inter-institucional, com todos os agentes e todas as instituições.

Optámos por utilizar as variantes com as seguintes características comuns:

- com utilização de bases de dados;
- com esquecimento de 1% em cada período;
- sem proximidade adicional, além da implícita nas matrizes.

Assim, as três configurações analisadas e consideradas como base para o apuramento dos resultados finais foram estas, para cada uma das arquitecturas:

- 3ag. – com 3 agentes humanos;
- 6ag. 2gr. – com 6 agentes humanos, em dois grupos separados;
- 9ag. 3gr. – com 9 agentes humanos, em três grupos separados.

De seguida, procuramos validar as hipóteses definidas na secção II.4, que relembramos:

Hipótese 1: *A Arquitectura distribuída permite obter, em termos médios e globais, maior número de conhecimentos partilhados, mais energia disponível, maior esforço suficiente e maior precisão do que as outras arquitecturas.*

Hipótese complementar 1a: *A Arquitectura distribuída permite obter, dentro da mesma instituição, maior número de conhecimentos partilhados e mais energia disponível, com maior “esforço” mas com menor precisão do que as outras arquitecturas.*

Hipótese complementar 1b: *A Arquitectura distribuída permite obter, dentro da mesma instituição e interagindo com agentes externos, maior número de conhecimentos partilhados, mais energia disponível, maior precisão e maior “esforço”, comparativamente com as outras arquitecturas.*

Para testar as hipóteses, utilizaremos o teste de diferença de médias entre duas populações, com amostras grandes e independentes.

Dado que este teste é aplicável a populações com uma distribuição normal, em primeiro lugar, foi feito sobre as amostras o teste de Kolmogorov-Smirnov, para verificar se todas as populações têm uma distribuição normal, com um nível de significância de 5%. Os testes que fizemos, com as 60 ocorrências observadas em cada uma das variáveis, resultaram nos dados apresentados na Tabela 26: das 36 amostras, apenas 8 correspondiam a populações com uma distribuição normal.

Tabela 26 – Resultados do teste de Kolmogorov-Smirnov – 60 obs.

| Variável | Arq.1-3Ag. | Arq.1-6ag. 2gr. | Arq.1-9ag. 3gr. | Arq.2-3 Ag. | Arq.2-6ag. 2gr. | Arq.2-9ag. 3gr. | Arq.3-3 Ag. | Arq.3-6ag. 2gr. | Arq.3-9ag. 3gr. |
|---------------------|--------------|-----------------|-----------------|-------------|-----------------|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|
| Conhec. partilhados | 0,118 | 0,080 | 0,025 | 0,001 | 0,001 | 0,042 | 0,166 | 0,109 | 0,007 |
| Energia | 0,023 | 0,012 | 0,019 | 0,000 | 0,000 | 0,043 | 0,187 | 0,054 | 0,001 |
| Esforço | 0,182 | 0,006 | 0,045 | 0,001 | 0,001 | 0,028 | 0,262 | 0,033 | 0,001 |
| Precisão | 0,003 | 0,158 | 0,007 | 0,001 | 0,172 | 0,001 | 0,003 | 0,012 | 0,006 |

Nota: valor-p de alternativa bilateral

Apesar de termos tido como resultado que a maior parte das populações estudadas não seguem uma distribuição normal, uma vez que as amostras utilizadas têm 60 elementos e, de acordo como teorema do limite central, as amostras grandes tendem para a distribuição normal, foi utilizado o teste de diferença de médias entre duas populações, com amostras grandes e independentes, para comprovar as hipóteses formuladas.

Vejamos, cenário a cenário, quais foram os resultados obtidos.

Ambiente global, inter-institucional

Este ambiente será o campo de validação da Hipótese 1: *A Arquitectura distribuída permite obter, em termos médios e globais, maior número de conhecimentos partilhados, mais energia disponível, maior esforço suficiente e maior precisão do que as outras arquitecturas.*

Transformando em hipóteses de teste, teremos a seguinte hipótese nula e as correspondentes hipóteses alternativas, com os resultados do teste para cada uma das arquiteturas:

Tabela 27 – Hipótese nula e hipóteses alternativas: ambiente global

| Variável | H_0 | H_1 | SI Autónomos | Arq. Centralizada |
|------------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------|-------------------|
| Número de factos partilhados | $H_0 : \mu_X - \mu_Y = 0$ | $H_1 : \mu_X - \mu_Y > 0$ | 0,000 | 0,000 |
| Energia disponível | | $H_1 : \mu_X - \mu_Y > 0$ | 0,000 | 0,000 |
| Esforço suficiente | | $H_1 : \mu_X - \mu_Y > 0$ | 0,000 | 0,000 |
| Precisão de desempenho | | $H_1 : \mu_X - \mu_Y > 0$ | 0,000 | 0,131 |

Nota: valor-p de alternativa unilateral

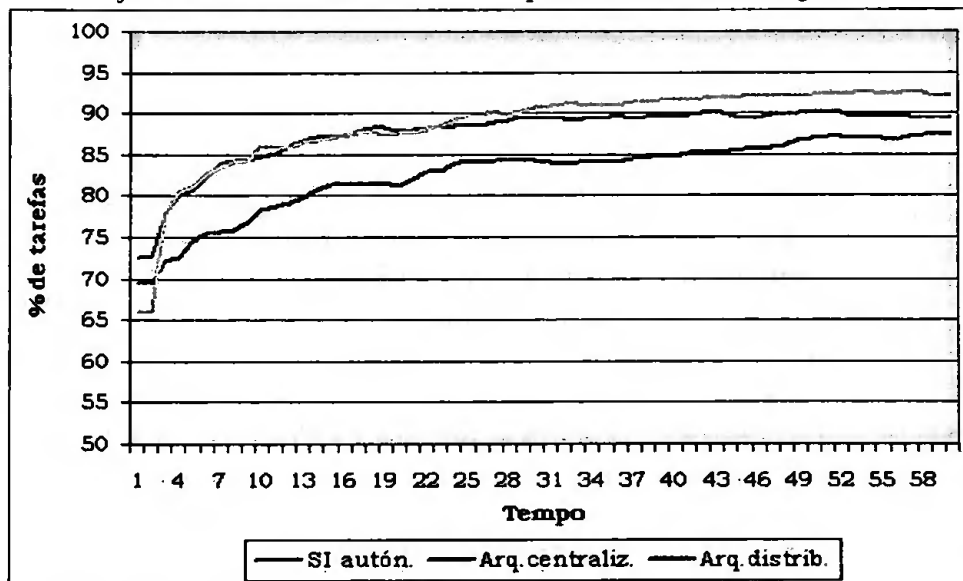
A partir da análise da Tabela 27, podemos concluir que a Hipótese 1 não é estatisticamente comprovada por inteiro:

- os testes mostram evidência estatística que comprova que a arquitectura distribuída permite obter, em termos médios e globais, maior número de conhecimentos partilhados, mais energia disponível e maior esforço suficiente do que as outras arquiteturas;
- os testes mostram evidência estatística que comprova que a arquitectura distribuída permite obter, em termos médios e globais, maior precisão de desempenho apenas em relação ao modelo de SI autónomos, mas não em relação à arquitectura centralizada.

No que diz respeito à variável “precisão de desempenho”, apesar de não haver evidência estatística suficiente para comprovar a superioridade da arquitectura distribuída, os resultados obtidos nas simulações comprovam que, pelo menos nesta amostra, existe essa superioridade, como se pode ver no Gráfico 6. É nítida a superioridade da arquitectura distribuída, em especial a partir sensivelmente do meio do período simulado. Nas outras três variáveis,

esta diferença é ainda mais elevada, sendo claramente superiores as observações da arquitectura distribuída, o que vem apenas confirmar os resultados do teste estatístico.

Gráfico 6 – Precisão média do desempenho num ambiente global



Uma explicação possível para esta aparente discrepância na precisão de desempenho tem a ver com o elevado desvio padrão que as observações apresentam: 3,85 na arquitectura centralizada e 5,43 na arquitectura distribuída. Como este é um dos parâmetros que tem influência na estatística de teste utilizada, o desvio padrão da arquitectura distribuída, aliado ao facto de as médias serem próximas (87,56% e 88,53%, respectivamente), decerto contribuiu para que o teste estatístico não detectasse evidências suficientemente fortes para poder rejeitar a hipótese nula.

Ambiente interno

Este ambiente será o campo de validação da Hipótese complementar 1a: *A Arquitectura distribuída permite obter, dentro da mesma instituição, maior*

número de conhecimentos partilhados, mais energia disponível e maior “esforço” mas com menor precisão do que as outras arquitecturas.

Transformando em hipóteses de teste, teremos a seguinte hipótese nula e as correspondentes hipóteses alternativas, com os resultados do teste para cada uma das arquitecturas:

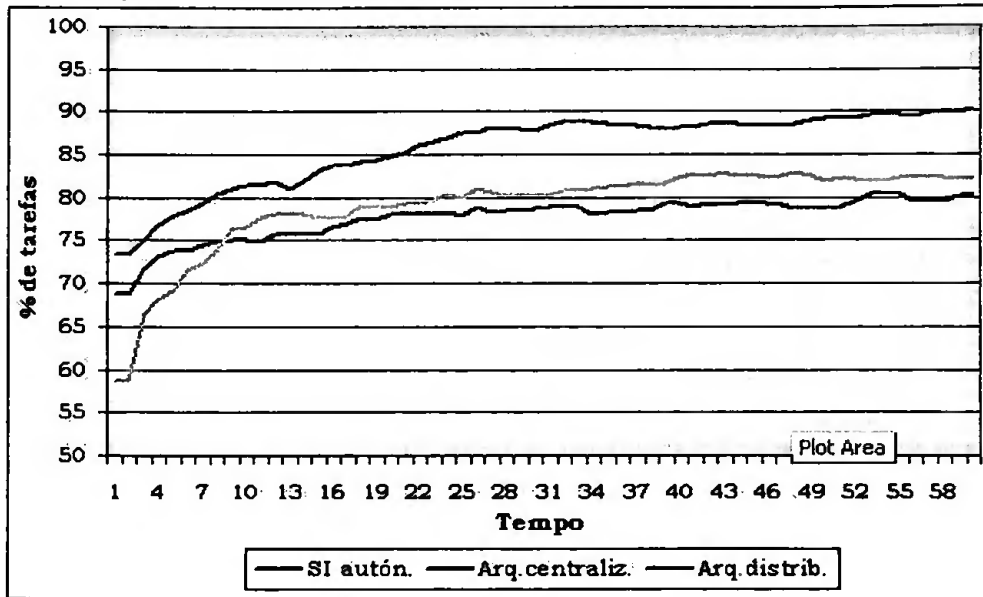
Tabela 28 – Hipótese nula e hipóteses alternativas: ambiente interno

| Variável | H_0 | H_1 | SI Autónomos | Arq. centralizada |
|------------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------|-------------------|
| Número de factos partilhados | $H_0 : \mu_x - \mu_y = 0$ | $H_1 : \mu_x - \mu_y > 0$ | 0,001 | 1,000 |
| Energia disponível | | $H_1 : \mu_x - \mu_y > 0$ | 0,012 | 1,000 |
| Esforço suficiente | | $H_1 : \mu_x - \mu_y > 0$ | 0,000 | 1,000 |
| Precisão de desempenho | | $H_1 : \mu_x - \mu_y < 0$ | 0,959 | 0,000 |

Nota: valor-p de alternativa unilateral

A análise da Tabela 28 permite concluir que a Hipótese complementar 1a não é suportada estatisticamente. De facto, nas quatro variáveis observadas, é sempre a arquitectura centralizada que apresenta valores médios mais elevados, como é exemplificado no Gráfico 7, que ilustra a precisão média do desempenho. Estas medidas comprovam que a arquitectura distribuída não é a mais indicada para ambientes com poucos utilizadores ou pouco complexos do ponto de vista da integração.

Gráfico 7 – Precisão média do desempenho num ambiente interno



Ambiente interno, com a participação de agentes externos

Este ambiente será o campo de validação da Hipótese complementar 1b: *A Arquitectura distribuída permite obter, dentro da mesma instituição e interagindo com agentes externos, maior número de conhecimentos partilhados, mais energia disponível, maior precisão e maior “esforço”, comparativamente com as outras arquitecturas.*

Transformando em hipóteses de teste, teremos a seguinte hipótese nula e as correspondentes hipóteses alternativas, com os resultados do teste para cada uma das arquiteturas:

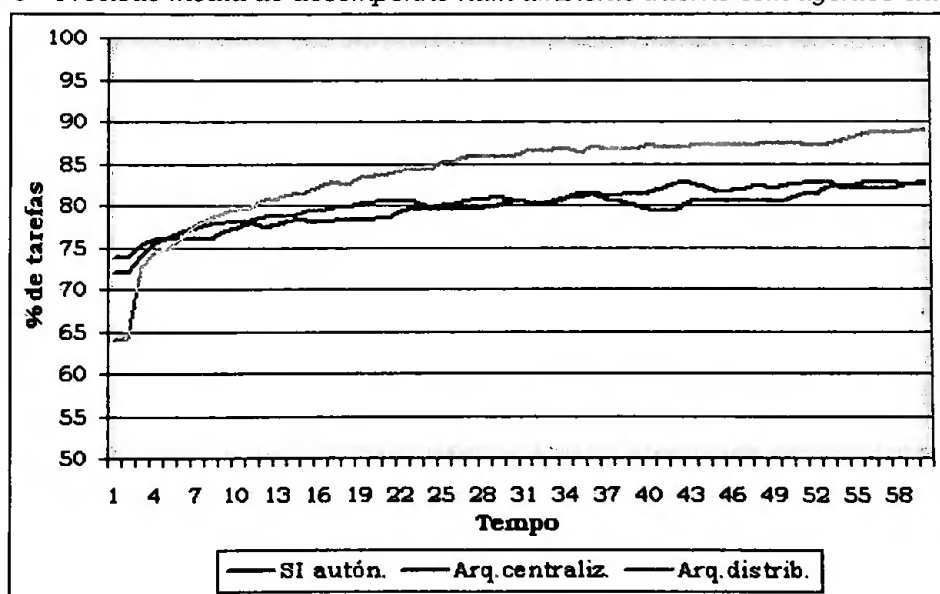
Tabela 29 – Hipótese nula e hipótese alternativa: ambiente interno com agentes externos

| Variável | H_0 | H_1 | SI Autónomos | Arq. centralizada |
|------------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------|-------------------|
| Número de factos partilhados | $H_0 : \mu_X - \mu_Y = 0$ | $H_1 : \mu_X - \mu_Y > 0$ | 0,000 | 0,118 |
| Energia disponível | | $H_1 : \mu_X - \mu_Y > 0$ | 0,000 | 0,003 |
| Esforço suficiente | | $H_1 : \mu_X - \mu_Y > 0$ | 0,000 | 0,870 |
| Precisão de desempenho | | $H_1 : \mu_X - \mu_Y > 0$ | 0,000 | <0,001 |

Nota: valor-p de alternativa unilateral

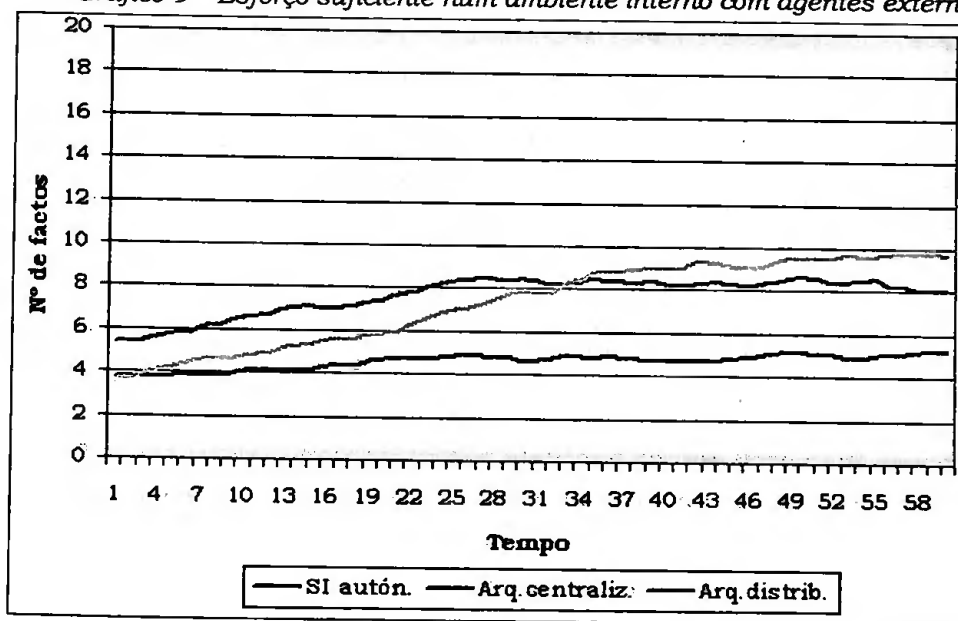
A hipótese complementar 1b não é inteiramente comprovada pelos testes estatísticos, embora os valores da amostra obtida a suportem na íntegra. Comparando as médias das observações, as da arquitectura distribuída são sempre superiores às dos SI autónomos, como se pode ver no Gráfico 8 e nos resultados do teste de diferença de médias, presentes na Tabela 29.

Gráfico 8 – Precisão média do desempenho num ambiente interno com agentes externos



Em relação à arquitectura centralizada, as médias das duas arquitecturas estão muito próximas nas variáveis em que não há evidência estatística: os valores da arquitectura distribuída são mais elevados na variável “número de factos partilhados” e mais baixos na variável “esforço suficiente”, embora, nesta última, o desempenho da arquitectura distribuída seja claramente superior na fase final dos testes, como podemos ver no Gráfico 9.

Gráfico 9 – Esforço suficiente num ambiente interno com agentes externos



V. CONCLUSÕES

A mudança é o resultado final da verdadeira aprendizagem.

Leo F. Buscaglia (1924-1998)

Este capítulo resume os principais resultados teóricos e empíricos da investigação. De seguida, aponta as limitações da investigação e termina indicando áreas para futura investigação.

Na primeira secção, analisamos os contributos fundamentais da tese e sintetizamos as respostas à questão inicial e às hipóteses teóricas, baseadas nas evidências empíricas.

Na segunda secção, apontamos as principais limitações à investigação, bem como a sua origem.

Na terceira secção, apresentamos algumas outras áreas em que a presente investigação poderá ser igualmente aplicada e comparamos sumariamente com algumas metodologias alternativas.

V.1. Contributos fundamentais

As contribuições fundamentais deste trabalho de investigação situam-se a três níveis complementares:

- 1 - Teórico ou conceptual;
- 2 - Metodológico;
- 3 - Validação empírica de arquitecturas de interoperabilidade.

Contributos a nível teórico ou conceptual

A nível teórico ou conceptual, houve a preocupação de modelizar informação sobre os SI de Projectos e de Bolsas da FCT que se encontra dispersa por várias fontes, em boa parte sob a forma tácita.

Nesta linha, conseguimos definir uma modelação conceptual do ciclo de vida dos projectos e das bolsas, que podemos encontrar da Tabela 8 à Tabela 11. Depois de apresentar as principais características e de explicar as razões da escolha destas duas entidades como assunto de investigação, descrevemos o ciclo de vida mais comum de um projecto e de uma bolsa, desde o momento administrativo prévio que é a abertura do concurso, até ao seu encerramento, depois de terem sido completadas com sucesso todas as fases intermédias.

Nesta modelação conceptual, têm um lugar de destaque as relações que se estabelecem entre os vários intervenientes no processo. Utilizando a terminologia do *Construct-TM*, o modelo de simulação computacional escolhido para realizar os testes, esses intervenientes podem ser agrupados em: Agentes (pessoas ou bases de dados), Factos (ou conhecimentos) e Tarefas. Na Tabela 10, vimos retratada a relação entre os Utilizadores e a Informação do SI de

Projectos, com a indicação de quem é o responsável pela criação de cada tipo de informação e que utilização é feita de toda a informação do sistema, tudo isto com a indicação expressa da fase do processo em que a criação e/ou leitura da informação ocorre. Na Tabela 11, vimos o equivalente para o SI de Bolsas. Estas duas tabelas e a respectiva legenda são utilizadas como base para a criação da maior parte das matrizes de entrada de dados para o *Construct-TM*, em particular:

- a matriz "Requirements Network", em que combinamos cada tarefa com os conhecimentos que são necessários para a executar. Na prática, foi transposta para esta matriz a especificação da informação que os utilizadores criam ou usam em cada tarefa;
- a matriz "Knowledge Network", que retrata a distribuição inicial do conhecimento pelos agentes, assume que, neste momento inicial, quem tem o conhecimento é o agente responsável pela sua introdução no sistema, com excepção feita para os dados de arquivo (como, por exemplo, "Avaliadores anteriores");
- a matriz "Task by Agent" foi criada directamente a partir das tabelas referidas;
- as matrizes "Access" e "Transactive Knowledge Network", que retratam respectivamente a comunicação dos agentes entre si e o grau de consciência de cada agente em relação ao conhecimento detido pelos restantes, são o reflexo de uma análise mais aprofundada da realidade, somada à informação contida nas tabelas mencionadas.

Numa outra linha, mas ainda dentro dos contributos a nível teórico, podemos destacar a análise sucinta das limitações de “standards de interoperabilidade” actuais, em particular do XML e do CERIF.

O XML é uma tecnologia *standard* que facilita a troca de informação, independentemente do seu tipo, enquanto o CERIF é um *standard* para codificação de informação específica, ligada à Investigação em Curso. O papel de um e de outro é de grande importância, e aumenta se estivermos a falar de um conjunto alargado de entidades, colectivas ou individuais, que participam num processo de partilha de informação: o CERIF como forma de implementar a interoperabilidade ao nível semântico (garantir que todos os intervenientes estão a falar do mesmo assunto e com o mesmo vocabulário); o XML como forma de implementar a interoperabilidade ao nível sintáctico (garantir que todos os intervenientes enviam e recebem mensagens bem construídas, e que são capazes de as ler). Os desenvolvimentos mais recentes do CERIF (CERIF 2002) têm incluído o XML, procurando precisamente englobar os dois tipos de interoperabilidade.

Contributos a nível metodológico

A simulação computacional tem sido pouco aplicada no estudo dos SI, comparando com o grau de utilização desta metodologia noutras áreas. Veja-se, por exemplo, o grau de penetração da simulação no domínio da engenharia (civil, mecânica, para referir apenas duas).

A metodologia adoptada, utilizando a simulação computacional para testes de arquitecturas de interoperabilidade nesta área, traz benefícios notórios:

- permite reduzir significativamente o esforço e o custo de desenvolvimento que seria necessário com outras metodologias (por exemplo, a prototipagem);
- o grau de abstracção a que é mantido o sistema, com grande independência em relação às tecnologias de implementação dos sistemas reais, tornam-no muito mais generalizável e mais facilmente aplicável noutros casos;
- permite reduzir drasticamente o tempo de realização dos testes, pois torna possível simular em poucos segundos o comportamento do sistema ao longo de anos. Além da redução de custos a que já nos referimos, torna também exequível o teste e avaliação de diferentes configurações do sistema em estudo (recordemos que, no nosso caso, o grupo inicial de configurações testadas foi de 144, reduzindo-se progressivamente até às 9 configurações finais);
- ao ser implementada de forma iterativa, a metodologia adoptada permite fazer melhorias contínuas em toda a linha, procurando detectar e corrigir a causa inicial do problema.

Contributos a nível da validação empírica de arquitecturas de interoperabilidade

Com o objectivo de verificar se o desempenho global da arquitectura distribuída é superior ao do modelo de SI autónomos e também ao da arquitectura centralizada, definimos uma hipótese teórica e duas hipóteses complementares, correspondentes a cada um dos três ambientes testados:

Hipótese 1: *A Arquitectura distribuída permite obter, em termos médios e globais, maior número de conhecimentos partilhados, mais energia disponível, maior esforço suficiente e maior precisão do que as outras arquitecturas.*

Hipótese complementar 1a: *A Arquitectura distribuída permite obter, dentro da mesma instituição, maior número de conhecimentos partilhados e mais energia disponível, com maior "esforço" mas com menor precisão do que as outras arquitecturas.*

Hipótese complementar 1b: *A Arquitectura distribuída permite obter, dentro da mesma instituição e interagindo com agentes externos, maior número de conhecimentos partilhados, mais energia disponível, maior precisão e maior "esforço", comparativamente com as outras arquitecturas.*

Para cada uma destas hipóteses teóricas, definimos as correspondentes hipóteses estatísticas alternativas que permitissem testar cada uma das suas afirmações, recorrendo ao teste de diferença de médias entre duas populações, com amostras grandes e independentes.

Os resultados obtidos ficaram relativamente aquém do esperado, pois não permitiram validar com resultados estatísticos significativos qualquer das três hipóteses teóricas. Contudo, alguns resultados sobre a aplicabilidade de diferentes arquitecturas de interoperabilidade foram validados empiricamente pelo modelo. Somos assim levados a concluir que:

- 1 - Para as configurações de SI analisadas, a arquitectura distribuída não é sempre a mais aconselhável, de acordo com cada um dos parâmetros medidos.
- 2 - De acordo com os resultados do teste estatístico de diferença de médias entre duas populações, com amostras grandes e independentes, e com os dados das amostras observadas, podemos afirmar que o desempenho do modelo de SI autónomos é claramente inferior ao de pelo menos uma das outras arquitecturas, nos três ambientes analisados. Por isso, é um modelo que deverá vir a ser substituído ou, pelo menos, alterado no sentido de aproximar-se de uma das outras arquitecturas.

- 3 - De acordo com os resultados do mesmo teste, a arquitectura centralizada tem desempenho global superior à arquitectura distribuída em configurações mais reduzidas. Atendendo a que, nestes testes, chegámos a um máximo de 9 agentes humanos, é plausível que, com uma configuração diferente, mais diversificada e abrangente em termos dos agentes envolvidos, a mais valia da arquitectura distribuída se torne mais evidente.
- 4 - Apesar de nem sempre ser confirmado pelo teste estatístico, as amostras obtidas revelam valores superiores da arquitectura distribuída nas quatro variáveis observadas, pelo menos na segunda metade do período simulado, nos ambientes “global” e “dentro da mesma instituição com agentes externos”, sendo a arquitectura centralizada que obtém sempre os valores mais elevados no ambiente “dentro da instituição”.
- 5 - Resumindo, podemos afirmar que, num ambiente global e inter-institucional, mais vasto, com maior número de agentes e de instituições envolvidas, há evidências estatísticas que comprovam que a arquitectura distribuída apresenta maior número de factos partilhados, maior energia disponível e maior esforço suficiente aplicado pelos agentes e, não havendo evidência estatística de que a precisão do desempenho é também superior, a amostra analisada comprova essa superioridade.
- 6 - Num ambiente interno, com poucos agentes, há evidências estatísticas de que a arquitectura distribuída é suplantada a todos os níveis pela arquitectura centralizada.
- 7 - Num ambiente interno com agentes externos, as evidências estatísticas dividem-se no sentido de atribuir melhores médias à arquitectura distribuída ou à arquitectura centralizada, pelo que temos de considerar

que se trata de um ambiente em que não é possível determinar qual das duas arquitecturas é mais eficaz.

- 8 - A partir da observação das amostras obtidas, verificamos que, em todas elas, e em todas as variáveis, há um aumento desde o início do período simulado até ao fim, evidenciando disseminação de conhecimento entre os agentes.

V.2. Limitações da investigação

A investigação que procurámos levar a cabo foi afectada por diversas limitações, de três ordens diferentes, que procuraremos expôr de seguida: em primeiro lugar, as limitações externas; depois, as limitações derivadas da metodologia escolhida; finalmente, as limitações derivadas do modelo de simulação escolhido.

Limitações externas

- A escassez de recursos disponíveis, humanos e materiais, foram uma das razões para a escolha da simulação, como ficou explícito anteriormente. O esforço humano que seria necessário para implementar testes por prototipagem, que foi a opção considerada inicialmente, revelou-se incomportável, dada a natureza complexa do problema.
- O facto de lidar profissionalmente com a realidade analisada de há uns anos a esta parte deu origem a enviesamentos iniciais, que foram sendo minorados pela revisão bibliográfica e pela análise mais rigorosa dessa realidade.

Limitações derivadas da metodologia escolhida

- Deveria ter sido feita uma validação ainda mais exaustiva das matrizes de dados, bem como a validação dos resultados por *experts*. Não o foi por falta de tempo.
- A granularidade dos agentes e dos conhecimentos poderia ter sido superior, evitando englobar no mesmo agente instituições diferentes,

ainda que de natureza similar (caso do Gabinete de Gestão do POCI2010 e do Gabinete de Gestão do POS_Conhecimento; caso dos Ministérios envolvidos; caso do Inv. Responsável, que representa neste modelo também o dirigente da Instituição Proponente). Este aumento da granularidade significaria, porém, introduzir no modelo mais agentes e mais conhecimentos, o que implicaria um aumento considerável do tempo necessário para a recolha, tratamento e validação dos dados, bem como de análise dos resultados.

Limitações derivadas do modelo de simulação escolhido

- O número fixo de tarefas (25) pode não coincidir com o número de tarefas ideal para modelizar o problema.

V.3. Investigação futura

A consciência que temos de que, no trabalho desenvolvido, muito ficou ainda por fazer, leva-nos a apontar algumas direcções que poderão ser seguidas em investigações futuras.

Em primeiro lugar, os modelos desenvolvidos e testados no âmbito da nossa dissertação de mestrado apresentam, eles próprios, lacunas, que muito poderiam beneficiar de investigação adicional. Por um lado, na sua própria definição, como já notámos, poderiam ser refinados os agentes, os conhecimentos e as tarefas, e obviamente as relações entre eles. Isto permitiria ter uma representação mais fiel da realidade. Se, do lado dos *inputs*, poderíamos melhorar, do lado dos *outputs* há também ainda muito campo para explorar. Por exemplo, analisar a evolução das relações entre agentes; fazer descer a análise ao nível individual dos agentes, para permitir isolar os resultados dos agentes-chave do sistema; analisar a disseminação dos conhecimentos pelo sistema, para aferir, por exemplo, se todos os conhecimentos têm igual potencial de difusão, ou se haverá *clusters* de conhecimento cuja divulgação é mais difícil ou até impossível, no sentido de permitir desenvolver acções específicas.

Por outro lado, comparar e complementar a simulação com outras metodologias (p.ex., entrevistas e prototipagem) é uma solução de futuro, aliando a experiência e robustez das outras metodologias, às potencialidades da simulação. A combinação com a prototipagem deverá reduzir o número de

protótipos necessários e auxiliar a definição da estrutura óptima do protótipo a desenvolver, reduzindo desta forma os riscos, o tempo e os custos envolvidos.

No que diz respeito aos CRIS e ao seu *standard* por excelência na Europa, o CERIF, há uma linha de investigação que, espera-se, virá a ser de grande utilidade num ambiente distribuído, mais alargado do que o que aqui testámos, mas que pode igualmente ser implementado na camada de *middleware* da arquitectura distribuída analisada: trata-se da integração de dados de CRIS em ambiente Peer-to-Peer (P2P) (Lopatenko e Matthews, 2004).

Finalmente, alargando o horizonte, o objectivo será validar e testar convenientemente o modelo, no sentido de responder às questões:

- É aplicável a outras áreas dentro da Ciência e da Tecnologia?
- É aplicável a outras áreas além da Ciência e da Tecnologia?

Estas são algumas das áreas passíveis de investigação no futuro e que em muito contribuirão para um melhor conhecimento sobre Arquitecturas de Interoperabilidade em Sistemas de Informação.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Livros e Artigos

- [Asserson *et al.*, 2002] – Asserson, Anne; Jeffery, Keith; e Lopatenko, Andrei, (2002), “CERIF: Past, Present and Future: an Overview”, in Adamczak, W. e Nase, A. (Eds.), *Proceedings CRIS2002 6th International Conference on Current Research Information Systems*, Kassel University Press
- [Bratley *et al.*, 1983] – Bratley, Paul e Fox, Bennet L., Schrage, Linus E. (1983), *A Guide to Simulation*, Springer-Verlag
- [Caldas, 1997] – Caldas, Alexandre Paulo Fernandes Varela Simões, (1997), *Modelo Conceptual de um Sistema de Informação Nacional sobre Projectos de Investigação Científica e Tecnológica*, Dissertação de Mestrado, Lisboa, ISEG/UTL
- [Castells, 1996] – Castells, Manuel, (1996), *The Rise of the Network Society, The Information Age: Economy, Society and Culture, Vol. I.*, Cambridge (EUA) / Oxford (Reino Unido), Blackwell
- [Chiang, 2003] - Chiang, C.C., (Março de 2003), “The use of adapters to support interoperability of components for reusability”, *Information and Software Technology*, volume 45, pp. 149-156, Amsterdam, March 2003
- [CORDIS, 2000] – CORDIS, (2000), *CERIF 2000 fundamentals*
Consultado em 2005/09/22 em:
<http://www.cordis.lu/cerif/src/fundamentals.htm>
- [DPP/MF, 2003] – Departamento de Prospectiva e Planeamento – DPP/MF, (2003), *Grandes Opções do Plano, 2004*, Lisboa, Ministério das Finanças
- [Elmasri e Navathe, 1994] – Elmasri, Ramez e Navathe, Shamkant B., (1994), *Fundamentals of Database Systems*, 2nd Edition, Redwood City (CA, USA), The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc.



- [EuroCRIS, 1998] – EuroCRIS, (1998), *Code of Good Practice for Current Research Information Systems*, Version 3.0
Consultado, em 2004/12/31, em
http://www.eurocris.org/en/code_of_good_practice/codegpr.doc
- [Fowler, 2002] – Fowler, Martin, (2002), *Patterns of Enterprise Application Architecture*, Addison Wesley
- [Grady, 1994] – Grady, Jeffrey O., (1994), *System Integration*, Boca Raton, CRC Press
- [Halevy, 2003] – Halevy, Alon Y., (2003), “Data Integration: a Status Report”,
in: BTW 2003 Proceedings
Consultado em 2004/12/31 em:
<http://www.btw2003.de/proceedings/paper/keynote-halevy.pdf>
- [Harold, 2004] – Harold, Elliotte Rusty, (2004), *XML 1.1 Bible*, 3rd Edition, Indianapolis (USA), Wiley Publishing, Inc.
- [Hudson, 2004] – Hudson, Michael J., (2004), “Adding simplicity”, *Intelligent Enterprise*, Vol.7, Nº 12, 7 de Agosto de 2004, pág. 44-45
- [IAI] – IAI, *Interoperability for Software Developers*
Consultado em 2005/09/22:
http://www.iai-na.org/about/fact_sheet_sw_d.pdf
- [Jeffery, 2004] – Jeffery, Keith G., (2004), “The New Technologies: can CRISs Benefit?”, *in Proceedings CRIS 2004*, Bruxelas, pp. 77-87
- [Khan, 2003] – Khan, Abdul Waheed, (2003), “Status of Research on the Information Society”, in: Bofo, Kwame (Ed.), *UNESCO Publications for the World Summit on the Information Society*, Paris
- [Landsbergen e Wolken, 2001] – Landsbergen Jr, David e Wolken Jr, George, (2001), “Realizing the promise: Government information systems and the fourth generation of Information Technology” *in Public Administration Review*; Mar/Abr 2001, Vol. 61, Nº 2, ABI/INFORM Global, pp. 206-218

- [Langsford e Moffet, 1992] – Langsford, Alwyn e Moffet, Jonathan D., (1992), *Distributed Systems Management*, Wokingham (England), Addison-Wesley
- [Law e Kelton, 1982] – Law, Averill e Kelton, W. David, (1982), *Simulation Modeling and Analysis*, McGraw-Hill (USA)
- [Linthicum, 1999] – Linthicum, David S., (1999), *Enterprise Application Integration*, Reading (USA), Addison-Wesley
- [Linthicum, 2003] – Linthicum, David S., (2003), *Next Generation Application Integration: From Simple Information to Web Services*, Reading (USA), Addison-Wesley
- [Lopatenko e Matthews, 2004] – Lopatenko, Andrei e Matthews, Brian, (2004), “P2P Data Integration for Current Research Information Systems”, Workshop in *CRIS 2004*, 13-15 de Maio de 2004, Bruxelas
Consultado em 2005/09/22 em
<http://www.eurocris.org/conferences/cris2004/abstracts/lopatenko.html>
- [Mansell, 2003] – Mansell, Robin, (2003), *The Nature of the Information Society: An Industrialized World Perspective*, International Telecommunications Union
Consultado em 2005/09/22 em
“<http://www.itu.int/osg/spu/visions/papers/industrializedpaper.pdf>”
- [McGee e Prusak, 1993] – McGee, James e Prusak, Laurence, (1993), *Managing Information Strategically*, New York, John Wiley & Sons Inc.
- [Myerson, 2002] – Myerson, Judith M., (2002), *The Complete Book of Middleware*, Boca Raton, Auerbach Publications
- [Pidd, 1988] – Pidd, Michael, (1988), *Computer Simulation in Management Science*, 2nd edition, Chichester (EUA), John Wiley & Sons
- [Ramalho e Henriques, 2002] – Ramalho, José C. e Henriques, Pedro, (2002), *XML & XSL, da teoria à prática*, Lisboa, FCA
- [Rambhia, 2002] – Rambhia, Ajay M., (2002), *XML Distributed Systems Design*, Indianapolis (USA), Sams Publishing

- [Rao, 2003] – Rao, Madanmohan, (2003), *The nature of the information society: A developing world perspective*, International Telecommunications Union
Consultado em 2005/09/22 em
["http://www.itu.int/osg/spu/visions/papers/developingpaper.pdf"](http://www.itu.int/osg/spu/visions/papers/developingpaper.pdf)
- [Rodrigues, 2002] – Rodrigues, Luís Silva, (Julho 2002), *Arquitecturas dos Sistemas de Informação*, Lisboa, FCA
- [Silva, 2003] – Silva, Miguel Mira, (2003), *Integração de Sistemas de Informação*, Lisboa, FCA
- [UMIC, 2003] – UMIC, (Março de 2003), *Relatório de Diagnóstico – Sociedade de Informação e Governo Electrónico em Portugal*, Porto Salvo, UMIC.
Consultado em 2004/04/13 em
["http://www.unic.pcm.gov.pt/UMIC/CentrodeRecursos/Publicacoes/relatorio_diagnostico.htm"](http://www.unic.pcm.gov.pt/UMIC/CentrodeRecursos/Publicacoes/relatorio_diagnostico.htm)
- [Varajão, 2001] – Varajão, João Eduardo Quintela, (2001), *A Arquitectura da Gestão dos Sistemas de Informação*, 2ª Edição, Lisboa, FCA
- [Vitolo e Coulston, 2004] – Vitolo, Theresa M. e Coulston, Chris, (2004),
"Simulation in IS Research: Technique Underrepresented in the Field",
in Whitman, Michael E. e Woszczyński, Amy B. (Eds.), *The Handbook of Information Systems Research*, Hershey (USA), Idea Group Publishing
- [West, 2003] – West, Darrel M., (Setembro de 2003), *Global E-Government, 2003*, Providence (USA), Center for Public Policy /Brown University
Consultado em 2005/09/22 em
["http://www.insidepolitics.org/egovt03int.pdf"](http://www.insidepolitics.org/egovt03int.pdf)

Legislação e Resoluções

- [AG-ONU, 2002] - Assembleia Geral da ONU, *Resolution 56/183 - World Summit on the Information Society*, 31 de Janeiro de 2002
Consultado em 2005/09/22 em
http://www.itu.int/wsis/docs/background/resolutions/56_183_unga_2002.pdf
- [CE, 2003] – Comissão Europeia, “eEurope 2005 Executive Summary”, Janeiro de 2003
Consultado em 2005/09/22 em
http://europa.eu.int/information_society/eeurope/2002/news_library/documents/eeurope2005/execsum_en.pdf
- [ITU, 2003] – International Telecommunication Union - “World Summit on the Information Society – Plan of Action”, 2003/12/12
Consultado em 2005/09/22 em
http://www.itu.int/dms_pub/itu-s/md/03/wsis/doc/S03-WSIS-DOC-0005!!PDF-E.pdf
- [PCM, 2003a] – Presidência do Conselho de Ministros, “Resolução do Conselho de Ministros nº 107/2003”, in *Diário da República, Série I*. Lisboa: INCM, 2003/08/12
- [PCM, 2003b] – Presidência do Conselho de Ministros, “Resolução do Conselho de Ministros nº 108/2003”, in *Diário da República, Série I*. Lisboa: INCM, 2003/08/12

ANEXO I - MATRIZES DE ENTRADA

(Transactive Knowledge Network) Matriz Agentes * Conhecimentos (23)

| Atividades Centralizadas | Legislação nacional | Legislação comunitária | Normas internas da FCT | Regras de concursos de projetos | Regras de concursos de bolsas | Regras de avaliação de projetos | Regras de avaliação de propostas | Decisão de aprovação de projetos | Decisão de aprovação de bolsas | Decisão de homologação de projetos | Decisão de homologação de bolsas | Decisão de Atribuição de Projetos | Decisão de Atribuição de Bolsas | Regras de pagamento de Bolsas | Regras de pagamento de Projetos | Regras de pagamento de Bolsas | Pagamento efetuado a Projeto | Pagamento efetuado a Bolsas | Comprovativo de despesas de Projeto | Relatório Científico de Projeto | Relatório Financeiro de Projeto | Relatório de Bolsas |
|--------------------------|---------------------|------------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------|
| Direção de FCT | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SPP | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SFRH | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SI Projetos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SI Bolsas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SI Central | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Inv. Responsável | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Bolsas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Avaliador | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ministério | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Público | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Direção de FCT | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SPP | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SFRH | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SI Projetos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SI Bolsas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SI Central | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Inv. Responsável | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Bolsas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Avaliador | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ministério | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| GGP | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Público | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Direção de FCT | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SPP | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SFRH | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SI Projetos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SI Bolsas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SI Central | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Inv. Responsável | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Bolsas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Avaliador | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ministério | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| GGP | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Público | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Direção de FCT | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SPP | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SFRH | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SI Projetos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SI Bolsas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SI Central | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Inv. Responsável | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Bolsas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Avaliador | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ministério | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| GGP | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Público | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Direção de FCT | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SPP | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SFRH | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SI Projetos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SI Bolsas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SI Central | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Inv. Responsável | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Bolsas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Avaliador | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ministério | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| GGP | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Público | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

(Transactive Knowledge Network) Matriz Agentes * Agentes * Conhecimentos (3/3)

Arquitetura
de centralização

| | Legislação nacional | Legislação comunitária | Normas internas da FCT | Regras de concursos de projetos | Regras de concursos de projetos | Avaliações anteriores de projetos | Avaliações anteriores de projetos | Avaliações anteriores de projetos | Dossier de projetos | Dossier de candidaturas a projetos | Relatório de Avaliação de projetos | | Decisão de Aprovação de projetos | Decisão de Homologação de projetos | Decisão de Homologação de projetos | Decisão de Atribuição de projetos | Decisão de Atribuição de projetos | Regras de pagamento de projetos | Regras de pagamento de projetos | Pagamento efetuado a projetos | Pagamento efetuado a projetos | Comprovativo de despesas de projetos | Relatório Científico de Projeto | Relatório Financeiro de Projeto | Resultado de Bolsa |
|------------------|---------------------|------------------------|------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------|
| | | | | | | | | | | | Relatório de Avaliação de projetos | Relatório de Avaliação de projetos | | | | | | | | | | | | | |
| Direção de FCT | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| SPP | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| SFRH | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| SI Projetos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| SI Bolsas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| SI Central | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Inv. Responsável | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Bolsista | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Avaliador | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Ministério | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| GGP | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Público | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Direção de FCT | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| SPP | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| SFRH | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| SI Projetos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| SI Bolsas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| SI Central | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Inv. Responsável | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Bolsista | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Avaliador | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Ministério | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| GGP | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Público | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |

(Access) Matriz Agentes * Agentes

| Direcção da FCT | Inv. | | | | | | | | | |
|------------------|------|------|--------------|-----------|-------------|-------|-------------|------------|-----|---------|
| | SPP | SFRH | SI Projectos | SI Bolsas | Responsável | Bolsa | Responsável | Ministério | GGP | Público |
| Direcção da FCT | 1 | 1 | 0,2 | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 0,4 | 0,4 | 0 |
| SPP | 1 | 0 | 1 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SFRH | 0 | 1 | 0,1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SI Projectos | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SI Bolsas | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Inv. Responsável | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Bolsa | 0 | 0 | 0,4 | 0,1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Responsável | 0 | 0 | 0,1 | 0,4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ministério | 0,4 | 0 | 0,2 | 0,2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| GGP | 0,4 | 0 | 0,1 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Público | 0,2 | 0 | 0,4 | 0,4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| | | | 0,1 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

(Access) Matriz Agentes * Agentes

| Direcção da FCT | Inv. | | | | | | | | | | |
|------------------|------|------|--------------|-----------|------------|-------------|-------|-------------|------------|-----|---------|
| | SPP | SFRH | SI Projectos | SI Bolsas | SI Central | Responsável | Bolsa | Responsável | Ministério | GGP | Público |
| Direcção da FCT | 1 | 1 | 0,2 | 0,2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,4 | 0,4 | 0 |
| SPP | 1 | 0 | 1 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SFRH | 0 | 1 | 0,1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SI Projectos | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SI Bolsas | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SI Central | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Inv. Responsável | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Bolsa | 0 | 0 | 0,4 | 0,1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Responsável | 0 | 0 | 0,1 | 0,4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ministério | 0,4 | 0 | 0,2 | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| GGP | 0,4 | 0 | 0,1 | 0,1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Público | 0,2 | 0 | 0,4 | 0,4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| | | | 0,1 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

(Access) Matriz Agentes * Agentes

| Direcção da FCT | Inv. | | | | | | | | | | |
|------------------|------|------|--------------|-----------|------------|-------------|-------|-------------|------------|-----|---------|
| | SPP | SFRH | SI Projectos | SI Bolsas | Middleware | Responsável | Bolsa | Responsável | Ministério | GGP | Público |
| Direcção da FCT | 1 | 1 | 0,5 | 0,5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,4 | 0,4 | 0 |
| SPP | 1 | 0,1 | 1 | 0,5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SFRH | 0,6 | 1 | 0,5 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SI Projectos | 0 | 0 | 1 | 0,5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SI Bolsas | 0 | 0 | 0 | 0,5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Middleware | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Inv. Responsável | 0,1 | 0 | 0,5 | 0,2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| Bolsa | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,5 | 0,6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Responsável | 0,1 | 0,1 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ministério | 0,4 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| GGP | 0,4 | 0,1 | 0,4 | 0,4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Público | 0,2 | 0 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

(Task * Agents) Matriz Tarefas * Agentes

Direcção da FCT

SI- autónomos

| | SPP | SFRH | Projectos SI | SI Bolsas | Responsável Inv. | Bolseiro | Avaliador | Ministério | GGP | Público |
|---------------------------------------------|----------|----------|--------------|-----------|------------------|----------|-----------|------------|----------|----------|
| Definir regras de concursos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| Consultar concursos abertos | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Elaborar dossier de candidatura a Projectos | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Elaborar dossier de candidatura a Bolsas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Constituir Painel de Avaliação de Projectos | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| Constituir Painel de Avaliação de Bolsas | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| Avaliar Projectos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Avaliar Bolsas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Aprovar Projectos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Aprovar Bolsas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Homologar Projectos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Homologar Bolsas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Aceitar Projectos | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Aceitar Bolsas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pagar Projectos | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pagar Bolsas | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Apresentar despesa de Projecto | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Entregar Relatório Científico de Projecto | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Entregar Relatório Financeiro de Projecto | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Entregar Relatório de Bolsa | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Consultar candidaturas de Projectos | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Consultar candidaturas de Bolsas | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Consultar resultados de Projectos | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Consultar resultados de Bolsas | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Gerir FCT | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 6 | 6 | 0 | 0 | 6 | 4 | 7 | 7 | 7 | 5 |

(Task * Agents) Matriz Tarefas * Agentes

Direcção da FCT

Inv.

SI

Arquitectura centralizada

| | SPP | SFRH | Projectos | SI Bolsas | SI Central | Responsável | Bolseiro | Avaliador | Ministério | GGP | Público |
|---------------------------------------------|-----|------|-----------|-----------|------------|-------------|----------|-----------|------------|-----|---------|
| Definir regras de concursos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| Consultar concursos abertos | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Elaborar dossier de candidatura a Projectos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Elaborar dossier de candidatura a Bolsas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Constituir Painel de Avaliação de Projectos | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| Constituir Painel de Avaliação de Bolsas | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| Avaliar Projectos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Avaliar Bolsas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Aprovar Projectos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Aprovar Bolsas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Homologar Projectos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Homologar Bolsas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Aceitar Projectos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Aceitar Bolsas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pagar Projectos | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pagar Bolsas | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Apresentar despesa de Projecto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Entregar Relatório Científico de Projecto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Entregar Relatório Financeiro de Projecto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Entregar Relatório de Bolsa | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Consultar candidaturas de Projectos | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Consultar candidaturas de Bolsas | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Consultar resultados de Projectos | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Consultar resultados de Bolsas | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Gerir FCT | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 6 | 6 | 6 | 0 | 0 | 6 | 4 | 7 | 7 | 7 | 5 |

(Task * Agents) Matriz Tarefas * Agentes

Direcção da FCT

Arquitectura distribuída

| | SPP | SFRH | Projectos | SI Bolsas | Middleware | Responsável | Bolseiro | Avaliador | Ministério | GGP | Público |
|---------------------------------------------|-----|------|-----------|-----------|------------|-------------|----------|-----------|------------|-----|---------|
| Definir regras de concursos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| Consultar concursos abertos | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Elaborar dossier de candidatura a Projectos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Elaborar dossier de candidatura a Bolsas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Constituir Painel de Avaliação de Projectos | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| Constituir Painel de Avaliação de Bolsas | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| Avaliar Projectos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Avaliar Bolsas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Aprovar Projectos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Aprovar Bolsas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Homologar Projectos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Homologar Bolsas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Aceitar Projectos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Aceitar Bolsas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pagar Projectos | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pagar Bolsas | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Apresentar despesa de Projecto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Entregar Relatório Científico de Projecto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Entregar Relatório Financeiro de Projecto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Entregar Relatório de Bolsa | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Consultar candidaturas de Projectos | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Consultar candidaturas de Bolsas | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Consultar resultados de Projectos | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Consultar resultados de Bolsas | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Gerir FCT | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 11 | 6 | 6 | 0 | 0 | 6 | 4 | 7 | 7 | 7 | 5 |

