

Paulo Rogério P. Tomé

Modelo de Desenvolvimento de Architecturas de Sistemas de Informação

Tese submetida à Universidade do Minho para obtenção do grau de Doutor em Tecnologias e Sistemas de Informação, elaborada sob orientação do Professor Doutor Luís Alfredo Martins do Amaral e do Professor Doutor Ernesto Jorge Fernandes Costa.

Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Guimarães, 2004

Aos meus pais, à São, à Margarida, ao João e ...

Agradecimentos

Na realização deste trabalho, foi precioso o apoio que senti por parte de várias pessoas e entidades e sem o qual este projecto não teria sido possível. Não posso deixar de expressar a todos os meus mais sinceros agradecimentos.

Em primeiro lugar, aos meus orientadores Professor Doutor Luís Amaral e Professor Doutor Ernesto Costa pelas suas sábias orientações em momentos cruciais deste projecto, pelo seu apoio e amizade que muito estimo.

Não posso deixar de agradecer ao Professor Pedro Rangel Henriques a disponibilidade revelada e as orientações que me facultou relativas à formalização de ferramentas utilizadas neste projecto.

Quero ainda agradecer de forma especial aos profissionais dos diversos Hospitais envolvidos, cuja contribuição foi imprescindível para a realização deste projecto, pelo tempo e empenho disponibilizados.

Aos meus colegas e amigos Carlos Simões e Jorge Loureiro, pelo apoio e amizade que revelaram em todos os momentos.

Ao PRODEP, pelos apoios financeiros concedidos durante a realização deste projecto.

À Escola Superior de Tecnologia de Viseu, por ter assegurado as condições e os recursos necessários à execução deste projecto.

Finalmente, quero agradecer à minha família, especialmente à São, pela compreensão e apoio incondicional sempre demonstrado. À Margarida e ao João, pelo tempo que não lhes dediquei, por serem a fonte da minha motivação e porque os seus sorrisos alegraram os momentos mais difíceis desta caminhada.

Resumo

A arquitectura de um Sistema de Informação desempenha um papel importante na função Sistemas de Informação, uma vez que permite manter uma visão global dos seus vários aspectos.

Em actividades como a de desenvolvimento da arquitectura de um Sistema de Informação é comum recorrer-se à experiência adquirida. De facto, uma das estratégias utilizadas pelos profissionais em Sistemas de Informação é relembrar situações anteriormente resolvidas para aplicação a novos problemas.

O desenvolvimento da arquitectura de um Sistema de Informação é actualmente realizado nas organizações sem recurso à experiência adquirida, para além da que foi acumulada pelas pessoas que participaram em processos similares anteriores. Como tal, cada vez que se desenvolve uma Arquitectura de Sistema de Informação, o processo decorre como se o mesmo se estivesse a realizar pela primeira vez.

Este trabalho visa suprir a lacuna referida, isto é, propõe um modelo e uma aplicação informática que permite às organizações tirarem partido de forma sistemática da experiência adquirida. Para o efeito, conjugam-se factores de ordem teórica e prática. Em primeiro lugar, relaciona-se conhecimento existente na bibliografia do domínio Sistemas de Informação para assim se propor um modelo de desenvolvimento de arquitecturas de Sistemas de Informação. Posteriormente, realiza-se o teste e ajuste do anteriormente proposto para se verificar se o modelo se ajusta às necessidades das organizações.

O resultado a que chegámos, denominado MODASI (Modelo de Desenvolvimento de Arquitecturas de Sistemas de Informação), é constituído por um modelo que assenta num referencial de desenvolvimento de arquitecturas de Sistemas de Informação e por uma aplicação informática que contempla um módulo que implementa técnicas de Raciocínio Baseado em Casos. Serve de suporte ao MODASI um metamodelo que permite a utilização de várias técnicas e ferramentas. Esta conjugação de características do MODASI permite que este seja um elemento potenciador do desenvolvimento de Arquitecturas de Sistemas de Informação.

A fim de validar o MODASI, foi empreendido um vasto grupo de experiências em nove hospitais portugueses, abrangendo aspectos particulares e distintos em cada um deles. Verificou-se a adequação do modelo e a utilidade do recurso, automatizado, à experiência passada.

Abstract

Information Systems architecture plays an important role in Information Systems function, since it allows to maintain a global vision over its various aspects.

In activities such as developing Information Systems architecture, it is common to resort to acquired experience. In fact, one of the strategies used by Information Systems professionals is to remember previously resolved situations for application in new problems.

Information Systems architecture development is carried currently out in the organizations without recourse to acquired experience besides that which was accumulated by the people who previously participated in similar processes. As such, each time that an Information Systems architecture description is developed, the process happens as if it were being carried out for the first time.

The aim of this work is to overcome this gap, that is, it considers a model and a computer application that allows organizations to systematically take advantage of acquired experience. To this end, theoretical and practical considerations converge. Firstly, existing knowledge in Information Systems literature is analyzed so as to propose an Information Systems architecture development model. Later, a test is carried out and adjusted in relation to the previous proposition in order to verify whether the proposed model suits organizations' needs.

The result obtained, called MODASI, consists of a model based on an Information Systems architecture framework and on a computer application which includes a module of Case-Based Reasoning. The MODASI has a meta-model associated to it that allows/enables the use of several techniques and tools. These characteristics of the MODASI make it a fundamental aid in Information Systems architecture development.

In order to validate the MODASI a vast set of experiments in nine Portuguese hospitals was undertaken, taking each one's particular and distinct aspects into account. The adequacy of the model was verified as well as the usefulness of resorting to past experience in an automated fashion.

Siglas

Ao longo desta tese utilizam-se siglas para referenciar alguns termos. Indicam-se seguidamente as siglas utilizadas e o respectivo significado.

ASI	Arquitectura do Sistema de Informação
DERs	Diagramas de Entidades e Relacionamentos
DFDs	Diagramas de Fluxos de Dados
DSI	Desenvolvimento de Sistemas de Informação
ER	Entidade-Relacional
ESI	Exploração de Sistemas de Informação
IA	Inteligência Artificial
PSI	Planeamento de Sistemas de Informação
RBC	Raciocínio Baseado em Casos
SIs	Sistemas de Informação
SIBCs	Sistemas de Informação Baseados em Computador
TIs	Tecnologias de Informação

Índice

Agradecimentos	iii
Resumo	iv
Abstract	v
Siglas	vi
Índice	vii
Índice de figuras	xi
Índice de tabelas	xiv
1 Introdução	1
1.1 Considerações Gerais	1
1.2 Motivações	2
1.3 Objectivos e Contribuições	3
1.4 A Investigação em ASIs	6
1.5 O Raciocínio Baseado em Casos	7
1.6 A abordagem à Investigação	9
1.7 Estrutura da Tese	12
2 Sistemas e Tecnologias de Informação	14
2.1 Introdução	14
2.2 Os Sistemas de Informação e as Tecnologias de Informação	15
2.3 A Função Sistemas de Informação	19
2.4 Métodos Utilizados na Função SI	21
2.4.1 Ferramentas Utilizadas na Função SI	25
2.5 Características dos Sistemas de Informação	28
2.6 Síntese	32
3 Architecturas de Sistemas de Informação	33
3.1 Introdução	33
3.2 A Abordagem de Architectura	34
3.3 Referenciais e Métodos de Desenvolvimento de Architecturas	39
3.3.1 Referencial de Ryan e Santucci	39
3.3.2 Método de Emery, Hillary e Rice	40

3.3.3	Referencial de Enquist	41
3.3.4	Referencial de Targowski e Rienzo	41
3.3.5	Referencial de Opdahl	41
3.3.6	Referencial de Tapscott e Caston	42
3.3.7	Referencial de Zachman	43
3.3.8	Referencial de Earl	43
3.3.9	Referencial da Microsoft	44
3.3.10	Referencial ARIS	45
3.3.11	Método EAP	46
3.3.12	Referencial de Zachman-Sowa	47
3.3.13	Referencial TEAF	48
3.3.14	Referencial FEAF	49
3.3.15	Referencial TOGAF	50
3.3.16	Referencial KIM-EVEREST	51
3.3.17	Referencial Index	51
3.3.18	O modelo 4+1	52
3.3.19	AESOP	53
3.3.20	Recomendação 1471	54
3.3.21	Método BSP	55
3.3.22	Método e Referencial Los Alamos	55
3.3.23	Referencial IFW	56
3.3.24	Referencial AMOS e método AMIS	57
3.3.25	Referencial Gartner Group	58
3.4	Análise dos Referenciais e Métodos	59
3.5	Síntese	61
4	Raciocínio Baseado em Casos	62
4.1	Introdução	62
4.2	Raciocínio Baseado em Casos: Princípios	63
4.3	Elementos de RBC Utilizados	69
4.3.1	Casos e sua Estruturação	71
4.3.2	Ciclo dos 4 Rs	75
4.3.2.1	Recolha de Casos	77
4.3.2.2	Reutilização	80
4.3.2.3	Revisão	82
4.3.2.4	Retenção	83
4.4	Domínios de Utilização do RBC	85
4.5	Síntese	86
5	Modelo de Desenvolvimento de Arquitecturas de Sistemas de Informação	88
5.1	Introdução	88
5.2	MODASI - Modelo de Desenvolvimento de Arquitecturas de Sistemas de Informação	91
5.2.1	Processo de Desenvolvimento de uma ASI	96
5.2.2	Relações entre Elementos das Etapas	100
5.2.3	Representação das Etapas	103

5.3	Aplicação de Raciocínio Baseado em Casos	107
5.3.1	O <i>caso</i> Construtor do MODASI	108
5.3.2	O <i>caso</i> Etapa do MODASI	109
5.3.3	O <i>caso</i> Fase do MODASI	110
5.3.4	O <i>caso</i> Modelo do MODASI	111
5.4	Síntese	112
6	Validação do Modelo de Desenvolvimento de ASIs	113
6.1	Introdução	113
6.2	As Ferramentas Utilizadas no Desenvolvimento de ASIs	114
6.3	A Primeira Fase de Teste do Modelo	117
6.4	Estrutura da Aplicação Informática de Apoio ao Modelo	118
6.5	Situações de Utilização do MODASI	122
6.5.1	Definição de Construtores	123
6.5.2	Definição de Etapas	125
6.5.3	Definição de Fases	127
6.5.4	Definição de Modelos	127
6.6	Análise de Resultados	128
6.7	Outros Aspectos Relevantes	133
6.8	Síntese	133
7	Conclusões	135
7.1	Introdução	135
7.2	Os Sistemas de Informação	136
7.3	As Architecturas dos Sistemas de Informação	137
7.4	O MODASI	138
7.5	O Suporte do RBC no Desenvolvimento de ASIs	140
7.6	Resultados e Contribuições	141
7.7	Trabalhos Futuros	142
7.8	Síntese	145
	Bibliografia	146
	Índice de Autores	169
	Anexos	175
A.1	Capítulo Sistemas e Tecnologias de Informação	176
A.1.1	Análise de Interpretações do Conceito SI	176
A.1.2	Análise de Métodos Utilizados na Função SI	178
A.2	Capítulo Architecturas de Sistemas de Informação	180
A.2.1	Análise de Definições de Arquitectura	180
A.3	Capítulo de Raciocínio Baseado em Casos	182
A.3.1	Exemplos de Situações/Problemas	182
A.3.2	Descrição dos Casos	184
A.4	Capítulo de Validação do Modelo de Desenvolvimento de ASIs	189
A.4.1	Dados Recolhidos no Hospital de Viseu	189
A.4.1.1	Serviço de Gastroenterologia	189
A.4.2	Dados Recolhidos no Hospital de Santo André	216

A.4.2.1	Modelo Tecnológico	216
A.4.3	Análise de Resultados	218
A.5	Manual do Utilizador	222
A.5.1	Definição de Pontos de Vista	224
A.5.2	Desenvolvimento de ASIs	227

Lista de Figuras

1.1	Etapas do projecto	4
1.2	O RBC	8
1.3	O processo do RBC	9
1.4	Fases do projecto de investigação	10
1.5	O método de investigação <i>Systems Development</i>	12
1.6	<i>Estrutura da tese</i>	13
2.1	Análise de interpretações do conceito SI	17
2.2	O conceito de SI	18
2.3	Tipos de TIs utilizadas nos SIs	18
2.4	Distribuição dos métodos utilizados na função SI	25
2.5	Construtores dos Diagramas <i>Use Case</i>	28
2.6	Símbolos utilizados para a descrição das TIs	28
2.7	Exemplos de SIBCs por nível de gestão	30
3.1	Análise dos aspectos relevantes da abordagem de arquitectura	35
3.2	A importância da arquitectura	36
3.3	Elementos do referencial de Ryan e Santucci	40
3.4	Dimensões do referencial de Opdhal	41
3.5	Referencial de Tapscott e Caston	42
3.6	Referencial de Earl	44
3.7	Referencial ARIS	45
3.8	Método EAP	46
3.9	Referencial TEAF e suas ferramentas de modelação	48
3.10	Referencial TOGAF	50
3.11	Referencial Kim-Everest	51
3.12	Referencial Index	52
3.13	Modelo 4+1	52
3.14	Sistema AESOP	53
3.15	Metamodelo da recomendação 1471	54
3.16	Método BSP	55
3.17	Referencial Los Alamos	56
3.18	Referencial IFW	56
3.19	Referencial AMOS	57
3.20	Método AMIS	58
3.21	Referencial Gartner Group	58
4.1	Casos de configurações vendidas	64

4.2	Construtores da ferramenta IDEF1X	70
4.3	Modelo de dados da situação descrita na tabela A.8	73
4.4	Parte dos EMOPS para o modelo de dados ilustrado na figura 4.3	75
4.5	Ciclo dos 4 Rs	75
4.6	Modelo de dados para a situação descrita na tabela 4.8	76
4.7	Parte da estrutura de memória para os casos 24, 51, 73, 93	79
4.8	Modelo de dados adaptado	82
4.9	Modelo de dados corrigido para a situação descrita na tabela 4.8	83
4.10	Classificação dos sistemas RBC	85
4.11	Estrutura da ferramenta REBUILDER	86
5.1	O referencial MODASI	95
5.2	Fases do MODASI	97
5.3	Ordem das etapas	99
5.4	Tipos de relações entre elementos de etapas	101
5.5	Modelo conceptual de uma descrição arquitectural	104
5.6	Metamodelo de construtores	106
6.1	A estrutura da aplicação de desenvolvimento de ASIs	120
6.2	Definição de <i>pontos de vista</i>	121
6.3	Desenvolvimento de uma ASI	121
6.4	Parte do modelo de dados do SI do serviço de Gastroenterologia do Hospital São Teotónio	124
6.5	Sugestão para a entidade <i>episódio de consulta externa</i>	124
6.6	Processos de registo da história clínica	125
6.7	Proposta para a definição do processo ilustrado na figura 6.6 parte b)	125
6.8	Proposta para definição da etapa (<i>âmbito, rede</i>)	126
6.9	Proposta para definição da etapa (<i>âmbito, pessoas</i>)	126
6.10	Proposta para o problema de definição de fase	127
6.11	Proposta para a definição do modelo	128
6.12	Análise da fase de definição do <i>âmbito</i>	129
6.13	Análise por etapa da fase de definição do <i>âmbito</i>	130
6.14	Análise da fase de definição do <i>modelo organizacional</i>	131
6.15	Análise por etapa da fase de definição do <i>modelo organizacional</i>	131
6.16	Análise da fase de definição do <i>modelo tecnológico</i>	132
6.17	Análise por etapa da fase de definição do <i>modelo tecnológico</i>	132
A.1	Modelo de dados da situação descrita na tabela A.8	182
A.2	Modelo de dados da situação descrita na tabela A.9	182
A.3	Modelo de dados da situação descrita na tabela A.10	183
A.4	Modelo de dados da situação descrita na tabela A.11	183
A.5	<i>Casos</i> do modelo ilustrado na figura A.2	186
A.6	<i>Casos</i> do modelo ilustrado na figura A.3	187
A.7	<i>Casos</i> do modelo ilustrado na figura A.4	188
A.8	<i>Casos</i> do modelo ilustrado na figura 4.6	188
A.9	Modelo de dados	191
A.10	Modelo de dados (episódio de urgência)	192
A.11	Modelo de dados (episódio de consulta externa)	193

A.12 Modelo de dados (episódio de internamento)	194
A.13 Modelo de dados (episódio de meios complementares de diagnóstico)	195
A.14 Modelo de dados - (Esp. dos serviços)	195
A.15 Modelo de dados (episódio de hospital de dia)	196
A.16 Processos efectuados na urgência	198
A.17 Processos efectuados na urgência (Cont.)	199
A.18 Processos efectuados na consulta externa	199
A.19 Processos efectuados na consulta externa (Cont.)	200
A.20 Processos efectuados no internamento	201
A.21 Processos efectuados no internamento (cont.)	202
A.22 Processos efectuados no internamento (cont.)	203
A.23 Processos efectuados no internamento (cont.)	203
A.24 Processos efectuados no internamento (cont.)	204
A.25 Processos efectuados no internamento (cont.)	204
A.26 Processos efectuados no internamento (cont.)	205
A.27 Processos efectuados no hospital de dia	206
A.28 Processos efectuados no hospital de dia (cont.)	207
A.29 Processos nos Meios Complementares de Diagnóstico	208
A.30 A estrutura de rede do Hospital São Teotónio	214
A.31 A estrutura de rede do Hospital de Santo André	217
A.32 Ferramenta MODASI	222
A.33 Janela de Ajuda	223
A.34 Definição de um novo <i>ponto de vista</i>	224
A.35 Consulta de <i>pontos de vista</i>	225
A.36 Alteração de <i>pontos de vista</i>	226
A.37 Início do desenvolvimento de uma arquitectura	227
A.38 Proposta para a definição do modelo	228
A.39 Proposta para a definição de uma fase do modelo	229
A.40 Definição de uma etapa	230
A.41 Proposta para definição de uma etapa	231
A.42 Proposta para definição de um construtor	232

Lista de Tabelas

2.1	Contribuições das secções deste capítulo	15
2.2	Grupos de actividades da função SI	20
2.3	Eras dos métodos	23
2.4	Ferramentas de modelação de dados	26
2.5	Ferramentas de modelação de processos	27
2.6	Classificação dos SIBC quanto à função	29
2.7	Taxionomias com vários critérios	31
2.8	Modelos de estádios de crescimento	31
3.1	Diferenças entre a abordagem de arquitectura e a abordagem de engenharia	35
3.2	Método de Emery, Hillary e Rice	40
3.3	Referencial de Zachman	43
3.4	Relações entre elementos das vistas do referencial ARIS	46
3.5	Referencial de Zachman-Sowa	47
3.6	Componentes do referencial FEAF	49
3.7	Descrição dos elementos do referencial da recomendação 1471	55
3.8	Análise dos referenciais e métodos de desenvolvimento de arquitecturas . .	59
3.9	Análise dos referenciais e métodos de desenvolvimento de arquitecturas (cont.)	60
4.1	O problema de compra de um computador pessoal	63
4.2	Especificação do problema de compra de um computador pessoal	64
4.3	Exemplos de funções para semelhanças locais	67
4.4	Exemplos de funções para semelhanças globais	68
4.5	Características dos <i>casos</i> da ferramenta IDEF1X	71
4.6	Alguns <i>casos</i> do modelo ilustrado na figura 4.3	74
4.7	Algoritmo do ciclo dos 4Rs	76
4.8	Situação 5	76
4.9	Especificação do problema do modelo de dados ilustrado na figura 4.6 . . .	77
4.10	Características do modelo ilustrado na figura 4.6	78
4.11	Casos seleccionados para o problema descrito na figura 4.9	78
4.12	Aplicação da métrica aos casos explicitados na tabela 4.11	80
4.13	Políticas de adaptação	81
5.1	Características dos construtores	109
6.1	Ferramentas utilizadas na fase de definição do <i>âmbito</i>	114
6.2	Exemplo de definição de um objectivo	115
6.3	Ferramentas utilizadas na fase de definição do <i>modelo organizacional</i> . . .	115

6.4	Ferramentas utilizadas na fase de definição do <i>modelo tecnológico</i>	116
6.5	Elementos dos quadros dos hospitais entrevistados	122
7.1	Trabalhos futuros	142
A.2	Interpretação do conceito SI	176
A.3	Interpretação do conceito SI (Cont.1)	177
A.4	Métodos Utilizados na Função SI	178
A.5	Métodos Utilizados na Função SI (cont. 1)	179
A.6	Definições de arquitectura	180
A.7	Definições de arquitectura (Cont.)	181
A.8	Situação 1	182
A.9	Situação 2	182
A.10	Situação 3	183
A.11	Situação 4	183
A.12	<i>Casos</i> do modelo ilustrado na figura A.8	184
A.13	<i>Casos</i> do modelo ilustrado na figura A.1 (Cont.)	185
A.14	Resultados obtidos com a utilização da aplicação informática	218
A.15	Resultados obtidos com a utilização da aplicação informática (Cont.) . . .	219
A.16	Resultados obtidos com a utilização da aplicação informática (Cont.) . . .	220
A.17	Resultados obtidos com a utilização da aplicação informática (Cont.) . . .	221
A.18	Legenda da figura A.32	222
A.19	Legenda da figura A.34	224
A.20	Legenda da figura A.36	226
A.21	Legenda da figura A.37	227
A.22	Legenda da figura A.38	228
A.23	Legenda da figura A.39	229
A.24	Legenda da figura A.40	230
A.25	Legenda da figura A.41	231
A.26	Legenda da figura A.42	232

Capítulo 1

1 Introdução

A Arquitectura de um Sistema de Informação (ASI) constitui um elemento crucial uma vez que, através dela, é possível conhecer na globalidade os vários aspectos de um Sistema de Informação (SI). Como tal, as referidas arquitecturas potenciam, designadamente, a concepção de sistemas de melhor qualidade e são um elemento importante em processos de mudança.

Neste capítulo pretende-se caracterizar de uma forma geral o contexto em que este projecto está inserido. Na secção 1.1, enumeram-se os benefícios da abordagem de arquitectura, enquanto que as motivações que presidiram à efectuação deste projecto se apresentam em 1.2. Na secção 1.3, definem-se os objectivos e as contribuições do projecto. As várias vertentes em que se realiza investigação relativa à abordagem de arquitectura no domínio das Tecnologias de Informação/Sistemas de Informação (TI/SIs) são abordadas na secção 1.4. Na secção 1.5, faz-se uma breve descrição do Raciocínio Baseado em Casos (RBC). Caracteriza-se o processo de investigação utilizado na secção 1.6. Finaliza-se este capítulo com a apresentação, na secção 1.7, da estrutura desta tese.

1.1 Considerações Gerais

A abordagem de arquitectura¹ deve ser utilizada no início do processo de desenvolvimento de um novo sistema para se conceber uma descrição global - arquitectura - do mesmo (Rechtin, 1991). A arquitectura desenvolvida desempenha um papel importante nas diversas fases do ciclo de vida² do sistema, servindo nomeadamente como ponto de referência às várias pessoas com interesse no mesmo.

¹Por questões de clareza de linguagem, neste projecto utiliza-se o termo abordagem de arquitectura para designar o processo de desenvolvimento da arquitectura (resultado do processo) de um sistema, uma vez que na língua portuguesa, contrariamente ao que acontece por exemplo na inglesa, o termo *arquitectura* é utilizado para referir o "produto" e o processo.

²Embora não exista um modelo de ciclo de vida com um conjunto de fases consensual, é comum fazerem parte deste, entre outras, as fases *análise*, *concepção* e *desenvolvimento*.

De facto, inerente ao processo de desenvolvimento da arquitectura está a preocupação com a globalidade do sistema. Como consequência, a arquitectura ilustra, de forma geral, os vários elementos do sistema e a forma como estes interagem.

Devido ao facto da arquitectura permitir uma visão global do sistema, a abordagem de arquitectura tem sido utilizada em problemas de grande complexidade (Rechtin, 1991), uma vez que potencia o desenvolvimento de melhores soluções. Esta mais-valia da abordagem de arquitectura foi primeiramente reconhecida em áreas como a construção civil e a construção naval³ (Magoulas e Pessi, 1995). A partir de então, vários esforços têm sido desenvolvidos no sentido da abordagem se consolidar no domínio SI.

A ASI tem particular relevância para os profissionais SI pelo facto destes estarem inseridos num contexto - as organizações - que está sujeito a frequentes mudanças (Teng e Kettinger, 1995; Magoulas e Pessi, 1995; Jonkers *et al.*, 2004; Zorrinho e Anunciação, 2004). Nos processos de mudança o conhecimento da ASI é um aspecto pertinente, uma vez que permite ter noção da globalidade do SI e das consequências trazidas pelas alterações. É importante realçar a este propósito que os profissionais SI são considerados um elemento potenciador da mudança (Nance, 1996), uma vez que são responsáveis pelo desenvolvimento de sistemas com capacidade de suportarem as alterações.

O recurso à experiência adquirida no desenvolvimento de ASIs pode ser uma mais-valia neste processo. Com efeito, o facto de não se necessitar de definir determinados elementos, uma vez que já o foram anteriormente, permite que se redireccione os esforços para a criação de novos.

A utilização de problemas já solucionados para a resolução de novas situações é o princípio basilar do RBC (Riesbeck e Schank, 1989; Kolodner, 1993; Aamodt e Plaza, 1994). Isto é, no RBC relembram-se soluções de problemas para se resolverem novas situações. Está desta forma inerente ao RBC uma acumulação de experiência adquirida ao longo do tempo.

Em suma, pode-se desde já adiantar que este projecto visa contribuir para que o processo de desenvolvimento de ASIs seja melhorado, uma vez que estas são um elemento importante para os profissionais SI. Pretende-se introduzir as referidas melhorias através da utilização de experiência adquirida, recorrendo-se para o efeito a técnicas de RBC.

1.2 Motivações

Há vários anos que o autor está integrado no quadro de uma Instituição de Ensino Superior, tendo como tal que desempenhar funções quer de carácter docente quer administrativas.

Acresce ainda às responsabilidades acima referidas o facto de o autor estar inserido num departamento de Informática, o que tem originado a participação em actividades de planeamento, desenvolvimento e administração de recursos da área das TIs.

³Embora nestas duas áreas estejam envolvidos outros aspectos, como por exemplo a estética, que no âmbito dos SIs poderão não ser aplicáveis.

No conjunto de actividades em que participa, o autor tem-se deparado com tarefas que necessitam de um conhecimento geral do subsistema informacional da organização. A resposta em tempo útil e de forma eficaz às solicitações obriga ao conhecimento dos circuitos de informação, bem como dos processos que lhe estão associados. Considerando o número e a disparidade dos processos efectuados numa Instituição de Ensino Superior, nem sempre é fácil conhecer-se na globalidade a forma como a mesma funciona. Salienta-se para o efeito que neste tipo de instituições estão em causa realidades diversas, nomeadamente as relativas, entre outras, a alunos, a pessoal e a bens imobiliários.

Para além disso, a necessidade da organização se adaptar às solicitações conduziu ao longo destes anos à definição de novos processos organizacionais. Nesse sentido, o autor teve a oportunidade de participar em grupos de trabalho que visaram a definição de processos com vista a dar resposta às referidas solicitações. Os novos processos tiveram, como seria de esperar, de ser concebidos tendo em conta a realidade existente, pelo que a necessidade do conhecimento global do sistema informacional se tornou mais uma vez um elemento crucial.

Foi também possível constatar que as TIs são um elemento potenciador no desempenho das várias tarefas. Verificou-se ainda que, cada vez mais, existe por parte dos membros das organizações a expectativa de que os processos sejam suportados por TIs. No entanto, as necessidades de promover alterações e as frequentes mudanças das TIs nem sempre coabitam de forma pacífica.

Na definição de novos processos verificou-se que era pertinente a experiência acumulada ao longo do tempo. Com efeito, o conhecimento relativo à forma como determinados processos foram concebidos foi sempre um aspecto que potenciou a definição de novos processos, uma vez que possibilitou a utilização e a adaptação de alguns anteriormente criados.

Para além disso, foi possível verificar a necessidade de, dada a estrutura organizacional da instituição, replicar (na totalidade ou em parte) os processos. Com efeito, atendendo ao facto da instituição estar organizada em departamentos, os processos definidos foram por vezes adaptados à realidade intrínseca a cada um deles.

Em suma, pode-se referir que as motivações para a efectuação deste projecto foram duas. A primeira prende-se com a constatação da pertinência do conhecimento global do subsistema informacional de uma organização nas suas várias vertentes (os circuitos de dados, os processos, as classes de dados e o eventual suporte tecnológico a estes associado). A segunda está relacionada com a verificação que a experiência acumulada ao longo do tempo desempenha um papel importante, potenciando nomeadamente uma concepção mais rápida e eficiente dos elementos envolvidos num subsistema informacional.

1.3 Objectivos e Contribuições

Constatou-se que a utilização de experiência é uma mais-valia no desenvolvimento de ASIs. Verifica-se, no entanto, que as ASIs são desenvolvidas sem recurso à experiên-

cia, para além da acumulada pelas pessoas que participaram no seu desenvolvimento em processos similares anteriores.

Constatada esta lacuna, conforme se ilustra na figura 1.1, definiu-se a *finalidade* baseada numa *tese*. De forma geral, pode-se afirmar que este trabalho pretende contribuir para que o desenvolvimento de ASIs seja melhorado. Para o efeito, crê-se que a disponibilização de informação relativa à forma como anteriores problemas foram solucionados, poderá beneficiar o processo de desenvolvimento de ASIs e, como consequência, os SIs. Este benefício advém do facto de não se dispender esforço na criação de elementos que já previamente tenham sido definidos. Pode-se, assim, concentrar o esforço na definição de novos elementos.

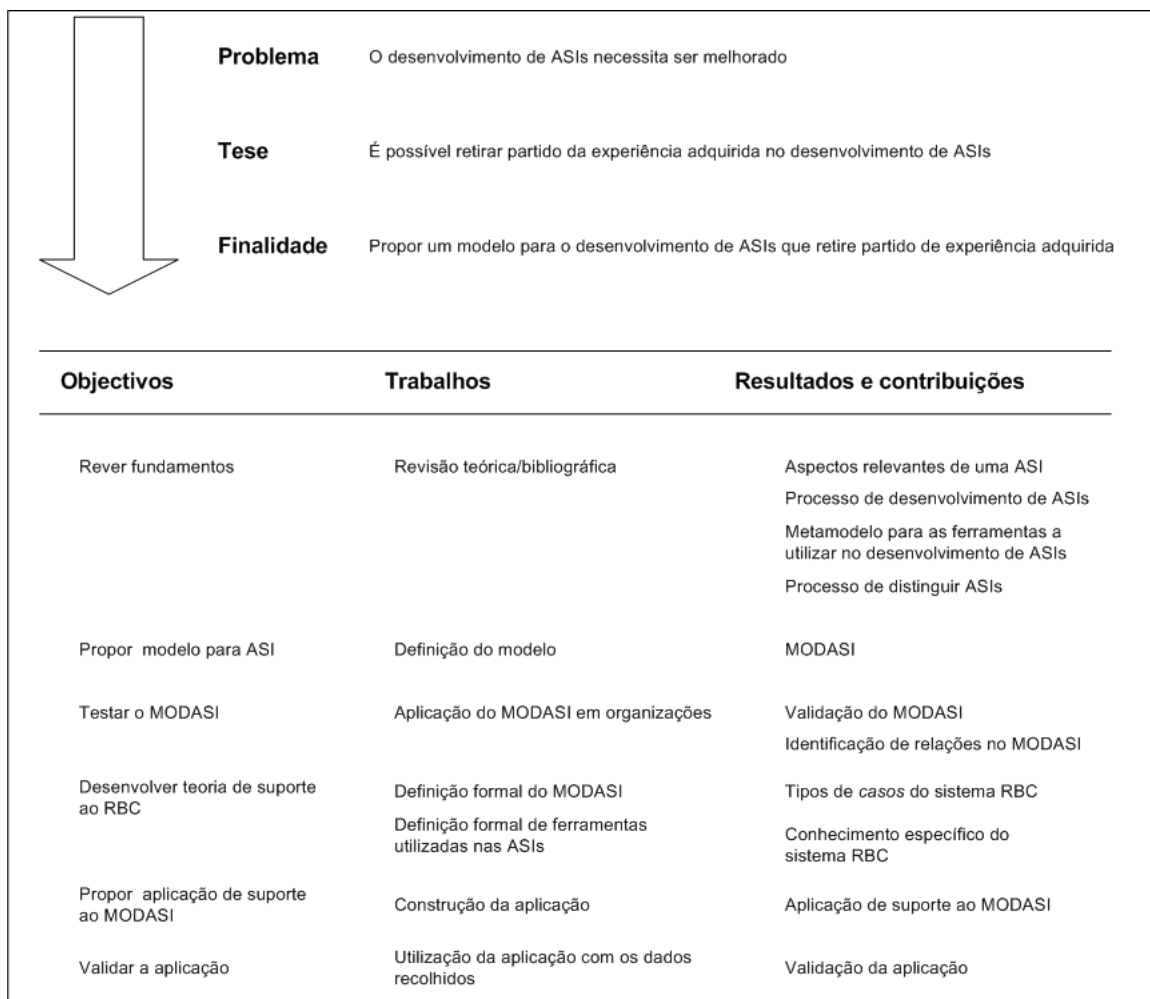


Figura 1.1: Etapas do projecto

No sentido de colmatar a lacuna referida anteriormente, é necessário estabelecer respostas para várias questões relativas às ASIs. Neste âmbito, assume particular relevância a resposta às questões: *o que descrever*, *como o descrever* e *que recursos utilizar* numa ASI.

Os elementos de um SI são o alvo de descrição numa ASI, pelo que o seu conhecimento é crucial. Nessa medida, a primeira tarefa deste trabalho visa identificar os aspectos relevantes a descrever numa ASI.

Com base nos elementos identificados, realiza-se a escolha de um referencial. Conforme mais adiante se apresenta, no âmbito do desenvolvimento de ASIs, vários autores conceberam referenciais, isto é concepções, que estipulam os aspectos a descrever numa ASI.

Visa-se também propor o processo de desenvolvimento de uma ASI, nomeadamente no que concerne à ordem de definição dos seus diversos elementos. O processo a propor terá por base o referencial considerado adequado para o desenvolvimento de ASIs.

Por último, estabelece-se o enquadramento para as diversas ferramentas⁴ no desenvolvimento de ASIs. A este respeito, é pertinente referir-se que não se assume preferência por nenhuma ferramenta em particular, pelo que se pretende definir um metamodelo que enquadre várias ferramentas.

Em suma, pode-se afirmar que se pretende definir um Modelo de Desenvolvimento de Arquitecturas de Sistemas de Informação (MODASI). Subjacente ao MODASI estarão:

- 1) os aspectos a descrever numa ASI;
- 2) o processo de desenvolvimento de uma ASI;
- 3) um metamodelo que enquadra as ferramentas a utilizar numa ASI.

Com base nos itens 1) a 3) pretende-se desenvolver toda a teoria que sustente a aplicação de técnicas de RBC ao desenvolvimento de ASIs. Para tornar mais eficiente a aplicação do MODASI conjuntamente com as técnicas de RBC desenvolve-se uma aplicação informática.

Pode-se afirmar que as contribuições deste projecto são sobretudo visíveis no domínio SI. Assim, considera-se que as contribuições deste projecto são nomeadamente:

- a identificação dos aspectos relevantes de uma ASI;
- o estabelecimento de um processo de desenvolvimento de ASIs;
- a criação de um metamodelo de definição das ferramentas a utilizar no desenvolvimento de ASIs;
- o desenvolvimento de uma teoria (sustentada nos três aspectos anteriores) que permite retirar partido de uma forma sistemática da experiência adquirida (independentemente da experiência passada dos intervenientes).

Relativamente ao RBC, pode-se afirmar que não se contribui com nenhum aspecto basilar do mesmo, uma vez que este constituiu neste projecto um recurso. De facto,

⁴Entenda-se ferramenta como o meio utilizado para exprimir o aspecto a descrever.

utiliza-se o RBC para suporte a um fim, designadamente para potenciar a utilização de experiência adquirida no desenvolvimento de ASIs.

Porém, é pertinente referir-se que a utilização do RBC neste projecto constitui a contemplação de mais uma área da sua aplicação. Para além disso, é também importante afirmar-se que, dado estarem envolvidos aspectos relacionados com a sintaxe e a semântica de modelos, a utilização do RBC constitui um aspecto pouco comum em exemplos da sua utilização.

1.4 A Investigação em ASIs

No domínio SI tem sido dada grande relevância à abordagem de arquitectura⁵. Na bibliografia das várias disciplinas com as quais o domínio se relaciona⁶, esta temática aparece com diversas designações, nomeadamente como arquitectura de sistemas de informação, arquitectura de software, arquitectura de informação, arquitectura organizacional e arquitectura tecnológica. Nestas disciplinas tem sido preocupação a definição de conceitos, referenciais, métodos e ferramentas. Visa-se desta forma construir teoria que sustente a aplicação da abordagem.

Embora seja aceite que a abordagem de arquitectura visa a definição da estrutura global do sistema (Rechtin, 1991), tendo como preocupação o sistema como um todo e não como um mero conjunto de várias partes, ainda não existe uma definição consensual relativamente aos aspectos que se devem representar na arquitectura de um sistema. Refira-se que vários esforços têm sido desenvolvidos nesse sentido, como por exemplo o do Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) (IEEE, 2000) e a Universidade Carnegie Mellon (SEI, 2003)). Para além da identificação dos aspectos a definir na arquitectura de um sistema, tentou-se definir o conceito de estilo (Garlan, 1995) e de descrição arquitectural (IEEE, 2000)⁷.

Ganha alguma sustentabilidade entre os defensores da utilização da abordagem de arquitectura que a descrição arquitectural de um sistema deve contemplar vários aspectos⁸. De uma forma geral, pode-se afirmar que os referenciais são desenvolvidos, essencialmente, em dois vectores. O primeiro em que os referenciais propostos identificam os aspectos a descrever numa arquitectura (são o caso do de Zachman (Zachman, 1987), o de Zachman-Sowa (Zachman e Sowa, 1992) e o "4 + 1" (Kruchten, 1995)). Do segundo vector fazem parte referenciais que não identificam quais os aspectos a definir numa descrição arquitectural (embora nestes se faça referência à existência de mais do que um aspecto). Neste

⁵Dois factos que comprovam esta afirmação são designadamente a deliberação Clinger-Cohen de 1996 (EUA, 1996) e as iniciativas que visam definir a arquitectura dos Intelligent Transport Systems (Eriksson e Axelsson, 2000).

⁶Tem sido defendido ao longo da existência do domínio que este é multidisciplinar (Vogel e Wetherbe, 1984; Lee, 1991; Alter, 2000; Bacon e Fitzgerald, 2001; Mingers, 1995; Fitzgerald *et al.*, 2002; Baskerville e Myers, 2002). Salienta-se por curiosidade que Lee (Lee, 1991) advoga no seu artigo que entre as disciplinas de influência do domínio SI a Arquitectura deve ser uma delas.

⁷Na recomendação utiliza-se descrição arquitectural no sentido que neste projecto se usa arquitectura.

⁸Zachman (Zachman, 1987) refere a este respeito que um SI tem várias arquitecturas.

último tipo de referenciais encontra-se o proposto pela recomendação IEEE 1471 (IEEE, 2000).

Para além dos referenciais, têm sido propostos métodos de desenvolvimento de arquitecturas. À semelhança do que acontece nos referenciais, os métodos de desenvolvimento de arquitecturas podem ser classificados nos dois tipos anteriormente referidos. O método EAP (Spewak e Hill, 1995) estabelece a ordem de definição dos aspectos da arquitectura, sendo as suas fases implementadas sob o referencial de Zachman anteriormente referido. O método proposto por Emery et al (Emery *et al.*, 1996) não propõe nenhum referencial de base e deixa os seus utilizadores seleccionarem quais os aspectos a descrever.

Para suportar a descrição dos vários aspectos de uma arquitectura, várias iniciativas têm sido levadas a cabo no sentido de proporem ferramentas de suporte ao seu desenvolvimento. Estas ferramentas são vulgarmente designadas de Architecture Definition Language (ADLs). Refira-se que existem várias ferramentas, por exemplo⁹ Acme (Garlan *et al.*, 2004) e Rapide (Luckham *et al.*, 1995; Luckham e Vera, 1995), porém, pode-se afirmar que estas ainda são pouco utilizadas uma vez que se continua a desenvolver arquitecturas com ferramentas existentes para outros fins (Jonkers *et al.*, 2004).

Em suma, a investigação em ASIs tem sido conduzida no sentido de se definirem conceitos, referenciais, métodos e ferramentas que sustentem a aplicação da abordagem de arquitectura. No entanto, constata-se que o recurso à experiência adquirida de forma sistematizada é ainda uma lacuna existente nas organizações.

1.5 O Raciocínio Baseado em Casos

Para se poder potenciar a utilização de experiência adquirida, houve necessidade de se seleccionarem técnicas que possibilitem essa realidade. A Inteligência Artificial (IA) constitui o domínio em que as técnicas relacionadas com aprendizagem têm sido mais desenvolvidas.

A actividade de desenvolvimento de uma ASI, devido ao facto de se proceder à produção de modelos (Rechtin, 1991; Proper *et al.*, 2003), é considerada no domínio da IA como pertencente à classe de design (Tong, 1992). Esta classe de tarefas tem sido objecto de estudo ao longo da existência do domínio da IA. Após várias tentativas (como por exemplo os sistemas de regras), chegou-se à conclusão que os sistemas que implementavam as técnicas de RBC eram os que obtinham melhores resultados (Althoff *et al.*, 1995; Maher e Garza, 1997; Althoff *et al.*, 2001).

A conclusão a que se chegou de que as técnicas de RBC são as que melhores se ajustam às tarefas de design baseia-se em dois factores. O primeiro está relacionado com o facto das tarefas de design não serem passíveis de caracterização através de um conjunto de regras formais que estabeleçam como é que o sistema deve ser concebido. Por outro lado, verificou-se que as técnicas RBC têm um bom desempenho, em virtude de terem sido

⁹A indicação de outras linguagens pode ser consultada em (SEI, 2004) e (Arbab *et al.*, 2002).

concebidas estruturas que possibilitam uma rápida pesquisa na procura de soluções para os problemas (Branting e Aha, 1995; Althoff *et al.*, 2001).

O princípio basilar do RBC é a resolução de problemas tendo em consideração semelhanças com outros anteriormente resolvidos (Riesbeck e Schank, 1989; Kolodner, 1993; Aamodt e Plaza, 1994). Este princípio pode-se sintetizar, conforme se ilustra na figura 1.2, da forma seguinte:

- 1 - dado um problema P e um conjunto de casos;
- 2 - determinar a solução que mais se adequa ao problema P.

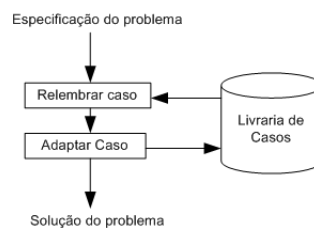


Figura 1.2: O RBC¹⁰

Conforme se ilustra na figura 1.2, o processo inicia-se com a descrição do problema, segue-se a procura (relembrar caso) de um *caso* semelhante no conjunto de *casos* já solucionados (livraria de casos). Como o *caso* lembrado pode não ser exactamente igual ao actual, é alvo de algumas alterações (adaptar caso) de forma a ajustar-se ao problema em causa.

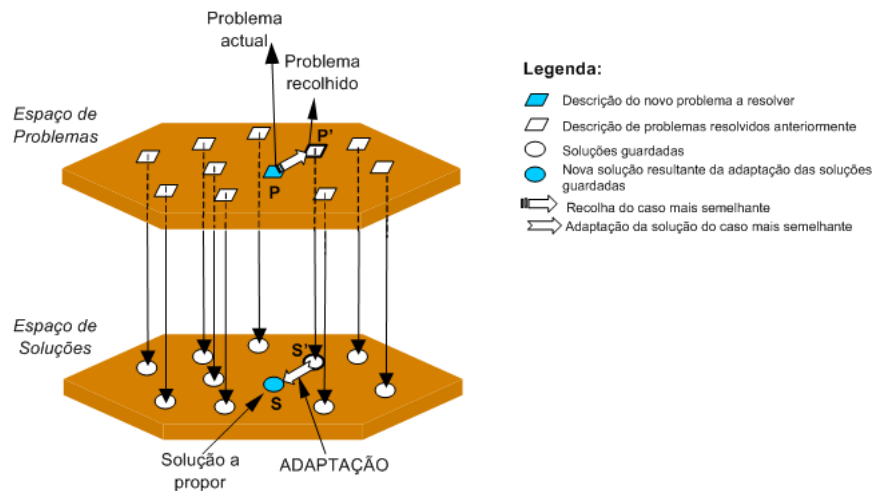
De forma geral, pode-se afirmar que em RBC existem dois elementos fulcrais, nomeadamente os *casos* e o *método* utilizado.

Um *caso* é vulgarmente entendido como um objecto que regista o conhecimento relativo a uma situação já resolvida. Isto é, um *caso* pode ser considerado como uma lição aprendida (devidamente contextualizada) (Kolodner, 1993). Vulgarmente, um *caso* materializa, entre outros, *descrições do problema* e da *solução* para o mesmo.

A parte processual (o método anteriormente referido) engloba todas as tarefas que são executadas desde a definição do problema até se considerar o mesmo resolvido. É pertinente referir-se a este respeito que existem para o efeito vários modelos (nomeadamente o de Kolodner (Kolodner, 1993) e o de Aamodt e Plaza (Aamodt e Plaza, 1994)).

De forma geral, pode-se afirmar que, conforme se ilustra na figura 1.3, fazem parte das tarefas a *recolha*, a *adaptação* e a *retenção* de *casos*. O conjunto destas tarefas contribui para a resolução do problema em causa, sendo na tarefa final o sistema enriquecido com mais um *caso*.

¹⁰Figura adaptada de (Maher e Garza, 1997). Nesta figura utiliza-se o termo livraria de casos com o mesmo significado que abaixo se usa memória de casos.

Figura 1.3: O processo do RBC¹¹

Após a definição do problema, selecciona-se da memória de casos¹² o *caso* que se considera mais adequado à situação em causa. Neste processo de selecção desempenham um papel importante dois elementos. O primeiro, os *índices* são como que etiquetas associadas ao *caso* que permitem considerar o mesmo relevante para o problema em causa. O segundo são as *métricas*, uma vez que estas estabelecem, face a um conjunto de vários *casos* candidatos, qual o *caso* a seleccionar.

O processo de *adaptação* ocorre após a selecção do *caso* considerado relevante para o problema em causa. Neste processo, são vulgarmente consideradas as diferenças entre os dois problemas, e com base nestas, a solução do problema recolhido é alterado de forma a contemplar as exigências da situação que se pretende resolver.

Findo o processo de adaptação, os sistemas de RBC apresentam aos seus utilizadores a solução para o problema que estes propuseram. Após a análise da solução, os utilizadores poderão alterá-la, de forma a contemplar aspectos que o sistema não conseguiu resolver. Após esta eventual alteração, o *caso* é retido, enriquecendo-se desta forma o sistema¹³.

1.6 A abordagem à Investigação

A relevância do(s) método(s) a utilizar na investigação no domínio SI tem sido ao longo do tempo realçada por diversos autores¹⁴. Com efeito, sendo o método um instrumento auxiliar¹⁵ do investigador na sua missão de contribuir para o desenvolvimento da ciência,

¹¹Figura adaptada de (Leake, 1996).

¹²Termo vulgarmente utilizado no domínio para designar o conjunto de *casos*.

¹³Por este motivo, considera-se que nos sistemas RBC ocorre aprendizagem (Mitchell, 1997).

¹⁴Salienta-se a este propósito que já em 1987 Galliers e Land (Galliers, 1987) alertavam para este aspecto.

¹⁵Embora a este respeito Baskerville (Baskerville, 1991) referencie que este pode trazer alguns inconvenientes.

opções incorrectas na sua selecção poderão conduzir a conclusões não válidas (embora correctas face aos resultados).

No domínio SI, em virtude da sua multidisciplinaridade¹⁶, têm sido utilizados vários métodos de investigação (Avison e Fitzgerald, 1998; Mingers, 2001; Lamp e Milton, 2004). Este facto ocorre em virtude da vasta abrangência temática e do inevitável envolvimento em projectos de investigação de investigadores com perfis de formação das diversas áreas com as quais o domínio se relaciona.

A escolha do(s) método(s) de investigação no domínio SI deve ser condicionada pelo projecto e não por convicções do(s) autor(es) relativamente à postura a adoptar no processo (Robey, 1996)¹⁷. Robey considera que a escolha de um método deve fazer-se em função do projecto e não por este permitir utilizar um determinado paradigma (positivista, interpretativista ou outro).

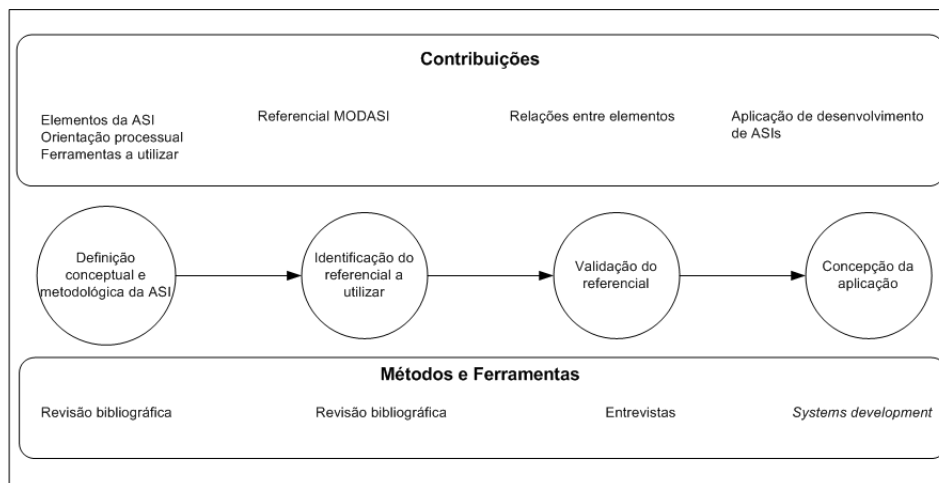


Figura 1.4: Fases do projecto de investigação

Com efeito, conforme se ilustra na figura 1.4, este projecto teve quatro fases com finalidades distintas, pelo que houve necessidade de, para cada fase, se adoptar os métodos e ferramentas considerados relevantes no processo de investigação.

Na primeira fase, fez-se um estudo exaustivo de interpretações do conceito SI, métodos e ferramentas utilizados no domínio SI. Este estudo foi realizado em livros, artigos científicos e páginas da Internet considerados como fontes credíveis do domínio. Visou-se com este processo:

- 1) identificar os aspectos dos SIs a descrever numa ASI;
- 2) definir o processo de desenvolvimento de ASIs;
- 3) identificar um metamodelo para as ferramentas a utilizar nas ASIs.

¹⁶A multidisciplinaridade é considerada por Adam e Fitzgerald (Adam e Fitzgerald, 2000) como um factor que introduz dificuldades à investigação no domínio.

¹⁷Citação feita em Mingers (Mingers, 2001).

Com base nos aspectos referidos em 1) e no conjunto de referenciais identificados através da revisão bibliográfica, definiu-se o referencial a utilizar neste projecto. Como resultado desta fase, foram publicados os artigos (Tomé e Amaral, 1998), (Tomé *et al.*, 2001) e (Tomé *et al.*, 2002).

Concluídas as primeiras duas fases, e tendo-se já definido o referencial MODASI, procedeu-se à sua validação. Para o efeito, foram estabelecidos contactos com diversos hospitais informando da natureza e do objectivo do trabalho e solicitando-se a permissão do teste do MODASI. A este pedido responderam afirmativamente os seguintes hospitais: São Teotónio (Viseu), São Marcos (Braga), Santo André (Leiria), Amadora-Sintra, São Sebastião (Santa Maria da Feira), Centro Hospitalar de Coimbra, Centro Hospitalar do Alto Minho (Viana do Castelo), Universidade de Coimbra e Amato Lusitano (Castelo Branco).

Nas entrevistas, procedeu-se também à identificação das relações que podem ocorrer entre elementos do MODASI. Este facto resultou da constatação da lacuna relativa à inexistência da identificação das relações que os elementos de uma ASI podem manter entre si (embora na bibliografia se faça alusão à sua existência).

Criado o modelo e toda a teoria que sustenta a sua utilização, passou-se à conceptualização e construção de uma aplicação informática. Nesta fase utilizou-se o método *Systems Development*¹⁸.

Este método foi divulgado como passível de utilização no domínio SI por Nunamaker e Chen em duas publicações (nomeadamente (Nunamaker e Chen, 1990) e (Nunamaker e Chen, 1991)) em finais de 1990. Em 1999, foi considerado como sendo uma forma de realizar *Action Research* (Burstein e Gregor, 1999). Os autores do método consideram que a investigação em SI pode contemplar o desenvolvimento de uma aplicação informática que vise ser utilizada como instrumento na análise. Para o efeito são propostas cinco fases: *definição do referencial conceptual*, *desenvolvimento da estrutura da aplicação*, *análise e concepção do aplicação*, *construção do aplicação* e *observação e avaliação da aplicação*, conforme se ilustra na figura 1.5.

Na fase de *definição do referencial conceptual*, procedeu-se ao estudo das técnicas do RBC. Foram nesta fase estudados, entre outros, os mecanismos de estruturação dos casos e os vários modelos funcionais utilizados em RBC.

Concluída a fase de construção do referencial conceptual, iniciou-se o desenvolvimento da estruturação da aplicação. Foram para o efeito definidas as várias componentes do sistema e estudadas as hipóteses de implementação das mesmas. Foi decidido nesta altura a utilização do modelo cliente-servidor, nomeadamente através do recurso a um *browser* (que implementa as funções de cliente) e uma outra aplicação (para implementar as funções de servidor).

Na fase seguinte, procedeu-se à concepção da base de dados. Foi considerado nesta fase a hipótese de se recorrer a um sistema de RBC que fosse configurável de forma a

¹⁸Relativamente a este método, é pertinente referir-se que este está actualmente a ser referido no domínio como *Design Science*. Esta designação é feita nomeadamente em (ISWORLD, 2004; Hevner *et al.*, 2004; Rossi e Sein, 2003).

Tarefas

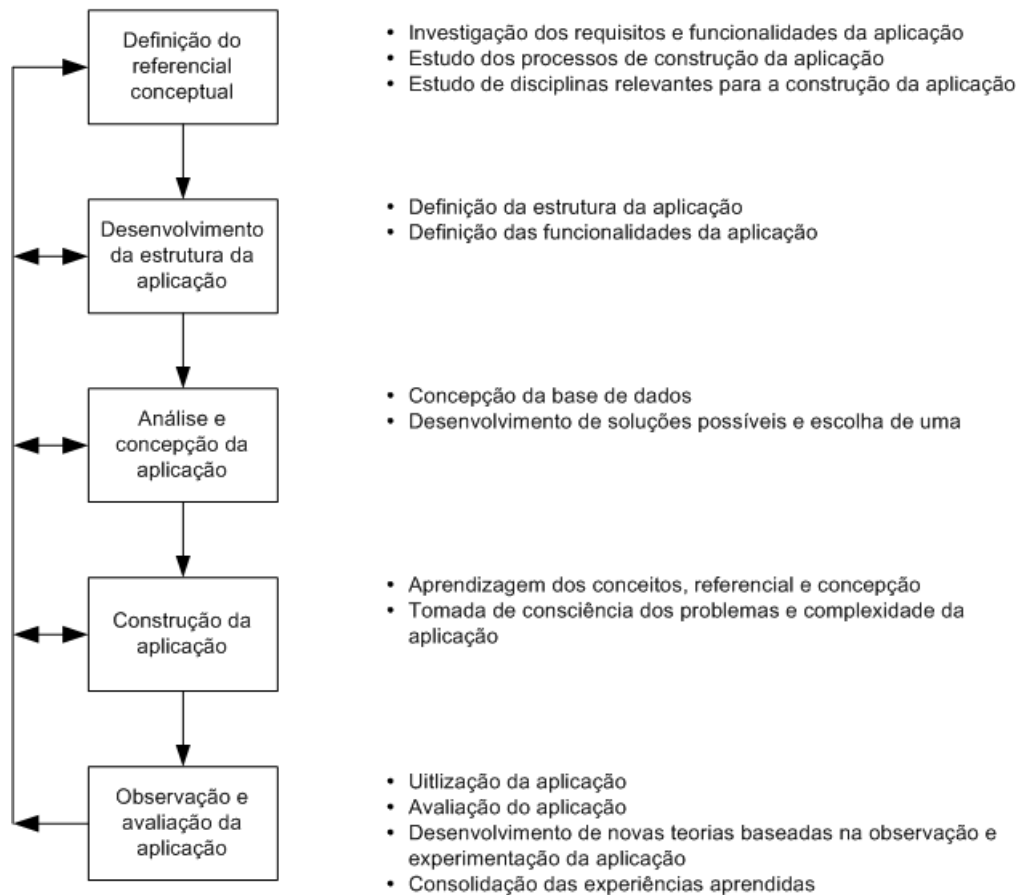


Figura 1.5: O método de investigação *Systems Development*

contemplar as necessidades deste projecto. Porém, dadas as limitações funcionais da ferramenta estudada, nomeadamente do CBR-Works (Tec:inno, 1999), considerou-se que o mais eficiente seria proceder-se à implementação de uma nova ferramenta.

De seguida, passou-se então à implementação da aplicação. Para o efeito, utilizaram-se as tecnologias IIS (*Internet Information Server*) (Santos e Rosa, 2003), ASPX (Microsoft, 2002c; Weissinger, 2000) e o motor de bases de dados Oracle (Campos, 1999).

A última fase do processo visou a avaliação da aplicação. Para o efeito, dada a grande quantidade de dados foram seleccionados oito serviços hospitalares. Após o tratamento dos dados com a aplicação, procedeu-se de seguida à análise dos resultados obtidos. Foi nesta fase avaliada se a *tese* enunciada neste projecto era válida ou não.

1.7 Estrutura da Tese

Esta tese está organizada, conforme se ilustra na figura 1.6, num conjunto de capítulos que consubstanciam o trabalho desenvolvido. Os capítulos 2, 3 e 4 apresentam

um conjunto de conceitos, métodos, referenciais e ferramentas que foram importantes no desenvolvimento do trabalho. Nos capítulos 5 e 6 descreve-se o trabalho desenvolvido.

No capítulo 2, caracterizam-se conceitos, métodos, técnicas e ferramentas utilizadas no domínio dos SIs. É neste capítulo também apresentada a forma de distinguir SIs. São aqui apresentadas justificações que fundamentam opções tomadas no desenvolvimento deste trabalho.

O capítulo 3 faz uma apresentação do "estado da arte" no que concerne à abordagem de arquitectura no domínio das TI/SIs. São descritos, neste capítulo, conceitos, métodos e referenciais respeitantes à abordagem de arquitectura nos domínios TI/SIs.

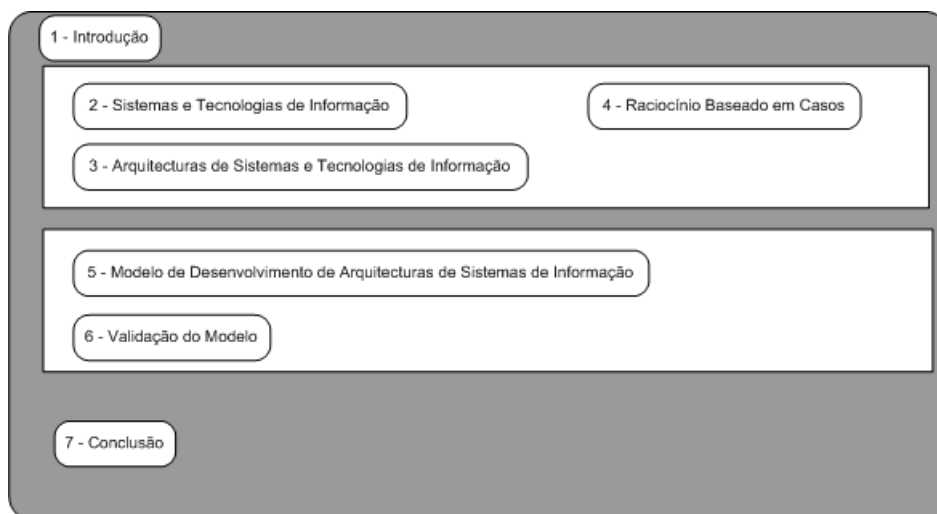


Figura 1.6: Estrutura da tese

Como já foi referido anteriormente, neste trabalho foi utilizado RBC. No capítulo 4, caracteriza-se este ramo da IA. Para o efeito, definem-se conceitos, os princípios e técnicas utilizadas no RBC. Visa-se desta forma esclarecer quais os "formalismos" do RBC utilizados.

Os capítulos 5 e 6 apresentam as contribuições efectuadas por este projecto. No capítulo 5, com base em conceitos e referenciais analisados no capítulo 2 e 3, apresenta-se o MODASI e toda a teoria que sustenta a utilização de RBC neste projecto.

O capítulo 6 ilustra a utilização da aplicação em situações práticas. Como se referiu anteriormente, este trabalho foi testado em vários hospitais de administração pública e privada. São apresentadas neste capítulo algumas "funcionalidades" conseguidas com a utilização da aplicação de suporte ao MODASI. É também realizada uma análise aos resultados obtidos com a utilização da aplicação informática.

Finalmente, no capítulo 7, retiram-se conclusões relativas ao contexto e à forma como o projecto decorreu. Refira-se ainda que se analisam neste capítulo as contribuições deste projecto, apontando-se algumas possíveis evoluções.

2 Sistemas e Tecnologias de Informação

Este capítulo surge como o primeiro de um conjunto de capítulos em que se revêm de forma sistematizada fundamentos essenciais (nomeadamente conceitos, métodos e ferramentas do domínio SI) utilizados para sustentar o desenvolvimento deste projecto. Visa-se desta forma enquadrar conceptualmente e metodologicamente o desenvolvimento de ASIs.

Na secção 2.1, faz-se uma breve explanação da relação das diversas temáticas abordadas no domínio SI com este trabalho. Para além de se analisarem as definições de SI, caracteriza-se a relação das TIs com os SIs na secção 2.2. Na secção 2.3, caracteriza-se a função SI e enquadra-se o desenvolvimento de ASIs. Na secção 2.4, analisam-se métodos e ferramentas utilizadas no domínio SI. Finaliza-se o capítulo, em termos de descrições, com a apresentação, em 2.5, de características dos SIs.

2.1 Introdução

Ao longo da existência do domínio SI, tem sido preocupação da comunidade científica a definição de conceitos e de "instrumentos", tentando-se desta forma um desenvolvimento sustentado do mesmo.

A definição de conceitos (designadamente SI, informação, sistema, método e outros relacionados com as actividades da função SI) tem sido inclusivamente o objectivo principal de diversos trabalhos. As publicações (Wand e Weber, 1990; Carvalho, 1999; Falkenberg *et al.*, 2001; Lopes, 2001) são exemplos de trabalhos que abordam estas temáticas. Do conjunto de conceitos que tem sido objecto de tentativa de definição por parte de diversos autores, o conceito de SI assume neste projecto particular relevância uma vez que se torna necessário conhecer os aspectos que devem ser descritos numa ASI.

Outro dos objectivos equacionados no domínio SI tem sido a definição de "instrumentos" de apoio às várias actividades dos profissionais SI. Para tal, têm sido propostos métodos, técnicas e ferramentas que visam auxiliar, entre outras, as actividades de planeamento, análise e concepção efectuadas pelos profissionais SI.

O estudo das duas vertentes anteriormente referidas - nomeadamente a definição do conceito SI e o conhecimento dos instrumentos de suporte das diferentes actividades deste domínio - assume um papel importante neste projecto. Com efeito, sendo o desenvolvimento de uma ASI uma actividade de modelação (Rechtin, 1991; Jonkers *et al.*, 2004), é pertinente o conhecimento do processo da sua concepção, dos aspectos a descrever bem como dos instrumentos a que se deve recorrer na sua descrição.

Secção	Contribuição
2.2	Identificação dos aspectos relevantes de um SI
2.3	Enquadramento da actividade de desenvolvimento da ASI
2.4	Definição metodológica do processo de desenvolvimento de uma ASI
2.5	Identificação de formas de distinção de ASIs

Tabela 2.1: Contribuições das secções deste capítulo

Para além destes dois aspectos, existe ainda um terceiro relacionado com o objectivo do presente trabalho que interessa estudar. Com efeito, uma vez que se pretende retirar partido de ASIs já definidas, as características dos SIs assumem também uma particular relevância. De facto, estas potenciam uma selecção criteriosa de ASIs, uma vez que SIs com características iguais em princípio terão arquitecturas semelhantes.

As temáticas acima abordadas consubstanciam-se num conjunto de secções deste capítulo, conforme se ilustra na tabela 2.1.

2.2 Os Sistemas de Informação e as Tecnologias de Informação

O objectivo primordial de um SI, reconhecido na comunidade científica, é potenciar informação¹ às pessoas que com este tomam contacto (Avison e Fitzgerald, 1995; Checkland e Holwell, 1998; Jonkers *et al.*, 2004). Apesar da aceitação generalizada deste objectivo, não é ainda consensual a definição do conceito SI.

Ao longo dos últimos anos, têm sido desenvolvidos esforços no sentido de se encontrar uma definição de SI unanimemente aceite. Os trabalhos dos autores (Falkenberg *et al.*, 1996; Mingers e Stowell, 1997; Checkland e Holwell, 1998; Carvalho, 1999; Khazanchi e Munkvold, 2000; Falkenberg *et al.*, 2001) são exemplo desta realidade. Porém, o facto é que ainda não se obteve consenso na definição quer do conceito quer do domínio SI². As várias tentativas de definição do conceito abarcam desde asserções que caracterizam o conceito

¹Para o termo informação não existe também uma definição consensual. Neste trabalho assume-se que informação é o conjunto de dados que, quando fornecido de forma e a tempo adequado, melhora o conhecimento de quem a recebe (Galliers, 1987).

²Sendo este um tema marginal para o projecto não é abordado. Refere-se porém, que a temática é tratada, entre outros, em (Banville e Landry, 1989; Mingers, 1995; Checkland e Holwell, 1998; Baskerville e Myers, 2002; Benbasat e Zmud, 2003).

(como por exemplo (Carvalho, 1999; Falkenberg *et al.*, 2001)) até ao seu enquadramento como sistema³ (entre outros (Richtie *et al.*, 1998; Boddy *et al.*, 2002)).

Apesar das diversas tentativas já referidas, constata-se que o entendimento que os diversos autores têm de SI não tem evoluído e se situa essencialmente entre dois níveis de abstracção. O primeiro em que as TIs são o objecto central do SI; o segundo em que as TIs são consideradas um recurso potenciador do SI.

Com efeito, já em 1989, Verrijn-Stuart (Verrijn-Stuart, 1989) afirmava que existiam dois tipos de definições relativas a um SI, nomeadamente:

- **SI em sentido lato** - a totalidade das actividades de processamento e representação de dados, formais e informais, dentro da organização, incluindo as comunicações internas e com o mundo exterior;
- **SI em sentido restrito** - sub-sistema de informação baseado no computador, com a finalidade de promover o registo e o suporte de serviços de gestão e operação da organização.

Actualmente, na versão vigente do relatório FRISCO⁴ (Falkenberg *et al.*, 2001), continua-se a considerar que um SI é vulgarmente encarado de três formas diferentes, nomeadamente como:

- um sistema técnico, implementado através de tecnologias computacionais e de comunicação;
- um sistema social, como, por exemplo, uma organização em ligação com as suas necessidades de informação;
- um sistema conceptual (abstracção dos dois itens anteriores).

Porém, apesar da manifesta falta de concordância no que respeita à adopção de uma definição de SI, é possível encontrar nas várias interpretações apresentadas por diversos autores referência a elementos comuns. Conforme se ilustra nas tabelas em anexo A.2 e A.3, em sessenta e nove publicações consideradas de autores credíveis no domínio, é possível encontrar referências aos elementos dados, processos e pessoas.

De facto, tal como se pode verificar na figura 2.1, quer o SI seja considerado de forma restrita (isto é SIBC⁵) quer de forma lata, a referência aos elementos dados, processos e pessoas é significativa. Com efeito, apenas numa publicação não se faz referência explícita a dados e processos. Por outro lado, dezanove publicações não fazem referência ao elemento pessoas.

Relativamente à forma como um SI é conceptualizado em sentido restrito, é pertinente estabelecer-se um breve comentário. Alguns dos autores que consideram SI em sentido

³É pertinente referir-se a este propósito que algumas das ferramentas utilizadas no domínio SI provêm do domínio de sistemas (Couger *et al.*, 1982; Gane e Sarson, 1983; Rock-Evans, 1987; Layzell e Loucopoulos, 1989; Beynon-Davies, 1989; McMenamim e Palmer, 1991; Kendall e Kendall, 1992; Parkin, 1994; Lejk e Deeks, 1998; Hoffer *et al.*, 1998; Valacich *et al.*, 2001; Lopes e Morais, 2002).

⁴Sigla de FReamework Of Information Systems COnccepts.

⁵Sigla de Sistema de Informação Baseado em Computador.

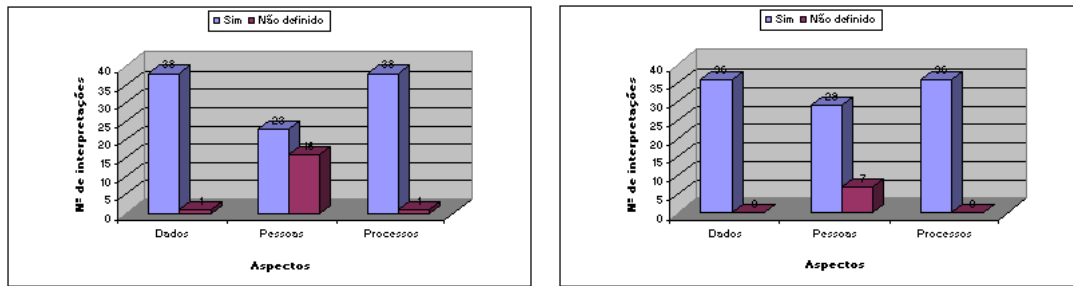


Figura 2.1: Análise de interpretações do conceito SI

restrito fazem-no, de facto, por motivos de redução da complexidade. Com efeito, sendo um SI considerado em sentido lato algo extremamente complexo, estes autores reduzem o âmbito a um subsistema que apresenta os mesmos objectivos, mas é implementado com uma tecnologia computacional (os vulgarmente designados SIBCs).

Os dados são vulgarmente definidos como factos que ocorreram e sobre os quais há registo (Checkland e Holwell, 1998). Por exemplo, a data e o local de nascimento das pessoas são factos que se registam, pelo que são dados associados aos cidadãos. Os dados são, num SI, utilizados *à posteriori* para derivar informação, sendo no sistema, a entrada do mesmo ao passo que a informação constitui a sua saída (Boddy *et al.*, 2002).

O termo processo é vulgarmente entendido como sendo uma tarefa que é executada com vista à obtenção de um ou mais objectivos (Ould, 1995; Vernadat, 1996; Scheer, 1999). No âmbito dos SIs, os processos efectuem o registo, a consulta ou a alteração de dados.

Um SI é encarado vulgarmente como um sistema com uma forte actividade humana (Falkenberg *et al.*, 2001). Com efeito, as pessoas são um dos veículos importantes no registo e alteração de dados, bem como constituem os destinatários da informação fornecida pelo SI (Checkland e Holwell, 1998; Figueiredo, 1999).

É desde já importante frisar que este projecto não pretende contribuir com uma nova definição do conceito SI. Interessa, porém, identificar os aspectos que estão associados a um SI, na medida em que serão estes o objecto de descrição numa ASI. Tendo em consideração que a adopção de uma definição de carácter restrito aproximaria este projecto da área de computação, considera-se SI em sentido lato. Assim, das várias definições, nomeadamente as indicadas em (Verrijn-Stuart, 1989; Amaral, 1994; Carvalho, 1999; Alter, 1999; Falkenberg *et al.*, 2001; Lopes, 2001; Proper *et al.*, 2003), pode-se sintetizar, conforme se ilustra na figura 2.2, que um SI é:

um subsistema da organização cujo objectivo é suportar as actividades informacionais da mesma e que pode recorrer às TIs (de forma cada vez mais frequente), em algumas das suas actividades.

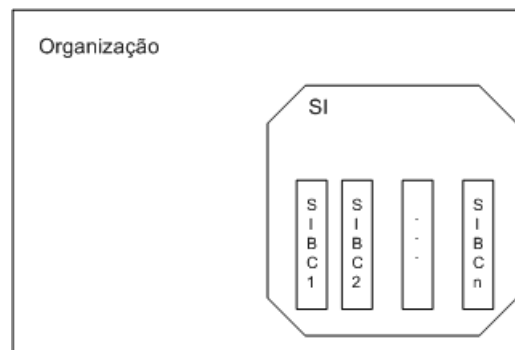


Figura 2.2: O conceito de SI

O papel das TIs nos SIs é cada vez mais considerado importante (Wolstenholme *et al.*, 1993) em virtude daquelas potenciarem a realização mais eficiente das várias tarefas, uma vez que a sua rapidez e capacidade de armazenamento introduz benefícios que doutra forma não seriam alcançados.

O termo TI pode também ser definido de forma lata e de forma restrita. Considerado de forma lata, o termo é entendido como qualquer dispositivo que permite tratar informação (Buckland, 1991), englobando desta forma, por exemplo, esferográficas, folhas de papel, computadores e aplicações informáticas. A definição restrita do termo visa referenciar dispositivos relacionados com a informática (Haag *et al.*, 1998; Applegate *et al.*, 1999; Ribault *et al.*, 1995). Referem-se como exemplo neste tipo de definições alguns dispositivos como impressoras, monitores e aplicações informáticas.

Para a vertente restrita do termo, há autores que definem classes de TIs, para assim agrupar os vários elementos. Conforme abaixo se exemplifica, uma divisão comum separa as TIs em duas classes, uma que agrega os dispositivos físicos e outra que agrega dispositivos que não têm uma existência física. Refira-se que há autores que acrescentam à divisão anteriormente definida uma outra classe que agrega os elementos relacionados com a comunicação entre dispositivos físicos - vulgarmente designada de rede.



Figura 2.3: Tipos de TIs utilizadas nos SIs

Alter (Alter, 1999) é um dos autores que utiliza o primeiro sistema de classificação referenciado no parágrafo anterior. Assim, este define duas classes: software e hardware. Para este autor, o software é constituído pelos "programas" que interpretam as instruções do utilizador e ordenam ao hardware o que fazer. O hardware, por sua vez, é constituído pelo conjunto de dispositivos físicos envolvidos no processamento de informação.

Um dos autores que considera a terceira classe atrás referida é O'Brien (O'Brien, 1996). Na opinião deste autor, para além do hardware e software, existe uma terceira classe designada de rede onde se agregam todos os dispositivos relacionados com as comunicações.

2.3 A Função Sistemas de Informação

Dada a relevância que a informação assume para as organizações (Zorrinho, 1995; Kronenke e Hatch, 1993) e o papel dos profissionais SI neste contexto (Nance, 1996), pode-se considerar que existe um conjunto de actividades que fazem parte da área funcional das organizações (Amaral, 1994). Este conjunto é vulgarmente designado de função SI⁶ e agrega todas as actividades da organização relacionadas com SIs. Vários autores consideram (designadamente Eliot (Eliot, 1998), Remenyi e Sherwood-Smith (Remenyi e Sherwood-Smith, 1997), Amaral (Amaral, 1997) e Varajão (Varajão, 2002)) que a função SI desempenha um papel crucial nas organizações.

Apesar do reconhecimento da importância da função SI, pode-se afirmar que, por diversas razões, nomeadamente factores como a multidisciplinaridade (Varajão, 1998), a constante evolução do domínio (Feeny e Willcocks, 1999; Davis, 2000) e a natureza dos elementos (Gallivan, 1994), não existe um modelo que seja adoptado de forma consensual nas organizações.

No entanto, pode-se concluir, conforme se ilustra na tabela 2.2, que há um conjunto de grupos de actividades que é vulgarmente considerado como fazendo parte da função SI. Em onze publicações analisadas, os seus autores referem que fazem parte da função SI actividades relacionadas com o planeamento, os recursos humanos, o Desenvolvimento de Sistemas de Informação (DSI) e a gestão de TIs.

No fase de Planeamento do Sistema de Informação (PSI) de uma organização, define-se o futuro desejado para o seu SI (Parker *et al.*, 1989; Amaral, 1994; Ward e Peppard, 2002). Esta fase é de extrema importância para a organização na medida em que, segundo Cassidy (Cassidy, 1998), se:

- define o futuro de um recurso dispendioso e crítico da organização;
- incentiva a comunicação entre os Gestores e os profissionais SI;
- compatibiliza o SI com os processos de negócio da organização.

O termo DSI é vulgarmente utilizado no domínio SI em sentido restrito e em sentido lato. Em sentido restrito, o termo visa referir as actividades que têm como objectivo a concepção e implementação de um SIBC (Carvalho, 1996) e rege-se vulgarmente por um modelo de ciclo de vida (Olle *et al.*, 1988; Varajão, 1998). A utilização do termo em sentido lato engloba todas as actividades relacionadas com a introdução das TIs numa organização (Fitzgerald *et al.*, 2002). Neste último tipo de utilização, inclui-se, por exemplo, a actividade de redefinição dos processos.

⁶Na bibliografia dos domínios TI/SI são utilizadas várias designação para a função, nomeadamente Gestão das Tecnologias da Informação e Gestão de Sistemas (Earl, 1989).

Proposta	Planeamento	DSI	Gestão de recursos humanos	Gestão de TIs
Amaral (Amaral, 2002)	✓	✓	✓	✓
Bacon e Fitzgerald (Bacon e Fitzgerald, 2001)		✓	✓	✓
Barki e Rivard (Barki e Rivard, 1988)	✓	✓	✓	✓
Davis (Davis, 2000)	✓	✓	✓	
Fenny e Willcocks (Feeny e Willcocks, 1999)	✓	✓	✓	✓
Gallivan (Gallivan, 1994)	✓	✓	✓	✓
Jayaratna (Jayaratna, 1994)	✓	✓	✓	✓
Kern (Kern, 1998)		✓	✓	✓
Smith (Simpson, 1997)	✓	✓		
Varajão (Varajão, 1998)	✓	✓	✓	✓
Zmud (Zmud, 1984)	✓	✓	✓	✓

Tabela 2.2: Grupos de actividades da função SI

As actividades relacionadas com os recursos humanos visam, de forma geral, recrutar, formar e gerir as carreiras das pessoas envolvidas na função SI (Varajão, 1998). Estes três aspectos são importantes na medida em que os recursos humanos utilizados na função SI constituem um factor considerado como influenciador da qualidade dos SIs (Stylianou e Kumar, 2000).

A gestão das TIs representa um conjunto de actividades de grande índole técnica. Fazem parte deste conjunto de actividades a administração de sistemas informáticos, a administração de bases de dados, a configuração de sistemas e redes, entre muitas outras.

Neste quadro de actividades anteriormente descrito, considera-se que as ASIs devem ser desenvolvidas aquando do PSI. Com efeito, conciliando-se o objectivo da fase de planeamento, designadamente a definição do futuro do SI e o objectivo da arquitectura (por esta ser um meio de comunicação entre os vários indivíduos com interesse no sistema), considera-se que a ASI deve ser definida na fase de planeamento. É pertinente referir que este é inclusivamente considerado como um dos desafios que os profissionais SI têm que enfrentar (Feeny e Willcocks, 1999).

O desenvolvimento da arquitectura aquando do PSI é também defendido numa temática que se relaciona com as ASIs, designadamente as arquitecturas de informação.

Nos anos 80 e 90 o desenvolvimento das arquitecturas de informação nas organizações foi considerado um aspecto relevante (Brancheau e Wetherbe, 1987; Brancheau *et al.*, 1996;

Figueiredo, 1996). Nesta altura, considerava-se arquitectura de informação como sendo as classes de dados e os processos que com estas se relacionam. O facto das arquitecturas de informação:

- 1) - serem um bom meio de comunicação;
- 2) - potenciarem um desenvolvimento integrado e flexível;
- 3) - permitirem o controlo de custos;

era considerada uma mais-valia do seu desenvolvimento (Poel e Waes, 1989).

Com o objectivo de potenciarem o desenvolvimento de arquitecturas de informação, vários autores propuseram métodos e referenciais. Destacam-se, entre outros, as propostas da IBM (o BSP) (IBM, 1984), de Brancheau (Brancheau, 1989), de Poel e Waes (Poel e Waes, 1989), de Brancheau e Wetherbe (Brancheau e Wetherbe, 1986), de Bidgood e Jelley (Bidgood e Jelley, 1991), Reponen (Reponen, 1993), de Stegwee e Ebels (Stegwee e Ebels, 1994), de Innon (Innon, 1992) e de Gomes (Gomes, 1998). É pertinente referir-se que nestas propostas também se defende que o desenvolvimento da arquitectura de informação deve decorrer aquando do PSI.

Em suma, considera-se que o desenvolvimento de uma ASI deve ser efectuado na fase de PSI, devido ao facto desta servir de suporte às várias actividades efectuadas na função SI.

2.4 Métodos Utilizados na Função SI

Nas várias actividades efectuadas na função SI, são utilizados métodos com o intuito de reduzir a complexidade dos problemas em causa. Antes de se proceder à análise dos métodos, é pertinente estabelecer-se o significado assumido de alguns termos que seguidamente se utilizam.

Os termos metodologia, método, modelo, técnica e ferramenta fazem parte do vocabulário frequentemente utilizado pelos profissionais SI. No entanto, a percepção que cada profissional SI tem de cada um destes termos não é consensual.

O termo metodologia é utilizado nos domínios TI/SIs em duas situações diferentes, designadamente para referir um "construtor" que está acima dos métodos e como sinónimo de método.

A concepção de que uma metodologia se encontra num nível de abstracção superior à dos métodos é defendida por vários autores, nomeadamente por Checkland e Holwell (Checkland e Holwell, 1998), Avison e Fitzgerald (Avison e Fitzgerald, 1995) e o de Fitzgerald et al. (Fitzgerald *et al.*, 2002). Segundo estes autores, as metodologias contêm os princípios sobre os quais os métodos se regem.

Refira-se que a utilização do termo metodologia como sinónimo de método é bastante frequente. Vários autores utilizam desta forma o termo metodologia, embora reconheçam

que este tem outro significado (Stamper, 1988; Jayaratna, 1994)⁷. Com efeito, o significado do termo metodologia está associado ao estudo de métodos (Silva, 1992; Costa e Melo, 1999).

De forma geral, associado ao termo método está a constatação de que este estabelece uma forma de proceder, com vista à obtenção de um determinado fim (Silva, 1992). Esta concepção de método é porém definida no domínio SI de várias formas (Cronholm e Agerfalk, 1999).

Com efeito, há autores que defendem que um método, para além da definição da forma de acção deve explicitar o porquê da sua inclusão (Jayaratna, 1994). Outros autores, nomeadamente Goldkuhl (Goldkuhl, 1994), vão mais longe e apresentam um referencial que caracteriza as várias componentes.

Do conjunto de termos anteriormente referido, técnica é o que reúne maior consenso na sua utilização. Com efeito, a concepção existente relativamente ao termo técnica é que esta está relacionada com o "*como fazer*" (Hirschheim e Klein, 1992; Fitzgerald *et al.*, 2002). As técnicas estão directamente relacionadas com a forma como se perspectiva o sistema. Por exemplo, a técnica Entidade-Relacional (ER) visa descrever o sistema relativamente ao aspecto dados pressupondo para o efeito que este é constituído por entidades e relacionamentos. Por outro lado, as técnicas orientadas aos objectos concebem o sistema como um conjunto de objectos.

Na aplicação das técnicas utilizam-se ferramentas que constituem o meio utilizado para exprimir o aspecto em análise. No domínio SI existem várias ferramentas, referindo-se a título de exemplo o IDEF1X (FIPS, 1993) e os fluxogramas (Sousa, 1997).

O termo modelo é utilizado no domínio SI de duas formas distintas. É vulgarmente considerado como o resultado de aplicação de uma técnica com uma determinada ferramenta, isto é, a descrição de um determinado sistema relativamente a um ou mais dos seus aspectos. Por exemplo, o modelo de dados é o resultado da modelação do aspecto dados do sistema. Para além desta concepção, há quem utilize o termo modelo para referir um conjunto de fases pelas quais um processo deve passar. Porém, contrariamente ao que acontece nos métodos, nos modelos não se estabelecem as técnicas e as ferramentas a utilizar. Esta última concepção é utilizada, por exemplo, para designar as diferentes fases pelas quais um sistema passa - os vulgarmente designados modelos de ciclo de vida de um sistema.

Os métodos de DSI, conforme se descreve na tabela 2.3, começaram a ser definidos após a constatação que os sistemas desenvolvidos não correspondiam às expectativas desejadas para os mesmos, uma vez que estes eram desenvolvidos sem que fossem devidamente considerados os requisitos de negócio e dos utilizadores do sistema (Avison e Fitzgerald, 2003).

No final dos anos 70, começaram a ser criados vários métodos de DSI, como forma de colmatar a "crise" detectada no âmbito dos sistemas informáticos. Crê-se que os métodos desempenham um papel importante no DSI, uma vez que promovem a redução da

⁷Stamper (Stamper, 1988) refere a este propósito que utiliza o termo metodologia sob protesto.

Era	Características
Pré	Não havia métodos. Preocupação com aspectos técnicos. Os SIs fracassavam.
Arranque	Abordagem orientada ao ciclo de vida.
Desenvolvimento	Foram criados métodos e técnicas. Começa-se a constatar que a utilização de métodos também conduz a fracassos.
Pós	O fracasso no desenvolvimento não advém apenas da má utilização e da não utilização de métodos. Algumas organizações utilizam métodos outras não.

Tabela 2.3: Eras dos métodos⁸

complexidade, são facilitadores da comunicação, permitem realizar gestão de projecto e permitem fazer registo de decisões (Avison e Fitzgerald, 1995).

O estudo da real utilização dos métodos tem sido ao longo da sua existência uma preocupação de vários autores, referindo-se a título de exemplo Siau e Rossi (Siau e Rossi, 1998) e Fitzgerald (Fitzgerald, 2000). Isto porque, apesar das vantagens, a utilização de métodos de DSI tem sido criticada por diversos autores. O facto dos utilizadores se preocuparem em seguir as orientações dos métodos e desta forma restringirem o seu poder criativo é uma das inconveniências apontadas (Baskerville, 1991; Fitzgerald, 1996; Wastell, 1996; Stolterman e Russo, 1997; Nandhakumar e Avison, 1999; Truex *et al.*, 2000; Bansler e Havn, 2003). O culminar destas críticas surge com a opinião que, tendo em conta as constantes inovações no domínio SI, o DSI não se deve reger por métodos (Baskerville *et al.*, 1992) ou então deve ser um processo misto (com e sem a utilização de métodos) (Lee e Truex, 1997).

No entanto, conforme se explicita na tabela 2.3, ainda não está provado que as causas do fracasso dos sistemas resida na utilização dos métodos pelo que os métodos são utilizados no domínio SI, embora em determinadas situações possam ser adaptados ao projecto em questão (Fitzgerald, 1997). Como consequência desta realidade, existe no domínio SI um conjunto alargado de métodos⁹.

Nesse conjunto extenso de métodos, estão contempladas várias abordagens. É pertinente referir-se a este respeito que ainda não existe uma taxonomia consensual de classificação dos métodos. Porém, pode-se elaborar a classificação dos métodos tendo em consideração o tipo de actividade em que estes se enquadram, nomeadamente se são métodos utilizados em PSI ou no DSI.

Conforme se referiu na secção 2.3, na actividade de PSI visa-se a definição do futuro do SI. Existem para o efeito vários métodos descritos na bibliografia do domínio que podem ser utilizados com vista a facilitar o exercício do PSI. Entre outros, referem-se o BSP (IBM, 1984), o Merise (Tardieu *et al.*, 1984), o SPC (Bunn *et al.*, 1989) e o PRAXIS/m (Amaral, 1994).

No DSI, existe um conjunto eventualmente mais alargado de métodos. A classificação quanto ao tipo de abordagem é neste âmbito mais consensual. São referidas com algum

⁸Sintetizado de (Avison e Fitzgerald, 2003).

⁹Jayaratna (Jayaratna, 1994) refere que existem mais de mil métodos, enquanto que (Iivari *et al.*, 1999) e Lee e Truex (Lee e Truex, 1997) ficam só pelas centenas.

consenso nomeadamente as seguintes abordagens: estruturada (orientada aos processos), orientada aos dados, mista e orientada aos objectos (Wood-Harper e Fitzgerald, 1982; Iivary *et al.*, 2000; Fitzgerald *et al.*, 2002; Avison e Fitzgerald, 2003).

Tendo em conta que a programação estruturada foi considerada uma mais-valia no domínio da programação, este tipo de abordagem alargou-se à análise e concepção de sistemas. Neste tipo de abordagem, reduz-se a complexidade através de uma estratégia *top-down* com ênfase nos processos.

A constatação de que a análise e a concepção tendo como orientação os processos organizacionais pode constituir uma limitação aos sistemas desenvolvidos - uma vez que uma alteração nos processos organizacionais pode implicar uma modificação no sistema desenvolvido - conduziu alguns autores à proposta da abordagem orientada aos dados. Neste tipo de abordagem, conforme a designação o indica, os dados são considerados um elemento chave dos SIs.

Por outro lado, a abordagem mista concilia os dois aspectos referidos nos parágrafos anteriores, isto é, nesta abordagem analisa-se e concebe-se os sistemas tentando-se conciliar os aspectos dados e processos dos SIs.

Uma visão diferente é contemplada na abordagem orientada aos objectos. Com efeito, neste tipo de abordagem visa-se identificar para um determinado problema os aspectos que o constituem - os vulgarmente designados no domínio por objectos. Com base nessa identificação, procede-se à definição das características e comportamento.

A definição dos aspectos de um SI considerados relevantes na secção 2.1, nomeadamente dados, processos e pessoas, não é realizada pela mesma ordem nos vários métodos. Relativamente a esta temática é pertinente referir-se que os métodos da abordagem orientada aos objectos, tendo em conta o seu princípio basilar específico, não se regem pela mesma regra. Com efeito, em virtude da aplicação da abordagem permitir a identificação dos objectos do problema em causa, poder-se-ia pensar que nesta abordagem a identificação dos dados antecede o aspecto funcional. Porém, acontece que em diversos métodos, após a identificação do objecto, a identificação dos atributos e dos processos a si associados não é feita pela mesma ordem.

Tendo em consideração o aspecto anteriormente mencionado, decidiu-se analisar os métodos utilizados na função SI relativamente à forma processual que cada método contempla na sua aplicação, sendo para o efeito consideradas as seguintes situações:

- 1) - identificação/caracterização dos processos seguida das entidades de dados;
- 2) - identificação/caracterização das entidades de dados seguida dos processos;
- 3) - situação 1) e 2);
- 4) - situação 1) e para métodos da abordagem orientada aos objectos;
- 5) - situação 2) e para métodos da abordagem orientada aos objectos;
- 6) - situação 3) e para métodos da abordagem orientada aos objectos.

Neste estudo, foram considerados quarenta e dois métodos. A parametrização relativamente ao seu tipo, de acordo com o conjunto de opções anteriormente enunciado, encontra-se nas tabelas em anexo A.4 e A.5.

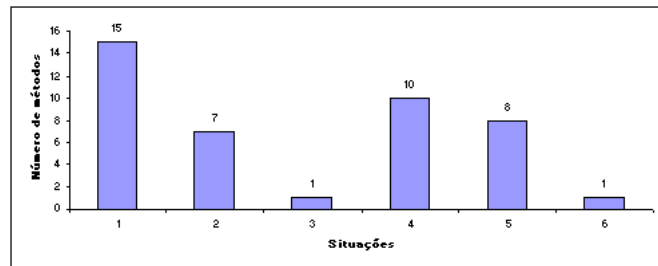


Figura 2.4: Distribuição dos métodos utilizados na função SI

A análise global do processo de parametrização é descrita na figura 2.4. Conforme se pode verificar, embora a situação referida em 1) e 4) prevaleça relativamente à 2) e 5) a diferença existente não é contudo relevante, uma vez que estas duas últimas situações também têm um número de indicações significativo.

2.4.1 Ferramentas Utilizadas na Função SI

Nos vários métodos utilizados na função SI, recorre-se a ferramentas para assim se poderem exprimir os aspectos em análise do sistema. Com efeito, as ferramentas são um recurso importante, uma vez que a interpretação da descrição resultante da aplicação do método depende directamente da "qualidade" daquelas.

Seguidamente, procede-se à descrição de ferramentas. Ressalva-se desde já que, em virtude do enfoque desta descrição residir na utilização das ferramentas no âmbito das ASIs, o estudo que se vai realizar das mesmas será baseia-se num nível de detalhe baixo/médio.

Para os aspectos considerados relevantes na descrição de um SI (dados, processos, pessoas e TIs), há dois tipos de ferramentas, designadamente as gráficas e as de texto. O primeiro tipo, conforme a designação o indica, permite a efectuação de descrições através de diagramas enquanto que no segundo as descrições são realizadas sob a forma de texto.

A descrição dos dados através de ferramentas texto é feita, entre outras, no âmbito do BSP (IBM, 1984) e nos Dicionários de Dados (DDs). No BSP definem-se as classes de dados fazendo-se uma listagem de designações. No caso DDs, a definição dos dados é feita para cada classe, através da sua identificação, de uma breve descrição, de outras designações que esta poderá ter e da enumeração dos seus atributos (Kendall e Kendall, 1992).

Relativamente às ferramentas gráficas utilizadas na modelação de dados, pode-se afirmar que a publicação do trabalho de Chen (Chen, 1976) constituiu um marco importante¹⁰. Este trabalho esteve na origem do que actualmente se designa de técnicas ER.

As ferramentas que permitem implementar a técnica ER (cinco primeiras ilustradas na tabela 2.4) caracterizam-se por possuírem três construtores, nomeadamente: entidades, relacionamentos (entre entidades) e atributos. As entidades são os itens sobre os quais se registam dados enquanto que os relacionamentos representam associações entre entidades. Os atributos são características das entidades.







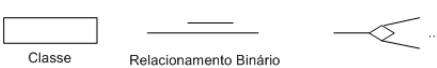
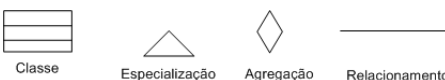


Ferramenta/Método	Construtores e símbolos
Chen (Chen, 1976)	 Entidade Relacionamento Atributos
Case*Method (Barker, 1995)	 Entidade Relacionamento Atributos
Engenharia da Informação (Martin, 1990)	 Entidade Relacionamento
IDEF1X (FIPS, 1993)	 Entidade (Dependentes) Entidade (Independentes) Discriminante Completo Discriminante Incompleto Relacionamento
NIAM (Halpin e Nijssen, 1989)	 Entidade Atributo Atributo Chave Relacionamento
Yourdon/Coad (Coad e E>Yourdon, 1991)	 Classe Classe-Objectos Relacionamento Especialização
Embley/Kurtz/Woodfield (Embley <i>et al.</i> , 1992)	 Classe Relacionamento Binário
Rumbaugh (Rumbaugh <i>et al.</i> , 1991)	 Classe Especialização Agregação Relacionamento
Shlaer/Mellor (Shlaer e Mellor, 1988)	 Objecto Relacionamento
Diagrama de Classes (UML) (Cooperation, 1997)	 Classe Objecto Relacionamento Binário Relacionamento n-ário

Tabela 2.4: Ferramentas de modelação de dados

¹⁰Foi um dos trabalhos incluídos em (Laplante, 1996) e teve impacto na "indústria" das ferramentas CASE (Computer-Aided Software Engineering) (Chen, 2002).

Quando surgiu a técnica orientada aos objectos, foram também propostas ferramentas para a modelação de dados. Tendo em conta só o aspecto modelação de dados, pode-se concluir que existem algumas semelhanças entre as ferramentas criadas para a técnica orientada aos objectos e as da técnica ER. Com efeito, nas ferramentas criadas para a técnica orientada aos objectos, conforme se ilustra nas últimas cinco linhas da tabela 2.4, é possível modelar também relacionamentos, atributos e "entidades" (estas são agora de classes e/ou objectos).

A descrição dos processos é outra das tarefas que vulgarmente se realiza no âmbito da função SI. À semelhança do que acontece para os dados, para a descrição dos processos também se recorre às ferramentas de texto e gráficas.

A descrição sob a forma de texto dos processos é realizada também no âmbito do BSP através da listagem da identificação dos processos.






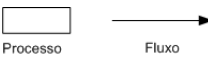


Ferramenta/Método	Construtores e Símbolos
Fluxograma (Sousa, 1997)	 Terminador Actividade Entrada/Saída Decisão Continua em X Fluxo
Diagrama de Fluxo de Dados (Yourdon, 1990)	 Entidade Externa Processo Fluxo Repositório de Dados
Engenharia da Informação (Martin, 1990)	 Processo Fluxo Disjunção Concorrência
IDEF0 (Technology, 1993)	 Processo Fluxo
Redes Petri ¹¹ (Reisig, 1992; Uthmann e Becker, 1999)	 Processo Fluxo
Redes GRAI (Doumeingts <i>et al.</i> , 1998)	 Processo Fluxo
CIMOSA - Modelo Funcional (Esprit, 1993)	 Processo Fluxo
Diagramas de Actividades do UML (Cooperation, 1997)	 Início Fim Actividade de Decisão Actividade Barra de Sincronização Transição de Actividade

Tabela 2.5: Ferramentas de modelação de processos

Nas ferramentas do tipo gráfico, conforme se ilustra na tabela 2.5, ainda não existe um símbolo que seja adoptado consensualmente para a representação dos processos (têm sido utilizados rectângulos, círculos, rectângulos de cantos arredondados entre outros). Os fluxos de dados são vulgarmente representados por setas. Para além dos processos, algumas ferramentas, designadamente os Diagramas de Fluxos de Dados (DFDs), permitem a representação das entidades externas e dos repositórios de dados.

¹¹Dada a diversidade de tipos de redes desta ferramenta, decidiu-se ilustrar só estes dois elementos.

Para a modelação da intervenção humana nos SIs existe descrito na bibliografia uma ferramenta que vulgarmente é designada de *Use Case* e que ultimamente se vem referenciando como fazendo parte do UML (Cooperation, 1997). Esta ferramenta permite modelar as tarefas que os utilizadores realizam num determinado sistema, utilizando para o efeito, conforme se ilustra na figura 2.5, três construtores: os actores, *use cases* e as relações.

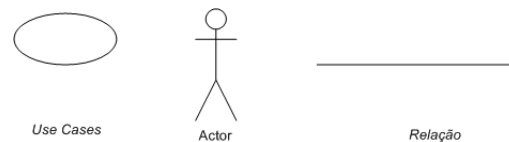


Figura 2.5: Construtores dos Diagramas *Use Case*¹²

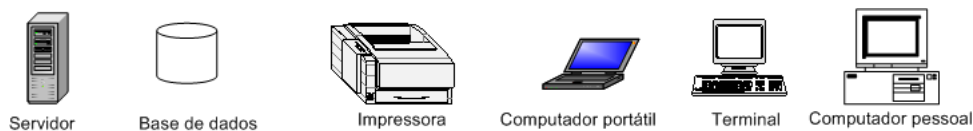


Figura 2.6: Símbolos utilizados para a descrição das TIs

Para a descrição da componente TI não foram encontradas na bibliografia dos domínios TI/SI ferramentas específicas à semelhança do que aconteceu para os três aspectos anteriormente referidos. Porém, constatou-se que em alguma bibliografia se descrevem alguns aspectos tecnológicos recorrendo-se para o efeito de símbolos que se assemelham ao objecto a descrever. Por exemplo, símbolos como os que se ilustram na figura 2.6, encontram-se em esquemas que ilustram a estrutura de rede nos livros de Laudon e Laudon (Laudon e Laudon, 1994), de Boar (Boar, 1994, 1999) e de Britton (Britton, 2001).

2.5 Características dos Sistemas de Informação

A concepção que se adoptou de SI pode levar à conclusão que uma organização tem apenas um SI. Porém, embora tal se possa concluir, pode-se também afirmar que existe mais do que um SI numa organização.

Com efeito, numa organização existem cinco variáveis a ter em consideração, designadamente: tarefas, pessoas, tecnologia, ambiente e estrutura (Chiavenato, 1985). Independentemente da forma como a organização se estrutura é natural que cada unidade desta desenvolva o seu SI, isto é, estabeleça quais os fluxos de informação internos com o objectivo de apoiar no cumprimento da missão que lhe foi atribuída (Richtie *et al.*, 1998). Cada um dos SIs das diferentes unidades pode interagir com os outros, constituindo desta forma o SI organizacional.

¹²Ilustra-se uma versão simplificada (as relações podem ter associado um sentido e serem de vários tipos).

Resulta assim que uma das características do SI é o tipo de unidade em que este se contextualiza. Com efeito, esta é uma característica relevante, uma vez que uma unidade organizacional tem determinados propósitos, sendo os fluxos de informação determinados em função daqueles. Por esse facto, é natural que unidades com objectivos diferentes tenham SIs distintos, enquanto que unidades com fins semelhantes poderão ter SIs idênticos.

Outra das características dos SIs pode decorrer do tipo de SIBCs¹³ que utiliza, podendo estes ser classificados relativamente a vários aspectos (Edwards *et al.*, 1995). Amaral (Amaral, 1994) refere a este propósito que os SIBCs são vulgarmente classificados quanto às funções que executam, a era a que pertencem, ao nível de gestão em que são utilizados e ainda a uma mistura de critérios.

As taxionomias criadas por Ein-Dor e Segev (Ein-Dor e Segev, 1993) e pelo projecto Amadeus (UMIST e BIM, 1986), ilustradas na tabela 2.6, são exemplo de dois dos sistemas de classificação dos SIBCs quanto à função. Os referidos sistemas contemplam um número considerável de classes e, em algumas situações, apresentam itens comuns.

Amadeus (UMIST e BIM, 1986)	Ein-Dor e Segev (Ein-Dor e Segev, 1993)
Sistemas Aplicacionais Sistemas de Escritório Sistemas de Arquivo Sistemas de processamento de documentos Sistemas de comunicação de escritório Sistemas de controlo Proc. de dados administrativos Sistemas de controlo de produção Controlo de proc. em tempo real Sistemas de robótica Sistemas de transferência de conhecimento Acesso a informação Sistemas de ensino Tradução de linguagem Sistemas de planeamento, desenho e resolução de problemas CAD/CAM Sistemas de suporte à decisão Sistemas de análise estatística e científicos Sistemas periciais Sistemas de suporte Sistemas operativos Sistemas de linguagem de computador Sistemas de reconhecimento Sistemas de comunicação de mensagens Sistemas de armazenamento e acesso Sistemas de interacção	Computação primitiva Processamento de dados primitivo Sistema de informação de gestão Sistema de apoio à decisão Sistema de informação de escritório/automação de escritório Sistema de informação para executivos Sistema de apoio à decisão em grupo Sistema pericial Processamento de dados maturo Computação científica Planeamento de requisitos de materiais Planeamento de recursos de produção Desenho assistido por computador Produção assistida por computador Desenho assistido por computador/produção assistida por computador Robôs de produção Comando, controlo, comunicação e inteligência

Tabela 2.6: Classificação dos SIBCs quanto à função

Ward (Ward e Griffiths, 1996; Ward e Peppard, 2002) propõe a classificação dos SIBCs através da referência às eras a que pertencem. Segundo esta taxionomia existem três classes diferentes: sistemas de processamento de dados, sistemas de informação de gestão e sistemas de informação estratégicos. Os sistemas de processamento de dados visam

¹³Morais (Morais, 2001) apresenta vários sistemas de classificação de SIBCs.

melhorar a parte operacional automatizando os processos informacionais, enquanto que a melhoria das actividades de gestão é o objectivo dos sistemas de informação de gestão, potenciando para o efeito a informação para a tomada de decisão. Os sistemas de informação estratégicos visam aumentar a competitividade das organizações fornecendo informação para a tomada de decisões estratégicas.

O'Brien (O'Brien, 2000)¹⁴ acrescenta mais duas eras às anteriormente enunciadas, designadamente: suporte estratégico e ao utilizador e interligação global e empresarial. No primeiro tipo de SIBCs, O'Brien inclui os sistemas de informação para executivos, sistemas periciais e sistemas de informação estratégicos. Nos sistemas de interligação global e empresarial são considerados os sistemas que permitem através da internet a ligação interorganizacional.

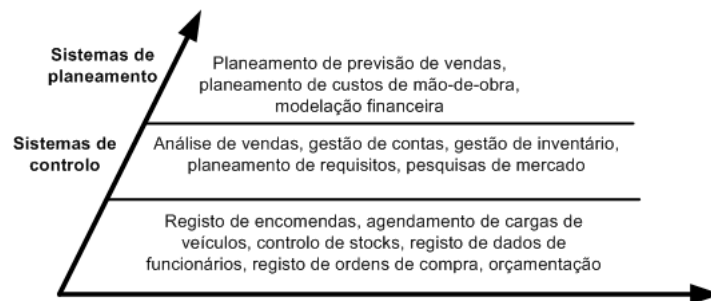


Figura 2.7: Exemplos de SIBCs por nível de gestão¹⁵

As taxionomias que dividem os SIBCs baseados nos níveis de gestão a que estes prestam apoio consideram que numa organização existem três níveis de decisão¹⁶, designadamente: planeamento estratégico, controlo de gestão e controlo operacional. Ward e Peppard consideram que cada SIBC pode ser alocado a um dos níveis de decisão, conforme se ilustram alguns exemplos na figura 2.7 .

As propostas de classificação de SIBCs que misturam vários critérios, último tipo referido por Amaral, agregam mais do que uma característica. Exemplos deste tipo de classificação, ilustradas na tabela 2.7, são as propostas de Gorry e Morton (Gorry e Morton, 1971) e Grimshaw (Grimshaw, 1992).

Para além das características anteriormente referidas, outro aspecto a ter em consideração é o grau de utilização das TIs pelos SIs. Com efeito, um determinado SI pode encontrar-se relativamente à utilização das TIs numa fase incipiente ou pode estar num nível bastante avançado, sendo grande parte das operações, neste último caso, suportada pelo referido recurso. Relativamente a este respeito, vários autores, conforme se ilustra na tabela 2.8, têm desenvolvido modelos que estabelecem os vários níveis em que os SIs se posicionam relativamente à adopção das TIs.

¹⁴Neste livro, a segunda era é designada de suporte à decisão (incluem-se nela os sistemas de suporte à decisão).

¹⁵Adaptado de (Ward e Peppard, 2002).

¹⁶De acordo com Ward e Peppard (Ward e Peppard, 2002) esta divisão foi feita por Anthony (Anthony, 1965).

Gorry e Scott Morton (Gorry e Morton, 1971)	Grimshaw (Grimshaw, 1992)
<p>Duas dimensões: Tipo de Problema x Natureza</p> <p>Tipo de Problema</p> <ul style="list-style-type: none"> Estruturado Semi-estruturado Não estruturado <p>Natureza</p> <ul style="list-style-type: none"> Controlo operacional Controlo de gestão Planeamento estratégico 	<p>Três dimensões: Complexidade da tarefa x Tecnologia utilizada x Tempo</p> <p>Complexidade da tarefa</p> <ul style="list-style-type: none"> Estruturada Semi-estruturada Não estruturada <p>Tecnologia utilizada</p> <ul style="list-style-type: none"> Computadores Comunicações Dados e ferramentas <p>Tempo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Baseado no conceito de estágio de crescimento de Nolan

Tabela 2.7: Taxionomias com vários critérios

Modelo	Descrição
Bhabuta (Galliers e Sutherland, 1991)	<p>Estádio I - Utilização de Aplicações para aumento de produtividade</p> <p>Estádio II - Difusão das TIs a outras áreas da organização</p> <p>Estádio III - Dados externos para suporte à tomada de decisões</p> <p>Estádio IV - SIs interorganizacionais</p>
Earl (Earl, 1989)	<p>Estádio I - Serviços requisitados pelos utilizadores</p> <p>Estádio II - Avaliação de IS/IT</p> <p>Estádio III - Suporte às necessidades do negócio</p> <p>Estádio IV - Planeamento detalhado</p> <p>Estádio V - Obtenção de vantagens competitivas das TIs</p> <p>Estádio VI - Ligação entre a estratégia do negócio e das TIs</p>
Estádios de Crescimento Revisto (Galliers e Sutherland, 1991)	<p>Estádio 1 - Compra <i>Ad-hoc</i> de hardware</p> <p>Estádio 2 - Identificação e satisfação de necessidades dos utilizadores</p> <p>Estádio 3 - Eliminação de imperfeições</p> <p>Estádio 4 - Promoção da integração, coordenação e controlo da função SI</p> <p>Estádio 5 - Procura oportunidades estratégicas nas TIs</p> <p>Estádio 6 - Manutenção da vantagem competitiva</p>
Gibson e Nolan (Gibson e Nolan, 1974)	<p>Iniciação - Compra de hardware</p> <p>Expansão - Crescimento não planeado</p> <p>Formalização - Gestores decidem "actuar" para resolverem os problemas criados pelos estádios anteriores</p> <p>Maturidade - Recursos tecnológicos atingiram a maturidade e têm potencial para proporcionarem dividendos</p>
Hirschheim et al. (Galliers e Sutherland, 1991)	<p>Distribuição - Descontentamento com desempenho da função SI/TI. Gestor de PD é afastado</p> <p>Reorientação - Alinham-se os investimentos em TI com a estratégia de negócio</p> <p>Reorganização - Gestão de relacionamentos entre função SI e o resto da organização</p>
McFarlan et al. (McFarlan <i>et al.</i> , 1983)	<p>Fase 1-Identificação das potenciais tecnologias</p> <p>Fase 2- Incentivar a utilização das tecnologias</p> <p>Fase 3- Desenvolver ferramentas para a utilização eficiente da tecnologia</p> <p>Fase 4- Adaptação e adopção da tecnologia</p>
Nolan - versão de 1973 (Nolan, 1973)	<p>Iniciação- Compra de hardware</p> <p>Contágio- Desenvolvimento de sistemas</p> <p>Controlo- Gestão da crise criada pelo estágio anterior</p> <p>Integração- Desenvolvimento orientado para os utilizadores</p>
Nolan - versão de 1979 (Nolan, 1979)	<p>Iniciação- Aplicações para redução de custos funcionais</p> <p>Contágio- Proliferação de aplicações</p> <p>Controlo- Actualização de documentação e integração de aplicações</p> <p>Integração- Adaptação das aplicações para passarem a utilizar tecnologias de bases de dados</p> <p>Administração de Dados- Organização e integração das aplicações</p> <p>Maturidade- Integração das aplicações "espelhando" os fluxos de informação</p>

Tabela 2.8: Modelos de Estádios de Crescimento

Embora as temáticas anteriormente abordadas sejam interessantes, esta é claramente uma área em que este projecto não ambiciona introduzir contributos. Desta forma, a utilização neste projecto de aspectos que visem caracterizar os SIs não se restringe à adopção de uma taxionomia em particular.

Por conseguinte, os utilizadores do MODASI têm à sua disposição as características que resultam da junção das várias taxionomias anteriormente referidas. Para além disso, o sistema concebido pode ainda ser enriquecido com novas características caso se revele necessário.

2.6 Síntese

Ao longo deste capítulo, procedeu-se ao enquadramento conceptual e metodológico das ASIs. Para o efeito, fez-se uma análise de interpretações do conceito SI e dos métodos e ferramentas utilizadas nas actividades da função SI.

Da análise das interpretações do conceito SI, concluiu-se que existem quatro aspectos relevantes que interessa descrever numa ASI, nomeadamente dados, processos, pessoas e TIs.

Para a definição metodológica das ASIs, foram estudados vários métodos utilizados na função SI. A ordem de definição dos aspectos dados e processos constituiu o objecto de estudo relativamente a cada um dos métodos. No que diz respeito a este aspecto, conclui-se que não existe uma ordem estabelecida que prevaleça de forma dominante.

Por fim, procedeu-se à identificação dos aspectos que podem caracterizar um SI. Foram a este respeito identificados aspectos como a unidade em que o SI se insere, o nível em que as TIs são utilizadas bem como o tipo de SIBCs adoptado.

3 Arquitecturas de Sistemas de Informação

Neste capítulo, faz-se uma caracterização do *estado da arte* no que concerne à abordagem de arquitectura nos domínios TI/SIs. São, para o efeito, apresentados de forma sistematizada conceitos, métodos e referenciais relativos à abordagem de arquitectura.

A secção 3.1 faz o enquadramento da génese da abordagem de arquitectura, enquanto que na secção 3.2 se apresentam definições daquela. São descritos referenciais e métodos de descrição de arquitecturas utilizados no domínio das TI/SIs na secção 3.3. Na secção 3.4, procede-se a uma análise dos vários referenciais e métodos. Finaliza-se o capítulo com uma breve síntese dos diferentes aspectos envolvidos numa arquitectura, na secção 3.5.

3.1 Introdução

A abordagem de arquitectura deve a sua origem aos povos Gregos, Romanos e Egípcios (Rechtin, 1991). Na opinião de Rechtin, estes povos começaram a utilizar esta abordagem para dar resposta a problemas complexos, nomeadamente no contexto de situações relacionadas com a construção (de edificios e cidades) e com a organização dos seus exércitos. Com efeito, verifica-se que actualmente no domínio da Construção Civil¹, a abordagem assume um papel importante, nomeadamente ao nível da concepção de edificios e outros espaços (Norberg-Schulz, 1997; Farmer *et al.*, 1993; Zevi, 1979; Rodrigues *et al.*, 1996; Zevi, 1998; CEC, 2001).

No domínio das TIs, o primeiro trabalho que introduz o conceito de arquitectura, embora com um significado particular, é o de Amdahl *et al.* (Amdahl *et al.*, 1964) em

¹Utiliza-se esta designação para referir actividades relacionadas com construção de edificios e outros espaços.

1964. Nesse trabalho, entende-se arquitectura como um conjunto de atributos de um sistema².

Ao longo da existência dos domínios TI/SI tem-se verificado que a abordagem de arquitectura desempenha um papel importante na concepção de sistemas. Lee (Lee, 1991) refere inclusivamente que a Arquitectura é uma das disciplinas com a qual o domínio SI se deve relacionar. Para que a prática de desenvolvimento de arquitecturas nestes domínios se consolide, vários autores têm-se preocupado com a definição de conceitos e métodos.

De facto, o conceito de arquitectura tem merecido particular atenção. Entre os vários esforços desenvolvidos para definir este conceito, destacam-se o do IEEE (Hilliard *et al.*, 1998; IEEE, 2000) e o da Universidade Carnegie Mellon (SEI, 2003). Porém, apesar destas iniciativas, pode-se afirmar que ainda não existe uma definição consensual do conceito arquitectura.

Por outro, a definição de métodos e referenciais que facilitem o desenvolvimento de arquitecturas tem sido outra das vertentes do trabalho de diversos autores. Como resultado das contribuições dos diversos projectos, existe no domínios das TI/SIs um conjunto vasto de referenciais e métodos.

Seguidamente, procede-se, com base na divisão efectuada nos dois parágrafos anteriores, à caracterização do *estado da arte* da abordagem de arquitectura nos domínios TI/SIs. A secção 3.2 caracteriza conceptualmente a abordagem de arquitectura, enquanto que a secção 3.3 aborda os métodos e referenciais de desenvolvimento de arquitecturas.

3.2 A Abordagem de Arquitectura

A noção mais comum associada ao conceito de abordagem de arquitectura é que esta está intimamente ligada à concepção de forma harmoniosa de algo (Costa e Melo, 1999; Infopedia, 2004). Esta conceptualização é justificada por razões estritas à própria abordagem.

De facto, a abordagem de arquitectura diferencia-se em vários aspectos de outro tipo de abordagens. O enfoque e o momento da aplicação da abordagem de arquitectura são vulgarmente dois aspectos que reúnem consenso entre os diversos autores que defendem a sua aplicação.

Conforme abaixo se justifica, vários autores referenciam que a abordagem se preocupa com a estrutura dos sistemas, isto é, numa arquitectura deve-se descrever quais são os elementos do sistema e a forma como estes se relacionam.

Relativamente ao momento em que deve decorrer a aplicação da abordagem de arquitectura, ganha também algum realce que a mesma deva ser empreendida na fase inicial do processo que visa a concepção de um novo sistema. Isto é, a abordagem de arquitectura deve ser aplicada antes de se efectuar a análise do sistema.

²É pertinente referir-se a este respeito que actualmente esta concepção ainda se mantém no domínio da arquitectura de computadores (Goor, 1989; Hennessy e Patterson, 2003).

Para além dos dois aspectos anteriormente referidos, Maier (Maier, 1996) acrescenta quatro aspectos que permitem diferenciar a abordagem de arquitectura e a abordagem de engenharia, conforme se descreve na tabela 3.1. Aspectos como o poder criativo dos arquitectos e a menor formalidade do processo de desenvolvimento da arquitectura são dois pontos que marcam a diferença entre as duas abordagens referidas.

Abordagem de arquitectura	Abordagem de engenharia
Sucesso do sistema está no poder criativo da equipa de arquitectos (vulgarmente de número reduzido)	Sucesso do sistema está relacionado com processo rigoroso de desenvolvimento
Arquitectos consideram concorrentialmente os requisitos e o desenho do sistema	Processo progressivo de análise, requisitos, desenho, desenvolvimento etc.
Duas fases essenciais: desenvolvimento conceptual e certificação do sistema	Orientação ao ciclo de vida do sistema
Os requisitos são encarados como objectivos sujeitos a negociação	Análise e decomposição uniforme desde análise de requisitos até ao desenho do sistema

Tabela 3.1: Diferenças entre a abordagem de arquitectura e a abordagem de engenharia⁴

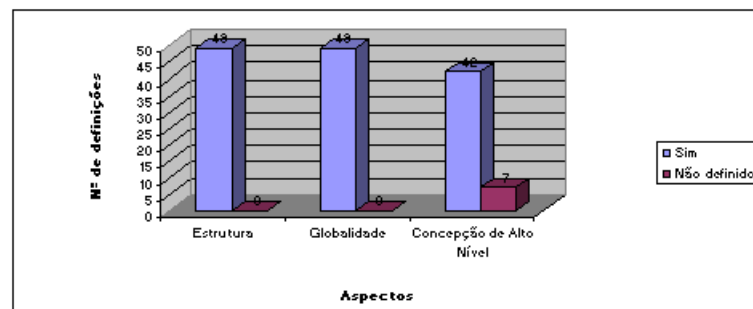


Figura 3.1: Análise dos aspectos relevantes da abordagem de arquitectura

As asserções que anteriormente se fizeram relativamente ao facto da abordagem de arquitectura se preocupar com a estrutura do sistema encontram-se devidamente sustentadas na bibliografia que aborda a temática da arquitectura. Com efeito, numa tentativa de se encontrar um conjunto de aspectos que caracterizem a abordagem de arquitectura, procedeu-se a uma análise de artigos científicos e de livros em que a temática é tratada. Conforme se ilustra na figura 3.1, o resultado da análise de trabalhos sobre esta temática (sintetizado em anexo nas tabelas A.6 e A.7), permite concluir que na abordagem de arquitectura:

- existe a preocupação com a estrutura do sistema;
- se considera o sistema na globalidade;
- se efectua uma descrição de alto nível.

⁴Adaptado de (Maier, 1996).

A interpretação principal que diversos autores têm acerca do que está em causa quando se aplica a abordagem de arquitectura é que se pretende descrever a estrutura de um sistema. Por exemplo, nas definições do domínio de software, como é o caso de (Garlan *et al.*, 1995; Shaw e Garlan, 1996), este princípio é claramente defendido, uma vez que a definição referencia que fazem parte da arquitectura os elementos computacionais e as relações que estes mantêm. Outro exemplo desta convicção são as arquitecturas consideradas como referência para algumas tecnologias, como é o caso do modelo ISO/OSI (Tanenbaum, 1996).

A concepção global do sistema é um princípio basilar da abordagem de arquitectura. Este facto origina que o sistema concebido seja na sua globalidade harmonioso, uma vez que se considera que a solução a adoptar é pensada na globalidade e não na mera perspectiva individual dos elementos que o constituem. Para além disso, são devidamente enquadradas as relações que os elementos mantêm entre si. Caso contrário, um sistema seria um mero agregar de elementos em que a solução adoptada para cada um destes teria em consideração apenas os seus propósitos e não estaria articulada com os objectivos dos demais elementos.

Relativamente ao terceiro aspecto, o facto de uma arquitectura constituir uma concepção de alto nível, embora em algumas publicações não seja referido, é outros dos princípios diferenciadores da abordagem de arquitectura. Com efeito, quando se pensa numa arquitectura, verifica-se que nesta devem ser definidos os elementos do sistema sem contudo se especificar os mesmos sob o ponto de vista técnico.

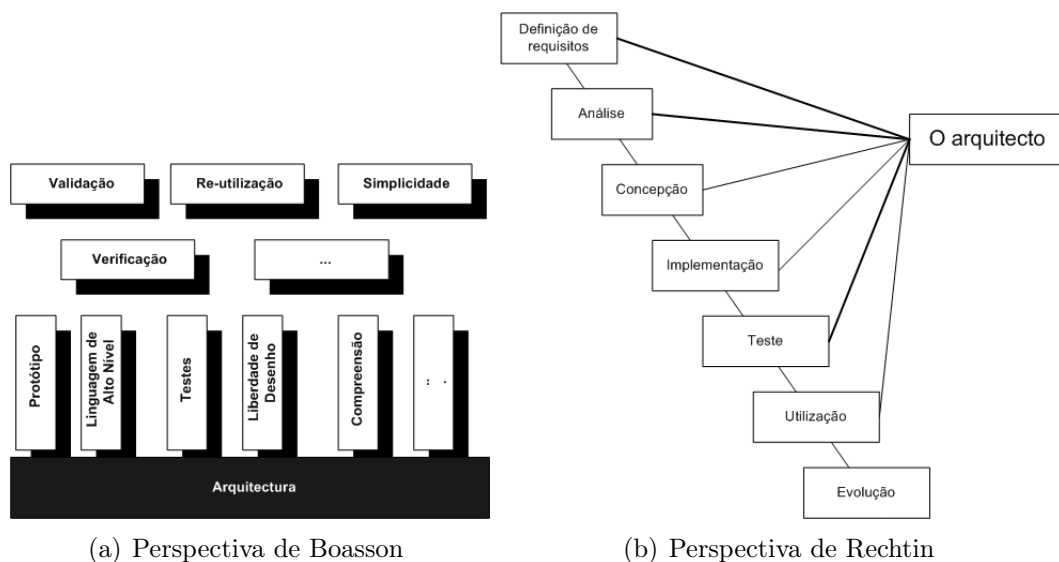


Figura 3.2: A importância da arquitectura⁵

Estes aspectos levam vários autores a defender que uma arquitectura de um sistema desempenha um papel importante ao longo do seu ciclo de vida. Por exemplo, Boasson (Boasson, 1995) refere a este propósito que num projecto de desenvolvimento de uma aplicação informática, a utilização de ferramentas de auxílio não é eficaz enquanto não

⁵Figuras (a) e (b) adaptadas de (Boasson, 1995) e de (Rechlin, 1991), respectivamente.

existir uma arquitectura estável. Rechtin (Rechtin, 1991) é outros dos autores que defende que a arquitectura desempenha um papel importante ao longo do ciclo de vida do sistema, especialmente na fase de definição de requisitos, análise e teste ao sistema (para a certificação do sistema), conforme se ilustra na figura 3.2.

Porém, apesar do anteriormente exposto, pode-se afirmar que nos vários domínios em que se utiliza a abordagem ainda não existe uma definição consensual do que é a arquitectura de um sistema. Por exemplo, Stecher (Stecher, 1993) afirma que, no domínio SI, o termo arquitectura serve de chapéu para "tudo". Outra situação que exemplifica a ausência de consenso nesta matéria, é o facto da Universidade Carnegie Mellon⁶ manter uma página na Internet (SEI, 2003) com o objectivo de aceitar colaborações para a definição do termo arquitectura.

Para além da tentativa de definição do termo arquitectura, outro conceito que se visa definir é estilo. Este porém, contrariamente ao que acontece com arquitectura, reúne maior consenso entre a comunidade científica. Com efeito, um estilo é vulgarmente entendido como algo que se abstrai dos elementos e aspectos formais de um conjunto de arquitecturas (Shaw, 1994; Garlan e Shaw, 1994; Perry e Wolf, 1992; Monroe *et al.*, 1997; Shaw e Clements, 1997; Rodrigues *et al.*, 1996; Zevi, 1998; Maier, 1996; Garlan, 1995; Abd-Allah e Boehm, 1995; Norberg-Schulz, 1997; Klein *et al.*, 1999; Hofmeister *et al.*, 2000). Por exemplo, um estilo utilizado na estrutura tecnológica de suporte a um determinado SIBC é o vulgarmente designado cliente-servidor. De facto, a referida estrutura é composta por vários elementos computacionais, podendo desta extrair-se que alguns destes elementos desempenham o papel de clientes e um o de servidor.

Analizados os princípios da abordagem de arquitectura, um aspecto crucial deste trabalho está relacionado com a definição dos elementos que constituem a estrutura de um SI. Conforme se pode constatar, esta foi uma das preocupações do capítulo 2 e será objecto de descrição detalhada no capítulo 5, pelo que se deixa para já esta questão em aberto.

No domínio SI, as arquitecturas são referenciadas com várias designações. Por exemplo, encontram-se com alguma frequência as designações: arquitectura de software, arquitectura de informação, arquitectura organizacional, arquitectura de sistema de informação e arquitectura tecnológica. É pertinente referir-se que, em várias situações, algumas destas designações são utilizadas como sinónimas umas das outras.

Do conjunto de termos anteriormente referido, arquitectura de software é o que vulgarmente é utilizado em sentido mais restrito. O seu objecto de incidência reside nas aplicações informáticas (também vulgarmente designadas de programas). É pertinente referir-se a este propósito que existe sobre esta temática um conjunto alargado de investigação, referindo-se a título de exemplo os trabalhos de (Boasson, 1995; Perry e Wolf, 1992; SEI, 2003; Garlan, 1995; Shaw e Garlan, 1996; Hofmeister *et al.*, 2000; Klein *et al.*, 1999; Kazman *et al.*, 1996; Garlan e Shaw, 1994; Clements e Northrop, 1996; Shaw e Clements, 1997; Shaw, 1994; Monroe *et al.*, 1997).

⁶É pertinente referir a este propósito que na referida Universidade existe um grupo de investigadores com particular interesse na área da arquitectura de software.

Conforme já se referiu, as arquiteturas de informação constituíram uma temática em voga nos anos 80 e 90, sendo inclusivamente um dos aspectos que diversos autores consideravam de relevância organizacional (Brancheau e Wetherbe, 1987; Brancheau *et al.*, 1996; Figueiredo, 1996). Sob a designação de arquitetura de informação existem concepções diferentes, sendo como seria de esperar envolvidos aspectos diversos. Assim, entre as diversas concepções é possível encontrar as seguintes combinações:

- dados e processos;
- dados;
- dados, processos e distribuição .

O entendimento que uma arquitetura de informação é o conjunto de dados e processos da organização é defendida em (Martin, 1982; Brancheau e Wetherbe, 1986; IBM, 1984; Brancheau e Wetherbe, 1987; Brancheau, 1989; Zorrinho, 1990; Kiewiet e Stegwee, 1991; Bidgood e Jelley, 1991; Stegwee, 1992; Figueiredo, 1996; Gomes, 1998). Alguns destes trabalhos, entre os quais o BSP, consideram que a arquitetura de informação se materializa numa matriz em que se relacionam as classes de dados com os processos.

Por outro lado, há quem defenda, embora de forma diferente, que a arquitetura de informação está só relacionada com os dados (Inmon, 1992; Tiemann, 1995). Inmon defende que a arquitetura de informação é caracterizada pelos dados nos seus diversos níveis, referindo a título de exemplo os níveis dos dados operacionais, dos dados do *data warehouse* e dos dados dos sistemas de suporte à decisão, de apoio a executivos e dos sistemas estratégicos. Tiemann, por outro lado, defende que a arquitetura de informação é constituída pelas classes de dados com interesse para o negócio. Porém, este autor faz uma separação clara entre arquitetura de informação e arquitetura de dados, referindo que esta última materializa a forma como os dados são armazenados.

Hobbs (Hobbs, 1990a,b), por sua vez, considera que uma arquitetura de informação é constituída por três aspectos, designadamente por dados, processos e pelos locais onde estes últimos ocorrem.

É porém pertinente referir-se que a designação arquitetura de informação é também utilizada como sinónimo de arquitetura de sistemas de informação, nomeadamente em (Sankar *et al.*, 1993; Alamos, 1994; Cook, 1996).

A designação arquitetura organizacional é utilizada com um significado mais abrangente que a vulgarmente associada a arquitetura de sistemas de informação, uma vez que se pretende naquela caracterizar aspectos para além dos relacionadas com a parte informacional da organização. Esta temática assume actualmente algum relevo, destacando-se a este nível a deliberação do Governo dos Estados Unidos da América que obrigou os organismos públicos a fazerem a descrição das suas arquiteturas organizacionais⁷.

O termo arquitetura tecnológica é também utilizado com diversos significados. Algumas das utilizações do termo apresentam um significado próximo do anteriormente atribuído à arquitetura organizacional (refere-se a título de exemplo as interpretações de

⁷Resultaram desta deliberação os referenciais TEAF (TEAF, 2000) e FEAF (CIO, 1999).

Tapscott e Caston (Tapscott e Caston, 1993) e de Boar (Boar, 1994, 1999)), enquanto que outras assumem um significado mais restrito. Com efeito, Hammer (Hammer, 1997), defensor desta última utilização, refere que numa arquitectura tecnológica se deve identificar qual o software e o hardware utilizado.

3.3 Referenciais e Métodos de Desenvolvimento de Arquitecturas

Conforme já se referiu anteriormente, no domínio SI têm sido propostos referenciais com o intuito de auxiliar o desenvolvimento de arquitecturas. Os referenciais propostos pelos diversos autores são essencialmente de dois tipos. Um primeiro em que não se identificam os elementos a descrever e o segundo em que existe a referida identificação. Verifica-se também que em alguns referenciais se propõem as ferramentas a utilizar enquanto que noutros isso não acontece.

Os métodos propostos para o desenvolvimento de arquitecturas estabelecem o processo para o seu desenvolvimento. À semelhança do que acontece para os referenciais, os métodos de desenvolvimento de arquitecturas são de dois tipos. Um dos tipos baseia-se num conjunto pré-definido de elementos a descrever e o outro não.

Nas secções seguintes, isto é de 3.3.1 a 3.3.25, são apresentados métodos e referenciais de desenvolvimento de arquitecturas. Com vista a sistematizar a apresentação dos vários métodos e referenciais, decidiu-se considerar os seguintes elementos na sua análise: o domínio a que pertencem, um breve enquadramento que contextualiza a sua génese, a descrição dos elementos propostos e as contribuições por eles introduzidas (ferramentas, processo).

3.3.1 Referencial de Ryan e Santucci

O referencial de Ryan e Santucci (Ryan e Santucci, 1993), ilustrado na figura 3.3, visa o desenvolvimento de arquitecturas organizacionais. Conforme se pode verificar na mesma figura, este referencial é composto por sete elementos, a saber: ambiente, requisitos de negócio, arquitectura de dados, arquitectura de aplicações, infra-estrutura, software e hardware.

No elemento ambiente, descrevem-se os factores internos e externos que condicionam o negócio. No elemento requisitos de negócio, descrevem-se os objectivos do mesmo. As entidades de dados que suportam o negócio são descritas na arquitectura de dados. Na arquitectura de aplicações, descrevem-se as aplicações que armazenam e processam os dados referidos na arquitectura de dados. No elemento infra-estrutura, descrevem-se as componentes que são reutilizadas nas várias aplicações. No elemento software descrevem-se os programas que dão apoio aos elementos descritos na arquitectura de aplicações, nomeadamente os sistemas operativos e motores de bases de dados. Finalmente, no hardware descrevem-se todos os dispositivos informáticos, incluindo os que estão relacionados com a rede de comunicações.

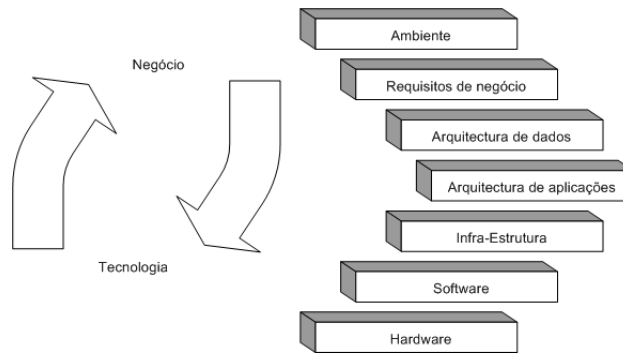


Figura 3.3: Elementos do referencial de Ryan e Santucci⁸

Ryan e Santucci propõem que os elementos anteriormente descritos devem ser definidos como se especifica na figura 3.3, iniciando este processo no elemento ambiente e terminando no hardware. Não são indicadas pelos autores as ferramentas que se devem utilizar para descrever cada um dos elementos do referencial.

3.3.2 Método de Emery, Hillary e Rice

O método descrito na tabela 3.2 foi implementado por Emery, Hillary e Rice (Emery *et al.*, 1996) com o objectivo de auxiliar o desenvolvimento de arquitecturas de software.

Conforme se pode verificar na especificação do método ilustrado na tabela 3.2, não são identificados "objectos" (neste caso vistas) específicos bem como não são propostas quaisquer ferramentas para a descrição das vistas.

<ol style="list-style-type: none"> 1. Percepção <ul style="list-style-type: none"> Análise de requisitos Definição de custos e escalonamento Produtos: necessidades, objectivos e visão 2. Selecção de vistas 3. Análise de vistas <ul style="list-style-type: none"> Produtos: "rascunho" de cada vista 4. Integração de vistas 5. Verificação das vistas 6. Repetir tarefas 3,4,5 <ul style="list-style-type: none"> Até estarem todos os problemas resolvidos Se existirem demasiados problemas rever tarefa 2 7. Validação <ul style="list-style-type: none"> Verificar requisitos Verificar se concepção e implementação estão de acordo com arquitectura

Tabela 3.2: Método de Emery, Hillary e Rice⁹

⁸Adaptado de (Ryan e Santucci, 1993).

⁹Adaptado de (Emery *et al.*, 1996).

3.3.3 Referencial de Enquist

O referencial de Enquist (Enquist, 1992) foi desenvolvido com a intenção de auxiliar a descrição de ASIs. No entender do autor, uma ASI deve ser descrita em dois níveis: *macro* e *micro*.

No nível *macro*, devem-se definir os aspectos relacionados com o todo do sistema, isto é, quais os sistemas que devem existir, como interagem, quais são os seus proprietários e responsáveis, os seus objectivos, princípios e delimitações. Por seu turno, no nível *micro* foca-se a atenção na perspectiva interna dos sistemas, por exemplo, nas componentes, nas relações e processos de cada sistema em particular.

Não é definido por Enquist o processo de definição da ASI nem as ferramentas a utilizar para descrever cada um dos aspectos previstos no referencial.

3.3.4 Referencial de Targowski e Rienzo

O referencial de Targowski e Rienzo (Targowski, 1996) destina-se ao desenvolvimento de arquitecturas organizacionais. São previstas neste referencial as arquitecturas de dados/informação/conhecimento, software, rede e de sistemas computacionais.

Não estão previstas no referencial a ordem de definição das arquitecturas nem as ferramentas a utilizar para descrever cada uma daquelas.

3.3.5 Referencial de Opdahl

Opdahl (Opdahl, 1996) propôs um referencial para o desenvolvimento de ASIs constituído por cinco dimensões: agentes, actividades, recursos, orientações e responsabilidades, como se ilustra na figura 3.4.

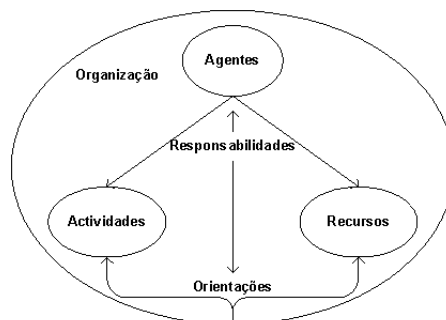


Figura 3.4: Dimensões do referencial de Opdahl¹⁰

Os *agentes* são os indivíduos ou unidades que "lidam" com a ASI. Consideram-se *actividades* as tarefas que são executadas para estabelecer ou manter a ASI. As componentes

¹⁰Adaptado de (Opdahl, 1996).

físicas compõem os *recursos*. As *orientações* são descrições da forma como as actividades são executadas. Estão contempladas nas orientações as descrições relativas à forma como as responsabilidades estão atribuídas.

Não é definido por Opdahl o processo de definição da ASI, nem as ferramentas a utilizar para modelar cada um dos aspectos previstos no referencial.

3.3.6 Referencial de Tapscott e Caston

O referencial de Tapscott e Caston (Tapscott e Caston, 1993), ilustrado na figura 3.5, destina-se ao desenvolvimento de arquitecturas de TIs. São propostos neste referencial cinco vistas, nomeadamente vista de negócio, vista de informação, vista tecnológica, vista de aplicações e *work view*.

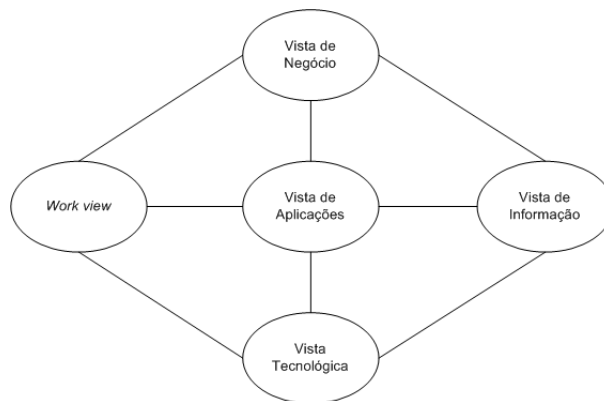


Figura 3.5: Referencial Tapscott e Caston¹¹

Na vista de negócio (a primeira a ser definida) são especificados os processos/funções de negócio. Após este primeiro passo, define-se a *work view* que tem por objectivo identificar as tarefas, os recursos humanos, os locais e os recursos associados (é aqui considerado o impacto das TIs). A terceira vista a ser definida é a vista de informação, sendo nesta elaborado o modelo de informação. Na vista de aplicações, quarta vista a ser definida, são caracterizadas as aplicações (neste momento é realizada a ligação entre o modelo de negócio e o de informação). A última vista a ser caracterizada é a vista tecnológica, sendo nesta definidos quais os servidores, as estações de trabalhos e demais dispositivos. São também identificados nesta última vista os ambientes aplicativos e tecnológicos.

Conforme se descreveu no parágrafo anterior, a ordem de definição dos elementos do referencial é a seguinte: vista de negócio, *work view*, vista de informação, vista de aplicações, vista tecnológica. Não são definidas por Tapscott e Caston as ferramentas a utilizar em cada uma das vistas.

¹¹Adaptado de (Tapscott e Caston, 1993).

3.3.7 Referencial de Zachman

O referencial de Zachman foi criado em 1987 por John Zachman (Zachman, 1987), tendo sido considerado, na altura da publicação, como um referencial para descrição de ASIs.

	Dados	Processos	Rede
Âmbito			
Modelo organizacional			
Modelo de sistema			
Modelo tecnológico			
Modelo de detalhe			

Tabela 3.3: Referencial de Zachman

O referencial de Zachman, ilustrado na tabela 3.3, encontra-se organizado em perspectivas (linhas da matriz) e vistas (colunas da matriz). São estabelecidas no referencial as seguintes perspectivas: âmbito, modelo organizacional, modelo de sistema, modelo tecnológico e modelo de detalhe. As vistas previstas são as seguintes: dados, processos e rede.

São propostas no referencial a utilização de algumas ferramentas de modelação. Relativamente à ordem como as células devem ser preenchidas, Zachman considera que esta pode ser arbitrária, referindo no seu artigo que pode haver relações entre as células, embora não as identifique.

3.3.8 Referencial de Earl

O referencial de Earl¹² (Earl, 1989), ilustrado na figura 3.6, destina-se ao desenvolvimento de arquiteturas de TIs e é constituído por quatro elementos: equipamento informático, comunicações, dados e aplicações.

O equipamento informático diz respeito ao hardware e aos respectivos sistemas operativos. No elemento comunicações, caracterizam-se as redes de comunicação. Os itens sobre

¹²Este referencial teve influências de trabalho desenvolvido na organização que criou o referencial Index descrito em 3.3.17.

os quais a organização regista dados são caracterizados no elemento dados. Conforme a designação indica, no item aplicações descrevem-se as aplicações.

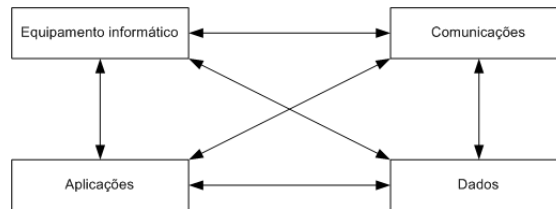


Figura 3.6: Referencial Earl¹³

Earl não estabelece a ordem de definição dos elementos, inferindo-se, porém, da figura 3.6, que o processo pode decorrer com retrocessos. É referido por Earl a utilização de DERs no elemento dados.

Um aspecto inovador da proposta de Earl é a consideração de que os elementos do referencial mantêm relações entre si, embora este autor não as concretize.

3.3.9 Referencial da Microsoft

O referencial da Microsoft (Microsoft, 2002a) destina-se a arquitecturas organizacionais. Este referencial já sofreu várias evoluções, tendo começado por se designar, inicialmente, MSF (Microsoft Solutions Framework) (Microsoft, 1999) e baseando-se essencialmente no modelo BAIT (Business Application Information Technology). O referencial proposto pela Microsoft contempla quatro perspectivas: negócio, aplicações, informação e tecnológica. Para cada uma das perspectivas estão associadas três vistas: conceptual, lógica e física.

Na perspectiva de negócio, descrevem-se os objectivos da organização, os processos da mesma, as funções de negócio, as principais estruturas organizacionais e a relação entre os elementos anteriores. Na perspectiva de aplicações, incluem-se as descrições dos serviços que estão automatizados, as descrições de interacções e dependências entre aplicações e os planos para o desenvolvimento de novas aplicações. Os dados necessários para as várias funções de negócio são descritos na perspectiva de informação. Incluem-se nesta ultima os seguintes elementos: modelos de dados, políticas de gestão de dados, descrições de padrões de informação produzidos. Na perspectiva tecnológica, descreve-se o software e o hardware utilizado como suporte na organização. Entre outros são apontados como fazendo parte desta perspectiva o equipamento terminal, os servidores, o equipamento de rede, as impressoras e os modems. Na vista conceptual, descrevem-se os aspectos de acordo com a perspectiva de alguém que não conheça a organização profundamente. Os aspectos funcionais principais são caracterizados na vista lógica. Refira-se que a vista física revela um nível de detalhe elevado.

¹³Adaptado de (Earl, 1989).

Neste referencial não é estabelecida a ordem para a descrição de cada vista. Relativamente às ferramentas a utilizar na modelação dos vários aspectos, não é feita uma listagem exaustiva, sendo, no entanto, apontados alguns exemplos de ferramentas a utilizar para determinadas perspectivas/vistas.

3.3.10 Referencial ARIS

O referencial ARIS (Architecture of Integrated Information Systems) foi desenvolvido por Sheer (Scheer, 1999) com o intuito de descrever ASIs.



Figura 3.7: Referencial ARIS¹⁴

Conforme se ilustra na figura 3.7, a descrição da arquitectura de processos de negócio é realizada em cinco vistas: dados, controlo, funções, organização e saídas. Para cada uma das cinco vistas é proposto no ARIS uma especificação em três níveis: definição de requisitos, concepção e implementação.

Na vista dados, são descritos os itens sobre os quais a organização regista dados. Os elementos das vistas dados, funções, organização e saída são relacionados na vista controlo. Na vista funções, são descritos os processos da organização, enquanto que na vista organização se descreve a estrutura hierárquica da mesma. O resultado dos processos é descrito na vista saídas.

No referencial ARIS são indicadas as ferramentas a utilizar para cada vista/nível, entre outras, os DERs e o UML. Relativamente ao processo, não é estabelecida a ordem pela qual as vistas devem ser definidas, embora a definição de algumas das vistas (por exemplo a vista de controlo) seja realizada após a definição de outras.

Scheer define, conforme se ilustra na tabela 3.4, quais as relações que os elementos das vistas funções, dados, organização e saída podem manter entre si.

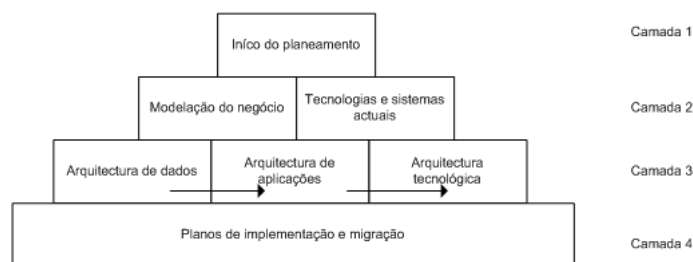
¹⁴Adaptado de (Scheer, 1999).

	Dados	Funções	Organização	Saída
Dados	–	Ver Funções-Dados	Utilizado em Autorizado a ler Responsável por actualizações Cria Apaga Altera Lê	Associado a
Funções	Cria Altera Apaga Lê	–	Executado em Responsável Activamente envolvido Associado	Produzido Por
Organização	Ver Dados-Organização	Ver Funções-Organização	–	Produz
Saída	Ver Dados-Saída	Ver Organização-Saída	Ver Funções-Saída	–

Tabela 3.4: Relações entre elementos das vistas do referencial ARIS

3.3.11 Método EAP

O método EAP (Enterprise Architecture Planning), ilustrado na figura 3.8, foi criado por Spewak e Hill (Spewak e Hill, 1995) para o desenvolvimento de arquitecturas organizacionais. Este método baseia-se nas duas linhas iniciais do referencial de Zachman caracterizado em 3.3.7. Como se ilustra na figura 3.8, Spewak e Hill definem que uma arquitectura organizacional deve ser composta por: arquitectura de dados, arquitectura applicacional e arquitectura tecnológica.

Figura 3.8: Método EAP¹⁵

A camada 1 define a metodologia a usar, o grupo de trabalho e o conjunto de ferramentas a utilizar. Para a camada 2 define-se uma base de conhecimento acerca do negócio e da informação utilizada para gerir o mesmo. A definição do que se pretende atingir é realizada na camada 3. Nesta camada, define-se a arquitectura de dados, a arquitectura applicacional e a arquitectura tecnológica. A arquitectura de dados é constituída por entidades, atributos e relacionamentos. A fase de definição da arquitectura de dados realiza-se nas seguintes etapas: elaboração da lista de entidades, definição das mesmas, atributos e

¹⁵Adaptado de (Spewak e Hill, 1995).

relacionamentos, relacionamento das entidades com as funções de negócio e distribuição da arquitectura de dados. A arquitectura aplicacional¹⁶ define-se após a especificação da arquitectura de dados e é constituída por cinco etapas: listagem das aplicações candidatas, definição das aplicações, relacionamento destas com as funções, análise de impacto e distribuição da arquitectura de dados. A finalidade da arquitectura tecnológica é definir o ambiente necessário para as aplicações. A definição desta arquitectura é realizada nas seguintes etapas: identificação dos princípios das plataformas tecnológicas, definição das plataformas e distribuição, relacionamento das plataformas tecnológicas com as aplicações e funções de negócio e distribuição da arquitectura tecnológica.

Como se deduz da explanação atrás realizada, é proposta uma ordem para a definição das várias componentes da arquitectura, sendo também propostas algumas ferramentas para a descrição das componentes daquela.

3.3.12 Referencial de Zachman-Sowa

O referencial de Zachman, caracterizado em 3.3.7, foi estendido por Zachman e Sowa (Zachman e Sowa, 1992) em 1992. Estes autores continuam a considerar que o referencial proposto apoia a descrição de ASIs.

	Dados	Processos	Rede	Pessoas	Tempo	Motivações
Âmbito						
Modelo organizacional						
Modelo de sistema						
Modelo tecnológico						
Modelo de detalhe						

Tabela 3.5: Referencial de Zachman-Sowa

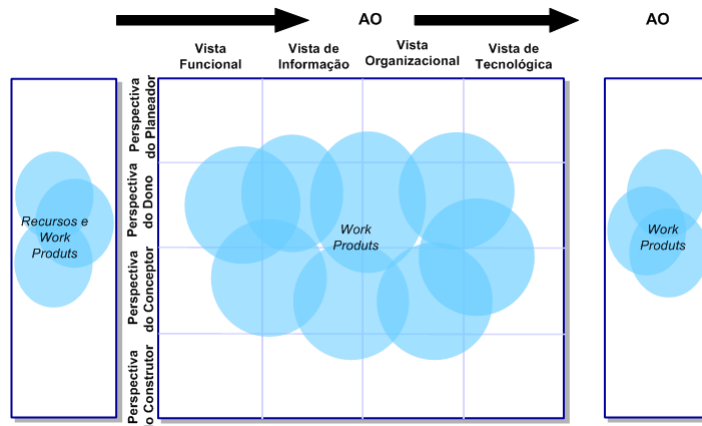
O referencial de Zachman-Sowa, ilustrado na tabela 3.5, encontra-se organizado em perspectivas (linhas da matriz) e vistas (colunas da matriz). As perspectivas referidas são as seguintes: âmbito, modelo organizacional, modelo de sistema, modelo tecnológico e modelo de detalhe. As vistas dados, processos, rede, pessoas, tempo e motivações são as previstas no referencial.

¹⁶Spewak e Hill definem aplicação como sendo os mecanismos para gestão de dados da organização.

Relativamente à ordem como as células devem ser preenchidas, Zachman e Sowa consideram que esta pode ser arbitrária. Estes autores referem no seu artigo que há relações entre as células, porém não as identificam. São também enunciadas algumas ferramentas para utilizar na descrição de cada perspectiva/vista do referencial.

3.3.13 Referencial TEAF

O referencial TEAF (Treasury Enterprise Architecture Framework) (TEAF, 2000), ilustrado na figura 3.9, foi criado pelo Departamento do Tesouro dos Estados Unidos da América e destina-se ao desenvolvimento de arquiteturas organizacionais. Para o desenvolvimento do referencial foi utilizada a proposta do Federal Conceptual Model Subgroup explicitada em 3.3.14. Conforme se pode constatar pela análise da figura 3.9, este referencial baseia-se no referencial de Zachman. De acordo com este referencial, uma arquitetura organizacional contém três itens: vistas, perspectivas e *work products*.



(a) Referencial TEAF

	Vista Funcional	Vista de Informação	Vista Organizacional	Vista Tecnológica
Perspectiva do Planejador	Missão	Dicionário de Informação	Diagrama Organizacional	Modelos de Referência Normas
Perspectiva do Dono	Modelos de Atividades Information Assurance Trust Model	Matriz de Trocas de Informação	Descrição de Nós	Information Assurance Risk Assessment System Interface Description Level 1
Perspectiva do Conceptor	Matriz de Funções e Processos Diagramas de Eventos Diag. de Estados	Matriz de trocas de Informação Matriz CRUD Logical Data Model	Descrição de Nós	Descrição de Interfaces
Perspectiva do Construtor	Descrição de Funcionalidades	Matriz de trocas de Informação Modelo de Dados Físico	Descrição de Nós	Descrição de Interfaces Matriz de desempenho

(b) Ferramentas a utilizar no referencial TEAF

Figura 3.9: Referencial TEAF e suas ferramentas de modelação¹⁷

¹⁷Adaptado de (TEAF, 2000).

As vistas contemplam os seguintes aspectos: funcional, informação, organizacional e tecnológico, sendo esta a ordem de definição das vistas. Na vista funcional, descrevem-se os processos e funções de negócio que capturam e manipulam informação. Toda a informação necessária aos processos e funções de negócio é descrita na vista de informação, enquanto que na vista de organização é descrita a estrutura organizacional. O hardware, software, redes, telecomunicações são descritos na vista tecnológica. As perspectivas consideradas no TEAF baseiam-se no referencial de Zachman. Como tal, no TEAF propõem-se as perspectivas seguintes: do planeador, do dono, do conceptor e do construtor. Um *work product* representa no TEAF um conjunto de informação relacionada.

Conforme se ilustra na figura 3.9, é prevista a ordem de especificação dos elementos e as ferramentas a utilizar para descrever cada um destes.

3.3.14 Referencial FEAF

O referencial FEAF (Federal Enterprise Architecture Framework) (CIO, 1999) foi desenvolvido pelo Chief Information Officers (CIO) Council, com o objectivo de apoiar o desenvolvimento e a manutenção de arquitecturas organizacionais e é constituído pelos níveis: I, II, III e IV.

Os primeiros três níveis ilustram a progressão de oito componentes consideradas essenciais. No nível IV, são feitas descrições dos elementos da arquitectura que utilizam o referencial de Zachman descrito em 3.3.7. As componentes e a sua descrição estão ilustradas na tabela 3.6.

Componente	Descrição
<i>Architecture Driver</i>	Agentes de mudança da arquitectura - podem ser o negócio ou a concepção de um novo sistema
Estratégia	Orienta o desenvolvimento da arquitectura
Arquitectura actual	Representa a arquitectura corrente
Arquitectura futura	Representa a nova arquitectura
Processo de transição	Suporta a migração da arquitectura actual para a arquitectura futura
Segmento da Arquitectura	Consiste num determinado aspecto da arquitectura
Modelos de arquitecturas	Modelos de um determinado segmento
Normas	Normas e orientações utilizadas

Tabela 3.6: Componentes do referencial FEAF

No nível I, são caracterizadas as oito componentes do referencial, ao passo que, no nível II, é caracterizado com detalhe o negócio e a concepção do sistema. A expansão para três arquitecturas, designadamente dados, aplicações e tecnologia, é realizada no nível III. No nível IV, são identificadas quais os tipos de modelos que descrevem a arquitectura de negócio e as três arquitecturas de concepção do sistema: dados, aplicações e tecnológica.

Os níveis devem ser efectuados de acordo com a sua ordem, não sendo dadas sugestões relativamente às ferramentas de modelação a utilizar. A este propósito aparece, no entanto, implícito no relatório que se devem utilizar as ferramentas sugeridas por Zachman.

3.3.15 Referencial TOGAF

O referencial TOGAF (The Open Group Framework) (Group, 2002), ilustrado na figura 3.10, permite desenvolver arquitecturas organizacionais. Nesta proposta são consideradas três arquitecturas, nomeadamente: a arquitectura de negócio, a arquitectura de SIs e a arquitectura de TIs.

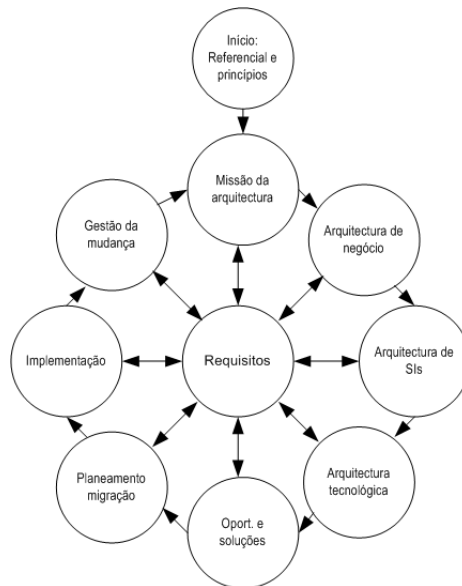


Figura 3.10: Referencial TOGAF¹⁸

Na arquitectura de negócio, descrevem-se os objectivos de negócio, os aspectos de localização do mesmo e o modelo funcional. É proposto no referencial a utilização de modelos *Use-case*, modelos de actividades e modelos de classes. A arquitectura de SIs é considerada no TOGAF como sendo constituída pela arquitectura de dados e pela arquitectura de aplicações. O objectivo da arquitectura de dados é identificar os principais tipos de dados que servem de suporte ao negócio, ao passo que o objectivo da arquitectura applicacional é identificar as principais aplicações que servem de suporte ao referido negócio. Na arquitectura tecnológica, descreve-se o hardware e o software utilizado.

Como se infere da figura 3.10 e da descrição anterior, no TOGAF é proposta uma ordem para a realização das várias descrições bem como são sugeridas algumas ferramentas de modelação.

¹⁸Adaptado de (Group, 2002).

3.3.16 Referencial KIM-EVEREST

O referencial Kim-Everest (Kim e Everest, 1994), ilustrado na figura 3.11, destina-se ao desenvolvimento de ASIs. Fazem parte do referencial proposto as seguintes subarquitecturas: processos, dados e controlo.

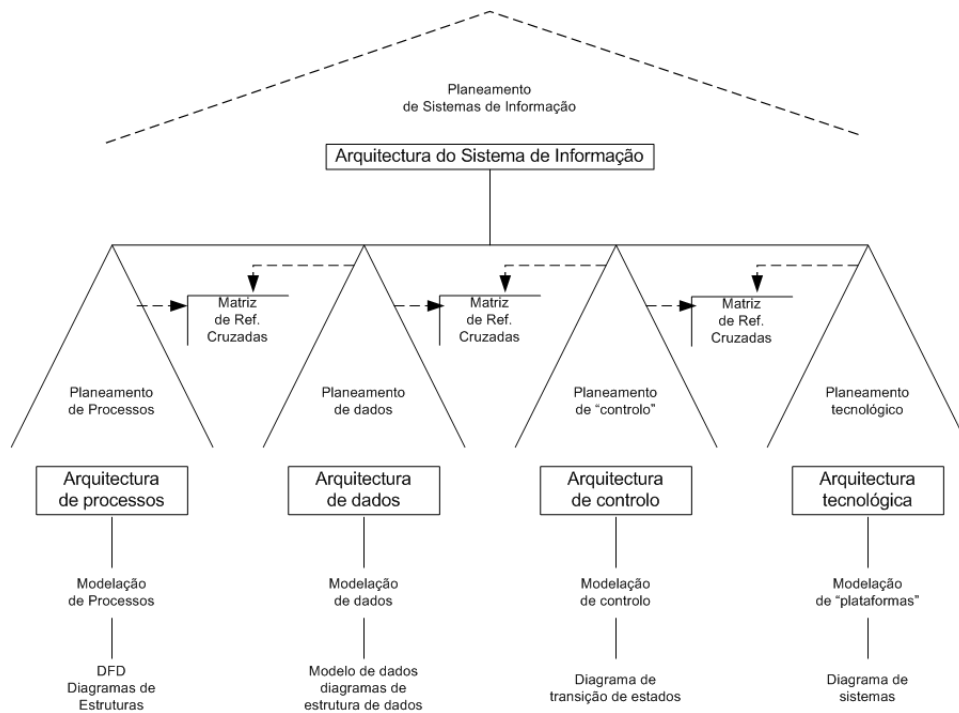


Figura 3.11: Referencial Kim-Everest¹⁹

A arquitectura tecnológica resulta da modelação de plataformas (termo utilizado por Kim e Everest para designar hardware e redes de comunicação). Para Kim e Everest, a modelação de plataformas trata o aspecto da localização (onde) dos sistemas, dos processos, dos utilizadores e do armazenamento de dados.

São propostas neste referencial algumas ferramentas para os vários aspectos a representar numa ASI, embora não seja definida a ordem para a descrição das suas várias componentes.

3.3.17 Referencial Index

O referencial Index (Boar, 1999) destina-se ao desenvolvimento de arquitecturas de TIs. Este referencial, ilustrado na figura 3.12, encontra-se organizado sobre a forma de uma matriz. Para as linhas são propostos no referencial os seguintes elementos: infraestrutura, dados, aplicações e organização. Consideram-se como elementos das colunas o inventário, os princípios, os modelos e as normas.

¹⁹ Adaptado de (Kim e Everest, 1994).

Os aspectos técnicos (como por exemplo as redes de comunicação, o software e o hardware), são endereçados na linha correspondente à infra-estrutura. Os dados necessários ao funcionamento dos negócios definem-se na linha de dados. Nesta linha, são definidos os dados e as bases de dados. Na linha das aplicações, caracterizam-se as aplicações. Por último, na linha da organização, definem-se os aspectos relacionados com as pessoas que a compõem. É nesta linha que se define a estrutura da organização, os processos, as competências e as políticas de recursos humanos. Na coluna do inventário, caracteriza-se o que a organização possui no que respeita às TIs, mediante a elaboração de um inventário. A definição de regras e orientações para a tomada de decisões respeitantes a TI faz-se na coluna dos princípios. Na coluna dos modelos, definem-se os diagramas que se vão utilizar para ilustrar o conteúdo das linhas. As normas e processos que vão ser utilizados em cada linha são explicitados na coluna das normas.

	Inventário	Princípios	Modelos	Normas
Infra-estrutura				
Dados				
Aplicações				
Organização				

Figura 3.12: Referencial Index²⁰

Neste referencial, não são propostas ferramentas de modelação, nem uma ordem para o preenchimento das suas células.

3.3.18 O modelo 4+1

Este modelo, ilustrado na figura 3.13, foi criado por Kruchten (Kruchten, 1995) para o desenvolvimento de arquiteturas de software e contempla cinco vistas: processos, física, desenvolvimento, lógica e cenários.

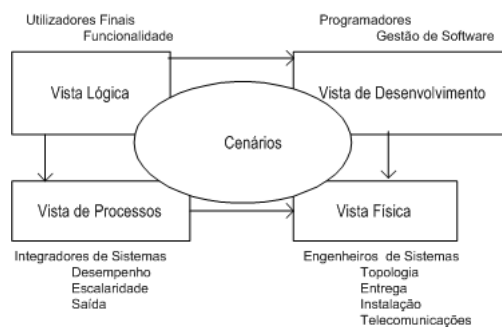


Figura 3.13: Modelo 4+1²¹

A vista de processos descreve os aspectos de sincronização e concorrência. Aspectos de mapeamento de software em hardware, isto é, de distribuição, são tratados na vista

²⁰ Adaptado de (Boar, 1999).

²¹ Adaptado de (Kruchten, 1995).

física. A vista de desenvolvimento descreve a organização estática do software, enquanto que as funcionalidades que o sistema deve dar ao seus utilizadores são endereçadas pela vista lógica. A quinta vista é constituída pelos cenários, isto é, o conjunto de casos usados para ilustrar a arquitectura.

No modelo 4+1 está definida a seguinte ordem para a concepção das várias vistas: vista lógica, vista de processos, vista de desenvolvimento, vista física e, finalmente, os cenários. São também referidas algumas ferramentas a utilizar em algumas das vistas, sendo, por exemplo, para a vista lógica identificada a ferramenta diagramas de classes.

3.3.19 AESOP

O sistema AESOP (Garlan *et al.*, 1995), ilustrado na figura 3.14, resultou do projecto ABLE (*Architecture-Based Languages and Environments*) elaborado na Universidade de Carnegie Mellon, no domínio das arquitecturas de software e tinha como missão a implementação de uma plataforma para a experimentação de ambientes de desenvolvimento de arquitecturas de software.

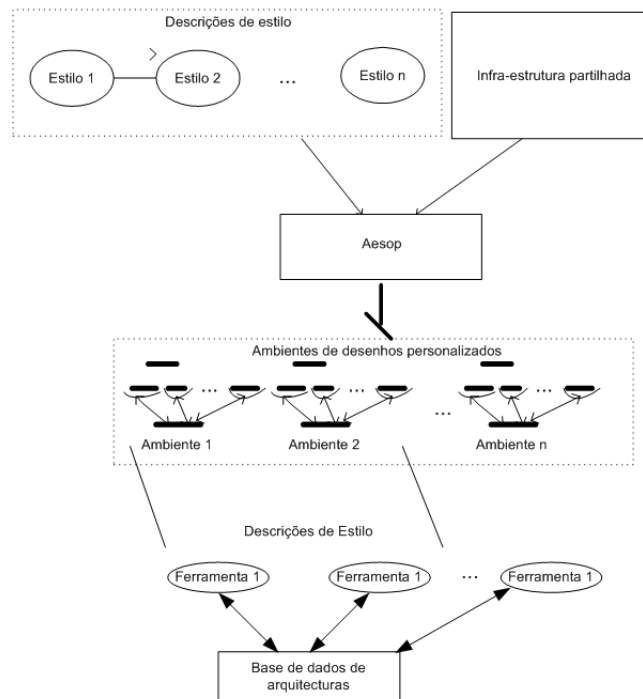


Figura 3.14: Sistema AESOP²²

Como se referiu anteriormente, o AESOP potencia a facilidade de construir ambientes de desenho de arquitecturas que suportem estilos. A ideia básica para este sistema é definir novos estilos de arquitecturas e, posteriormente, utilizá-los em novas arquitecturas. Como se verifica na figura 3.14, o sistema AESOP baseia-se na existência de estilos,

²²Adaptado de (Garlan *et al.*, 1995).

considerando-se como seus elementos constituintes o vocabulário de desenho arquitectural, as visualizações dos elementos de desenho e o conjunto de ferramentas de análise a serem integradas no ambiente. O conjunto de funções de suporte fornecido pela infra-estrutura partilhada incluem, para cada ambiente de desenho, uma base de dados, uma interface gráfica para modificar e criar novos desenhos e um referencial que permite adicionar novas ferramentas.

Como se referiu anteriormente, o sistema AESOP visa definir um ambiente "aberto" para o desenvolvimento de arquitecturas em que se recorra a estilos. Em virtude do exposto, não é proposto um método nem as ferramentas a utilizar.

3.3.20 Recomendação 1471

A recomendação 1471 (IEEE, 2000) destina-se ao desenvolvimento de arquitecturas de sistemas com uma forte componente de software. São identificados no referencial, ilustrado na figura 3.15, da recomendação 1471 os seguintes elementos: descrição arquitectural, indivíduos com interesse no sistema, as vistas, os pontos de vista, as explicações lógicas, as livrarias de pontos de vista e os modelos. Na tabela 3.7, é descrita a função de alguns elementos da recomendação.

A recomendação 1471 estabelece um metamodelo para a abordagem de arquitectura de sistemas, como tal, não faz sentido referenciar a ordem ou a utilização de ferramentas de modelação.

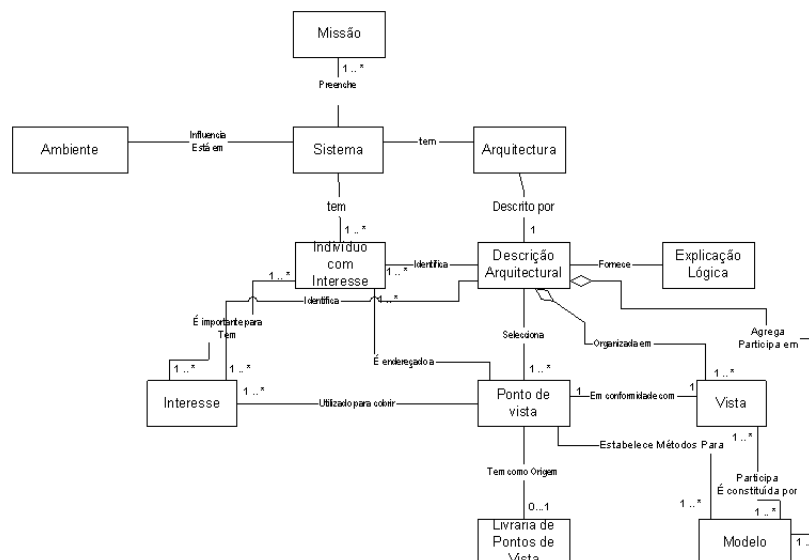


Figura 3.15: Metamodelo da recomendação 1471²³

²³ Adaptado de (IEEE, 2000).

Elemento	Descrição
Descrição arquitectural	Descrição da arquitectura do sistema
Indivíduos com interesse no sistema	Pessoas cuja sua opinião é necessário ter em consideração na descrição da arquitectura
Vistas	Uma vista materializa um ou mais interesses do(s) individuo(s) envolvidos no sistema. Para a sua modelação são utilizados modelos
Pontos de vista	Estabelece as convenções através das quais uma vista tem de ser concebida e as técnicas arquitecturais ou métodos empregues para criar e documentar a vista

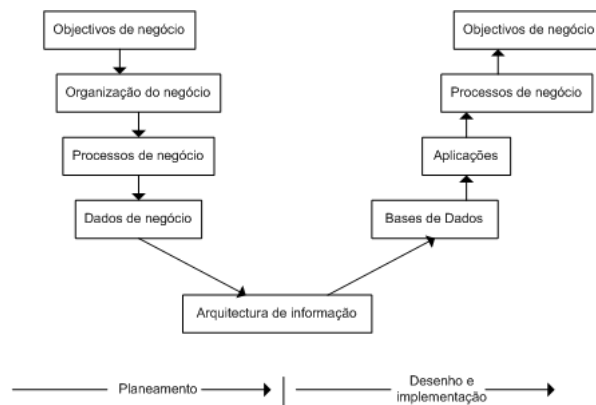
Tabela 3.7: Descrição dos elementos do referencial da recomendação 1471

3.3.21 Método BSP

O método BSP (Business Systems Planning) (IBM, 1984), cujas fases se ilustram na figura 3.16, foi criado com o objectivo de auxiliar o PSI. Uma das fases do método BSP destina-se ao desenvolvimento da arquitectura de informação.

A arquitectura de informação é definida no BSP como sendo o que se obtém do relacionamento dos processos com as classes de dados. É através de uma matriz Processos X Classes de dados que se expressa a arquitectura de informação. A célula de intersecção entre os dois elementos atrás identificados pode estar em branco, ter um C (caso o processo crie a classe de dados) ou ter um U, caso o processo utilize a classe de dados.

Como se infere da descrição anterior, no âmbito do BSP não faz sentido falar no processo de criação da arquitectura de informação.

Figura 3.16: Método BSP²⁴

3.3.22 Método e Referencial Los Alamos

O método e referencial Los Alamos (Alamos, 1994), ilustrado na figura 3.17, destina-se ao desenvolvimento de arquitecturas de informação que neste documento são entendidas

²⁴ Adaptado de (IBM, 1984).

como um referencial para planeamento e coordenação das actividades de computação, informação e comunicação. Neste método, são apontadas como constituintes de uma arquitectura de informação a informação, as aplicações e a infra-estrutura.

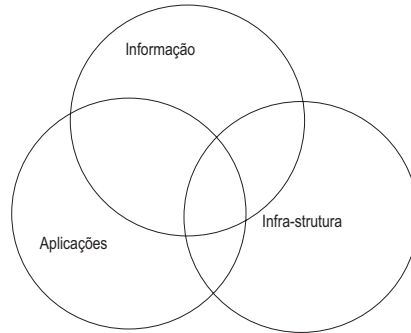


Figura 3.17: Referencial Los Alamos²⁵

O processo de definição de uma arquitectura de informação é realizado, segundo a perspectiva de Los Alamos, em três fases: definição de princípios, desenho e planeamento e, finalmente, implementação.

No relatório que descreve o método e referencial Los Alamos é várias vezes referida a utilização de ferramentas, porém, não é feita a identificação de ferramentas específicas.

3.3.23 Referencial IFW

O Information Framework (IFW), ilustrado na figura 3.18, foi apresentado por Evernden (IBM, 1995; Evernden, 1996) tendo sido desenvolvido com base no referencial de Zachman-Sowa, caracterizado em 3.3.25. Este referencial tem uma estrutura tabular e baseia-se em dois elementos: vistas e perspectivas.

		Vista Organizacional			Vista de Negócio				Vista Técnica		
		Estratégia	Estrutura	Competências	Dados	Funções	Workflow	Soluções	Interface	Rede	Plataformas
Nível de deconstrução	Conceitos do domínio										
	Características do domínio										
Nível de composição	Modelos Genéricos										
	Concepção										
Nível de implementação	Operacional										

Figura 3.18: Referencial IFW²⁶

Evernden define vistas como um subconjunto de colunas que representa os interesses de um ou mais indivíduos da organização. Desta forma, as "vistas" podem representar interesses de, por exemplo, gestores, analistas e implementadores do sistema de informação. Evernden contempla no seu referencial três "vistas": organização, negócio e técnica.

²⁵ Adaptado de (Alamos, 1994).

²⁶ Adaptado de (Evernden, 1996).

Relativamente à ordem de preenchimento das colunas é proposto no IFW que o processo evolua da esquerda para a direita. No que diz respeito à ordem de preenchimento das linhas, não é realizada qualquer proposta no IFW. No entanto, são referidas no artigo algumas ferramentas de modelação a utilizar no referencial, por exemplo, os DERs. Refira-se, porém, que não é realizada uma descrição sistematizada das ferramentas de modelação a utilizar em cada célula do referencial.

3.3.24 Referencial AMOS e método AMIS

Os trabalhos de Isaac e Leroy (Isaac e Leroy, 1995, 1994) estabelecem um referencial, designado AMOS, e um método, designado de AMIS, para o desenvolvimento de ASIs. O referencial AMOS, figura 3.19, divide a ASI em quatro subarquitecturas: funcional, lógica, organizacional e técnica.

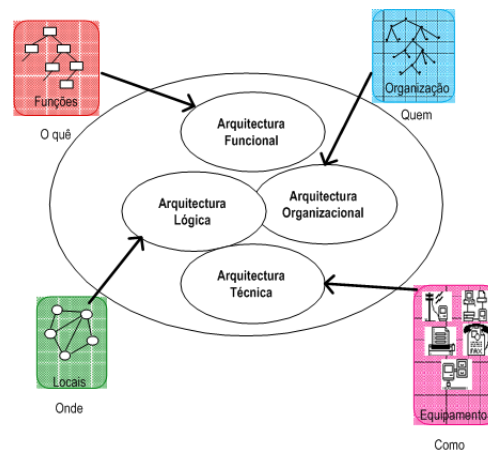


Figura 3.19: Referencial AMOS²⁷

Na arquitectura funcional descrevem-se todos os elementos funcionais do sistema, nomeadamente as funções, os dados e os fluxos de dados. Todos os elementos organizacionais e procedimentos operacionais definem-se na arquitectura organizacional. São exemplos deste tipo de elementos os recursos humanos e a sua organização. Na arquitectura lógica, definem-se os elementos lógicos, a saber os lugares, as células e os postos de comando. A arquitectura técnica define os elementos técnicos do sistema, constituindo exemplos deste tipo de elementos as estações de trabalho, os servidores e as redes.

O método AMIS, figura 3.20, criado por Isaac e Leroy (Isaac e Leroy, 1995) estabelece as etapas em que cada uma das arquitecturas deve ser desenvolvida. Esta metodologia baseia-se essencialmente em duas fases: análise-decomposição e desenho-composição.

Na fase análise-decomposição da metodologia AMIS, procede-se à análise funcional e organizacional da organização para desta forma se identificarem melhor as necessidades. Definem-se nesta fase, entre outros(as), as funções, as mensagens, os actores, as missões, as responsabilidades, as obrigações e a estrutura da organização. Quando se procede ao

²⁷Adaptado de (Isaac e Leroy, 1995).

desenho-composição, efectua-se a arquitectura do sistema utilizando-se para tal os "blocos" identificados na fase anterior.

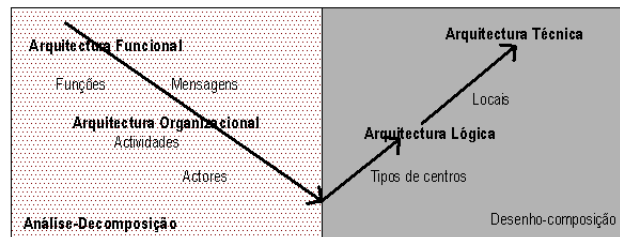


Figura 3.20: Método AMIS²⁸

Como se constata na figura 3.20, é proposta uma ordem para a definição das várias partes de uma ASI. Relativamente às ferramentas de modelação, são propostas no AMOS algumas ferramentas, no entanto, são específicas ao referencial e foram definidas numa ferramenta meta-CASE.

3.3.25 Referencial Gartner Group

O referencial da Gartner Group (Boar, 1999) destina-se ao desenvolvimento de arquitecturas de TIs. Como se ilustra na figura 3.21, o referencial Gartner Group baseia-se numa estrutura matricial, sendo os elementos que constituem as suas linhas a direcção executiva, a arquitectura da organização, a arquitectura applicacional, a arquitectura de dados, a camada de serviços, a camada de facilidades, a plataforma e a rede. São propostos para elementos das colunas os valores, os princípios, os processos, as normas e a lista de compras.

	Valores	Princípios	Processos	Normas	Lista de Compras
Direcção executiva	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
Arquitectura da organização	N/D			N/D	N/D
Arquitectura applicacional	N/D				
Arquitectura de dados	N/D				
Camada de serviços	N/D				
Camada de facilidades	N/D				
Plataforma	N/D				
Rede	N/D				

Legenda: N/D - não definido

Figura 3.21: Referencial Gartner Group²⁹

Neste referencial, não são propostas ferramentas de modelação nem uma ordem para o preenchimento das várias células.

²⁸Adaptado de (Isaac e Leroy, 1995).

²⁹Adaptado de (Boar, 1999).

3.4 Análise dos Referenciais e Métodos

Na secção anterior, procedeu-se à descrição dos métodos e dos referenciais de desenvolvimento arquitecturas. Conforme se realçou, os vários métodos e referenciais enfatizam de forma distinta os aspectos considerados relevantes num SI.

Como se constata nas tabelas 3.8 e 3.9, o número máximo de aspectos abrangidos pelos vários métodos e referenciais é de cinco. Também se pode concluir que só cinco das propostas contemplam a definição do aspecto pessoas do SI, designadamente os referenciais de Opdahl, ARIS, Microsoft, Zachman-Sowa e AMIS-AMOS.

Proposta	Dados	Processos	Pessoas	TIs	Processo	Ferramentas	Relações
Referencial de Ryan e Santucci	✓	✓		<ul style="list-style-type: none"> • Hardware • Aplicações • Outro tipo de software • Rede informática 	✓		
Referencial de Enquist	✓	✓					
Referencial de Opdahl	✓	✓	✓	<ul style="list-style-type: none"> • Hardware • Aplicações • Outro tipo de software 			
Referencial de Taps-cott e Caston	✓	✓		<ul style="list-style-type: none"> • Hardware • Aplicações • Outro tipo de software • Rede informática 	✓		
Referencial de Earl	✓			<ul style="list-style-type: none"> • Hardware • Aplicações • Outro tipo de software • Rede informática 			
Referencial de Targowski e Rienzo	✓	✓		<ul style="list-style-type: none"> • Hardware • Aplicações • Outro tipo de software • Rede informática 			
Referencial ARIS	✓	✓	✓			✓	✓
Referencial TEAF	✓	✓		<ul style="list-style-type: none"> • Hardware • Aplicações • Outro tipo de software • Rede informática 	✓	✓	
Referencial da Microsoft	✓	✓	✓	<ul style="list-style-type: none"> • Hardware • Aplicações • Outro tipo de software • Rede informática 		✓	

Tabela 3.8: Análise dos referenciais e métodos de desenvolvimento de arquitecturas

Proposta	Dados	Processos	Pessoas	TIs	Processo	Ferramentas	Relações
Referencial FEAF	✓	✓		<ul style="list-style-type: none"> • Hardware • Aplicações • Outro tipo de software • Rede informática 			
Método EAP	✓	✓		<ul style="list-style-type: none"> • Hardware • Aplicações • Outro tipo de software • Rede informática 	✓		✓
Referencial TOGAF	✓	✓		<ul style="list-style-type: none"> • Hardware • Aplicações • Outro tipo de software • Rede informática 	✓	✓	
Referencial KIM-EVEREST	✓	✓		<ul style="list-style-type: none"> • Hardware • Aplicações • Rede informática 			
Método BSP	✓	✓					
Método e Referencial Los Alamos	✓			<ul style="list-style-type: none"> • Hardware • Aplicações • Outro tipo de software • Rede informática 			
Referencial IFW	✓	✓		<ul style="list-style-type: none"> • Hardware • Aplicações • Outro tipo de software • Rede informática 	✓	✓	
Referencial de Zachman	✓	✓		<ul style="list-style-type: none"> • Hardware • Aplicações • Rede informática 		✓	
Referencial de Zachman-Sowa	✓	✓	✓	<ul style="list-style-type: none"> • Hardware • Aplicações • Rede informática 		✓	
AMIS-AMOS	✓	✓	✓	<ul style="list-style-type: none"> • Hardware • Aplicações • Rede informática 	✓		
Referencial Index	✓			<ul style="list-style-type: none"> • Hardware • Aplicações • Rede informática • Bases de dados 			
Referencial Gartner Group	✓	✓		<ul style="list-style-type: none"> • Hardware • Aplicações • Rede informática 			

Tabela 3.9: Análise dos referenciais e métodos de desenvolvimento de arquitecturas (cont.)

Analisados estes cinco referenciais, considera-se que o referencial de Zachman-Sowa é o que melhor se adapta a este projecto, uma vez que os vários aspectos da ASI são contemplados no referencial de forma organizada. Mais se verifica que, no referencial de Zachman-Sowa, é previsto para cada um dos aspectos de uma ASI a utilização de ferramentas que vulgarmente são utilizadas no domínio SI.

Considera-se, no entanto, que a utilização do referido referencial pode ser enriquecida

com a aplicação do metamodelo introduzido pela recomendação do IEEE 1471. Com efeito, considerando que cada célula do referencial de Zachman-Sowa corresponde a uma vista do metamodelo, pode-se flexibilizar o desenvolvimento de ASIs permitindo este facto a utilização de diferentes técnicas e ferramentas.

3.5 Síntese

Neste capítulo, elaborou-se, em primeiro lugar, uma breve alusão à génese da abordagem de arquitectura e procedeu-se, de seguida, à identificação das características que distinguem a referida abordagem de outro tipo de abordagens, nomeadamente da abordagem de engenharia.

Foram também analisadas várias definições de arquitectura encontradas em bibliografia dos domínios da construção civil e TI/SIs. A este propósito, embora se constate que ainda não existe uma definição que reúna consenso nos vários domínios, é pertinente referir que se pode inferir alguns aspectos comuns às várias definições.

O primeiro elemento comum é a manifestação de que a abordagem de arquitectura visa definir a estrutura do sistema. Com efeito, em todas as situações analisadas está patente a preocupação com a definição dos elementos que compõe um sistema bem como com a forma como estes interagem.

Na definição da estrutura do sistema assume-se um princípio basilar, designadamente considerar o sistema na sua globalidade. De facto, quando se aplica a abordagem de arquitectura descreve-se o sistema tendo em consideração as várias partes e suas dependências, não se isolando cada parte a descrever.

O terceiro e último aspecto comum às várias definições consiste na concepção que a abordagem de arquitectura tem como objectivo criar uma descrição de alto nível. Com efeito, os elementos do sistema devem ser definidos sem para o efeito se proceder as descrições detalhadas.

Relativamente à utilização de ferramentas de modelação, pode-se também estabelecer alguns comentários. A inexistência de um conjunto de ferramentas consensualmente aceite constitui uma das conclusões que se pode retirar. Verifica-se, no entanto, que o recurso a ferramentas utilizadas no domínio SI é recorrente.

Por último, resta referir que este trabalho, em virtude das razões já explanadas na secção anterior, adoptará o referencial de Zachman-Sowa em íntima ligação com o metamodelo da recomendação IEEE 1471 no desenvolvimento de ASIs. Desta forma, visa-se estabelecer um ambiente potenciador da utilização de várias técnicas e ferramentas existentes no domínio SI.

4 Raciocínio Baseado em Casos

Como já foi referido no capítulo 1, neste projecto visa-se tirar partido da experiência adquirida, utilizando-se para o efeito RBC. Para que a forma de utilização do RBC neste trabalho seja cabalmente entendida, descrevem-se de seguida os conceitos e as técnicas consideradas essenciais.

Nas secções 4.1 e 4.2 aborda-se a génese do RBC e caracterizam-se, de forma genérica, vários dos seus aspectos. Na secção 4.3, caracterizam-se os elementos do RBC utilizados neste trabalho. Na secção 4.4, descrevem-se algumas utilizações práticas do RBC. Finaliza-se o capítulo com uma breve síntese na secção 4.5.

4.1 Introdução

O RBC¹ é um ramo da IA que foi desenvolvido nos anos 80 e 90 e que, de acordo com Leake (Leake, 1996), resultou dos trabalhos de Schank (Schank, 1982) sobre o papel da memória no raciocínio humano. Os primeiros trabalhos em RBC surgiram nos Estados Unidos e, passados alguns anos, iniciaram-se investigações neste domínio na Europa.

Actualmente, pode-se considerar que o seu núcleo já se encontra devidamente sustentado. A descrição dos princípios nucleares das técnicas de RBC é feita em diversos artigos científicos e livros, como por exemplo, as seguintes publicações: (Riesbeck e Schank, 1989; Kolodner, 1992, 1993; Aamodt e Plaza, 1994; Aamodt, 1995; Watson e Marir, 1994; Watson, 1995, 1997, 1999; Leake, 1996; Leake e Kolodner, 1996; Mantáras e Plaza, 1997; Main *et al.*, 2001; Kolodner e Jona, 2000). Para além das publicações referidas, existe um conjunto vasto de outras (como por exemplo (Bento e Costa, 1993; Bento, 1996; Bergmann *et al.*, 1997; Sormo e Aamodt, 1999; Aamodt, 2001; Ontañón e Plaza, 2003)) que divulgam técnicas e métodos específicos relacionados com RBC ou exemplos da sua utilização

¹É desde já importante frisar que, por razões de simplicidade de linguagem, ao longo deste capítulo utiliza-se RBC em duas situações: uma para designar o ramo da IA e a outra para referir, de forma geral, a abordagem criada naquele ramo.

(como por exemplo (Watson, 1997; Kolodner, 1993; Plaza e Arcos, 1999, 2000; Althoff *et al.*, 1999; Gomes *et al.*, 2002, 2003a,b)).

De forma genérica, pode-se considerar que o RBC é uma abordagem que se pode utilizar para resolver problemas e para efectuar aprendizagem² (Riesbeck e Schank, 1989; Kolodner, 1993; Aamodt e Plaza, 1994). É importante referir que, para que a aplicação da abordagem seja possível, tem de se ter em consideração dois aspectos, designadamente o conhecimento³ e o modelo de abordagem dos "problemas" (modelo funcional). Conforme abaixo se descreve, o conhecimento encontra-se materializado em vários elementos de um sistema RBC. O modelo funcional, vulgarmente designado no domínio de ciclo RBC, é composto por várias actividades e há, a este respeito duas propostas que se podem considerar as mais importantes.

Será com base na divisão atrás referida, conhecimento e modelo, que se descreve seguidamente o RBC. Dado o âmbito deste trabalho não pertencer ao domínio do RBC, opta-se por, na secção 4.2, se descreverem de forma genérica os princípios que o sustentam. Posteriormente, na secção 4.3, descreve-se de forma mais detalhada os elementos utilizados, sendo esta descrição acompanhada de situações que podem inclusivamente ocorrer na utilização prática deste trabalho.

4.2 Raciocínio Baseado em Casos: Princípios

A bibliografia deste domínio é peremptória ao considerar que o princípio basilar do RBC consiste na resolução de problemas tendo por base semelhanças com problemas anteriormente resolvidos (Riesbeck e Schank, 1989; Kolodner, 1993; Aamodt e Plaza, 1994; Leake, 1996; Leake e Kolodner, 1996; Mantáras e Plaza, 1997; Mitchell, 1997). Isto é, considera-se de forma unânime na bibliografia do domínio que tendo por base problemas já resolvidos, podem ser solucionadas novas situações.

O senhor António quer comprar para o seu filho um computador. Com vista a resolver o seu problema desloca-se à loja C&C e após ser abordado pelo empregado Manuel, transmite-lhe que quer comprar um computador pessoal com as seguintes características: processador Intel P4, disco rígido de 60 GB, 256 MB de memória e monitor TFT de 17". Transmite também ao empregado que não deseja pagar mais do que 1100 euros.

Tabela 4.1: O problema de compra de um computador pessoal

Este princípio pode ser exemplificável através da situação de compra de um computador pessoal⁴ descrita na tabela 4.1. Da análise da descrição do problema, é possível concluir que há duas partes a ter em consideração: o senhor António e a loja de computador C&C.

²Não se querendo enveredar pela problemática da aprendizagem, refere-se simplesmente que este processo é caracterizado por alguns autores como sendo lento (Mitchell, 1997).

³O termo conhecimento é utilizado no domínio da IA com significado diferente do utilizado no domínios dos SIs.

⁴Este exemplo é referido também em (Tec:inno, 1999) (num contexto diferente do utilizado neste trabalho).

O senhor António ao pretender comprar um computador tem um problema para resolver, especificamente a compra de um computador. Com vista à resolução do seu problema, o senhor António identifica algumas das características do computador, nomeadamente o tipo de processador, a capacidade de disco, a quantidade de memória e o tipo e tamanho do monitor. Para além disso, o senhor António explicita uma restrição: não quer gastar mais do que 1100 euros. De forma sintetizada, pode-se especificar os elementos anteriormente referidos na forma ilustrada na tabela 4.2.

Problema: compra de um computador pessoal
Características:
Processador Intel Pentium 4
Disco rígido de 60 GB
256 MB de memória
Monitor TFT 17"
Restrição: Preço até 1100 euros

Tabela 4.2: Especificação do problema de compra de um computador pessoal

Processador	Designação	Intel P3
	Frequência	1.4 GHz
Disco Rígido	Rotações por minuto	7200
	Capacidade	40 GB
	Tempo médio de acesso	8.5 ms
Monitor	Tipo	CRT
	Resolução	1024x768
	Tamanho	15"
Placa gráfica	Memória	4 Mb
	Resolução	1024x768
Placa de som	Número de bits	16
Leitor de CDs	Velocidade	48 x
	Memória	Capacidade
Preço		600 €
Configuração 1		

Processador	Designação	Intel P4
	Frequência	800 MHz
Disco Rígido	Rotações por minuto	7200
	Capacidade	80 GB
	Tempo médio de acesso	8.5 ms
Monitor	Tipo	TFT
	Resolução	1280x768
	Tamanho	17"
Placa gráfica	Memória	8 Mb
	Resolução	1600x1200
Placa de som	Número de bits	24
Leitor de CDs	Velocidade	52 x
	Memória	Capacidade
Preço		1100 €
Configuração 2		

Processador	Designação	Intel P3
	Frequência	1.4 GHz
Disco Rígido	Rotações por minuto	7200
	Capacidade	60 GB
	Tempo médio de acesso	9.5 ms
Monitor	Tipo	TFT
	Resolução	1024x768
	Tamanho	15"
Placa gráfica	Memória	6 Mb
	Resolução	1280x1024
Placa de som	Número de bits	24
Leitor de CDs	Velocidade	52 x
	Memória	Capacidade
Preço		1000 €
Configuração 3		

Processador	Designação	Celeron
	Frequência	2.6 GHz
Disco Rígido	Rotações por minuto	7200
	Capacidade	60 GB
	Tempo médio de acesso	9.5 ms
Monitor	Tipo	TFT
	Resolução	1024x768
	Tamanho	15"
Placa gráfica	Memória	6 Mb
	Resolução	1280x1024
Placa de som	Número de bits	24
Leitor de CDs	Velocidade	52 x
	Memória	Capacidade
Preço		900 €
Configuração 4		

Figura 4.1: Casos de configurações vendidas

Relativamente à empresa C&C há que ter em conta que esta possui alguma experiência de venda de computadores pelo que a deseja utilizar na resolução desta situação. Por razões de simplicidade, considera-se que já foram vendidos quatro computadores.

O conhecimento relativo à venda de cada computador designa-se de *caso* e materializa, entre outros, aspectos relativos ao problema e à solução adoptada para o mesmo. Assim,

considera-se que as situações já resolvidas na loja C&C se materializam num conjunto de *casos*, conforme se ilustra na figura 4.1. Será com base nestes *casos* que o empregado irá propor uma solução para o problema do senhor António.

O processo de resolução do problema do senhor António inicia-se com a sua explicitação do que pretende, da forma ilustrada na tabela 4.2. Após a especificação das pretensões, o funcionário relembra, das configurações já vendidas, a que se aproxima da pretendida pelo senhor António. É encontrada a configuração 2. O funcionário pede então a um técnico que prepare um computador idêntico à configuração 2, só que com o disco substituído por um de 60 GB. Após a venda do computador, o funcionário da loja actualiza a lista de configurações vendidas, fazendo para o efeito a inserção de mais uma venda.

O processo que se descreveu no parágrafo anterior resume-se na sua essência a quatro actividades, designadamente:

- a) especificação do problema;
- b) pesquisa de um problema anterior com semelhanças com o actual;
- c) adaptação de uma solução anterior;
- d) registo de um novo *caso*.

Estas actividades são, com efeito, de forma geral, as que fazem parte de modelos propostos por autores reconhecidos no domínio, designadamente Kolodner (Kolodner, 1993) e Aamodt e Plaza (Aamodt e Plaza, 1994).

Nos parágrafos anteriores, apresentou-se o RBC de uma forma informal. Interessa agora definir mais alguns aspectos de uma forma mais formal. Por questões de organização, os aspectos a definir serão apresentados tendo em conta a divisão anteriormente referida que os classifica em conhecimento e modelo funcional.

Em IA, define-se conhecimento como algo que pode ser utilizado pelos humanos ou por um sistema de forma a realizar uma determinada tarefa (Richter, 1998). Assim, o conhecimento desempenha um papel importante num sistema RBC (Aamodt, 2001; Craw *et al.*, 2001). Tendo por base a definição referida anteriormente, considera-se (Richter, 1995; Wilke *et al.*, 1997; Richter, 1998) que num sistema RBC existem quatro elementos que contêm conhecimento, designadamente:

- na memória de casos;
- no vocabulário utilizado para descrever o domínio (atributos, predicados, etc);
- na métrica de semelhanças;
- na transformação da solução.

A estrutura que armazena o conjunto de *casos* de um sistema RBC é vulgarmente designada no domínio de memória de casos⁵. Conforme já anteriormente se referiu, os *casos* materializam conhecimento específico de situações já ocorridas (Kolodner, 1993;

⁵Também se utiliza neste contexto o termo biblioteca de casos.

Aamodt e Plaza, 1994), pelo que é através destes que se guarda parte do conhecimento que foi utilizado na resolução de problemas. Um *caso* é composto por vários itens. Kolodner⁶ (Kolodner, 1993) propõe três itens: *descrição do problema/situação*, *solução* e *resultado*.

Associado aos *casos*, há um outro aspecto importante, nomeadamente a sua indexação. Um *índice* de um *caso* é uma etiqueta que lhe está associada e que irá permitir lembrá-lo no futuro. No exemplo do computador pessoal, um possível índice para os *casos* poderá ser o tipo de utilização que aquele vai ter. Considere-se que, por exemplo, associado à configuração 2 anteriormente descrita está que o seu tipo de utilização envolve aplicações multimédia. Quando um cliente abordar o Manuel e lhe disser que quer um computador para executar aplicações multimédia este facilmente lembra a configuração 2.

A memória de casos de um sistema RBC pode estar ou não estruturada. A sua estruturação, embora torne o processo de registo de um novo caso mais lento, introduz benefícios aquando da pesquisa de casos para a resolução de um determinado problema. A não estruturação da memória de casos implica obviamente que o processo de pesquisa atrás referido seja mais moroso.

O modelo dos EMOPS (Kolodner, 1983a,b) e o das categorias e exemplares (Bareiss, 1989; Porter *et al.*, 1990) são duas formas de estruturar a memória de casos num sistema RBC. No primeiro tipo de estrutura, os *casos* são agregados junto de um elemento designado no modelo de episódio, enquanto que no segundo são armazenados junto de um elemento designado exemplar.

Para a descrição dos vários aspectos de um domínio a que se aplica RBC é necessário recorrer-se a um vocabulário específico. Este vocabulário materializa conhecimento que se expressa, por exemplo, nos atributos e nos predicados.

Uma vez especificado o problema, as técnicas de RBC aplicam um algoritmo que irá pesquisar na memória de casos por *casos* que tenham sido resolvidos para situações semelhantes à do problema em causa. Este processo é feito vulgarmente nos sistemas que têm os *casos* estruturados com o recurso aos índices. Uma das formas de basear a escolha dos *casos* é avaliar a semelhança entre o problema actual e o *caso* recolhido.

A avaliação de semelhanças é realizada com recurso àquilo que vulgarmente se designa no domínio do RBC de *métrica* (Liao *et al.*, 1998). Uma *métrica* tem associadas as características *positividade*, *não discriminação de idênticos*, *simetria* e *desigualdade triangular* conforme se ilustra na definição enunciada na definição⁷ 1.

Definição 1 *Seja \mathcal{M} um conjunto e $d : \mathcal{M} \times \mathcal{M} \rightarrow \mathbb{R}$ uma função. Dizemos que d é uma função de distância sobre \mathcal{M} se:*

- i) $d(u, v) > 0, \forall u, v \in \mathcal{M}, u \neq v$
- ii) $d(u, u) = 0, \forall u \in \mathcal{M}$
- iii) $d(u, v) = d(v, u), \forall u, v \in \mathcal{M}$

⁶Watson e Marir (Watson e Marir, 1994) referenciam que já dois trabalhos anteriormente tinham caracterizado assim *caso*, nomeadamente (Alterman, 1989) e (Smith, 1991).

⁷Definição retirada de (Machado, 1995; Isaev, 2004).

$$\text{iv) } d(u, v) \leq d(u, w) + d(w, v), \quad \forall u, v, w \in \mathcal{M}$$

Um conjunto \mathcal{M} com uma distância d definida sobre ele chama-se um espaço métrico e d uma métrica.

A avaliação de semelhanças ocorre em dois momentos (Althoff *et al.*, 1995). Primeiro avalia-se a semelhança entre pares de atributos, vulgarmente designadas de semelhanças locais. Posteriormente, realiza-se a avaliação de semelhanças para a totalidade dos atributos dos dois *casos* (a designada avaliação de semelhanças global). Estas duas avaliações articulam-se da forma que se ilustra na expressão 4.1⁸.

$$SEM(A, B) = F(Sem_1(a_1, b_1), Sem_2(a_2, b_2), \dots, Sem_n(a_p, b_p))$$

onde :

Sem_i – *semelhana local*

$$F : [0, 1]^P \rightarrow [0, 1]$$

(4.1)

A avaliação de semelhanças locais depende do tipo de valores dos parâmetros, pelo que, para cada tipo de pares de valores, se deve seleccionar a função ajustada. Na tabela 4.3 ilustram-se exemplos de funções que se podem utilizar para se proceder à avaliação de semelhanças locais.

Tipo	Função
Numérica	$sem(a, b) = 1 - \frac{ a-b }{intervalo}$
Simbólica, mono-valor	$sem(a, b) = \begin{cases} 1 & \text{se } a = b \\ 0 & \text{se } a \neq b \end{cases}$
Simbólica, multi-valor	$sem(a, b) = \frac{card(a) \cap card(b)}{card(a \cup b)}$ $sem(a, b) = \frac{card(a \cup b) - card(a \cap b)}{card(a \cup b)}$ $sem(a, b) = \frac{card(a \cup b) - card(a \cap b)}{max(a \cup b)}$

Tabela 4.3: Exemplos de funções para semelhanças locais⁹

Conforme se referiu anteriormente, a avaliação de semelhanças globais conjuga as semelhanças locais para determinar a semelhança entre os dois casos. Existem descritas no domínio do RBC várias funções, conforme se descreve na tabela 4.4, que se podem utilizar para o cálculo da semelhança global. É pertinente referir a este respeito que o comportamento de algumas funções é mais eficiente em determinadas situações que noutras¹⁰.

O último elemento possuidor de conhecimento - a transformação da solução - agrega o conhecimento relativo à forma como se transforma uma solução de um *caso* anteriormente resolvido numa proposta de solução para a nova situação.

⁸Expressão adaptada de (Althoff *et al.*, 1995).

⁹Adaptado de (Althoff *et al.*, 1995).

¹⁰Em (Wilson e Martinez, 1997) procede-se à análise do comportamento de algumas funções.

Designação	Função
<i>Block-city</i>	$F = \frac{1}{p} \sum_{i=1}^P Sem_i(a_i, b_i)$
<i>Block-city</i> ponderada	$F = \frac{1}{p} \sum_{i=1}^P w_i Sem_i(a_i, b_i)$
Euclideana	$F = \frac{1}{p} [\sum_{i=1}^P [Sem_i(a_i, b_i)]^2]^{\frac{1}{2}}$
Minkowski	$F = \frac{1}{p} [\sum_{i=1}^P [Sem_i(a_i, b_i)]^r]^{\frac{1}{r}}$
Minkowski ponderada	$F = \frac{1}{p} [\sum_{i=1}^P [w_i Sem_i(a_i, b_i)]^r]^{\frac{1}{r}}$

Tabela 4.4: Exemplos de funções para semelhanças globais¹¹

É importante referir-se que o conhecimento relativo aos elementos vocabulário, métrica e adaptação é especificado aquando da definição do sistema RBC, enquanto que, como é natural, a memória de casos vai sendo construída ao longo do tempo de utilização do sistema.

Conforme anteriormente foi referido, outro aspecto a ter em consideração no RBC é o modelo funcional. É importante referir que este é reclamado no domínio baseado na constatação de que, por exemplo, as pesquisas não são exactas contrariamente ao que acontece em situações como a pesquisa na linguagem SQL (Structured Query Language). Relativamente a esta temática, pode-se afirmar que existem no domínio duas propostas (a de Kolodner (Kolodner, 1993) e a de Aamodt e Plaza (Aamodt e Plaza, 1994)) que são as mais divulgadas.

O modelo de Kolodner estabelece as seguintes fases: *recolha, proposta de solução, adaptação/justificação, crítica, avaliação* e *armazenamento*. Neste modelo está patente a divisão do RBC em dois tipos (resolução de problemas ou interpretativo) ao propor duas etapas alternativas: *adaptação* ou *justificação*. Refere-se porém que esta classificação é contestada por Mántaras e Plaza (Mántaras e Plaza, 1997), em virtude de nem sempre ser possível fazer a separação nos tipos referidos.

Aamodt e Plaza (Aamodt e Plaza, 1994) propuseram um modelo (vulgarmente designado de ciclo dos 4 Rs) que estabelece as fases seguintes: *recolha, reutilização, revisão e retenção*. Neste último modelo não se faz a distinção entre RBC interpretativo e orientado à resolução de problemas.

Conforme se deduz dos dois parágrafos anteriores, os dois modelos contemplam, genericamente, as actividades de recolha, adaptação e retenção anteriormente descritas para o exemplo de compra do computador pessoal.

A fase de recolha visa seleccionar um ou mais *casos* da memória de casos. Este processo inicia-se após a especificação do problema a resolver e, com base nos índices, selecciona-se um ou mais *casos* adequados ao problema em causa. Na bibliografia do domínio do RBC estão descritos vários algoritmos passíveis de utilização nesta fase. Referem-se a título de exemplo o *vizinho mais próximo* (Kolodner, 1993), ID3 (Quinlan, 1986), CART (Althoff *et al.*, 1995) e as árvores *k-d* (Althoff *et al.*, 1995).

¹¹Adaptado de (Althoff *et al.*, 1995).

Após a pesquisa do *caso* é necessário realizar algumas alterações ao mesmo. O processo que realiza alterações ao *caso* que se julga adequado para a situação em questão é vulgarmente designado de adaptação. Os sistemas de RBC existentes utilizam diversas formas de adaptação (Hanney *et al.*, 1995). Geralmente, as formas de adaptação são classificadas em dois tipos: adaptação por transformação e adaptação por derivação (Wilke e Bergmann, 1998). A adaptação por transformação modifica a solução encontrada tendo por base as diferenças verificadas (problema em causa e problema resolvido). Os métodos de derivação caracterizam-se por utilizar o conhecimento relativo à forma como o *caso* foi resolvido para tentar arranjar uma nova solução reinstanciando o problema.

A retenção visa inserir um *caso* na memória de casos. Como seria de esperar, esta é a última fase do processo de qualquer sistema RBC. No processo de retenção é realizada aprendizagem, uma vez que o sistema é enriquecido com mais um *caso*. De forma geral, e tendo em consideração que a memória de casos se encontra estruturada, o processo de retenção caracteriza-se pela escolha de um conjunto de índices do *caso* e, em função destes, pelo registo na memória de casos.

4.3 Elementos de RBC Utilizados

Para a implementação do sistema de RBC que suporta a ferramenta de desenvolvimento de ASIs tiveram de ser tomadas várias decisões, designadamente relativas à estrutura dos casos, ao modelo de memória de casos e ao modelo de ciclo RBC. Relativamente aos dois primeiros aspectos, decidiu-se adoptar as propostas de Kolodner (descritas respectivamente em (Kolodner, 1993) e (Kolodner, 1983a,b)) uma vez que estas são "simples" e bem documentadas. Já em relação ao modelo funcional, optou-se pelo modelo de Aamodt e Plaza (Aamodt e Plaza, 1994) por este parecer mais intuitivo e se constatar que é bastante utilizado¹², estando desta forma suficientemente testado.

Os aspectos acima referidos serão acompanhados de uma situação que pode ocorrer na utilização da ferramenta que foi construída neste projecto, nomeadamente a especificação do modelo de dados com recurso à ferramenta IDEF1X (Bruce, 1992; FIPS, 1993). Frisasse, porém, que só se utiliza um subconjunto dos construtores (ilustrado na figura 4.2) da ferramenta, em virtude deste corresponder ao que é utilizado na especificação das entidades de dados do modelo de desenvolvimento de ASIs definido neste projecto.

A ferramenta IDEF1X permite especificar o modelo de dados de um determinado sistema de forma gráfica. O modelo, que resulta da modelação do sistema, tem a forma de um grafo que, conforme se sabe, é composto por nodos e arcos (Diestel, 2000). Conforme se ilustra na figura 4.2, a ferramenta permite utilizar três tipos de construtores: entidades, relacionamentos e atributos. As entidades têm que ser descritas no glossário, sendo um dos aspectos que faz parte desta descrição a identificação de outras designações. Para além das outras designações considera-se que, por razões de simplicidade de implementação, a descrição é realizada também com palavras-chave.

¹²O *site* CiteSeer (CiteSeer, 2004) enumera cento e quarenta trabalhos.

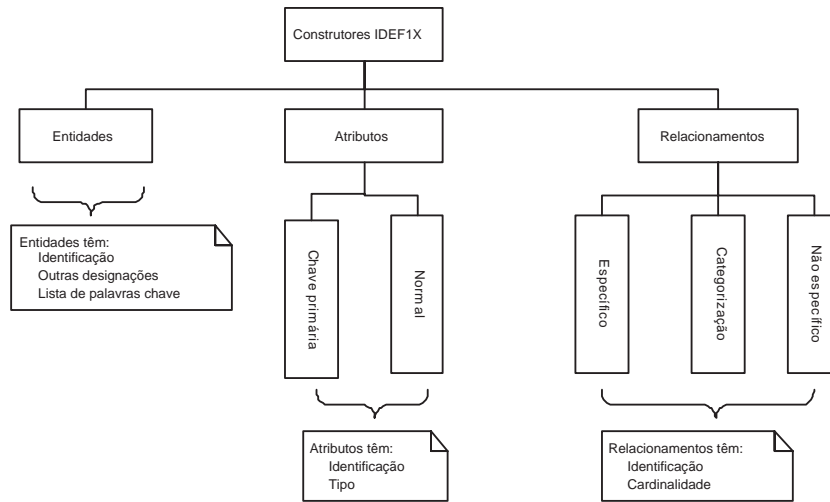


Figura 4.2: Construtores da ferramenta IDEF1X

Como se descreve no capítulo seguinte, algumas ferramentas gráficas (das quais faz parte a IEDF1X) foram objecto de especificação através do formalismo conhecido por gramática de atributos (Henriques, 1992; Wilhelm e Maurer, 1996; Crespo, 1998; Saraiva, 1999). Tal facto permitiu que, através de um mecanismo designado no formalismo por síntese de atributos, fossem detectadas várias características nos modelos que resultam da utilização das ferramentas. Conforme abaixo se descreve, estas características estão relacionadas com a estrutura do grafo e com a finalidade dos modelos.

Dado pretender-se neste projecto a possibilidade de utilização de várias ferramentas gráficas, tendo estas características que não são comuns a todas elas, houve necessidade de estabelecer um metamodelo que contempla três tipos de elementos: nodos, arcos e atributos. Como a cada um destes elementos podem estar associadas características que são diferentes de ferramenta para ferramenta (mesmo sendo construtores similares), considera-se que a cada elemento podem estar associadas características sob a forma *atributo x conjunto de valores*. Por exemplo, aos atributos podem estar associadas duas características: o tipo de atributo (que pode ser normal ou chave primária) e o tipo de valor armazenado (que pode ser, por exemplo, inteiro, real ou sequência de caracteres). Já relativamente aos relacionamentos estão associadas outras propriedades, nomeadamente a sua cardinalidade e o tipo de relacionamento (específico, não específico e de categorização).

Conforme abaixo se justifica, na descrição que se segue considerar-se-ão quatro tipo de *casos*: modelos, nodos, arcos e atributos. Foi, portanto, com base nestes elementos que se encontrou, através da formalização da ferramenta com gramática de atributos, o conjunto de características enunciado na tabela 4.5.

A modelação de dados com recurso à ferramenta IDEF1X irá ser aplicada às situações que se descrevem na secção A.3.1 e na tabela 4.8. Considera-se que as situações descritas em A.3.1 já fazem parte da memória de casos. A situação descrita na tabela 4.8 é a que irá ser resolvida através da aplicação de RBC.

<i>Caso</i>	Características
Modelo	Número de nodos Número de arcos Número de atributos Número de arcos por nodo Número de atributos por nodo Conjunto de outras designações/palavras-chave
Nodo	Número de atributos Atributos contidos Número de relacionamentos do nodo Conjunto de outras designações/palavras-chave Conjunto de nodos com que se relaciona Características do nodo
Arco	Nodos com que se relaciona Características do arco Conjuntos de outras designações/palavras-chave
Atributo	Elemento a que pertence Características do atributo Conjuntos de outras designações/palavras-chave

Tabela 4.5: Características dos *casos* da ferramenta IDEF1X

4.3.1 Casos e sua Estruturação

Como se referiu anteriormente, é, entre outras coisas, através dos *casos* que se armazena conhecimento num sistema RBC. Estes armazenam conhecimento relativo a situações que já surgiram (e que foram resolvidas) e que será utilizado na resolução de novos problemas. Deduz-se assim, que os *casos* representam um papel importante num sistema RBC.

O primeiro problema que tem que ser resolvido quando se está a utilizar um sistema de RBC diz respeito à dimensão dos *casos*. Se se definirem os *casos* demasiado abrangentes, poder-se-á incorrer no risco de estes não poderem constituir auxílio em tarefas de menor "dimensão". Porém, ao se optar pela situação no outro extremo (*casos* para situações de pequena dimensão), o proveito que se poderá obter é reduzido e origina um número elevado de *casos* na *memória de casos*. Entre as duas situações extremas podem existir pontos intermédios. Este aspecto na modelação através de IDEF1X pode sintetizar-se da seguinte forma:

- ***casos* de grande dimensão** - modelo completo de dados;
- ***casos* de pequena dimensão** - cada elemento do modelo de dados (atributo, relacionamento e entidade);

Em virtude de não existir um número elevado de situações intermédias (que levaria a que existisse um número elevado de *casos*) opta-se por *casos* dos dois tipos: modelo e construtores. Esta opção deve-se ao facto de poder ser útil o auxílio na especificação de construtores individualmente.

Identificados os *casos*, coloca-se de seguida o problema de decidir alguns aspectos relativos à sua constituição e representação. A este nível, deve ter-se em consideração:

- quais as componentes do *caso*;
- que tipo de conhecimento deve ser "codificado" num caso;
- quais os formalismos e métodos de representação de *casos*.

Pode-se inferir da descrição anterior que um *caso* deve ser constituído por vários elementos. Dois dos elementos são dedutíveis, nomeadamente um que enquadre o problema/situação e outro que defina a solução. Para além destes, Kolodner (Kolodner, 1993) propõe um terceiro, designadamente o elemento resultado, que define o originado após a solução ter sido proposta. Como cada um destes elementos é composto por vários itens, deixa-se para já em aberto a sua descrição detalhada.

Na caracterização de um caso devem ter-se alguns cuidados com o tipo de conhecimento que se lhes associa. De facto, se se associar pouco conhecimento incorre-se no risco de o *caso* ser descrito de forma pobre. Pode-se, porém, "pecar" por excesso, o que leva à existência de muito conhecimento e *quicá* à existência de conhecimento que não se utiliza. Não há nenhuma regra que defina qual a quantidade de conhecimento a incluir nos *casos*, porém são definidos para esta situação dois princípios orientadores:

- só incluir na descrição do problema as informações descritivas utilizadas para se atingir os objectivos;
- só incluir na descrição do problema as informações descritivas usadas para descrever *casos* do tipo em questão.

O último aspecto, formalismos e métodos, está relacionado com a forma "lógica" como os *casos* são representados. No domínio da IA existem vários formalismos, mas como a sua apresentação não é essencial para o bom entendimento deste capítulo, deixam-se referências onde esta temática está apresentada: (Shapiro, 1987; Coelho, 1995; Nilsson, 1998; Cawsey, 1998; Russel e Norvig, 2003; Costa e Simões, 2004)¹³. Relativamente a este aspecto, neste trabalho optou-se por armazenar os *casos* através de um mecanismo designado na bibliografia de IA de *enquadramento*, uma vez que já existia experiência na utilização do mesmo, designadamente em (Tomé, 1995).

Os enquadramentos foram criados por Minsky (Minsky, 1974, 1975) e constituem uma estrutura que permite armazenar conhecimento sobre situações estereotipadas. O conhecimento, que pode ser "dados" ou "procedimentos", é armazenado em cada enquadramento em *slots*. Embora não tenha sido proposto por Minsky, há autores que contextualizam a teoria dos enquadramentos com as hierarquias *é_um* (Shapiro, 1987), pelo que nesta situação o conjunto de enquadramentos forma uma rede em que pode haver herança de conhecimento entre os seus elementos. É pertinente referir-se que, dadas as características dos enquadramentos, estes são facilmente implementados numa linguagem de programação declarativa, como por exemplo Prolog¹⁴.

¹³Nilsson (Nilsson, 1998) trata esta temática em vários capítulos (págs. 215 a 343).

¹⁴Linguagem descrita em (Sterling e Shapiro, 1994; Bratko, 2000; Coelho e Cotta, 1988).

Retoma-se agora a descrição dos *casos*. Como se referiu anteriormente, um *caso* é constituído por vários elementos, designadamente por: problema/situação, solução e resultado. O elemento que descreve o problema/situação, estabelece o enquadramento para o problema e a solução materializa, entre outras coisas, a proposta de resolução do problema. Por seu turno, o resultado estabelece, por exemplo, o que aconteceu com o teste da solução proposta.

A caracterização do problema é realizada a vários níveis, nomeadamente, através dos objectivos, das restrições e das características do problema. Nos objectivos, definem-se quais os fins que se pretendem atingir, enquanto que as características expressam informação descritiva relevante para aqueles se concretizarem. As limitações existentes à obtenção dos objectivos definem-se através do elemento restrições. Considere-se, por exemplo, que se quer definir o nodo (entidade) cliente que está representado na figura 4.3. Nesta situação, o objectivo é: *definir um nodo*; as características são: possuir oito atributos; e outras designações/palavras-chave as palavras cliente e pessoa.

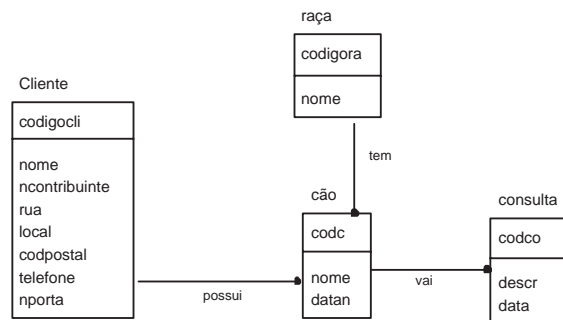


Figura 4.3: Modelo de dados da situação descrita na tabela A.8

Conforme foi referido anteriormente, outro elemento constituinte do *caso* é a solução. O elemento solução materializa a proposta feita para resolver o problema em causa. À semelhança do que acontece para o elemento problema/situação, a solução é constituída por vários itens, nomeadamente pela solução propriamente dita, pelo conjunto de raciocínios estabelecidos, pelo conjunto de justificações para a solução, pelas soluções aceitáveis não escolhidas, pelas soluções não aceitáveis e ainda pelas expectativas para a solução. Cada um destes elementos tem, naturalmente, funções específicas.

O item solução consiste, como o nome indica, na proposta feita para resolver o problema em causa. O conjunto de raciocínios estabelecidos constitui a lista de inferências realizada para conseguir a solução. As justificações têm como finalidade fornecer orientações para eventuais adaptações. A inclusão de soluções alternativas justifica-se pelo facto de estas poderem vir a ser úteis quando um *caso* for lembrado.

O último elemento referenciado na composição do objecto *caso* é o *resultado*. O elemento *resultado* descreve a avaliação feita à solução. Este elemento incorpora vários itens, nomeadamente: o resultado propriamente dito, se o resultado correspondeu ou não às expectativas, se foi um resultado com sucesso ou não, a explicação para a violação das

expectativas, a estratégia de correcção, o que podia ser feito para corrigir o problema e uma referência para a próxima tentativa de resolução.

Considerados os elementos constituintes dos *casos* anteriormente descritos, a sintaxe da ferramenta IDEF1X (ilustrada na figura 4.2) e as características derivadas da formalização da mesma através da gramática de atributos, está-se agora em condições de descrever a composição dos casos, recorrendo-se para o efeito de enquadramentos. Faz-se a referida caracterização para o modelo de dados ilustrado na figura 4.3. Note-se porém que, por razões de simplicidade, apresenta-se apenas um exemplo de cada tipo (a numeração dos casos encontra-se descrita em A.3.2).

caso(caso1, ident: cliente, tipo_caso: nodo, características: entidade, natributos: 8, nrels: 1, conj_des: {cliente, pessoa}, contém: {2,3,4,5,6,7,8,9}, relaciona-se-com: 10)	caso(caso2, ident: codigocli, tipo_caso: atributo, características: { tipo de atributo= chave primária, tipo de valor=inteiro}, pertence : 1, conj_des: {código})	caso(caso14, ident: rel1, tipo_caso: arco, características: { cardinalidade : de 1 para m, tipo_rel : específico}, relaciona: {1,10}, conj_des: {possui})
--	--	--

Tabela 4.6: Alguns *casos* do modelo ilustrado na figura 4.3¹⁵

Um aspecto importante em RBC é a indexação dos *casos*, uma vez que são os índices que irão permitir lembrar os mesmos. Relativamente a este aspecto, conforme se justifica na secção 4.3.2.4, decidiu-se adoptar como índices algumas das características associadas aos *casos* que foram descobertas através da síntese de atributos do formalismo gramática de atributos.

Conforme já se referiu, neste projecto decidiu-se utilizar o modelo de estruturação da memória de casos designado EMOPS, pelo facto deste ser de fácil interpretação e implementação. Este modelo caracteriza-se por organizar os *casos* à volta de episódios. Estes contêm normas e índices. Todas as características comuns a todos os *casos* são explicitadas através de normas. Os índices correspondem a características que diferenciam os *casos* que estão à volta de um episódio, pelo que, nessa medida são os índices que fazem as ligações dos episódios aos casos. Por exemplo, conforme se ilustra na figura 4.4, o episódio 1 tem como norma que as características dos *casos* acessíveis através deste são entidades. Um dos índices que está associado ao episódio, o mais à esquerda na figura, referencia o caso 1. Conforme se ilustra na figura, o caso 1 distingue-se dos outros (que são acessíveis através deste episódio), porque possui nas outras designações/palavras-chave as palavras: cliente e pessoa.

¹⁵O conjunto de *casos* encontra-se descrito em em anexo nas tabelas A.12 e A.13.

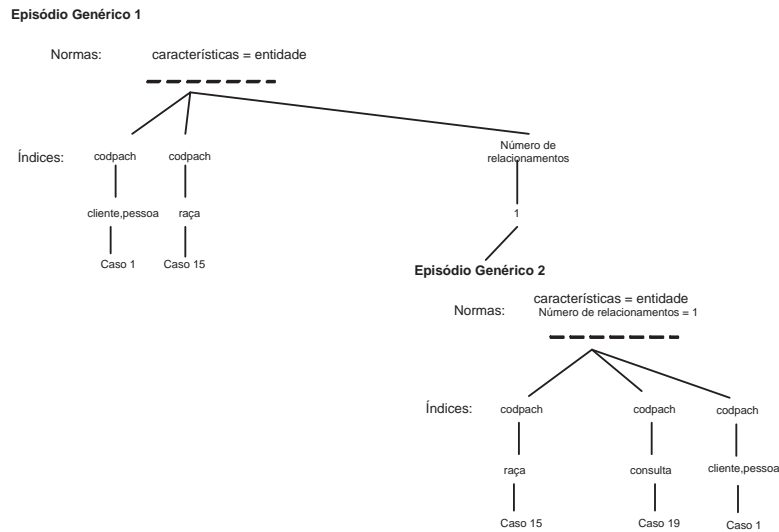


Figura 4.4: Parte dos EMOPS para o modelo de dados ilustrado na figura 4.3

4.3.2 Ciclo dos 4 Rs

Conforme já se referiu, o ciclo dos 4 Rs (ilustrado na figura 4.5) foi criado por Aamodt e Plaza (Aamodt e Plaza, 1994) e caracteriza-se por possuir quatro etapas, a saber: recolha, reutilização, revisão e retenção. Para além destas quatro etapas, existe um quinto elemento constituído pela memória de casos e pelo conhecimento específico do domínio.

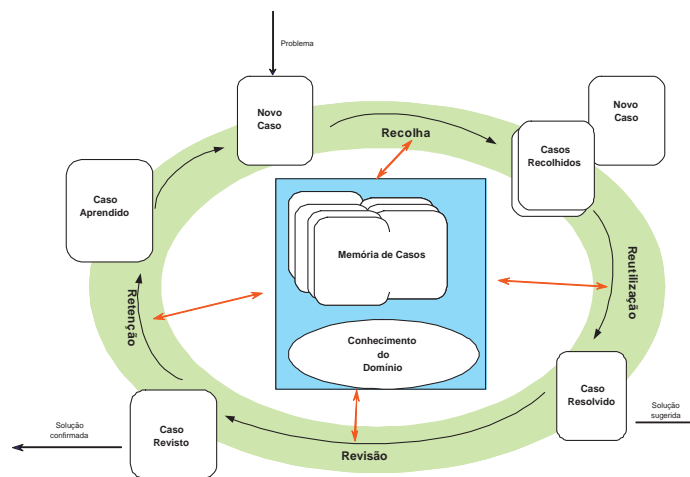


Figura 4.5: Ciclo dos 4 Rs¹⁶

Analisando-se o ciclo dos 4 Rs sob um ponto de vista operacional, conforme se descreve o algoritmo na tabela 4.7, pode-se afirmar que as entradas para o processo são o conjunto de casos (C), o conhecimento específico do domínio (K) e o problema (P). O processo

¹⁶Adaptado de (Aamodt e Plaza, 1994).

começa por recolher de C os *casos* cujo problema é semelhante a P . Após a recolha dos *casos*, adapta-se a solução de um ou mais *casos* recolhidos de forma a que a nova solução se adequa ao problema. A solução gerada é depois avaliada para se determinar se esta se ajusta ao problema em causa. Caso esta não se ajuste, a solução dos *casos* recolhidos volta a ser adaptada e avaliada até que a solução se ajuste. Após se obter uma solução que satisfaça o problema em causa, armazena-se o novo *caso* na memória de *casos*.

<p>Dados</p> <ul style="list-style-type: none"> - um conjunto de <i>casos</i> C (memória de <i>casos</i>) - conhecimento geral K (opcional) e um problema P por resolver <p>Determinar</p> <ul style="list-style-type: none"> - uma solução S para P, usando K e elementos adaptados de C, C_i; transformar $S+P$ num novo caso de C <ol style="list-style-type: none"> 1. Recolher Caso(s) de C semelhantes a P 2. Repetir <ol style="list-style-type: none"> 2.1 - Reutilizar os <i>casos</i> recolhido(s) C_i produzindo uma solução S'; 2.2 - Rever S' gerando S até satisfeito 3. Reter $S+P$, um caso novo, em C
--

Tabela 4.7: Algoritmo do ciclo dos 4Rs¹⁷

De uma forma geral, pode-se afirmar que o que é realizado em cada uma das tarefas é o que se descreveu no parágrafo anterior. Porém, para cada uma das etapas foi proposta a realização de tarefas específicas e, em alguns casos, o recurso a técnicas específicas (como por exemplo para a indexação dos *casos*). Com o objectivo de se detalhar cada uma das etapas, apresenta-se seguidamente nas secções 4.3.2.1 a 4.3.2.4, uma explanação das mesmas, utilizando-se como meio auxiliar o problema que se especifica na tabela 4.9 para o modelo de dados ilustrado na figura 4.6.

O clube de vídeo V & V pretende construir um sistema que lhe permita registar, consultar, remover e alterar dados sobre cassetes, clientes e respectivas facturas.

Tabela 4.8: Situação 5

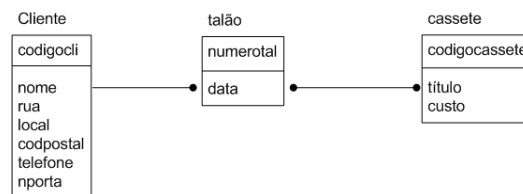


Figura 4.6: Modelo de dados para a situação descrita na tabela 4.8

¹⁷Adaptado de (Costa, 2000; Costa e Simões, 2004).

<p>Problema: especificação de modelo</p> <p>Características:</p> <p>Número de nodos: 3</p> <p>Número de arcos: 2</p> <p>Número de atributos: 12</p> <p>Entidade 1 número de arcos: 1</p> <p>Entidade 1 número de atributos: 7</p> <p>Entidade 1 conjunto de outras designações/palavras-chave: {cliente, pessoa}</p> <p>Entidade 2 número de arcos: 2</p> <p>Entidade 2 número de atributos: 2</p> <p>Entidade 2 conjunto de outras designações/palavras-chave: {talão, factura, recibo}</p> <p>Entidade 3 número de arcos: 1</p> <p>Entidade 3 número de atributos: 3</p> <p>Entidade 3 conjunto de outras designações/palavras-chave: {cassete, produto}</p>
--

Tabela 4.9: Especificação do problema do modelo de dados ilustrado na figura 4.6

4.3.2.1 Recolha de Casos

A recolha tem por objectivo escolher os *casos* existentes na memória de casos cuja solução se julga adequada a um determinado problema/situação. Esta etapa inicia-se com a descrição do problema/situação (que pode ser parcial) e finaliza-se com o encontrar de um ou mais casos que se julgam adequados para o problema em causa. Após a especificação do problema/situação, são efectuadas várias tarefas, designadamente: identificação das características relevantes do problema, pesquisa, comparação inicial e selecção.

A tarefa de identificação das características relevantes tem como objectivo identificar um conjunto de descritores pertinentes para o problema em causa. Esta tarefa pode ser implementada de forma simples considerando-se que as características são os elementos que descrevem o problema ou, então, derivando-as dos elementos que descrevem o problema. Relativamente a este aspecto, neste trabalho decidiu-se adoptar uma estratégia mista. Assim, considera-se que algumas das características são os elementos do problema, nomeadamente o número de nodos, o número de arcos e o número de atributos e o conjunto de outras designações/palavras-chave. Porém outras são derivadas da descrição do problema. Fazem parte deste último grupo de características:

- o número de nodos com x arcos, sendo x variável,
- o número de nodos com y atributos, sendo y variável.

A razão desta opção deve-se ao facto de se constatar que, embora seja mais vantajoso descrever um *caso* do tipo modelo da forma ilustrada na tabela 4.5, torna-se mais útil indexá-lo pela topologia do grafo. Nessa medida, como se pode constatar na tabela 4.10, fazem parte do conjunto de características relevantes onze elementos.

A actividade de pesquisa irá, com base nas características relevantes (utilizando-as como índices), seleccionar o conjunto de *casos* que se considera ter uma solução próxima do problema em causa. Para este efeito são sugeridos por Aamodt e Plaza três processos diferentes: seguir directamente os índices, pesquisar numa estrutura de índices e pesquisar num modelo de conhecimento.

Dado ter-se optado, conforme já se referiu na secção 4.3.1, por estruturar os *casos* de acordo com o modelo dos EMOPS, o que se faz nesta tarefa é seguir a estrutura de

Característica	Valor
Número de nodos	3
Número de arcos	2
Número de atributos	13
Número de nodos com 1 arcos	2
Número de nodos com 2 arcos	1
Número de nodos com 7 atributos	1
Número de nodos com 3 atributos	1
Número de nodos com 2 atributos	1
Conjuntos de outras designações de nodos / palavras-chave de nodos	{cliente, pessoa} {talão, factura, recibo} {cassete, produto}

Tabela 4.10: Características do modelo ilustrado na figura 4.6

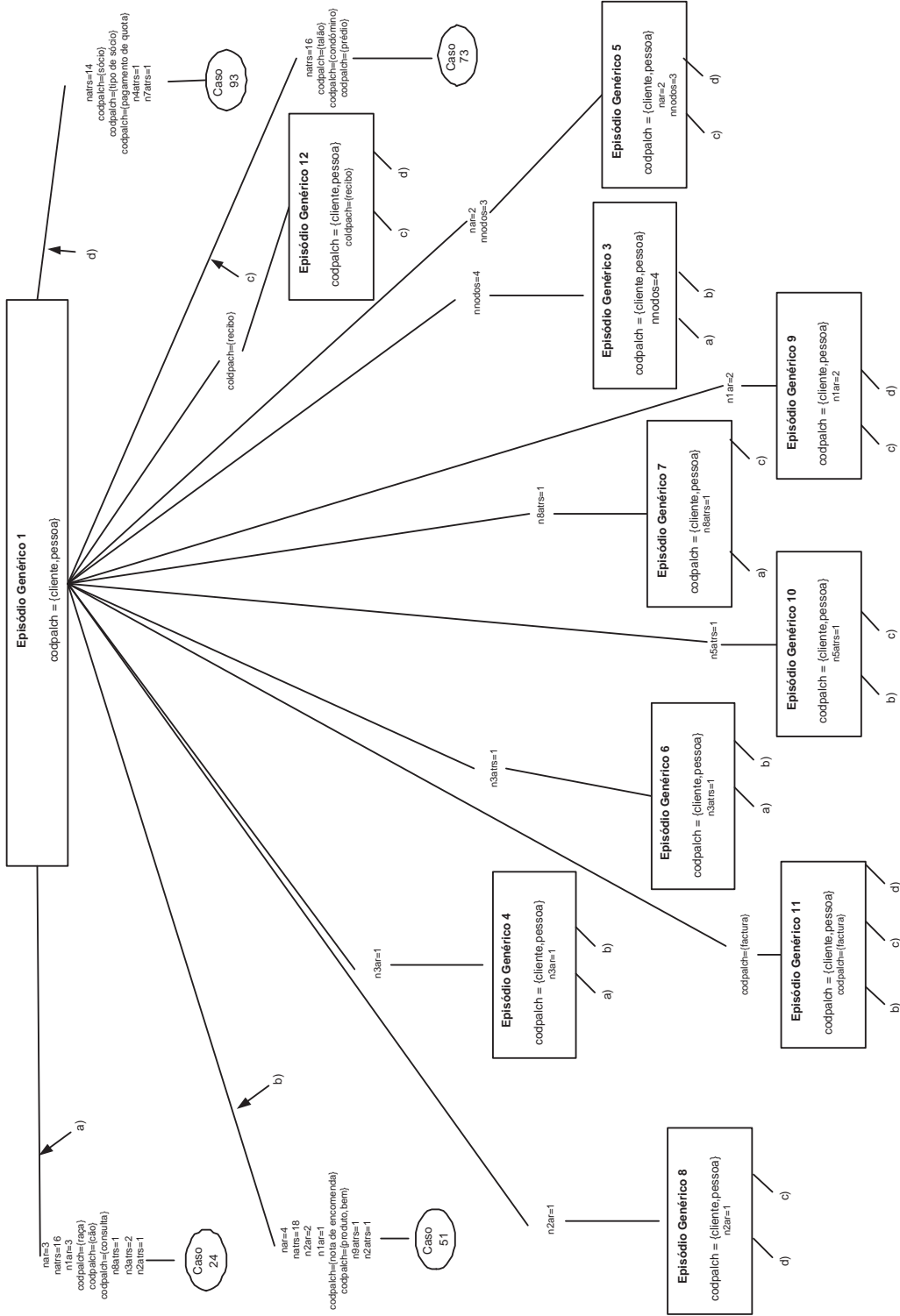
episódios (segunda alternativa) e, desta forma, sempre que as características do problema se enquadrem com as normas e com um índice, o *caso* que está acessível através deste último passa a fazer parte do conjunto de *casos* elegíveis. Para o problema que se está a resolver, tendo em consideração a estrutura da memória de casos ilustrada na figura 4.7 e as características relevantes descritas na tabela 4.10, é possível encontrar, conforme se descreve na tabela 4.11, quatro casos.

Caso	Motivo
24	Norma de Episódio 1: Conjunto de outras designações/palavras-chave: {cliente,pessoa} Índice: Número de nodos com 2 atributos:1
51	Normas de Episódio 11: Conjunto de outras designações palavras-chave : {cliente, pessoa }, {factura} Índice: {produto}
73	Normas de Episódio 1: Conjunto de outras designações palavras-chave : {cliente,pessoa} Índice: {talão}
93	Normas de Episódio 9: Conjunto de outras designações palavras-chave : {cliente,pessoa} Número de nodos com 2 arcos:1 Índice: Número de nodos com 7 atributos:1

Tabela 4.11: Casos seleccionados para o problema descrito na figura 4.9

Na tarefa de selecção escolhe-se, entre os casos seleccionados na tarefa anterior, o caso que se julga mais adequado ao problema/situação que se está a tentar resolver. Nesta tarefa, utiliza-se uma métrica¹⁸ (elemento que anteriormente foi referido como "possuidor" de conhecimento) para assim se determinar qual deve ser o *caso* a escolher.

¹⁸Alguns processos de recolha aplicam a métrica durante o processo (Watson e Marir, 1994; Patterson *et al.*, 2002, 2003).



Legenda: n x ars - nodos com x atributos; n x ars - nodos com x arcos;

Figura 4.7: Parte da estrutura de memória para os casos 24, 51, 73, 93

De forma geral, pode-se afirmar que uma métrica permite estabelecer um valor para cada *caso* e depois, em função destes, escolher-se o *caso* que se considere mais adequado. Relativamente a este aspecto, decidiu-se considerar, conforme se ilustra na expressão 4.2, que os factores relacionados com a estrutura do modelo (designadamente para o número de arcos, número de atributos, número de nodos com x arcos e o número de nodos com y atributos) têm, se forem iguais, um peso de 10. Por outro lado, o factor relacionado com o conteúdo, isto é, as outras designações/palavras-chave, tem um peso de 15. Utilizam-se estes valores por se considerar que as características relativas à semântica do modelo são mais importantes que as relativas à sintaxe. Para as situações, os pesos evoluem desde o máximo e tendem para zero à medida que os valores dos factores se afastam. Conforme se pode constatar da análise da tabela 4.12, o resultado de aplicação da métrica dita que se deve escolher o *caso* com o número 73.

$$S(c, p) = \frac{10}{|Nn_p - Nn_c| + 1} + \frac{10}{|Na_p - Na_c| + 1} + \frac{10}{|Nat_p - Nat_c| + 1} + \quad (4.2)$$

$$+ \sum_{i=1}^{n_1} \frac{10}{|Nnrpc_i - Nnrcc_i| + 1} + \sum_{j=1}^{n_2} \frac{10}{|Nnatpc_j - Nnatcc_j| + 1} + \sum_{k=1}^{n_3} 15 * \frac{W_k}{|W_k - \min(Npc_k, Npp_k)| + 1}$$

sendo:

Nn_p - número de nodos do problema; Nn_c - número de nodos do caso; Na_p - número de arcos do problema; Na_c - número de arcos do caso; Nat_p - número de atributos do problema; Nat_c - número de atributos do caso; n_1 - número de nodos com número de arcos diferente; $Nnrpc_i$ - número de nodos do problema com n arcos; $Nnrcc_i$ - número de nodos do caso com n arcos; n_2 - número de nodos com número de atributos diferente; $Nnatpc_j$ - número de nodos do problema com n atributos; $Nnatcc_j$ - número de nodos do caso com n atributos; n_3 - Número de conjuntos de outras designações/palavras-chave; W_k - Número de palavras iguais; Npc_k - Número de palavras do problema; Npp_k - Número de palavras do caso;

Caso	Métrica	a)	b)	c)	d)	e)	f)	g)	h)	i)	j)
24	76,7	4	3	18	0	2	0	2	1	30	
51	87,8	4	4	17	2	1	0	0	2	52,5	
73	140	3	2	12	1	2	0	1	0	75	
93	115	3	2	14	1	2	1	1	0	45	

Legenda: a) - número de nodos; b) - número de arcos; c) - número de atributos; d) - número de nodos com 2 arcos; e) - número de nodos com 1 arco; f) - número de nodos com 7 atributos; g) - número de nodos com 3 atributos; h) - número de nodos com 7 atributos; g) - número de nodos com 2 atributos; i) - Outras desigs/Palavras-chave

Tabela 4.12: Aplicação da métrica aos casos explicitados na tabela 4.11

4.3.2.2 Reutilização

O objectivo da reutilização é fazer com que o *caso* obtido na tarefa de recolha se ajuste ao problema/situação que se está a resolver. Como o problema/situação que se está a resolver pode não ser exactamente igual ao do *caso* que foi "recolhido", é necessário ter em consideração dois aspectos:

- as diferenças entre o *caso* recolhido e o *caso* actual;
- quais as partes do *caso* recolhido que devem ser transferidas para o novo *caso*.

Será com base nas diferenças entre os *casos* que se irá proceder a adaptações na solução, enquanto que as partes iguais serão objecto de cópia. Nessa medida, pode-se afirmar que na etapa de reutilização, existem duas tarefas, nomeadamente cópia e adaptação.

A tarefa da cópia é responsável pela transferência de elementos comuns aos dois *casos* para o novo *caso*. No problema que vem sendo utilizado como exemplo, esta tarefa não ocorre, uma vez que não há elementos iguais.

A adaptação visa transformar a solução recolhida, de forma a torná-la adequada ao problema. Existem vários métodos para efectuar adaptações. Aamodt e Plaza referenciam dois tipos de métodos de adaptação, designadamente métodos de derivação e métodos de transformação. Os métodos de derivação caracterizam-se por utilizar o conhecimento relativo à forma como o *caso* foi resolvido para tentar arranjar uma nova solução reins-tanciando o problema, enquanto que os métodos de transformação modificam a solução encontrada tendo por base as diferenças verificadas. Este último tipo de métodos é dependente de conhecimento específico do domínio em que o RBC está a ser aplicado.

Tipo de Caso	Tipos de adaptações
Modelo	Apagar os nodos que não tenham outras designações/palavras-chave nas descrições do problema, se o número de nodos do caso escolhido for superior ao do problema
Nodos	Apagar os atributos sobre os quais não tenham sido referidos palavras-chave se o número de atributos do caso escolhido for superior ao do problema

Tabela 4.13: Políticas de adaptação

Relativamente a esta última temática, tipo de métodos de adaptação, é pertinente referir-se que o facto de se pretender definir uma ferramenta que se adapte à utilização de várias ferramentas de modelação (conforme se explica no capítulo seguinte), torna difícil a definição de métodos de adaptação que à partida funcionem para todas elas. Nessa medida, decidiu-se adoptar neste projecto por um método de transformação que opere de forma "restrita" ao nível dos tipos de casos. Foram definidos, conforme se descreve na tabela 4.13, métodos de adaptação para dois tipos de caso, designadamente para os modelos e para os nodos. Esta opção deve-se ao facto de nestes dois tipos de casos ser possível "operar" sobre alguns dos elementos que os constituem (pelo facto de serem constituídos por vários elementos), o mesmo não acontecendo com os atributos e com os arcos dado já estarem num nível de abstracção baixo. Nessa medida, a adaptação que é possível fazer à solução do *caso* número 73 será apagar o nodo prédio e o arco que lhe está associado, pelo que resulta o modelo que se ilustra na figura 4.8.

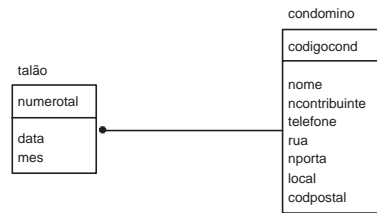


Figura 4.8: Modelo de dados adaptado

4.3.2.3 Revisão

A terceira fase do modelo dos 4 Rs, a revisão, ocorre em virtude da solução proposta na fase de reutilização poder não estar correcta, sendo portanto necessário que se "avaliar" se esta se ajusta ou não ao problema. Como consequência da referida avaliação, é possível realizar aprendizagem, uma vez que se aprende com erros cometidos, tornando assim possível que no futuro o mesmo erro não ocorra.

À semelhança do que acontece com as fases anteriormente descritas, para esta fase são propostas várias tarefas, designadamente:

- avaliação da solução proposta;
- reparação dos erros.

Estas duas tarefas estão intimamente relacionadas com dois momentos que têm que existir na etapa de revisão. O primeiro momento desta fase diz respeito à avaliação real da solução encontrada. De facto, nesta altura é necessário saber-se se a solução encontrada serve ou não as expectativas do problema. O segundo momento é uma consequência do primeiro, isto é, se a solução proposta não corresponde às expectativas do problema, os erros cometidos terão que ser reparados.

Na tarefa de avaliação, verifica-se se a solução está ou não correcta (se a solução estiver correcta, a tarefa de reparação dos erros não é efectuada) podendo esta ser feita de duas formas: pergunta a um perito ou teste real. No exemplo que vem sendo utilizado não se pode testar de forma efectiva se o modelo satisfaz ou não as exigências do problema. Como tal, tem que se perguntar ao utilizador se o modelo está de acordo com as suas pretensões. Em face do modelo apresentado na figura 4.8, o utilizador responde que este não se ajusta às suas pretensões, em virtude de, entre outras razões, não contemplar o número de entidades necessárias. A tarefa seguinte será a reparação de erros.

Na tarefa de reparação de erros, corrigem-se os erros e geram-se explicações para os mesmos. A implementação destes dois processos para a modelação de dados com a ferramenta IDEF1X é de difícil concretização, uma vez que, o estabelecimento de regras que ditem como é que se corrige todo o tipo de erros é uma tarefa demasiado ambiciosa. Nessa medida, utilizou-se a estratégia de deixar o utilizador realizar as correcções. Como consequência, o utilizador, conforme se ilustra na figura 4.9, apaga um dos atributos

(atributo número de contribuinte), modifica algumas das identificações de elementos e adiciona um nodo e um arco. São, no entanto, armazenados dados acerca das modificações que o utilizador efectuar ao modelo.

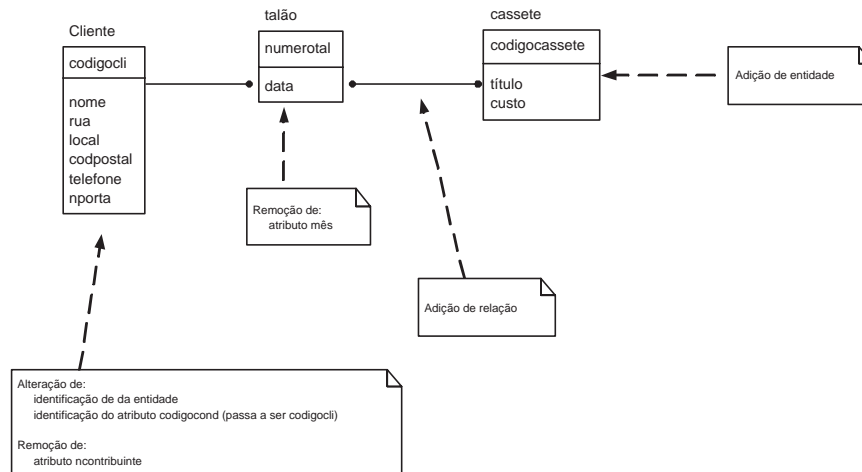


Figura 4.9: Modelo de dados corrigido para a situação descrita na tabela 4.8

4.3.2.4 Retenção

A retenção, a quarta e última etapa do modelo dos 4 Rs, tem como objectivo armazenar o conhecimento gerado na resolução do problema, de forma a que este possa ser posteriormente utilizado para a resolução de outros problemas. Nesta etapa, tem que se decidir qual o conhecimento a reter (e de que forma), como é que se vão indexar os *casos* e como é que estes se vão integrar na estrutura existente. Para tratar cada um destes aspectos, Aamodt e Plaza definiram três tarefas, designadamente a extracção, a indexação e a integração.

A tarefa de extracção é responsável pela selecção do conjunto de conhecimento que irá ser armazenado. Conforme seria de esperar, são elementos "naturais" do referido conjunto os descritores relevantes e a solução do problema. Porém, para além destes, podem ser também seleccionados elementos que caracterizem a explicação ou outra forma de justificação do porquê da solução. O resultado da tarefa de avaliação da etapa de revisão, nomeadamente o conhecimento que caracterize a falha da solução proposta na referida etapa pode constituir outro elemento do conjunto. A aplicação destes princípios ao exemplo que se está a utilizar resulta na extracção dos seguintes elementos:

- a solução;
- a informação relativa à falha da solução proposta;
- a informação recolhida na intervenção do utilizador.

A segunda tarefa do passo de *retenção* é a indexação que, conforme a designação indica, é responsável pela associação de índices aos casos. Conforme já foi referido, um índice é

uma etiqueta de um *caso* que irá permitir em situações futuras que este seja lembrado, pelo que, nessa medida constituem um elemento importante em RBC (Kolodner, 1993; Aamodt e Plaza, 1994; Watson e Marir, 1994; Patterson *et al.*, 2003)¹⁹. Encontram-se descritas na bibliografia de RBC algumas recomendações sobre a escolha de índices, nomeadamente Watson e Marir (Watson e Marir, 1994)²⁰ e Bento (Bento, 1996) defendem que aqueles devem:

- ser preditores;
- contemplar a finalidade para a qual o caso será utilizado;
- ser suficientemente abstractos, para serem utilizados num largo espectro;
- ser concretos, para serem reconhecidos no futuro.

Dada a importância que os índices assumem no RBC, vários autores têm desenvolvido métodos para determinar como é que os *casos* devem ser indexados. Por exemplo, Watson e Marir (Watson e Marir, 1994) fazem referência a cinco métodos diferentes, que indexam:

- por características e dimensões que são preditores no domínio;
- por diferenças entre o novo *caso* e os existentes;
- baseados em semelhanças e em explicações;
- através de métodos indutivos;
- só baseados em explicações²¹.

Relativamente a este aspecto, neste trabalho decidiu-se, por razões de simplicidade, utilizar o primeiro método referido, isto é o método que se baseia nas características do problema para fazer a indexação, pelo que resulta assim que os índices para o exemplo que se está a utilizar são os que se enumeram na primeira coluna da tabela 4.10.

A última tarefa da retenção é, conforme atrás se referiu, a integração. De forma geral, pode-se afirmar que esta tarefa visa colocar o *caso* na memória de casos. Como já se referiu, neste trabalho optou-se pelo modelo dos EMOPS para estruturar a memória de casos, pelo que o primeiro passo desta tarefa é determinar o episódio sobre o qual o caso irá ser indexado. A pesquisa do episódio visa determinar todos os episódios onde as normas se ajustam ao *caso* (para o exemplo em que se está a utilizar serão os episódios 1, 5, 6, 8, 9, 11, 12). O passo seguinte será indexar o *caso* em função das características que não estão contempladas nas normas. Se para um determinado índice já estiver associado um *caso*, cria-se um novo episódio (esta situação ocorre, por exemplo, no episódio 8 para o índice $n=1$). Nesta tarefa ocorre aprendizagem dado, conforme se descreveu anteriormente, ocorrerem alterações nos índices. Após o *caso* estar indexado na memória de casos nos episódios referidos anteriormente a tarefa de retenção fica concluída bem como o ciclo RBC.

¹⁹Kolodner (Kolodner, 1993) trata esta temática em dois capítulos.

²⁰Estes autores referem que as recomendações pertencem a (Birnbaum e Collings, 1989) e (Hammond, 1989).

²¹Método descrito em (Minton *et al.*, 1990).

4.4 Domínios de Utilização do RBC

Pode-se inferir da bibliografia sobre RBC (como por exemplo (Kolodner, 1993; Aamodt e Plaza, 1994; Allen, 1994; Mantáras e Plaza, 1997; Watson, 1996; Thompson, 1997; Watson, 1997; Kaiserslauten, 2003)) que este tem sido utilizado com sucesso em vários exemplos práticos. Conforme se ilustra na figura 4.10, a utilização de sistemas RBC abrange uma vasta área temática.

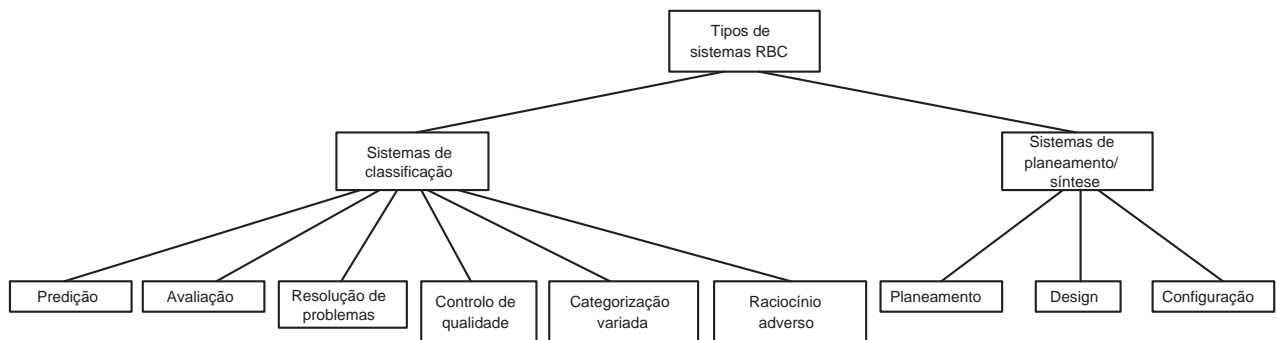


Figura 4.10: Classificação dos sistemas RBC²²

Os sistemas desenvolvidos para cada uma destas áreas são, por sua vez, de dois tipos. Um primeiro tipo agrega os sistemas desenvolvidos especificamente para o fim a que se destinam. É neste tipo, por exemplo, que se encontra o sistema desenvolvido neste projecto. No segundo tipo, encontram-se os produtos que visam a definição de um núcleo que pode ser utilizado em vários domínios. Este último tipo é vulgarmente designado de concha RBC. Um exemplo deste último tipo é o produto referenciado em (Tec:inno, 1999). Na página da Internet da Universidade de Kaiserslauten (Kaiserslauten, 2003) são contabilizados para o primeiro tipo quarenta e quatro elementos, enquanto que para o segundo são contabilizados trinta.

Conforme se referiu no capítulo 1, o sistema concebido neste projecto enquadra-se no tipo de sistemas designado no domínio do RBC por design. Nesta secção não se pretende fazer um levantamento exaustivo dos sistemas RBC desenvolvidos, uma vez que tal não seria relevante para o trabalho. Pretende-se simplesmente descrever alguns dos sistemas mais conhecidos e referenciar alguns trabalhos que se enquadram na classe de design.

Relativamente a sistemas RBC na área deste projecto, pode-se afirmar que não foi encontrada referência a nenhum trabalho. Foram, no entanto, encontradas algumas referências a trabalhos que têm alguns pontos em comum, nomeadamente os trabalhos de Plaza e Arcos (Plaza e Arcos, 1999, 2000), Althoff et al. (Althoff *et al.*, 1999) e Gomes et al. (Gomes *et al.*, 2002, 2003a,b).

²²Adaptado de (Althoff *et al.*, 1995).

O trabalho de Plaza e Arcos (Plaza e Arcos, 1999, 2000) visa também recorrer de princípios orientados à arquitectura na construção de sistemas RBC. No entanto, este trabalho situa-se na área das arquitecturas de software descritas no capítulo 3, pelo que se encontra num nível mais específico.

O trabalho de Althoff et al. (Althoff *et al.*, 1999) num projecto designado *Experience Factory*²³ visa incentivar a reutilização de código, através da utilização de RBC, na construção de software.

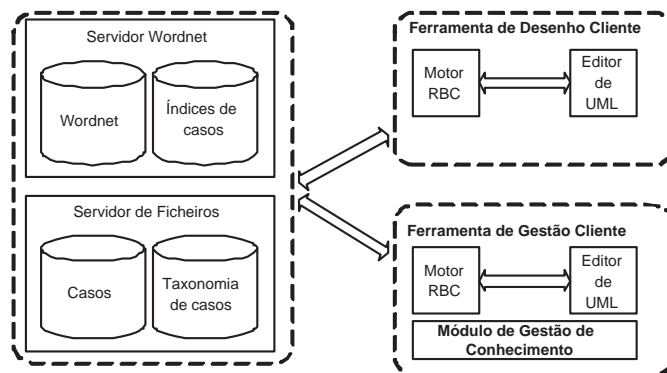


Figura 4.11: Estrutura da ferramenta REBUILDER²⁴

O último trabalho referido é o de Gomes et al. (Gomes *et al.*, 2002, 2003a,b). Este trabalho visa também incentivar a reutilização de código na construção de software. Para o efeito, permite que sejam utilizadas especificações feitas em UML (Cooperation, 1997) anteriormente realizadas. Como resultado dos trabalhos atrás referidos, foi proposto pelos autores uma ferramenta CASE designada de REBUILDER, cuja estrutura se ilustra na figura 4.11. A referida estrutura serviu de elemento inspirador para o sistema implementado neste projecto.

A utilização de uma estrutura idêntica à definida no REBUILDER deve-se ao facto de neste projecto se utilizarem também ferramentas de modelação. Uma das ferramentas que poderá ser utilizada é o UML, sendo porém diferente o nível da sua utilização. No REBUILDER é utilizado UML num nível mais baixo - ao nível do aplicado na especificação de software, enquanto que neste projecto se usa UML num nível de abstracção elevado, em virtude de ser adoptado ao nível da arquitectura de sistemas.

4.5 Síntese

Neste capítulo, caracterizou-se o RBC, definindo-se os princípios básicos que o orientam. Foram apresentados dois modelos funcionais, vulgarmente designados na bibliografia do domínio por ciclos RBC, nomeadamente o ciclo proposto por Kolodner (Kolodner, 1993) e o ciclo proposto por Aamodt e Plaza (Aamodt e Plaza, 1994).

²³Este projecto tem publicado vários relatórios técnicos disponível em (IESE, 2003).

²⁴Adaptado de (Gomes *et al.*, 2002).

Após a apresentação dos elementos principais do RBC, foram caracterizados de forma mais aprofundada os elementos utilizados no âmbito deste projecto. A referida caracterização iniciou-se na secção 4.3.1 com a descrição da estrutura dos *casos* e do modelo de memória utilizada para organizar os mesmos. Nas secções 4.3.2.1 a 4.3.2.4, foram apresentados os elementos funcionais do RBC do modelo adoptado para este projecto. Tanto na secção 4.3.1 como nas secções 4.3.2.1 a 4.3.2.4 foi escolhido uma ferramenta utilizada no domínio dos SIs para modelação de dados, para se demonstrar aspectos relativos ao RBC.

Na secção 4.4, foram enunciados alguns exemplos de utilização do RBC. Nesta secção, foi dada particular ênfase à descrição de trabalhos que podem ter algum interesse para o domínio deste projecto.

5 Modelo de Desenvolvimento de Arquitecturas de Sistemas de Informação

Descrevem-se ao longo deste capítulo as fases e etapas do MODASI. Caracteriza-se também a forma como as diversas etapas se relacionam. Para além da referida caracterização, é apresentado o suporte que o RBC dá à aplicação do modelo.

Na secção 5.1, faz-se uma breve resenha dos aspectos revistos nos capítulos 2, 3 e 4. O modelo de desenvolvimento de ASIs é descrito na secção 5.2 e, na secção 5.3, descreve-se o suporte dado pelo RBC. Finaliza-se o capítulo, na secção 5.4, com uma síntese do mesmo.

5.1 Introdução

Nos capítulos 2, 3 e 4 foram apresentados de forma sistematizada conceitos e métodos dos domínios SI, arquitectura e RBC, respectivamente. É com base no estudo que se fez dos conceitos e métodos que se apresenta o trabalho desenvolvido, isto é, o modelo de desenvolvimento de ASIs. Antes de se apresentar o modelo, elabora-se uma síntese dos aspectos relevantes no desenvolvimento do mesmo assim como de outros que possam estar relacionados com a sua utilização.

No capítulo 2, foram analisadas as interpretações do conceito SI, os métodos e ferramentas utilizadas na função SI bem como formas de caracterizar os SIs. Foi com base na análise das interpretações do conceito SI que se identificaram os aspectos relevantes de um SI. Através do estudo dos métodos, tentou-se encontrar a resposta para a definição do processo de desenvolvimento de uma ASI. A análise de várias ferramentas visou encontrar um metamodelo que permitisse enquadrá-las, permitindo, desta forma, a sua utilização no âmbito do desenvolvimento de uma ASI. Por fim, através do estudo de sistemas de clas-

sificação, pretendeu-se encontrar uma forma de distinguir SIs de maneira a que a tarefa de pesquisa de uma ASI previamente definida seja selectiva.

Conforme se ilustra no anexo A.1.1, foram analisadas sessenta e nove interpretações do conceito SI em busca dos seus aspectos relevantes. Foi possível constatar que, na generalidade, são referenciados nas várias interpretações deste conceito os seguintes elementos: dados, processos, pessoas e TIs. Relativamente a esta análise, é pertinente afirmar-se que os três primeiros aspectos se encontram na maioria das interpretações analisadas. Ressalta, porém, nas diversas interpretações que as TIs são encaradas como possuidoras de papéis diferentes.

Com efeito, na concepção de SI em sentido lato, considera-se que as TIs são um recurso em que, eventualmente, existem subsistemas (os vulgarmente designados por SIBC) que têm objectivos idênticos à do próprio SI. Por outro lado, a concepção de SI em sentido restrito, a conceptualização como SIBC, pressupõe que as TIs estão inerentes ao SI, na medida em que o mesmo não é passível de implementação sem as primeiras.

Conforme já se referiu, relativamente à problemática da definição do conceito SI, este trabalho não pretende contribuir com uma nova proposta de definição. Assume-se que, no âmbito deste projecto, se considera SI em sentido lato, uma vez que tal permitirá uma maior abrangência do mesmo. Recorda-se que, em oposição a esta opção, considerar SI em sentido restrito equivaleria a orientar o trabalho para áreas próximas das arquitectura de software.

Como resultado da postura atrás justificada, as TIs são encaradas neste trabalho como um recurso dos SIs, isto é, funcionam como adjuvantes dos SIs (postura idêntica à de Wolsttenhome et al. (Wolstenholme *et al.*, 1993)). Partilha-se também da convicção que, cada vez mais, as TIs estão presentes nos SIs (Amaral, 1994), no entanto, não se defende que exista sempre necessidade da sua presença.

Após a análise dos conceitos referidos no parágrafo anterior, seguiu-se, no capítulo 2, o estudo de métodos utilizados na função SI, tendo sido estudados nomeadamente métodos utilizados no PSI e no DSI. Resultou do estudo a conclusão que não existe neste âmbito concordância no que concerne à forma como o processo deve evoluir, uma vez que os métodos prevêem:

- 1) - identificação/caracterização dos processos seguida das entidades de dados;
- 2) - identificação/caracterização das entidades de dados seguida dos processos;
- 3) - situação 1) e 2);
- 4) - situação 1) e para métodos da abordagem orientada aos objectos;
- 5) - situação 2) e para métodos da abordagem orientada aos objectos;
- 6) - situação 3) e para métodos da abordagem orientada aos objectos.

Conclui-se que só as situações 3) e 6) é que abarcam um número reduzido de utilizações, enquanto que as restantes coexistem não sendo de desprezar a sua relevância no conjunto de métodos estudados.

Após o estudo de métodos, foram analisadas ferramentas utilizadas naqueles, nomeadamente para especificar as entidades de dados, os processos, as pessoas e as TIs. Foi possível constatar que existem dois tipos de ferramentas, designadamente textuais e gráficas. O primeiro tipo de ferramentas envolve normalmente a especificação da designação do elemento a definir, enquanto que as ferramentas gráficas permitem representações sobre a forma de diagramas.

O último elemento em estudo no capítulo 2 (especificamente na secção 2.5) diz respeito à definição de uma forma de diferenciar SIs. Tendo-se em consideração a definição de SI adoptada, foram identificadas várias características, nomeadamente relacionadas com o contexto em que o SI se insere e com o tipo de recursos que utiliza. Embora não se tenha adoptado nenhuma proposta em particular, teve-se em conta que as características consideradas derivam:

- do tipo de departamento ou unidade organizacional em que o SI está inserido;
- do nível de suporte das TIs;
- da era a que os SIBCs pertencem;
- do tipo de SIBCs que o SI utiliza.

Outro capítulo importante na enunciação de conceitos e na derivação de conhecimento foi o capítulo 3. Neste capítulo, foram apresentados conceitos, métodos e referenciais (de diversos domínios) relativos a arquitectura. Foram analisadas quarenta e nove definições de arquitectura e foi possível concluir que na maioria delas:

- a descrição arquitectural de um sistema revela a estrutura do mesmo;
- a preocupação da arquitectura centra-se nas várias componentes e suas relações (globalidade);
- a descrição arquitectural constitui uma concepção de alto nível.

Relativamente aos métodos e referenciais apresentados no capítulo 3, pode-se concluir que é preocupação basilar destes a definição dos elementos que devem ser identificados na descrição arquitectural. Não existe, porém, nos diversos domínios em que os referenciais e métodos se aplicam, consenso no que concerne à adopção de um conjunto comum de elementos a descrever.

No último dos capítulos anteriormente referenciados (capítulo 4), foram apresentados conceitos e técnicas do domínio do RBC. Foram abordados nomeadamente o conceito de *caso* e sua composição, o modelo de estruturar a memória de casos e o modelo funcional que se vai utilizar. Neste capítulo, foram ainda revelados alguns aspectos relativos à implementação da ferramenta de RBC concebida neste projecto, designadamente no que diz respeito a aspectos relacionados com ferramentas de modelação gráficas.

5.2 MODASI - Modelo de Desenvolvimento de Arquitecturas de Sistemas de Informação

Apresentadas as várias conclusões que se obtiveram do estudo efectuado em diversos níveis, interessa ressaltar agora um aspecto considerado crucial para este trabalho, nomeadamente a definição de ASI, uma vez que esta constitui o elemento nuclear deste trabalho.

Após as conclusões que se retiraram da análise de definições (designadamente de SI e arquitectura), e da perspectiva que se adopta relativamente a SI, entende-se que uma ASI:

- é uma concepção de alto nível de um SI;
- revela a sua estrutura ;
- deve potenciar uma visão global do SI.

Considerando-se ASI como uma concepção de alto nível, esta não deve revelar aspectos detalhados de carácter técnico. Isto é, numa ASI não são revelados aspectos que derivem da necessidade do domínio de conhecimento técnico específico para descrição dos elementos em causa. Por exemplo, ao nível dos dados, o modelo de dados que se apresente numa ASI não contempla aspectos que estejam envolvidos com o domínio da teoria relacionada com as formas normais (primeira, segunda, terceira forma).

Tendo em consideração que é uma concepção de alto nível, uma ASI deve revelar qual a estrutura do SI, nomeadamente explicitando quais são os elementos que a constituem e a forma como estes interagem. Ressalta da asserção, a necessidade premente de se identificarem os elementos de um SI. Relembra-se que a referida identificação foi efectuada na secção 2.2, e resultou na identificação dos seguintes elementos dos SIs: dados, processos, pessoas e TIs.

O terceiro item caracterizador de uma ASI, nomeadamente potenciar um visão global do SI, surge na sequência dos dois itens anteriores que o sustentam. Entende-se que uma ASI deve potenciar uma visão geral das suas componentes, isto é, deve revelar quais são as suas componentes de forma global e explicitar como é que elas interagem. Este aspecto deve ser conciliado com o primeiro item descrito, isto é, a ASI deve ser uma concepção de alto nível e não revelar aspectos detalhados de carácter técnico.

No capítulo 3, referiu-se que, relativamente aos elementos que serão alvo de descrição numa ASI, o referencial de Zachman-Sowa (Zachman e Sowa, 1992) é o que melhor se ajustava aos propósitos deste trabalho. Defendeu-se também que, dada a amplitude de ferramentas existentes no domínio SI, a conciliação do referencial de Zachman-Sowa com a recomendação do IEEE 1471 (IEEE, 2000) flexibilizaria a descrição das ASIs.

Resta, porém, definir de que forma é que o referencial de Zachman-Sowa será utilizado neste projecto de forma a contemplar os aspectos que se consideram relevantes num SI. Relembra-se que este referencial tem uma estrutura matricial, permitindo nas linhas

endereçar perspectivas de diferentes pessoas com interesse no SI. As colunas visam a especificação dos diversos aspectos, isto é vistas, de um SI. As perspectivas contempladas no referencial Zachman-Sowa permitem a representação de âmbito, modelo organizacional, modelo do sistema, modelo tecnológico e modelo de detalhe, enquanto que as vistas permitem endereçar os aspectos motivações, dados, processos, pessoas, rede e tempo. Seguidamente, por razões de simplicidade, sempre que se referir uma célula da matriz, esta far-se-á da seguinte forma (*perspectiva,vista*).

Analisado o referencial de Zachman-Sowa e tendo em consideração as características que acima se reportaram às descrições arquitecturais, entende-se que a representação da perspectiva do modelo organizacional é uma "candidata natural" a fazer parte dos elementos a contemplar numa ASI, essencialmente na elaboração da caracterização de alguns aspectos, nomeadamente dos dados, processos e pessoas. Com efeito, da análise do referencial conclui-se que o nível das descrições propostas nesta perspectiva envolve um baixo nível de detalhe. Por exemplo, a descrição dos dados é feito através de diagramas ER em que se especifica o nome das entidades e os atributos sem recurso a técnicas como, por exemplo, a normalização (Bruce, 1992).

Conforme foi descrito no capítulo 3, cada perspectiva do referencial deve ser "preenchida" tendo-se em consideração seis vistas, a saber: dados, processos, pessoas, rede, tempo e motivações. Destas seis vistas, três já estão enunciadas como elementos importantes de um SI. Interessa agora analisar se há ou não conveniência em contemplar mais alguma das vistas propostas por Zachman e Sowa.

Relativamente à vista rede proposta no referencial, analisadas as razões enunciadas por Zachman e Sowa para a sua inclusão e a natureza dos elementos que constituem os SIs, considera-se que esta pode ser uma mais-valia na descrição de ASIs. É expectável que os processos de uma organização que "lidam" com dados/informação sejam executados em diversos locais da mesma, pelo que a sua caracterização enriquece a descrição da ASI. O mesmo acontece com as TIs, designadamente com as aplicações informáticas e com os repositórios de dados. De facto, uma aplicação é executada em determinados computadores e um repositório de dados encontra-se armazenado num ou mais computadores. A identificação destes computadores é um aspecto importante quando se descrevem as TIs a utilizar no SI.

O referencial contempla também a vista tempo. Relativamente a esta vista, dado esta não revelar nenhum aspecto da estrutura dos SIs na forma como se conceptualiza neste trabalho, considera-se que a mesma não deve ser considerada. Esta decisão não revela, porém, qualquer desprezo pela mesma vista. Em futuras evoluções deste trabalho o enquadramento da mesma poderá ser um dos aspectos a ter em conta.

Finalmente, falta abordar a vista motivações do referencial de Zachman e Sowa. Embora os objectivos expressos nesta vista sejam um elemento interessante, estes não são propriamente um elemento integrante da estrutura de um SI. De facto, os objectivos para um determinado sistema não fazem parte do mesmo. Sendo assim, numa primeira análise, poder-se-ia pensar que este elemento poderia ser dispensado. No entanto, a sua inclusão no modelo poderá trazer benefícios aos fins que se pretendem obter. A justificação desta decisão será fundamentada mais abaixo, realçando-se neste momento que a vista motivações será incluída no MODASI.

Falta neste momento enquadrar as TIs no referencial de Zachman-Sowa. Conforme se pode constatar na figura ??, ilustrada na secção 3.3.25, os autores do referencial consideram que o hardware, o software e as redes de comunicação devem ser descritas na célula (*modelo tecnológico, rede*)¹. Recordar-se a este propósito que está subjacente ao referencial a concepção de SI em sentido restrito.

Como já foi referido anteriormente, neste trabalho considera-se que as TIs podem ser ou não um recurso dos SIs, embora se acredite que estas são cada vez mais uma presença obrigatória. Conforme se referiu no capítulo 2 (nomeadamente na secção 2.2), existem vários tipos de TIs, designadamente, hardware e software. Fazem parte do primeiro tipo elementos como computadores pessoais, servidores, impressoras e outros dispositivos, enquanto que as aplicações utilizadas nos vários processos de negócio (como por exemplo, de apoio à facturação) e outras de suporte (como por exemplo, os sistemas operativos e os motores de base de dados) fazem parte do segundo tipo.

Assim, existe a necessidade de se descreverem as TIs em duas das vistas, designadamente na de processos e na de rede. No entanto, verifica-se também que é uma preocupação nas organizações a forma como as diversas entidades de dados se "distribuem" pelas várias bases de dados com suporte tecnológico (Inmon, 1992). Assim, a descrição dos repositórios de dados² deve estar presente no momento de descrição das TIs.

Dada a natureza das TIs referida nos parágrafos anteriores e a eventualidade destas serem ou não descritas numa ASI, considera-se que deve haver uma perspectiva do referencial para a descrição das mesmas. Acresce a estes factos a constatação de que, para cada um dos aspectos acima referidos da perspectiva que envolve a descrição do modelo organizacional, existem TIs associadas. Para além disso, considera-se também, que à semelhança do que acontece com os outros elementos considerados essenciais a descrever numa ASI, a descrição das TIs deve ser feita de forma uniforme pelas várias vistas da perspectiva.

O referencial de Zachman-Sowa contempla uma perspectiva que permite a descrição do modelo tecnológico. É nesta que se descrevem os servidores e computadores pessoais e respectivas ligações da rede de comunicações. Como tal, considera-se que esta perspectiva deve ser utilizada para descrever as TIs.

No entanto, dado que o modelo tecnológico não contempla as descrições que se pretendem, uma vez que não são, por exemplo, contempladas nesta linha descrições das aplicações que se utilizam no SI, é necessário proceder a alguns ajustes na finalidade das vistas deste modelo.

Continua-se a considerar que a célula (*modelo tecnológico, rede*) tem como finalidade a descrição dos equipamentos informáticos (como por exemplo, servidores, equipamentos terminais e impressoras) e respectivas ligações na rede de comunicações.

Relativamente à célula (*modelo tecnológico, dados*) defende-se que se deve descrever nesta os repositórios de dados uma vez que estes são os elementos das TIs que permitem efectuar armazenamento dos mesmos. Nesta medida, esta célula permitirá descrever

¹Porém, Cook (Cook, 1996) referencia que as tecnologias devem ser descritas em toda a vista rede.

²Adopta-se esta designação para todos os meios que registam dados, sejam estas bases de dados com suporte de um sistema de gestão de bases dados ou simplesmente ficheiros.

os repositórios em que são armazenados dados em formato electrónico na organização. Relativamente à finalidade desta célula, é pertinente referir-se que este é um aspecto importante, porque, nas organizações, às vezes a mesma identidade de dados é armazenada em mais do que um repositório, o que origina problemas de incongruência entre repositórios diferentes.

As aplicações são, conforme se referiu anteriormente, outro elemento das TIs utilizado para suportar processos organizacionais. Nessa medida, tendo por base os princípios que anteriormente se advogaram para o mapeamento das TIs às várias vistas do modelo tecnológico, crê-se que a célula relativa aos processos deve ser o elemento onde as aplicações devem ser descritas. É pertinente referir relativamente a este aspecto que, dado considerar-se SI em sentido lato, é expectável que numa organização se utilize mais do que uma aplicação.

Como já foi referido, na célula (*modelo tecnológico, rede*) definem-se quais são os equipamentos informáticos utilizados e qual a estrutura de comunicações que serve de suporte à comunicação entre aqueles. Nessa medida, são aqui referenciados quais os computadores pessoais, terminais, servidores, equipamentos de rede (como sejam *routers* e *switchs*) e as ligações de rede.

Apresentados os elementos do referencial de Zachman-Sowa a utilizar, é agora altura de se estabelecer a ligação destes mesmos elementos com o objectivo do trabalho. Relembra-se que o objectivo deste trabalho é:

elaborar um modelo de desenvolvimento de ASIs que permita, através de técnicas apropriadas, retirar partido de experiência adquirida.

Da análise deste objectivo pode-se concluir que, dado o vasto leque de organizações e consequentes SIs, se não existir algo que:

- faça o enquadramento da organização/SI, e
- que permita estabelecer diferenças entre SIs,

o que se pretende atingir será de difícil concretização, pelo que é necessário que se encontrem elementos que permitam implementar os aspectos acima reportados.

Em face dos elementos estudados, foi possível encontrar dois elementos que podem contribuir para a solução do problema. O enquadramento da organização/SI pode ser feito com recurso a um elemento do referencial de Zachman-Sowa, enquanto que as características que permitem diferenciar SIs foram encontradas na bibliografia do domínio SI.

O primeiro elemento, enquadramento da organização/SI, pode ser realizado com recurso à perspectiva âmbito do referencial de Zachman-Sowa. Esta perspectiva foi proposta por Zachman e Sowa com a finalidade desta estabelecer de forma geral um conjunto de aspectos - os elementos que a compõem. Estes autores chegam mesmo a referenciar que deve ser preenchida na perspectiva de alguém que vê o sistema com algum distanciamento. Para além deste facto, duas das vistas são propostas com a finalidade de permitir enquadrar também a organização. A primeira destas é a célula (*âmbito, rede*) em que, na opinião

dos autores, devem ser identificados os locais onde a organização opera. A segunda é a célula (*âmbito, pessoas*) onde se especificam as organizações ou outras entidades com as quais a organização se relaciona.

Relativamente ao elemento que permita diferenciar SIs, a proposta que se encontrou advém do domínio SI. De forma resumida, consideram-se características dos SIs:

- o departamento em que este se enquadra;
- o estágio de crescimento relativamente à adopção das TIs em que o SI se encontra;
- a era a que os SIBCs pertencem;
- os tipos de SIBCs que utiliza.






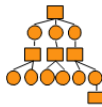

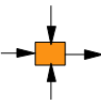

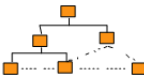
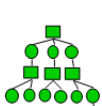

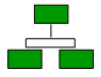
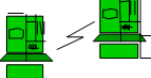

	Motivação <i>Porquê</i>	Dados <i>O quê</i>	Processos <i>Como</i>	Rede <i>Onde</i>	Pessoas <i>Quem</i>
Âmbito	Lista de Objectivos 	O que é importante para o negócio 	Lista de Processos de negócio 	Lista de Locais onde opera o negócio 	Lista de Organizações importantes para o negócio 
Modelo Organizacional	Lista de Objectivos 	Modelo Semântico 	Modelo de Processos de Negócio 	Sistema de logística do negócio 	Modelo de Fluxos 
Modelo Tecnológico	Lista de Objectivos 	Repositórios de Dados 	Aplicações 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipamentos=Hardware+Telecomunicação • Alocação de aplicações a Servidores/Clientes • Alocação das BDs aos servidores 	Utilizadores do SI 

Figura 5.1: O referencial MODASI

Em suma, o referencial de desenvolvimento de ASIs, ilustrado na figura 5.1, baseia-se na proposta de Zachman e Sowa, contemplando três das suas cinco perspectivas e cinco das suas seis vistas. As duas primeiras perspectivas são utilizadas com a mesma finalidade proposta pelos seus autores. A perspectiva que permite definir o modelo tecnológico sofreu algumas alterações, relativamente à finalidade de algumas das células.

Identificados os elementos a descrever numa ASI, resta agora caracterizar o seu processo de desenvolvimento. Por questões relativas à organização desta tese, decidiu-se efectuar a referida descrição numa secção específica, designadamente na secção seguinte.

5.2.1 Processo de Desenvolvimento de uma ASI

Apresentados e justificados os elementos que devem fazer parte de uma ASI, interessa agora caracterizar o processo de desenvolvimento da mesma. Antes de se caracterizar o processo propriamente dito, é necessário tecerem-se mais algumas considerações relativamente a alguns aspectos, nomeadamente referentes aos conceitos de método e modelo e à composição de um SI, uma vez que estes estão relacionados com a descrição que se segue.

No capítulo 2, especificamente na secção 2.4, definiram-se, entre outros, os conceitos de método e modelo. Conforme já se referiu, neste projecto decidiu-se pela concepção de um modelo, uma vez que se considera que assim se poderá tornar o processo de desenvolvimento de ASIs mais flexível. Lembra-se que, na secção 2.4, se referiram algumas críticas relativamente à rigidez dos métodos.

No entanto, decidiu-se adoptar neste trabalho dois construtores associados aos métodos, nomeadamente fase e etapa. A razão desta opção está relacionada com a organização do modelo, isto é, considera-se que se o modelo for organizado tendo em consideração estes dois elementos, a sua utilização será beneficiada.

Neste trabalho, considera-se que uma fase corresponde a um determinado estágio de aplicação do modelo em que a definição dos elementos da ASI é realizada de acordo com a mesma perspectiva. Nessa medida, uma fase irá corresponder à definição de uma linha do referencial MODASI ilustrado na figura 5.1, uma vez que a preocupação que serve de base ao preenchimento de cada linha é sempre a mesma. De facto, para a primeira linha surge a preocupação com a definição, de forma geral, do enquadramento da organização/SI. Na segunda linha, definem-se os aspectos nucleares do SI. Por fim, na linha do modelo tecnológico, a preocupação diz respeito à definição das TIs utilizadas no SI.

Refira-se que uma fase se decompõe vulgarmente em várias etapas, considerando-se uma etapa o passo de aplicação do modelo em que objecto de definição está bem focalizado. Nessa medida, uma etapa corresponde à definição de uma célula do referencial MODASI.

Resumindo, o modelo de definição de uma ASI proposto neste projecto poderá ser constituído por três fases, correspondendo estas à definição das três linhas do referencial proposto na figura 5.1. Cada fase, por sua vez, divide-se em cinco etapas, considerando-se estas a definição de cada célula da linha em causa.

Falta, neste momento, abordar o segundo aspecto mencionado no início da secção, nomeadamente a constituição de um SI. Relativamente à constituição de um SI, é pertinente referir-se que, embora seja cada vez mais inevitável recorrer-se às TIs (conforme se referiu na secção 5.1), pode acontecer que, em determinados casos, não se utilizem este tipo de recursos (mais uma vez faz sentido referir-se que neste trabalho se considera SI em sentido lato).

Assim, o modelo que se propõe neste trabalho prevê duas hipóteses:

- a primeira com duas fases;
- a segunda com três fases.

A primeira hipótese utiliza-se em situações em que o SI não utiliza as TIs, enquanto que a segunda faz a utilização do recurso TIs.

Enunciadas as questões basilares relativas ao processo, faz agora sentido proceder à sua descrição. A referida apresentação irá ser realizada e, em simultâneo, justificadas as opções que se tomaram relativamente à ordem dos elementos envolvidos no processo.

Recorda-se que a fase correspondente à definição do âmbito visa definir o enquadramento da organização/SI. Por outro lado, a fase correspondente ao modelo organizacional tem por objectivo definir as entidades de dados, os processos e as pessoas que estão envolvidas no SI. Por fim, a fase correspondente ao modelo tecnológico tem por objectivo a definição dos recursos tecnológicos utilizados no SI.

Com base no que anteriormente se explanou, considera-se que a primeira fase a definir deve ser a correspondente à linha do âmbito. Conforme já se referiu, esta fase permite realizar o enquadramento da organização/SI, pelo que, nessa medida, deve ser a primeira tarefa a ser executada.

Primeiro do que tudo, há que ter noção do ambiente do SI e só a partir daí se deve especificar com mais detalhe os elementos da ASI. Para além disso, esta primeira fase irá permitir, com a aplicação de RBC, encontrar ASIs anteriormente desenvolvidas semelhantes à que se pretende definir. Refira-se que este último aspecto será abordado mais abaixo, deixando-se para já esta questão em aberto.

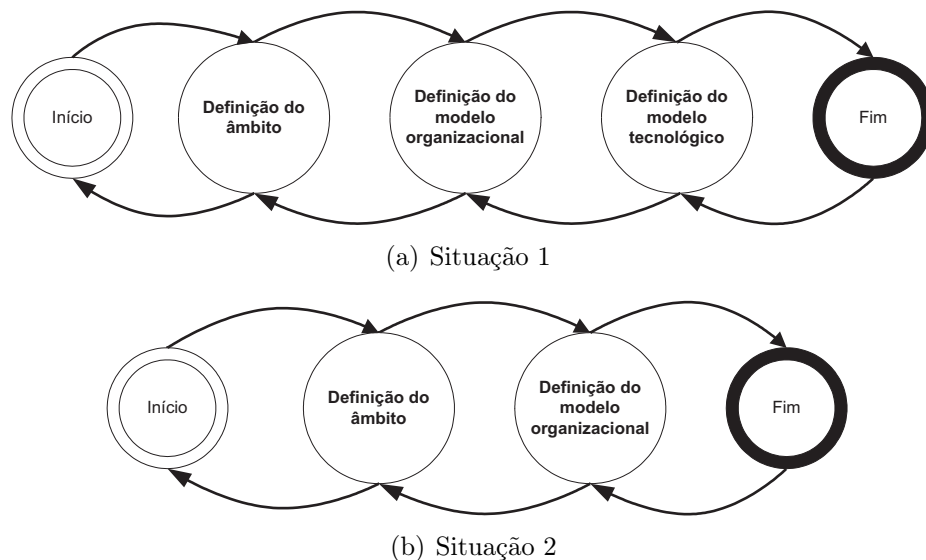


Figura 5.2: Fases do MODASI

Após ser especificada a fase correspondente à perspectiva que define o âmbito, restam duas fases para definir. Considera-se que após efectuação da fase atrás referida, a fase seguinte deve corresponder à definição da linha relativa ao modelo organizacional, uma vez que esta constitui o "núcleo" da ASI. Acresce a esta razão o facto da fase correspondente à definição da perspectiva do modelo tecnológico ser opcional.

Resulta da explanação que anteriormente se fez que a última fase a ser efectuada é a que corresponde à definição do modelo tecnológico. Nesta última fase, definem-se quais são as TIs a utilizar. Esta opção pode ser justificada pelo facto de que só após a percepção dos processos e dados do SI (núcleo) é que faz sentido definir quais os recursos a utilizar para suportar os mesmos.

Resumindo, o modelo desenvolvido, ilustrado na figura 5.2, prevê duas situações, uma em que se definem a três fases (parte a) da figura) e a outra em que se definem só duas fases (parte b) da figura). Para as duas situações, o processo começa com a fase correspondente à linha de âmbito, seguindo-se a fase em que se define o modelo organizacional. Na primeira situação, o processo continua para a fase de definição do modelo tecnológico, enquanto que na segunda o processo se dá por terminado.

Na figura 5.2, ilustra-se um aspecto que não foi relatado aquando da sequenciação das fases, designadamente a existência de retrocessos. No modelo, prevê-se que possam existir retrocessos, isto é, pode acontecer que numa determinada fase se volte à fase imediatamente anterior com o objectivo de corrigir alguma situação numa ou mais etapas já definidas.

Caracterizada a forma como evolui a descrição das fases, resta agora caracterizar o processo em cada fase. Conforme já se referiu anteriormente, cada fase é constituída por cinco etapas, nomeadamente as correspondentes às vistas de dados, processos, rede, pessoas e motivações.

Antes de se apresentar o processo de descrição de cada fase, é pertinente referir-se que este pode evoluir de forma distinta em fases diferentes, por exemplo, na fase correspondente à definição do âmbito, o processo pode evoluir de uma forma e na fase seguinte pode evoluir diferentemente.

Analizados os objectivos de cada vista e os do projecto, considera-se que a primeira etapa a realizar em cada fase deve ser a correspondente às motivações. Defende-se esta opção pelo facto dos elementos da referida vista permitirem enquadrar a fase e, como abaixo se justifica, como se visa aplicar RBC à definição de fases, estes serão um meio auxiliar desta situação. Assim, a definição das motivações da fase permitirá caracterizar de forma geral a mesma, e, desta forma, poder-se-ão encontrar descrições de fases com semelhanças à que se pretende definir.

Falta agora estabelecer-se a ordem para as restantes quatro vistas. Conforme se referiu na secção 2.4, os aspectos que mais comumente são alvo de modelação nos métodos utilizados na função SI são os dados e os processos. Os aspectos relacionados com as vistas pessoas e rede, embora não sendo descurados, não são encarados da mesma forma que os dois aspectos já referidos.

Nessa medida, considera-se que deve suceder à definição da vista motivações a definição das vistas dados e processos. Coloca-se, porém, o problema de se decidir qual das duas vistas deve ser definida em primeiro lugar. Conforme se concluiu na secção 2.4, não existe consenso nos vários métodos relativamente a esta questão. Assim sendo, defende-se que

o modelo deve prever duas possibilidades, nomeadamente:

- vistas de dados seguido de vista de processos;
- vista de processos seguido de vistas de dados,

ficando ao critério do utilizador a opção por uma das duas possibilidades em função das suas preferências.

Analisados os objectivos das vistas rede e pessoas bem como as relações que estabelecem com as restantes vistas, chegou-se à conclusão que a primeira, nomeadamente a vista rede, revela relações de dependência com a vista de processos. Esta vista define, por exemplo, onde é que os processos da linha do modelo organizacional são executados. Nessa medida, defende-se que a vista rede seja especificada logo após a vista de dados e processos.

Em face ao exposto nos parágrafos anteriores, conclui-se que a vista pessoas é a última a ser especificada. Esta opção não significa, no entanto, que esta vista tenha menor relevância que as anteriores. É pertinente afirmar-se que cada vez mais a opinião e a motivação das pessoas que integram o SI é muito importante. Por exemplo, no caso dos SIs recorrerem a TIs, são várias as organizações que tiveram experiências menos bem sucedidas pelo facto das Tis não corresponderem às expectativas das pessoas que têm que colaborar nos vários processos.

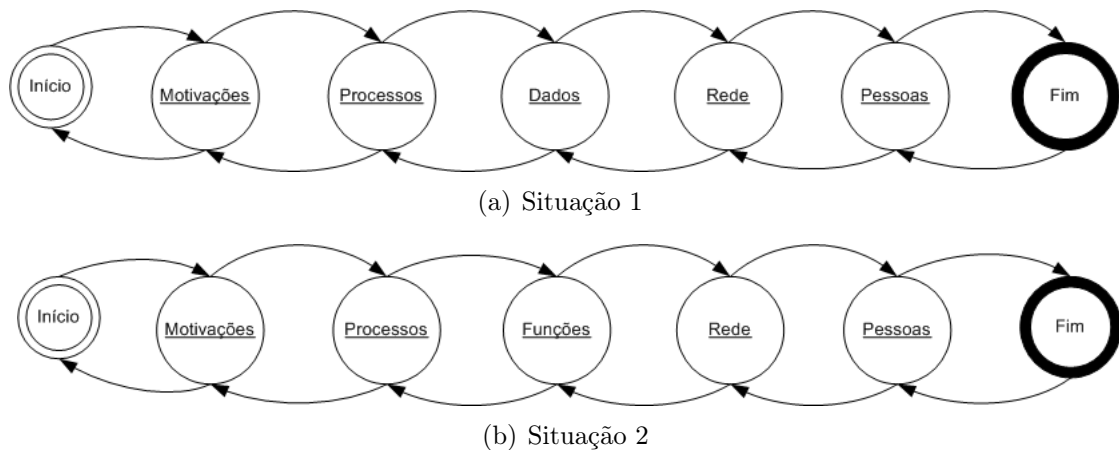


Figura 5.3: Ordem das etapas

Resumindo, defende-se neste trabalho que a ordem das etapas, ilustrada na figura 5.3, deve ser a seguinte:

- 1º vista motivações;
- 2º vista de dados ou processos;
- 3º vista de processos se na etapa anterior foi descrita a vista de dados, caso contrário vista de dados;
- 4º vista de rede;
- 5º vista pessoas;

A opção relativamente à situação de se realizar primeiro a vista de dados ou a vista de processos cabe ao utilizador do modelo. Defende-se também que a ordem de definição das etapas é independente de fase para fase, isto é, numa fase pode-se optar por uma determinada ordem e na seguinte já não se optar pela mesma.

5.2.2 Relações entre Elementos das Etapas

Foi referido no capítulo 3 que a descrição arquitectural de um sistema revela a sua estrutura, sendo aí representados os vários elementos. Foi também referido que a descrição arquitectural resulta numa concepção global do sistema, pelo que, para além dos elementos que compõem a sua estrutura, é importante ter em conta as relações que os mesmos elementos mantêm entre si .

Conforme se pode verificar nas secções 3.3.1 a 3.3.25, são pouco significativas as propostas que contemplam de forma explícita esta temática (especificamente apenas uma). Por esta razão, decidiu-se neste trabalho propor um conjunto de relações.

As relações que se propõem, ilustradas na figura 5.4, resultaram da identificação que os diversos elementos entrevistados efectuaram (tarefa caracterizada na secção 6.3). Neste processo solicitou-se a cada elemento que, tendo em conta uma perspectiva "funcional", procedesse à indicação das relações que os itens do referencial manteriam entre si. Como auxílio, indicou-se que fossem seguidas as seguintes estratégias:

- considerarem-se pares de células da mesma vista;
- considerarem-se pares de células da mesma perspectiva.

Assim, com base na primeira estratégia, foram identificados os seguintes tipos de relações: *decomposição*, *derivação* e *armazenado em*. Conforme se pode verificar na figura 5.4, só foram identificadas relações para as vistas motivações, dados e processos. Não se constatou que existissem relações entre os elementos das vistas rede e pessoas.

Na vista motivações, considera-se que os objectivos de fase para fase mantêm uma relação de *decomposição*, isto é, os objectivos da primeira fase são genéricos, enquanto que os da segunda já são mais específicos e resultam da *decomposição* dos primeiros. Os objectivos da fase correspondente à definição do modelo tecnológico, embora relacionados com as TIs, são mais específicos e derivam dos objectivos da fase correspondente ao modelo organizacional.

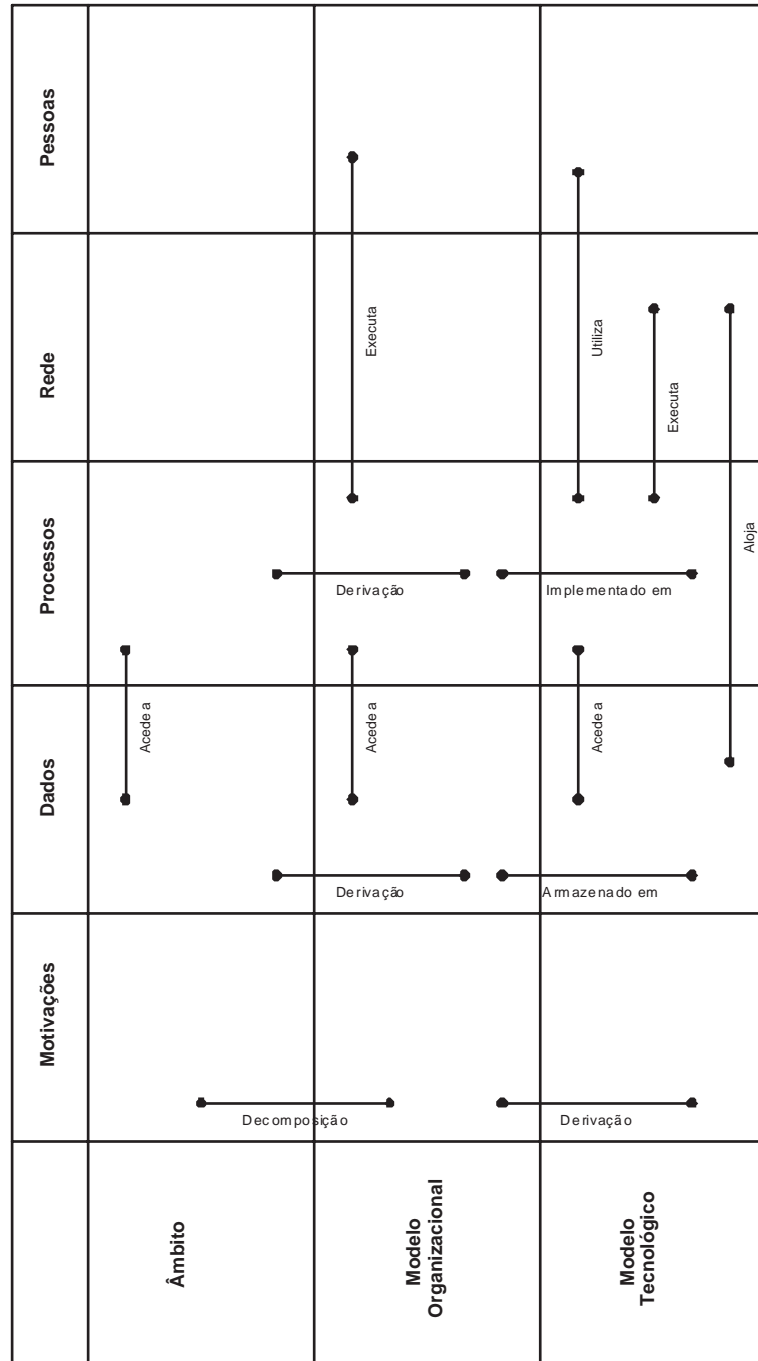


Figura 5.4: Tipos de relações entre elementos de etapas

Na vista dados, pode-se considerar que há dois tipos de elementos, uma em que são referenciadas entidades de dados e a outra que envolve meios tecnológicos. Em virtude desta ocorrência, defende-se que há também dois tipos de relacionamentos:

- o primeiro entre as etapas da primeira e segunda fase;
- o segundo entre as etapas da segunda e terceira fase;

Para a primeira situação, defende-se que os elementos dessas etapas mantêm uma relação de *derivação*, isto atendendo ao facto de na primeira fase as entidades de dados serem definidas de forma mais geral, enquanto que na segunda o são de modo mais específico. Entre elementos da segunda e terceira fase defende-se que, uma vez que as entidades são armazenadas num repositório de dados, a relação que existe entre elas é de *armazenada em*.

Algo similar ao que acontece na vista de dados ocorre na vista de processos. De facto, os processos da linha do modelo organizacional *derivam* dos que são especificados na linha âmbito. Por outro lado, as aplicações especificadas na linha do modelo tecnológico *implementam* processos que foram especificados na linha do modelo organizacional.

Através da segunda estratégia, isto é, considerando-se pares de células da mesma perspectiva, foram identificados os seguintes tipos de relações: *accede a*, *executa*, *aloja e utiliza*. Este tipo de relações, conforme abaixo se justifica, advém das funções que os elementos envolvidos assumem.

Entre as vistas de dados e a de processos existe sempre a mesma relação, nomeadamente a relação *accede a*. Quer seja um processo executado de forma manual, quer seja realizado com recurso a TIs (especificamente através de uma aplicação informática), entende-se que o processo utiliza dados. A utilização que os elementos da vista processos fazem dos itens dados é de vária índole, nomeadamente para apagar, consultar ou alterar elementos desta última vista. Entende-se que, dado a natureza da ASI (enquanto concepção de alto nível), se deve designar este tipo de relação de *accede a*, por ser suficientemente genérica para englobar todas as operações atrás referidas.

Refira-se que os elementos da vista pessoas executam determinadas acções na fase correspondente à definição do modelo organizacional. Por exemplo, um elemento da etapa (*modelo organizacional,pessoas*) executa um determinado processo que se identificou, na mesma fase, na vista processos. Este tipo de relação é também válida para pares de elementos das etapas processos e rede da fase de definição do modelo tecnológico, uma vez que, por exemplo, um computador da etapa rede executa uma aplicação (elemento descrito na etapa processos).

Os elementos da etapa pessoas da fase de definição do modelo tecnológico são vulgarmente designados no domínio SI de utilizadores. Por este facto, considera-se que, na fase de definição do modelo tecnológico, elementos da etapa processo e rede podem manter a relação *utiliza*. Por exemplo, entende-se que a pessoa x é um utilizador da aplicação y.

O último tipo de relação que se identificou envolve elementos das etapas dados e rede da fase de definição do modelo tecnológico. Conforme se referiu anteriormente, na etapa dados definem-se os repositórios de dados, enquanto que na etapa rede se definem,

entre outros, os computadores (como por exemplo, servidores e computadores pessoais). Nessa medida, será nestes últimos que os repositórios de dados estão "depositados". Como consequência, defende-se que pares de elementos das etapas referidas mantêm a relação designada por *aloja*.

Relativamente ao conjunto de relações acima caracterizado é pertinente estabelecer-se um comentário. Com efeito, este é um conjunto possível, pelo que o sistema se encontra definido de forma a que novas relações possam, em caso de necessidade, ser acrescentadas.

5.2.3 Representação das Etapas

Caracterizado o processo de desenvolvimento de ASIs bem como os tipos de relações que podem ocorrer entre os elementos das diversas etapas do modelo, interessa agora caracterizar a forma como as etapas podem ser definidas. Com efeito, chegou a altura de se identificarem os formalismos que podem ser utilizados na definição das etapas.

Para solucionar esta questão, encontraram-se duas formas possíveis, nomeadamente o desenvolvimento de novas ferramentas criadas especificamente para o efeito ou a utilização de ferramentas já existentes.

Neste trabalho, optou-se pela segunda possibilidade, uma vez que, conforme já se referiu, no domínio SI existe já um vasto conjunto de ferramentas. De facto, esta tem sido a opção mais adoptada no domínio (Jonkers *et al.*, 2004). É importante referir ainda que se assume que este trabalho não pretende tornar-se um contributo ao nível da definição de novas ferramentas.

De facto, conforme se descreveu na secção 2.4, no domínio SI existe um vasto conjunto de ferramentas, utilizadas nos diversos métodos na função SI. Conforme se referiu, fazem parte desse conjunto ferramentas de dois tipos: gráficas e de texto. Conforme se deduz da designação dos tipos, as representações que resultam da utilização do primeiro tipo de ferramentas têm uma forma gráfica, enquanto que as do segundo tipo são descrições textuais.

Antes de se proceder à apresentação detalhada da forma como as ferramentas de modelação são consideradas neste trabalho, é pertinente referir-se que aquelas são utilizadas num nível elevado de abstracção, já que, conforme se referiu no capítulo 3, uma descrição arquitectural constitui uma descrição de alto nível.

Defende-se, pois, neste trabalho que se podem utilizar várias ferramentas de modelação para a descrição de qualquer etapa. Esta postura visa contribuir para que o modelo desenvolvido não seja à partida restritivo no que concerne as preferências dos seus utilizadores relativamente a determinadas ferramentas. Desta forma, poder-se-ão minimizar alguns dos defeitos que são apontados aos métodos, nomeadamente quanto à obrigatoriedade de utilização de ferramentas específicas não dominadas pelos seus utilizadores.

A implementação da estratégia referida no parágrafo anterior - a possibilidade de utilização de várias ferramentas- resultou, conforme já se referiu, na adopção da recomendação

do IEEE 1471 (IEEE, 2000). Conforme se disse na secção 3.3.20, o metamodelo publicado na recomendação 1471 do IEEE, ilustrado na figura 5.5, visa contribuir para um melhor desenvolvimento de descrições arquitecturais de sistemas com forte componente de software. É um propósito dos autores desta recomendação que, no desenvolvimento das referidas descrições, não seja obrigatório utilizarem-se sempre as mesmas ferramentas.

Embora o referido metamodelo esteja definido com o objectivo de auxiliar o desenvolvimento de descrições arquitecturais de sistemas com uma forte componente de software, atendendo ao facto daquelas constituírem uma concepção de alto nível, crê-se que o metamodelo pode auxiliar o desenvolvimento de ASIs. A sua utilização com idêntico objectivo nas ASIs, isto é, permitindo que nestas possam ser utilizadas distintas ferramentas com igual finalidade, flexibiliza o processo de desenvolvimento das referidas descrições.

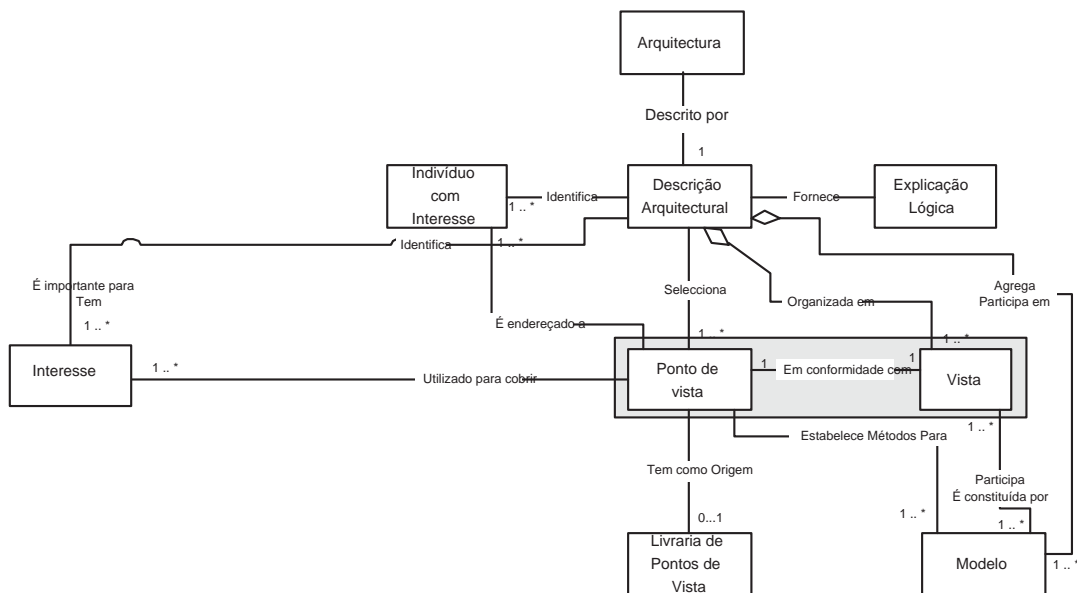


Figura 5.5: Modelo conceptual de uma descrição arquitectural³

Da análise do metamodelo da recomendação 1471, em especial dos elementos da zona a sombreado da figura 5.5, conclui-se que, associado a cada etapa, tem que estar um (pelo menos um) *ponto de vista*. Se para uma determinada etapa existir mais do que uma ferramenta que possa ser utilizada para fazer a sua modelação, então define-se um *ponto de vista* para cada uma dessas ferramentas.

Num *ponto de vista*, materializa-se um conjunto de informações que dizem respeito ao tipo de ferramenta e aos seus construtores. Assim, um *ponto de vista* tem associado:

- uma designação;
- a identificação da ferramenta que lhe está associada;
- o tipo de ferramenta (gráfica ou texto);
- os construtores que se podem utilizar;

³Adaptado de (IEEE, 2000).

- a sintaxe de utilização dos construtores.

De uma forma geral, considera-se que para cada construtor está associada:

- a designação do elemento a modelar;
- a lista de termos que especificam outras designações/palavras-chave.

Por exemplo, conforme se mencionou no capítulo 4, numa entidade de dados que armazene dados sobre um cliente, a designação do construtor é cliente e associado a este poderão estar os termos cliente e pessoa para referir outras designações/palavras-chave.

Acresce a esta informação relativa aos construtores uma outra que está relacionada com o seu tipo, no caso do construtor pertencer a uma ferramenta gráfica. Deixa-se para já esta questão em aberto, tendo em conta que se fará mais tarde uma explanação detalhada.

Para além destas informações, poderão estar associadas aos construtores características que revelem especificidades destes na ferramenta em causa. Por exemplo, quando se indica que um atributo desempenha o papel de chave primária da entidade, este tipo de informação é associada ao construtor através de características do mesmo.

Para além da informação acima descrita, pode estar associada a cada construtor outra que advenha da natureza que o construtor assume na ferramenta. Enquadra-se nesta situação, por exemplo, a informação que descreve o tipo de construtor em causa.

Analisadas as várias ferramentas de modelação gráficas, verificou-se que os papéis dos vários construtores podem ser mapeados na teoria dos grafos (definida em (Diestel, 2000)). Nestas ferramentas existem construtores que desempenham o papel de nodos e outros o papel de arcos. Por exemplo, no caso da ferramenta IDEF1X, as entidades desempenham o papel de nodos, enquanto que as relações são os arcos.

Para além dos elementos referidos no parágrafo anterior, identificou-se um terceiro, designadamente os atributos. De facto, através da análise das várias ferramentas gráficas e das representações resultantes destas, verificou-se que em algumas delas se utilizava nos nodos um elemento que vulgarmente se designa de atributo. Por exemplo, nas ferramentas de modelação de dados, o elemento que vulgarmente simboliza um nodo é a entidade. Os atributos nestas ferramentas permitem armazenar valores de características das entidades.

Relativamente ao facto da ferramenta permitir representações gráficas ou em texto, é pertinente agora fazer-se um breve comentário. Decidiu-se, por questões de simplicidade, que, no caso de uma ferramenta que permita representações em texto, cada elemento desta será considerada como um nodo de uma representação gráfica. Esta decisão foi influenciada pelas conclusões que se retiraram na análise dos elementos que estão envolvidos no referencial MODASI, nomeadamente os da primeira linha.

Refira-se que existe, para além do conjunto de informações atrás descrito, um outro que pode estar associado a um construtor. Essa informação não advém do construtor em causa, mas sim das especificidades que lhe foram atribuídas na sua utilização ao

longo do tempo. Fazem parte destas especificidades características que advêm dos estilos (caracterizados na secção 3.2). Um estilo é um conjunto de características que se abstrai numa descrição arquitectural e que está intimamente associado a elementos da referida descrição. Por exemplo, no estilo cliente-servidor, existem pelos menos dois computadores cujas características poderão não estar associadas a este tipo de estilo. É, com efeito, a função na estrutura tecnológica que estabelece que um dos elementos é um servidor e um ou mais são clientes.

Assim, cada construtor de um ponto de vista pode ter associadas características que advêm da sua utilização em descrições arquitecturais já efectuadas. Essas características estão associadas a um estilo que se criou e que se deseja continuar a utilizar em novas descrições arquitecturais.

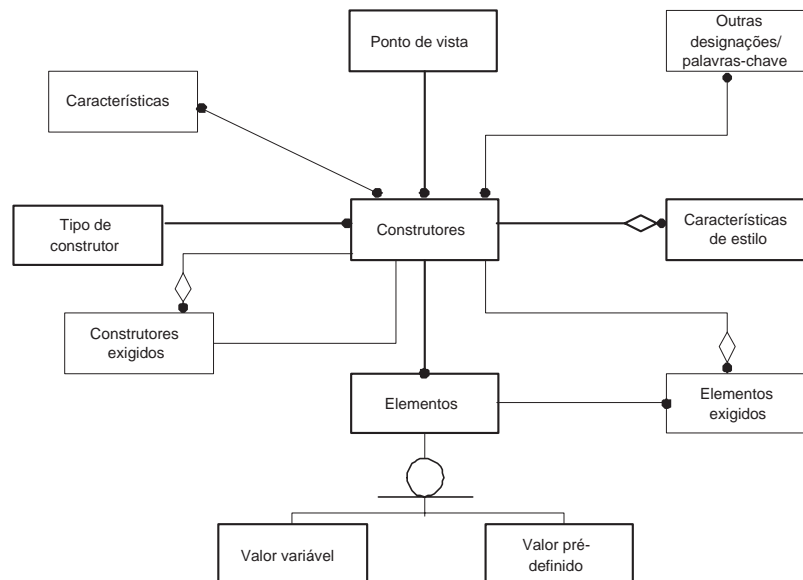


Figura 5.6: Metamodelo de construtores

Resumindo, os construtores das várias ferramentas de modelação têm associado:

- a identificação;
- a lista de termos que exprimem outras designações/palavras-chave;
- o tipo de construtor (que poderá ser nodo, arco ou atributo), no caso das ferramentas gráficas;
- as características que resultam de especificidades do tipo de construtor na ferramenta;
- elementos associados à sua utilização.

Tendo em consideração o anteriormente exposto, pode-se afirmar que a definição dos *pontos de vista* se enquadra num metamodelo (ilustrado na figura 5.6). Esse metamodelo irá enquadrar a forma como os vários construtores das diversas ferramentas se podem utilizar na definição das etapas do modelo desenvolvido.

Referiu-se anteriormente que associado a cada construtor irá estar uma lista de outras designações/palavras-chave. Esta associação irá ser utilizada em várias situações, conforme se caracteriza na secção seguinte. É pertinente referir-se a este respeito que neste projecto foi implementado um dicionário de termos utilizando-se para o efeito técnicas de *hashing* (Wirth, 1986).

5.3 Aplicação de Raciocínio Baseado em Casos

Descritos os vários "objectos" do modelo desenvolvido, é possível agora descrever o nível de suporte que o RBC pode dar ao desenvolvimento de ASIs. Recordar-se que através de técnicas de RBC se solucionam problemas tendo por base semelhanças com problemas já resolvidos.

Ao longo da secção anterior, foi descrito o modelo desenvolvido, tendo sido enunciado que:

- um modelo decompõe-se em várias fases;
- uma fase decompõe-se em várias etapas;
- uma etapa é constituída por vários construtores.

Foi com base nesta divisão que se definiu o suporte que o RBC iria proporcionar ao modelo de desenvolvimento de ASIs. Assim, o utilizador do modelo de desenvolvimento pode tentar através de RBC o seguinte:

- definir na totalidade uma ASI;
- definir uma fase do modelo;
- definir uma etapa do modelo;
- definir um construtor do modelo.

Justifica-se esta opção pelo facto de, em determinadas situações, poder ser demasiado ambicioso tentar encontrar-se uma ASI já existente que eventualmente se adeque ao problema/situação em causa. Partindo-se o problema nos seus constituintes, proporciona-se um maior apoio ao utilizador do modelo.

As funcionalidades permitidas no modelo de desenvolvimento de ASIs condicionaram o tipo de *casos* do sistema RBC. Assim, para cada uma das quatro situações referidas existe um tipo de *caso* associado, isto é, existe um *caso* modelo, fase, etapa e construtor. Dada a sua natureza, cada um dos tipos de *casos* é caracterizado por um conjunto de informações específicas.

De forma a poder identificar-se a estrutura e as características relevantes dos *casos*, especificou-se o modelo através do formalismo gramáticas de atributos (Henriques, 1992; Wilhelm e Maurer, 1996; Crespo, 1998; Saraiva, 1999). Conforme já se referiu no capítulo 4, as características relevantes foram identificadas através de um mecanismo designado no formalismo de síntese de atributos.

Por questões de organização da explanação que se vai efectuar seguidamente, decidiu-se realizar a mesma em secções separadas. Assim, nas secções 5.3.1 a 5.3.4, descrevem-se os quatro tipos de *casos* que se consideram poder existir na aplicação do modelo de desenvolvimento de ASIs. Para que se compreenda também a forma como as características são identificadas, faz-se a descrição do nível mais baixo para o mais alto, uma vez que algumas das características são sintetizadas no nível imediatamente abaixo.

Conforme se referiu, a descrição que de seguida se efectua visa, na essência, caracterizar as componentes dos *casos* e suas características relevantes. Recorde-se a propósito que um *caso* é constituído por uma descrição do problema/situação, uma solução e por resultados.

5.3.1 O *caso* Construtor do MODASI

Este tipo de *caso* já foi parcialmente descrito na secção 4.3.1, quando se abordaram os elementos utilizados e se descreveram no contexto da modelação de dados com a ferramenta IDEF1X. Porém, dado agora o contexto ser ligeiramente diferente, algumas das considerações efectuadas serão reajustadas.

Conforme foi referido na secção 5.2.3, associado a cada construtor está uma identificação, uma lista de termos que especifica outras designações/palavras-chave do construtor e características que este possa ter. De forma geral, são estes os elementos da solução do tipo de *caso* construtor.

Analisando-se o problema do ponto de vista de quem está a utilizar o modelo de desenvolvimento de ASIs, é possível identificarem-se várias características que podem estar associadas ao construtor. Estas características advêm quer do ponto de vista do utilizador quer, *à posteriori*, das implicações que o construtor origina na definição da etapa em que este se encontra.

Assim, do ponto de vista do utilizador, este pode referenciar as seguintes características:

- o seu tipo, nomeadamente se é nodo, arco ou atributo;
- a sua identificação;
- a sua lista de termos de outras designações/palavras-chave.

Para além destes elementos, o utilizador pode indicar outros que digam respeito à especificidade do construtor em causa. Estes elementos advêm do próprio construtor e da ferramenta à qual este pertence.

Se o construtor em causa for um nodo, o utilizador poderá indicar como característica intrínseca deste o número de atributos. Para além desta característica, poderá ser indicado qual o tipo de construtor na ferramenta em causa. Conforme se referiu no capítulo 4, no caso da ferramenta IDEF1X, o construtor que desempenha este papel é a entidade. Portanto, o utilizador do modelo pode indicar que o construtor em causa é uma entidade.

Refira-se que é preciso especificar para um atributo, para além das características atrás mencionadas, o nodo a que este pertence. Exemplos de características que advêm

da ferramenta que se está a utilizar poderão ser, por exemplo, o tipo de atributo. No caso da ferramenta IDEF1X, um atributo pode ser "normal" ou ser uma chave primária.

Por último, num arco referem-se os nodos que este liga. Para além disso, podem-se referir características que advêm da ferramenta como é, por exemplo, no caso das ferramentas de modelação de dados, a cardinalidade da relação.

Para além dos aspectos anteriormente mencionados, há outros que podem ser sintetizados após um construtor ser definido. Fazem parte das características que se podem sintetizar, nomeadamente:

- a lista de termos com outras designações/palavras-chave por tipo de construtor;
- se for um nodo, incrementa-se o número de nodos existentes;
- se for um arco, incrementa-se o número de arcos existentes na etapa e nos nodos que estão envolvidos;
- se for um atributo, incrementa-se o número de atributos da etapa e do nodo em causa.

Construtor	Características
Nodo	Lista de termos de outras designações/palavras-chave Características do nodo Número de arcos do nodo (se for gráfico) Número de atributos do nodo
Arco	Lista de termos outras designações/palavras-chave Nodos envolvidos Características do arco
Atributo	Lista de termos outras designações/palavras-chave Nodo a que pertence Características do atributo

Tabela 5.1: Características dos construtores

Resumindo, um construtor possui, conforme se descreve na tabela 5.1, um conjunto de características que advêm da sua constituição ou de propriedades que se consideraram úteis sintetizar para utilizar no nível superior, a etapa.

5.3.2 O caso Etapa do MODASI

As etapas materializam-se em modelos (termo vulgarmente utilizado em DSI) e, uma vez que estes são constituídos por um conjunto de construtores, as características das etapas advêm destes últimos. Conforme já se referiu na secção anterior, as características que se consideraram relevantes foram identificadas através da síntese de atributos, aquando da especificação dos construtores.

Assim, conforme se pode deduzir da análise da explanação que se fez na secção anterior, o conjunto de características de uma etapa é o seguinte:

- número de nodos;
- número de arcos (caso seja uma etapa modelada com uma ferramenta gráfica);
- número de atributos;
- número de arcos por nodo (caso seja uma etapa modelada com uma ferramenta gráfica);
- número de atributos por nodo;
- conjuntos de outras designações/palavras-chave.

Refira-se que, para além destas características, há duas que são intrínsecas à própria etapa, designadamente, a fase a que esta corresponde e a vista que materializa. Estas características são importantes, uma vez que não faz sentido comparar etapas diferentes, dada a natureza do que se descreve ser distinto em todas as etapas.

Conforme já se referiu no início da secção, uma etapa é constituída por um conjunto de construtores. Como tal, o *caso* etapa será constituído pelo conjunto de construtores que constituem a mesma.

5.3.3 O *caso* Fase do MODASI

O conjunto de características de uma fase advém de duas fontes: da natureza da fase e da sua constituição. A sua natureza impõe características que estão associadas ao tipo de preocupação presente. Da sua constituição, advém características que resultam dos elementos que a constituem.

Analizadas as três fases que constituem o modelo, conclui-se que duas delas, designadamente a do modelo organizacional e a do modelo tecnológico, podem ter associadas características devido à natureza do que endereçam. Conforme se referiu, a fase do modelo organizacional é considerada neste trabalho como a fase nuclear de uma ASI, enquanto que a fase do modelo tecnológico caracteriza os recursos das TIs utilizadas (caso estes sejam utilizados).

A característica que pode estar associada à fase do modelo organizacional é o tipo de SI que se pretende caracterizar que, conforme se referiu na secção 2.5, resulta da função organizacional em que este é utilizado.

Relativamente à fase do modelo tecnológico, pode-se caracterizar a mesma com atributos que indicam:

- o estágio de crescimento;
- os tipos de SIBCs;
- a era a que os SIBCs pertencem.

Conforme foi referido na secção 2.5, não se adopta para cada um dos itens anteriores nenhuma proposta de um particular autor, disponibilizando-se sim o conjunto de classificações caracterizado na referida secção.

Sobre estes dois aspectos, é pertinente comentar-se que os mesmos são generalizados para o *caso* modelo que se descreve na secção seguinte.

Conforme já se referiu, uma fase é constituída por um conjunto de etapas, tendo sido identificadas características que advêm das mesmas. Coloca-se aqui o problema de se filtrarem quais as características que se consideram relevantes, dado que existem cinco etapas com várias características. Tendo em consideração estes factores, consideraram-se as seguintes características:

- o número de nodos por etapa;
- a lista de termos de outras designações/palavras-chave dos nodos.

Embora não apareça explicitamente indicado, os objectivos desempenham agora um papel importante. De facto, é através dos objectivos que se enquadra cada uma das fases, uma vez que aqueles podem revelar elementos que estabeleçam o enquadramento de cada uma delas.

Tendo em conta o facto de uma fase ser constituída por várias etapas, este tipo de caso é constituído pelos vários casos etapas caracterizados na secção anterior.

5.3.4 O *caso* Modelo do MODASI

O modelo de desenvolvimento de ASIs, conforme se descreveu em 5.2, é constituído por duas ou três fases. Foi também referido, aquando da descrição do modelo, que se incluía a primeira linha do referencial MODASI para assim se proceder ao enquadramento do SI/organização alvo da ASI. Nessa medida, defende-se que são características do modelo as seguintes:

- lista de termos de outras designações/palavras-chave da etapa âmbito-motivação;
- lista de termos de outras designações/palavras-chave da etapa âmbito-dados;
- lista de termos de outras designações/palavras-chave da etapa âmbito-processos;
- lista de termos de outras designações/palavras-chave da etapa âmbito-rede;
- lista de termos de outras designações/palavras-chave da etapa âmbito-pessoas.

Para além destas, existem outras características que advêm da síntese de atributos da fase de definição do modelo organizacional e do modelo tecnológico. Assim, para além das características anteriormente referidas, fazem parte do *caso* modelo de desenvolvimento de ASIs as seguintes:

- tipo de departamento/unidade do SI;
- era dos SIBCs utilizados;
- tipos dos SIBCs utilizados;
- estágio de crescimento das TIs.

Outra característica que se decidiu considerar, diz respeito ao conjunto de fases que se pretende utilizar, isto é, se o modelo é composto por duas (âmbito e modelo organizacional) ou três (âmbito, modelo organizacional e modelo tecnológico) fases.

5.4 Síntese

Ao longo deste capítulo caracterizou-se o modelo de desenvolvimento de ASIs definido neste projecto. Precedeu a abordagem do trabalho realizado uma breve síntese de aspectos estudados nos capítulos 2 e 3, tendo sido, de seguida, apresentado o modelo criado e o suporte que o RBC proporciona ao seu desenvolvimento.

O modelo criado tem subjacente um referencial cuja forma assenta numa matriz e é baseado no referencial de Zachman-Sowa (especificamente é constituído por três linhas e cinco colunas deste referencial). A opção por esta constituição baseou-se na identificação de um conjunto de aspectos relevantes dos SIs e na constatação de que outros aspectos são também importantes para a aplicação do modelo.

Refira-se que a definição de cada uma das linhas do referencial corresponde à elaboração de uma fase. Assim, o modelo poderá ser constituído por duas ou três fases. A primeira possibilidade ocorre em situações que os SIs não recorrem às TIs, enquanto que, no caso de recurso às TIs, o modelo é constituído por três fases.

Cada fase efectua-se em cinco etapas relativas à definição das vistas dados, processos, pessoas, rede e motivações. A selecção destas vistas teve por base a identificação do conjunto de aspectos relevantes num SI. Para além disso, considerou-se que a inclusão da vista motivações revelar-se-ia útil no processo de aplicação do modelo.

Relativamente ao suporte dado pelo RBC à aplicação deste modelo, decidiu-se que este deveria ser efectuado a quatro níveis, designadamente a toda a ASI, às fases, às etapas e aos construtores. Esta decisão deve-se ao facto de se considerar que, em determinadas condições, pode ser demasiado ambicioso aplicar-se RBC a toda a ASI, pelo que a divisão poderá contribuir de forma mais ajustada às necessidades do utilizador do modelo.

6 Validação do Modelo de Desenvolvimento de ASIs

Neste capítulo descrevem-se as várias tarefas levadas a cabo para a validação do modelo de desenvolvimento de ASIs. Apresentam-se também resultados obtidos com a utilização da aplicação informática desenvolvida para suporte ao modelo em hospitais do Sistema de Saúde Português.

Na secção 6.1 caracteriza-se, de forma geral, a maneira como o processo de validação do modelo decorreu, apresentando-se as ferramentas utilizadas no desenvolvimento de ASIs na secção 6.2. Na secção 6.3, estabelecem-se algumas considerações sobre a forma como o modelo foi validado. A estrutura da aplicação informática criada para a definição de ASIs é apresentada na secção 6.4. Na secção 6.5, apresentam-se situações de utilização do modelo. Realiza-se ainda uma análise crítica de resultados obtidos na secção 6.6. Na secção 6.7, enunciam-se aspectos não referidos na utilização da aplicação informática descritos na secção 6.5. Finaliza-se o capítulo com uma síntese na secção 6.8.

6.1 Introdução

Conforme foi referido na introdução do trabalho, o modelo de desenvolvimento de ASIs foi testado em diversas organizações hospitalares do Sistema de Saúde Português. Esta decisão foi adjuvada pelo facto de existir facilidade de comunicação com diversos hospitais e também por ser possível recolher-se um número relevante de dados, dada a dimensão deste tipo de organização.

O teste do modelo de desenvolvimento de ASIs decorreu em duas fases. Refira-se que a primeira fase teve como principal objectivo validar se o modelo se ajustava à descrição das realidades em causa. Para além disso, pretendeu-se também identificar as relações que os elementos das etapas podem manter entre si (descritas em 5.2.2). Nesta fase, foram envolvidos todos os hospitais referidos na secção 1.6.

Para que a primeira fase fosse levada a cabo, foram entrevistados diversos elementos dos quadros de pessoal dos diversos hospitais em causa¹, resultando de cada entrevista modelos das ASIs dos vários serviços hospitalares.

Concluída a primeira fase, construiu-se a teoria subjacente ao modelo que permitiu implementar as técnicas de RBC. De seguida, iniciou-se o processo que visou a concepção e implementação da aplicação informática para suportar o desenvolvimento de ASIs.

Após a implementação da aplicação informática, procedeu-se ao teste da mesma com os dados anteriormente referidos. Pretendeu-se, desta forma, aferir se a tese enunciada neste projecto era ou não válida.

6.2 As Ferramentas Utilizadas no Desenvolvimento de ASIs

Antes de se aplicar o MODASI, identificou-se para cada uma das suas etapas a ferramenta a utilizar. Optou-se por esta estratégia para assim se minimizar a desmotivação por parte dos vários elementos envolvidos na sua aplicação, uma vez que alguns dos elementos não conheciam quaisquer ferramenta utilizada no âmbito dos SIs.

A estratégia adoptada na escolha de ferramentas a utilizar levou a que, para a primeira fase do modelo, fosse considerada a utilização de ferramentas texto. Assim, decidiu-se adoptar para todas as etapas da fase de definição do *âmbito*, à excepção da etapa (*âmbito, motivações*), ferramentas semelhantes às que o BSP (IBM, 1984) utiliza para a explicitação das classes de dados e dos processos de negócio. Conforme se ilustra na tabela 6.1, cada construtor é especificado enunciando-se para o efeito a sua designação.

Motivações	Dados	Processos	Rede	Pessoas
<ul style="list-style-type: none"> • Objectivo² Acção Variável de interesse [Objecto específico] [Quantidade] [Tempo] 	<ul style="list-style-type: none"> • Classe de dados Designação 	<ul style="list-style-type: none"> • Processo Designação 	<ul style="list-style-type: none"> • Local Designação 	<ul style="list-style-type: none"> • Entidade Designação

Tabela 6.1: Ferramentas utilizadas na fase de definição do *âmbito*

Para a etapa (*âmbito, motivações*), bem como para as etapas equivalentes das fases de definição do *modelo organizacional* e do *modelo tecnológico*, adoptou-se uma ferramenta texto mas que, para além da designação do construtor, permite fazer a sua decomposição em vários elementos. Esta ferramenta foi criada por Tomé (Tomé, 1995) e permite expressar objectivos na forma de *acção*, *variável de interesse*, *objecto específico*, *quantidade* e *tempo*. Tomou-se esta decisão pelo facto de assim se poder conhecer os elementos

¹Nomeadamente médicos, enfermeiros e responsáveis pelo departamento de Informática.

²Elementos entre parêntesis rectos são opcionais.

constituintes dos objectivos e desta forma se identificar de forma clara qual o enfoque destes (nomeadamente através da *variável de interesse*). Na tabela 6.2, apresenta-se, como exemplo, a forma como um objectivo enunciado para os hospitais visitados se decompõe nos elementos constituintes da ferramenta enunciada.

<p>Objectivo: Prestar cuidados de saúde diferenciados.</p> <p>Acção: Prestar</p> <p>Variável de interesse: Cuidados de saúde</p> <p>Objecto específico: diferenciados</p>

Tabela 6.2: Exemplo de definição de um objectivo

Para a fase de definição do *modelo organizacional*, já se considerou a utilização de algumas ferramentas gráficas.

Conforme se referenciou na secção 2.4.1, no domínio SI é dada grande ênfase à modelação dos dados e dos processos através do recurso a ferramentas gráficas. Do conjunto de ferramentas possíveis decidiu-se, conforme se ilustra na tabela 6.3, utilizar as ferramentas IDEF1X (Bruce, 1992; FIPS, 1993) e DFDs (Yourdon, 1990) para as etapas (*modelo organizacional, dados*) e (*modelo organizacional, processos*), respectivamente. Esta opção deveu-se ao facto de se considerarem estas duas ferramentas de utilização simples.

Para a definição da etapa (*modelo organizacional, pessoas*) decidiu-se utilizar a ferramenta *use case*. Porém, só é usado um dos seus construtores, designadamente os *actores*, em virtude dos processos serem definidos na etapa (*modelo organizacional, processos*). A identificação dos locais na etapa (*modelo organizacional, rede*) é feita da mesma forma que na etapa equivalente da fase de definição do *âmbito*.

Motivações	Dados	Processos	Rede	Pessoas
<ul style="list-style-type: none"> Objectivo³ Acção Variável de interesse [Objecto específico] [Quantidade] [Tempo] 	<ul style="list-style-type: none"> Entidade Designação Atributo normal Designação Tipo Atributo chave primária Designação Tipo Relac. específico Cardinalidade Relac. não específico Cardinalidade Relac. de categorização 	<ul style="list-style-type: none"> Processo Designação Número Fluxo Designação Sentido Repositório Designação 	<ul style="list-style-type: none"> Local Designação 	<ul style="list-style-type: none"> Pessoa Designação

Tabela 6.3: Ferramentas utilizadas na fase de definição do *modelo organizacional*

³Elementos entre parêntesis rectos são opcionais.

Conforme se referiu na secção 2.4, para a descrição dos vários elementos da fase de definição do *modelo tecnológico* não existem ferramentas definidas com o mesmo grau de formalidade como acontece, por exemplo, com a IDEF1X e os DFDs. Constata-se, porém, que algumas das descrições são efectuadas com recurso a símbolos idênticos à do elemento que se pretende descrever. Verifica-se este tipo de utilização nomeadamente em (Laundon e Laudon, 1994; Boar, 1994; O'Brien, 1996; Boar, 1999; Britton, 2001; Microsoft, 2002b; Palmer-Stevens, 2003), por exemplo, no âmbito da descrição dos recursos computacionais e estrutura de rede.

Motivações	Dados	Processos	Rede	Pessoas
<ul style="list-style-type: none"> • Objectivo⁴ • Acção • Variável de interesse • [Objecto específico] • [Quantidade] • [Tempo] 	<ul style="list-style-type: none"> • Ficheiro • Tipo • Base de dados • Designação • Fornecedor 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicação • Designação • Fornecedor 	<ul style="list-style-type: none"> • Servidor • Marca/modelo • Cap. de disco • Memória • N. de processadores • Tipo de processadores • Sist. operativo • Computador pessoal • <i>Terminal texto</i> • <i>Servidor de terminais</i> • <i>Impressora</i> • Ligação de rede • Ligação computador pessoal - impressora • <i>Switch</i> • <i>Router</i> • <i>Hub</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizador • Identificação

Tabela 6.4: Ferramentas utilizadas na fase de definição do *modelo tecnológico*

Em virtude deste facto, decidiu-se adoptar um conjunto de construtores, ilustrados na tabela 6.4, que de certa forma permitissem caracterizar os elementos envolvidos. A cada construtor associaram-se algumas características consideradas relevantes na descrição do elemento em causa. Refere-se porém que, embora este conjunto tenha sido considerado suficiente para a descrição das realidades das diversas organizações em que se aplicou o modelo, tal não invalida que em caso de necessidade possam ser acrescentados novos construtores.

⁴Elementos entre parêntesis rectos são opcionais.

6.3 A Primeira Fase de Teste do Modelo

O objectivo da primeira fase visou verificar se o modelo desenvolvido se ajustava às necessidades da realidade a descrever. Para o efeito, procedeu-se à entrevista de diversos elementos dos quadros dos hospitais em causa.

Pretendeu-se através das entrevistas verificar a validade do modelo em várias vertentes, nomeadamente, se:

- o modelo na generalidade se ajustava à realidade;
- as fases propostas eram suficientes;
- as etapas se adequavam;
- as ferramentas de modelação se adequavam.

Para além do anteriormente enunciado, pretendeu-se também identificar tipos de relações que elementos de etapas diferentes do modelo podem manter entre si. Conforme já se referiu, foi com base nesta identificação que se propôs o conjunto de relações enunciado na secção 5.2.2.

Iniciou-se cada entrevista com uma breve explanação dos objectivos do referencial. Frisou-se nesta explanação que os elementos pretendidos não incluíam só os respeitantes aos processos e dados suportados por SIBCs.

De seguida, foram definidos modelos para cada uma das etapas propostas no MODASI, resultando assim representações idênticas à ilustrada no anexo A.4.1.

Relativamente à adequação do modelo na generalidade, foi possível constatar que este se ajustava às realidades em causa nos diversos serviços, uma vez que não foi solicitada a necessidade de descrição de outro tipo de elementos.

Do conjunto de serviços envolvidos, verificou-se que todos recorriam às TIs. Porém, constatou-se que no mesmo hospital existiam situações em que o recurso às TIs não acontecia com a mesma intensidade.

Por último, verificou-se também que, no decurso das entrevistas, os elementos das organizações, após aplicarem o MODASI a um dos serviços, chegavam à conclusão que os elementos já definidos podiam ser replicados, ou na íntegra ou com alguns "ajustes", para outros serviços. Por exemplo, verificou-se que os serviços médicos do mesmo hospital (serviços que não efectuam actos cirúrgicos) são descritos através de modelos semelhantes (ou até mesmo iguais).

Relativamente à adequação das fases, conforme já se referiu, uma vez compreendido que o objectivo do estudo não englobava apenas os processos com suporte informático, verificou-se que os diversos elementos entrevistados tinham uma noção clara que existe uma separação entre a totalidade dos processos e os que utilizam as TIs. Nessa medida, conclui-se que a separação das fases de definição do *modelo organizacional* e da definição do *modelo tecnológico* é, de facto, útil.

No que concerne à adequação das etapas, conclui-se também que as mesmas eram suficientes. Verificou-se ainda que não existia redundância nas etapas, em virtude das representações efectuadas em cada uma destas não se repetir.

Relativamente às ferramentas a utilizar, foi possível retirar algumas conclusões. Embora como já se referiu, no processo o autor tenha tido em certa medida um papel activo, foi possível concluir que a proposta de ferramentas com algum grau de flexibilidade foi um ponto importante. Embora à partida se tenha manifestado preferência por algumas notações, foi possível concluir que a adopção de ferramentas com baixo nível de rigor foi um aspecto relevante. Ao referir-se baixo nível de rigor não se pretende menosprezar o papel das ferramentas em causa. Reafirma-se sim a intenção de reforçar a ideia que a adopção de ferramentas com um carácter formal poderá constituir um entrave à descrição das ASIs, uma vez que o rigor que lhes está associado não beneficia a sua utilização.

Como já se referiu, para além das verificações enunciadas nos parágrafos anteriores, pretendeu-se também identificar relações que os elementos das etapas podem manter entre si. Portanto, foi com base nesta identificação que, na secção 5.2.2, foi enunciado o conjunto de relações. Sobre esta identificação é pertinente afirmar-se que este é um conjunto possível e que o sistema se encontra "aberto" para que se possa, no caso de ser necessário, definir novas relações.

A identificação das relações revelou-se importante, na medida em que permitiu validar a existência de certos elementos. Por exemplo, as relações permitiram realizar a verificação de congruência entre as etapas (*modelo tecnológico, processos*) e (*modelo tecnológico, rede*), na medida em que a definição de uma aplicação na primeira implica a definição de um computador na segunda.

6.4 Estrutura da Aplicação Informática de Apoio ao Modelo

Conforme já se referiu, a aplicação informática de suporte ao modelo foi implementada após o seu teste, devido, essencialmente, a duas razões. A primeira deve-se a factos de princípio, enquanto que a segunda deriva de questões funcionais.

De facto, só depois do modelo estar devidamente consolidado é que se poderia implementar a aplicação informática de suporte. A concepção em simultâneo do modelo e da aplicação poderia originar reajustes nesta última, no caso do modelo sofrer alterações após o seu teste.

Para além da razão enunciada no parágrafo anterior, foi também importante saber-se que tipos de *casos* é que o sistema de RBC deveria suportar. Conforme se referiu no capítulo 4, a decisão relativa ao tipo de *casos* contemplados num sistema RBC é um dos aspectos importante na sua concepção. Nessa medida, pretendeu-se através do teste ao modelo ter-se também a noção, baseada em razões de carácter prático, dos tipos de *casos* que o sistema deveria contemplar.

Envolvendo este projecto a utilização de técnicas de RBC e tendo-se conhecimento da existência de ferramentas implementadas que podem ser ajustadas (conforme se referiu na secção 4.4) a vários tipos de domínios, começou-se por realizar testes a uma delas (a que foi possível adquirir), nomeadamente a CBR-Works (Tec:inno, 1999), para se verificar se a mesma se ajustava a este projecto.

Porém, após vários testes, concluiu-se que, por razões funcionais da aplicação referida anteriormente, a mesma não poderia ser utilizada neste projecto, pelo que se decidiu implementar uma aplicação de RBC. Assume-se porém que, dada a extensão de trabalho, alguns dos aspectos de implementação podem ser ainda mais concretizados.

Analisados os vários requisitos associados a este projecto, conclui-se que a aplicação a implementar deveria contemplar duas partes distintas. A primeira está relacionada com a definição de *pontos de vista*, enquanto que a segunda visa estabelecer todos os mecanismos para a definição de ASIs.

Conforme se caracterizou no capítulo anterior, num *ponto de vista* definem-se os construtores a utilizar numa determinada etapa. A definição de cada construtor de um *ponto de vista* visa estabelecer o conhecimento específico que lhe está associado, nomeadamente as suas características e a forma como aquele pode ser utilizado.

Por outro lado, na definição de ASIs visa-se potenciar todas as possibilidades de forma a facilitar a tarefa de quem a realiza. Neste momento é permitido que o utilizador defina novos elementos das ASIs (construtores, etapas e fases).

O ambiente de suporte à utilização da aplicação escolhido foi a WEB. Esta opção está intimamente relacionada com a constatação que cada vez mais este é o ambiente utilizado. Para além disso, partilha-se da convicção que este tipo de solução permite um grau de flexibilidade considerável, nomeadamente porque só há necessidade de estabelecer alterações numa das partes (no servidor).

O recurso às várias funcionalidades da aplicação é efectuado através de um *browser*. A aplicação "propriamente" dita é implementada no vulgarmente designado no domínio das TIs de servidor.

A implementação deste tipo de estrutura, ao nível tecnológico, pode ser realizada de várias formas. Admite-se que não houve neste trabalho uma preocupação em estudar e ponderar qual das soluções a utilizar. A escolha baseou-se única e simplesmente no facto de existir experiência numa solução, designadamente com IIS (*Internet Information Server*) (Santos e Rosa, 2003).

Assim, conforme se ilustra na figura 6.1, a aplicação foi implementada no estilo cliente-servidor, com uma estrutura idêntica à da aplicação REBUILDER (Gomes *et al.*, 2002). O elemento de suporte à parte cliente é um *browser*, enquanto que o elemento que apoia o servidor é o IIS.

Para suportar os requisitos, houve necessidade de se recorrer a outro tipo de tecnologias, nomeadamente ao nível da selecção de tecnologias que permitam o armazenamento de *casos* e a implementação das várias funcionalidades da aplicação.

Os *casos*, bem como todo o conhecimento do domínio, são registados numa base de dados suportada pelo Sistema de Gestão de Bases de Dados Oracle (Campos, 1999). Foram também implementadas à custa de facilidades do SGBD todas as tarefas do ciclo dos 4 Rs, designadamente através de PL/SQL.

As páginas acedidas pelo *browser* foram implementadas em ASPX (Microsoft, 2002c; Weissinger, 2000). Estas páginas contêm também código escrito na linguagem VBscript.

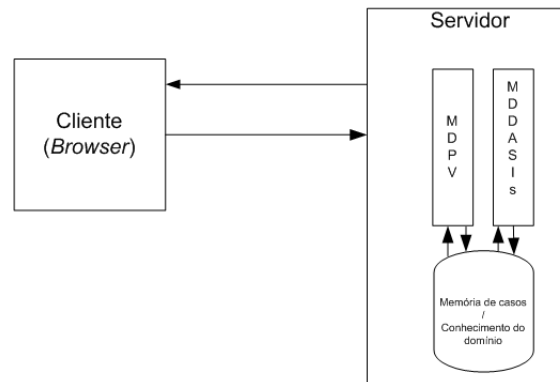


Figura 6.1: A estrutura da aplicação de desenvolvimento de ASIs

Em suma, conforme se ilustra na figura 6.1, a estrutura da aplicação baseia-se em três elementos, designadamente um módulo para definição de *pontos de vista* (denominado de MDPV) e um para definição de ASIs (designado MDDASIs). O terceiro elemento é responsável pelo armazenamento dos *casos* e conhecimento do domínio.

O módulo MDPV permite definir novos *pontos de vista* que são, como se referiu no capítulo 5, os elementos que concretizam a forma como as ferramentas de modelação se podem utilizar para definir as etapas do modelo. Conforme se referiu na secção 5.2.3, os pontos de vista estabelecem a forma como as diversas ferramentas de modelação podem ser utilizadas no desenvolvimento de ASIs.

Como se ilustra na figura 6.2, a definição de um ponto de vista rege-se pelo metamodelo caracterizado na secção 5.2.3. Assim, num dado *ponto de vista*, definem-se os vários construtores passíveis de utilização, enunciando-se para cada um destes a sua designação, o seu tipo (nodo, arco ou atributo), as características possuídas e os construtores exigidos aquando da sua definição. Por exemplo, na definição do construtor *atributo normal* associa-se:

- a designação - atributo normal;
- o tipo - atributo;
- a característica - atributo normal;
- a exigência - entidade (papel - pertence a);
- o elemento - tipo (pode assumir os valores inteiro, real, caracter, etc).

The image shows a software interface with a blue sidebar on the left containing menu items: Ajuda, Início, Inserir ponto de vista, Consultar ponto de vista, Alterar ponto de vista, Inserir construtor, Inserir Característica, Inserir exigência, Elem. com valor pré-definido, and Elem. sem valor pré-definido. The main area is divided into two sections: 'Ponto de Vista' and 'Construtores'. The 'Ponto de Vista' section includes fields for 'Ponto de Vista:', 'Linha:' (with a dropdown), 'Coluna:' (with a dropdown), 'Tipo de Ponto de Vista:' (with a dropdown), and 'Ferramenta:'. The 'Construtores' section includes fields for 'Designação:', 'Tipo:' (with a dropdown), 'Características:', 'Exige:' (with a dropdown), and 'Papel:' (with a dropdown).

Figura 6.2: Definição de *pontos de vista*

Conforme se irá descrever abaixo, o módulo MDDASIs permite definir ASIs podendo-se para o efeito recorrer de conhecimento anteriormente adquirido. Esta "facilidade" é implementada, conforme já se referiu, com auxílio de RBC.

O início da aplicação passa pela solicitação de um conjunto de dados, conforme se ilustra na figura 6.3, nomeadamente a designação da ASI, a designação do departamento para a qual se está a desenvolver a ASI, o tipo de modelo que se vai utilizar (fase de definição de *âmbito* e *modelo organizacional* ou *âmbito*, *modelo organizacional* e *modelo tecnológico*), bem como a sintaxe de cada fase.

É a partir da janela ilustrada na figura 6.3 que grande parte das funcionalidades do módulo estão acessíveis. Optou-se por utilizar apenas mais uma janela para definição dos construtores das etapas para não se sobrecarregar com demasiadas funcionalidades esta janela.

The image shows a software interface for 'Desenvolvimento de uma ASI'. It features a blue sidebar on the left with menu items: Ajuda, Fim, Ins. caract. de descrição, Sug. de Descrição, Ins. caract. de fase, and Sugestão de Fase. The main area contains several input fields: 'Identificação:' with the value 'Serviço de Medicina - Hospital de Viseu', 'Data:' with the value '6-5-2004', 'Identificação do departamento/área do SI:' with the value 'Medicina', 'Características da descrição:' (with a dropdown), 'Valor da característica:' (with an input field), 'Características da fase:' (with a dropdown), and 'Valor da característica:' (with an input field).

Figura 6.3: Desenvolvimento de uma ASI

De forma sucinta, estão disponíveis na janela ilustrada na figura 6.3, funcionalidades relativas a definir, avançar/retroceder de etapas, bem como a aplicação de RBC para a obtenção de propostas para os *casos* modelo e fase.

6.5 Situações de Utilização do MODASI

Conforme já se referiu, o MODASI foi testado em diversos serviços hospitalares do Sistema de Saúde Português. Os dados envolvidos na sua aplicação foram obtidos através de entrevistas com diversos elementos do quadro de pessoal dos hospitais em causa, conforme se ilustra na tabela 6.5.

Serviço	Elementos entrevistado
Gastroenterologia do Hospital São Teotónio	Médico Enfermeiro Responsável pelo departamento de informática
Medicina do Hospital São Teotónio	Médico Responsável pelo departamento de informática
Cirurgia do Hospital São Teotónio	Médico Enfermeiro Responsável pelo departamento de informática
Obstetrícia/Ginecologia do Hospital São Teotónio	Médico Enfermeiro Responsável pelo departamento de informática
Obstetrícia da Maternidade Bissaya Barreto	Médico Enfermeiro Responsável pelo departamento de informática
Medicina do Centro Hospitalar de Coimbra	Médico Enfermeiro Responsável pelo departamento de informática
Cirurgia do Hospital de Tondela	Médico Responsável pelo departamento de informática
Cirurgia do Hospital Santo André	Médico ⁵

Tabela 6.5: Elementos dos quadros dos hospitais entrevistados

A realização das entrevistas originou uma grande quantidade de dados. Por essa razão, e com a intenção de se diminuir a complexidade do seu tratamento, reduziu-se para oito a amostra de serviços. Assim, trataram-se, pela ordem da sua indicação, os dados dos seguintes serviços:

1. Gastroenterologia do Hospital São Teotónio;
2. Medicina do Hospital São Teotónio;
3. Cirurgia do Hospital São Teotónio;
4. Obstetrícia/Ginecologia do Hospital São Teotónio;
5. Obstetrícia da Maternidade Bissaya Barreto (Centro Hospitalar de Coimbra);

⁵Este elemento é também responsável pelo departamento de Informática.

6. Medicina do Centro Hospitalar de Coimbra;
7. Cirurgia do Hospital de Tondela;
8. Cirurgia do Hospital Santo André.

Além disso, é pertinente referir-se que, na escolha destes oito serviços, esteve presente o objectivo de ilustrar os aspectos pertinentes na utilização da aplicação. Com efeito, seleccionaram-se quatro grupos de serviços. O primeiro, designadamente o serviço de Gastroenterologia, é um serviço para o qual não se seleccionou um par idêntico. Os outros grupos, designadamente os compostos pelos pares dos serviços Medicina, Obstetrícia e Cirurgia, agregam pares de serviços com finalidades idênticas.

A apresentação que se segue baseia-se, conforme se referiu na secção 5.3, nos tipos de *casos* (designadamente *construtor*, *etapa*, *fase* e *modelo*) que o sistema de RBC definido contempla.

6.5.1 Definição de Construtores

Conforme foi referido anteriormente, a primeira ASI foi desenvolvida para o serviço de Gastroenterologia. Por essa razão (dado ainda não existirem *casos* etapa, fase e modelo na memória de casos), a definição de construtores com recurso ao RBC é seguidamente exemplificada na ASI do referido serviço.

Num serviço hospitalar, dada a sua orgânica, são vários os exemplos em que os construtores são semelhantes ou mesmo iguais. De facto, é possível afirmar-se que, em várias situações, são efectuados em contextos diferentes processos e registos de dados com carácter semelhante ou mesmo igual.

Por exemplo, esta situação verifica-se com a entidade de dados, vulgarmente designada no meio hospitalar de *episódio*, em que se regista, para um determinado dia e hora, a solicitação por parte de um doente de cuidados de um serviço. De forma geral, os doentes podem solicitar, estando por consequência associado um *episódio*, cuidados de saúde relativos a: *urgência*, *consulta externa*, *internamento*, *hospital de dia*, *intervenção cirúrgica*⁶ e *meios complementares de diagnóstico*.

A semelhança entre os vários episódios foi tratada aquando da definição da etapa (*modelo organizacional*, *dados*), cujo modelo se ilustra em parte na figura 6.4. Assim, após a definição da primeira entidade de dados *episódio de urgência*, as restantes (relativas a *episódios*) foram definidas tendo esta por base. Por exemplo, quando se definiu a entidade *episódio de consulta externa*, especificou-se como *palavra-chave* da entidade *episódio*, tendo sido proposto pela aplicação a entidade existente *episódio de urgência*, conforme se ilustra na figura 6.5.

Para além desta situação, houve outras situações em que se aplicaram técnicas de RBC na definição dos modelos da ASI do serviço de Gastroenterologia. Situações semelhantes ocorreram também ao nível de definição da etapa (*modelo organizacional*, *processos*).

⁶No modelo ilustrado na figura 6.4 não surge este episódio dado o serviço não ser um *serviço cirúrgico*.

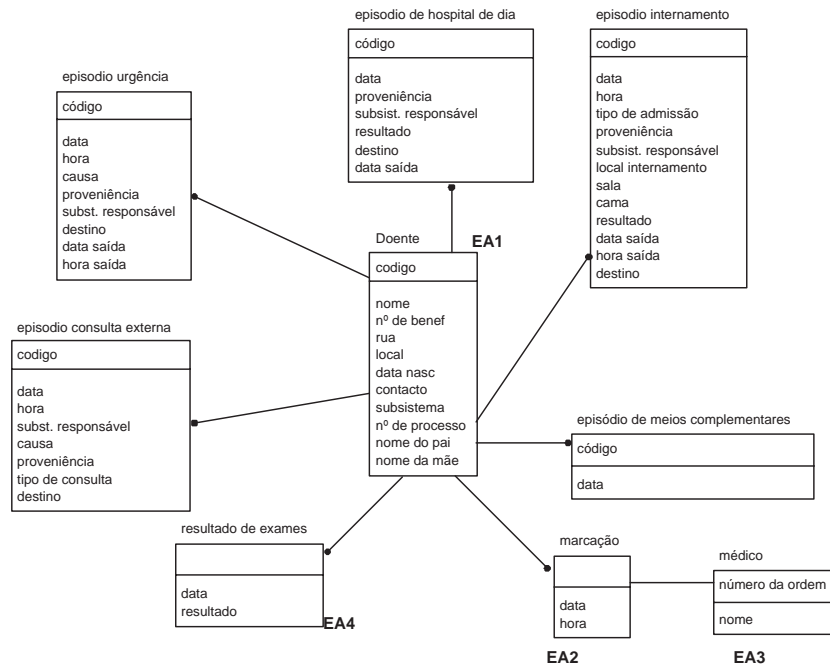


Figura 6.4: Parte do modelo de dados do SI do serviço de Gastroenterologia do Hospital São Teotónio

Construtor seleccionado		
Construtor	Características	
episódio urgência	Entidade	
Arcos (de/para)	Atributos	
Rel 1	códigoepur dataepur	
Nodos associados aos arcos		
Doente		

Figura 6.5: Sugestão para a entidade *episódio de consulta externa*

Verificou-se, por exemplo, que existem dois processos semelhantes para registo da *história clínica*, conforme se ilustra na figura 6.6. Um dos processos é efectuado na consulta externa enquanto que o outro ocorre no internamento. Diferem nestes processos alguns dos dados registados.

Assim, estando já definido o processo relativo à consulta externa, a explicitação do processo e repositório equivalentes para o *episódio de internamento* teve por base a proposta feita pela aplicação. Desta forma, quando se especificou que a palavra-chave para o processo de definição da história clínica do internamento seria *registar história clínica*, a



Figura 6.6: Processos de registo da história clínica

aplicação propôs a situação que já estava introduzida para o *episódio de consulta externa*, conforme se ilustra na figura 6.7.

Construtor seleccionado		
Construtor	Elementos	Características
Reg. da história clínica - consulta	Número	Processo
Arcos (de/para)	Atributos	
rel 10		
Nodos associados aos arcos		
Folhas da história clínica - consulta externa		

Figura 6.7: Proposta para a definição do processo ilustrado na figura 6.6 parte b)

6.5.2 Definição de Etapas

Na aplicação do MODASI concluiu-se também que os "dados" que caracterizam as etapas são em várias situações semelhantes ou mesmo iguais. De facto, uma vez que nas etapas referentes à fase de definição do *modelo organizacional* as propostas se enquadram ou na proposta de definição do *caso modelo* ou fase, utilizam-se seguidamente alguns exemplos relativos à fase de definição do *âmbito*.

Constituem exemplos do apresentado no parágrafo anterior o que se verificou no conjunto de serviços referenciados na secção 6.5 ao nível das etapas (*âmbito, rede*) e (*âmbito, pessoas*). Conforme se definiu no capítulo 5, na etapa (*âmbito, rede*) estabelece-se em que locais é que ocorrem as várias actividades do SI, enquanto que na etapa (*âmbito, pessoas*) se define com que organizações externas o SI se relaciona.

De forma geral, pode-se afirmar que os serviços hospitalares "prestam" serviço ao nível do internamento, da urgência, do hospital de dia, da consulta externa, do bloco operatório (só para os serviços cirúrgicos) e dos meios complementares de diagnóstico. Nesta medida, a caracterização da etapa (*âmbito, rede*) foi realizada algumas vezes tendo por base as definições anteriormente efectuadas.

Refira-se como exemplo de utilização da proposta realizada pela aplicação o ocorrido com o serviço de Obstetrícia/Ginecologia do Hospital São Teotónio. Este serviço é vul-

Etapa seleccionada		
Cirurgia - Viseu linha 1 coluna 4		
Construtores	Elementos	Características
Consulta externa Internamento Urgência Hospital de dia Bloco operatório		

Figura 6.8: Proposta para definição da etapa (*âmbito, rede*)

garmente classificado de "serviço cirúrgico", pelo que se caracteriza pela prestação serviço nos seguintes locais: urgência, internamento, hospital de dia e bloco operatório.

Da lista de serviços já definidos aquando da definição da ASI do serviço de Obstetrícia/Ginecologia faz parte o serviço de Cirurgia. Nessa medida, quando se especificaram como palavras-chave *urgência, internamento, hospital de dia e bloco operatório* a proposta da aplicação foi a ilustrada na figura 6.8 que, como é indicada, resulta da definição realizada para o serviço de Cirurgia.

Relativamente à etapa (*âmbito, pessoas*), passa-se algo ainda mais padronizado do que acontece com a etapa anteriormente referida. Com efeito, os hospitais recebem doentes vulgarmente provenientes de quatro origens:

- Centros de Saúde;
- outros hospitais;
- Entidades Privadas;
- "Exterior"⁷.

Gastroenterologia - Viseu linha 1 coluna 5		
Construtores	Elementos	Características
Centros de saúde Exterior Outros hospitais Entidades privadas		

Figura 6.9: Proposta para definição da etapa (*âmbito, pessoas*)

Assim, a definição da etapa (*âmbito, rede*) ocorreu, conforme se ilustra na figura 6.9, tendo por base o *caso* já registado na memória de casos para o serviço de Gastroenterologia do Hospital de São Teotónio.

⁷Utiliza-se esta designação para referir situações em que os doentes chegam ao hospital, mas sem serem oriundos de uma das três origens anteriormente mencionadas.

6.5.3 Definição de Fases

A utilização de fases anteriormente definidas ocorreu uma única vez no conjunto de serviços anteriormente referido, embora existam, como seria de esperar, várias situações com fases semelhantes. Com efeito, todos hospitais em causa têm *modelos organizacionais* e *modelos tecnológicos* semelhantes à excepção de uma situação, designadamente a do *modelo tecnológico* do Hospital de Santo André.

No Hospital de Santo André, o *modelo tecnológico* (apresentado na secção A.4.2) adoptado é diferente dos restantes hospitais que foram referenciados na secção 6.5. Tal facto advém de neste hospital não se utilizar a aplicação implementada pelo IGIF (Instituto de Gestão Informática e Financeira da Saúde) para efectuar o vulgarmente designado no domínio hospitalar de gestão de doentes.

Construtores	Elementos	Características
<ul style="list-style-type: none"> resultado de exames marcação médico episódio urgência folha de urgência - ciru pedido de exames 	<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; margin: 0 auto;"></div>	<div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 0 auto;"></div>

Figura 6.10: Proposta para o problema de definição de fase

Assim, decidiu-se, para o Hospital de Santo André, utilizar a opção da aplicação que sugere soluções para o tipo de *casos* fases. Desta forma, definiu-se a fase de *âmbito* e, com base na opção de sugestão de fases, desenvolveu-se a fase de definição do *modelo organizacional*.

Conforme se ilustra na figura 6.10, a proposta da aplicação para a fase *modelo organizacional* é a já anteriormente definida para o serviço "equivalente" do Hospital São Teotónio. Esta proposta foi utilizada tendo sido, no entanto, realizadas algumas remoções e inserção de construtores. Refira-se que as alterações feitas foram, relativamente ao conjunto proposto, de pequeno volume.

6.5.4 Definição de Modelos

A utilização de um modelo anteriormente definido foi possível, do conjunto de situações enunciadas na secção 6.5, entre o serviço de Cirurgia do Hospital São Teotónio e o equivalente do Hospital de Tondela. Pode-se afirmar que, de forma geral, os vários elementos envolvidos nas ASIs dos dois serviços em causa são em muito semelhantes.

Refira-se até que os elementos da ASI do segundo serviço (do Hospital de Tondela) são um subconjunto do primeiro serviço referenciado.

É pertinente realçar, de forma sucinta, que as diferenças que ocorrem entre os dois serviços referidos no parágrafo anterior são, quer ao nível do *modelo organizacional* quer do *modelo tecnológico*, pouco significativas.

Na fase do *modelo organizacional* verificou-se que não existe um pedido que se efectua no Hospital São Teotónio (especificamente os pedidos de sala de bloco operatório). Para além disso, existe no hospital de Tondela o registo de dados numa entidade que não existe no Hospital São Teotónio.

Ao nível da fase do *modelo tecnológico*, as diferenças manifestam-se na não utilização de alguns recursos e na menor quantidade de outros. Verificou-se que no Hospital de Tondela só utilizam a aplicação Sonho e que o número de computadores é menor que no Hospital São Teotónio.

Modelo seleccionado		
cirurgia - Viseu		
Fases: Fase 2 cirurgia de Viseu		Etapas: linha 2 coluna 2
Construtores	Elementos	Características
<ul style="list-style-type: none"> resultado de exames data exame resultado de exame Rel c1 marcação data 	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Arcos (de/para)	Atributos	
	<input type="text"/>	
Nodos associados aos arcos		
<input type="text"/>		

Figura 6.11: Proposta para a definição do modelo

Nessa medida, o que ocorreu aquando da definição da ASI do serviço de Cirurgia do Hospital de Tondela foi, conforme se ilustra na figura 6.11, a utilização dos construtores da ASI do serviço equivalente do Hospital São Teotónio.

6.6 Análise de Resultados

Na secção anterior, apresentaram-se exemplos da utilização da aplicação criada para o desenvolvimento de ASIs. Porém, dado o grande volume de dados, não foi possível fazer na referida secção uma análise global dos resultados.

É objectivo desta secção a elaboração de uma análise global relativa aos resultados que se obtiveram com a utilização da aplicação nos oito serviços hospitalares referenciados na secção anterior. Os resultados baseiam-se numa consulta feita em SQL (*Structured Query Language*) (Damas, 1999) à base de dados que se anexa em A.4.3.

Esta análise irá decorrer de acordo com dois vectores. O primeiro vector para validar o pressuposto que se assumiu na construção do modelo, designadamente a utilização da fase de definição do *âmbito* para estabelecer o contexto do SI. O segundo vector visa apresentar os resultados obtidos com a utilização da aplicação, recorrendo-se a técnicas de RBC, verificando-se se é ou não vantajoso o seu uso.

Conforme foi referido na secção 5.2, assumiu-se que a fase de definição do *âmbito* deveria enquadrar o SI, isto é, estabelecer o seu contexto. Seria, pois, com base nos elementos definidos nesta fase, entre outros, que se identificaria a ASI a desenvolver. Numa linguagem da área de RBC, este pressuposto visa definir as características do *caso* modelo.

Vejamos agora de que forma é que nos oito serviços hospitalares referidos esta situação foi concretizada.

Iniciando-se a análise de forma global aos construtores definidos na fase de definição do *âmbito*, ilustrada na figura 6.12, pode-se concluir que existe uma percentagem elevada de construtores iguais em vários serviços. Relativamente à não utilização de construtores adaptados, é pertinente referir-se que dada a natureza dos elementos envolvidos, esta situação dificilmente ocorrerá.

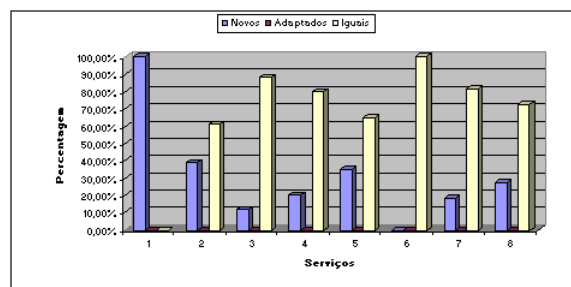


Figura 6.12: Análise da fase de definição do *âmbito*

Fazendo-se uma análise etapa a etapa, é também possível concluir que o que se verifica de forma global no parágrafo anterior também se revela em cada uma das etapas. Conforme se pode concluir do que é ilustrado na figura 6.13, constata-se que para todas as etapas, à excepção do primeiro serviço, existem construtores iguais aos já definidos anteriormente. Retirou-se da análise que se apresenta na figura a etapa (*âmbito, motivações*) em virtude dos construtores nesta definidos não serem um elemento estruturante de um SI.

Conforme se ilustra na figura 6.13, é possível concluir que existem coincidências ao nível da definição de construtores de serviços hospitalares diferentes. Verifica-se que é nas

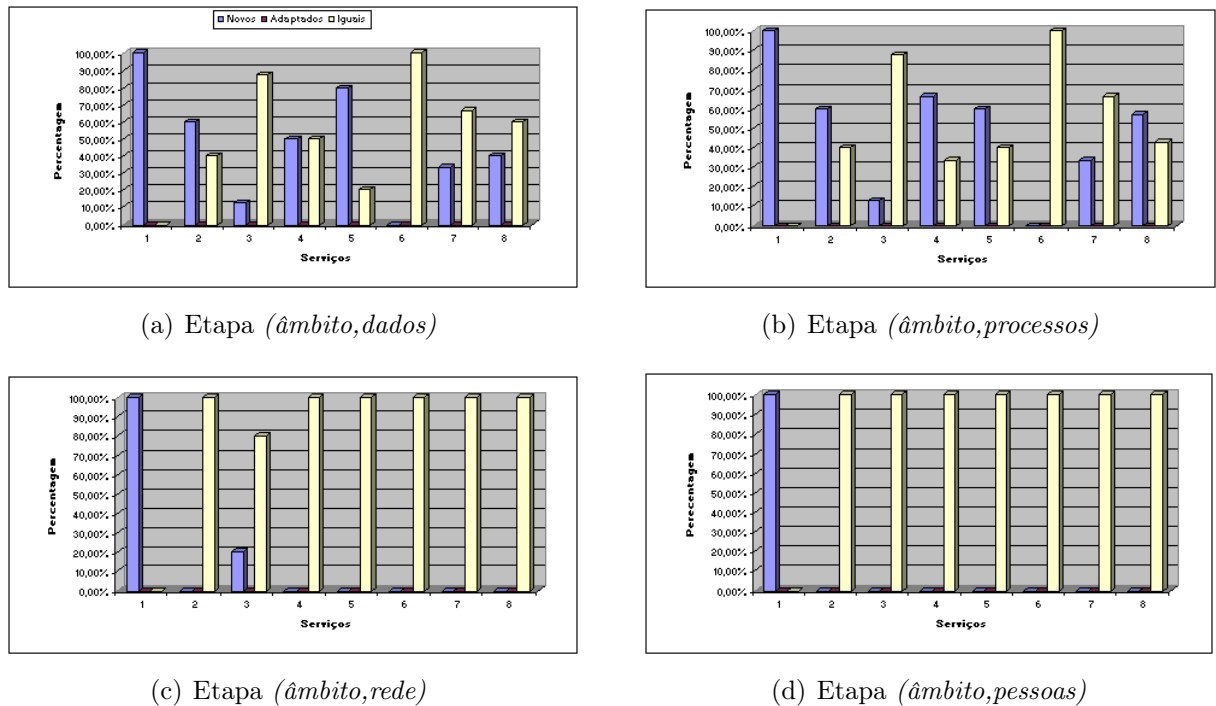


Figura 6.13: Análise por etapa da fase de definição do *âmbito*

etapas (*âmbito, dados*) e (*âmbito, processos*) que existe um maior grau de disparidade. As restantes etapas, designadamente (*âmbito, rede*) e (*âmbito, pessoas*), são mais uniformes.

Relativamente ao grau de disparidade detectado nas etapas (*âmbito, dados*) e (*âmbito, processos*), é pertinente afirmar-se que esta situação era de certa forma expectável. De facto, a identificação dos elementos das referidas etapas dependeu da opinião dos entrevistados. Porém, não deixa de ser significativo o facto de, para a etapa (*âmbito, dados*), o intervalo de elementos iguais variar entre 20% e 100%, enquanto que para a etapa (*âmbito, processos*) o intervalo de variação de elementos iguais se situar entre 33% e 100%. Estes resultados demonstram que existiram sempre elementos comuns às várias identificações.

Relativamente às duas outras etapas ((*âmbito, rede*) e (*âmbito, pessoas*)), o grau de liberdade na sua definição é pouco significativo. Os elementos a identificar revelam de forma concreta realidades existentes. Nessa medida, existe uniformidade na identificação entre os diversos serviços.

Em suma, através da análise dos resultados obtidos é possível concluir que a fase de definição do *âmbito* serve os propósitos que levaram à sua inclusão no modelo, nomeadamente, estabelecer o contexto da ASI.

Analisa-se agora a fase de definição do *modelo organizacional*. Relativamente à definição desta fase, é pertinente referir-se que o número de construtores definidos é bastante mais elevado. Foram com efeito definidos 5606 construtores o que, comparativamente às outras duas fases, é significativamente maior.

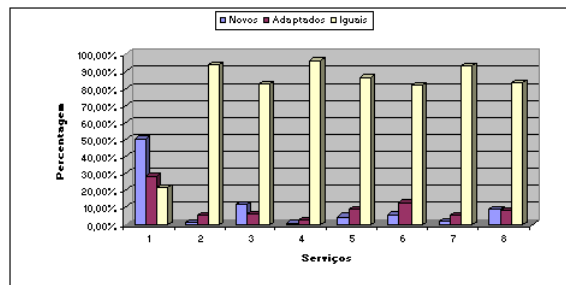
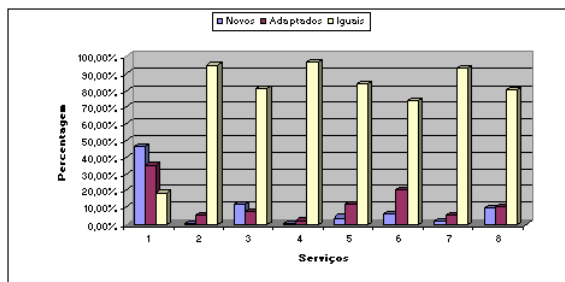
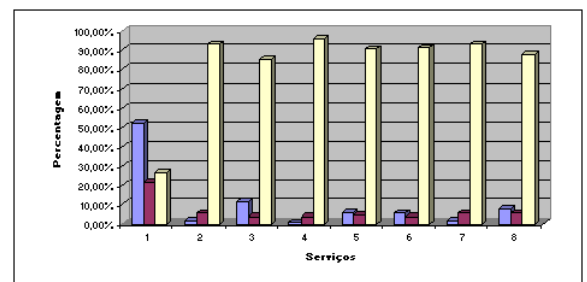


Figura 6.14: Análise da fase de definição do *modelo organizacional*

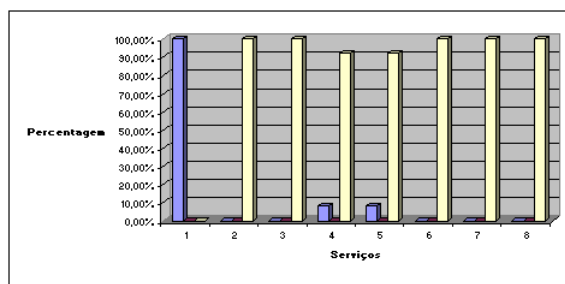
Repetindo-se a abordagem de análise que se adoptou para a etapa de definição do *âmbito*, pode-se concluir, conforme se ilustra na figura 6.14, que é relevante a percentagem de elementos iguais entre os vários serviços hospitalares. Note-se que, no conjunto de 5606 construtores definidos, 603 foram novos, 525 foram adaptados, enquanto que 4478 foram iguais.



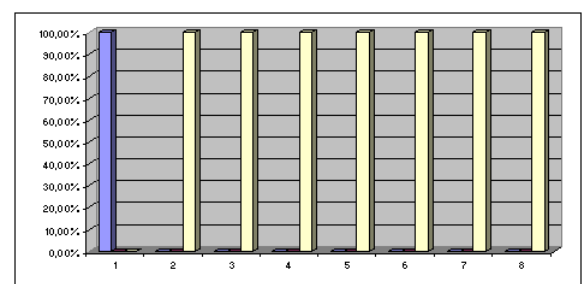
(a) Etapa (*modelo organizacional, dados*)



(b) Etapa (*modelo organizacional, processos*)



(c) Etapa (*modelo organizacional, rede*)



(d) Etapa (*modelo organizacional, pessoas*)

Figura 6.15: Análise por etapa da fase de definição do *modelo organizacional*

Relativamente à análise, etapa a etapa, da definição de construtores da fase *modelo organizacional*, é possível também concluir, conforme se ilustra na figura 6.15, que existe nestas etapas uma grande percentagem de construtores iguais aos definidos anteriormente noutros serviços hospitalares.

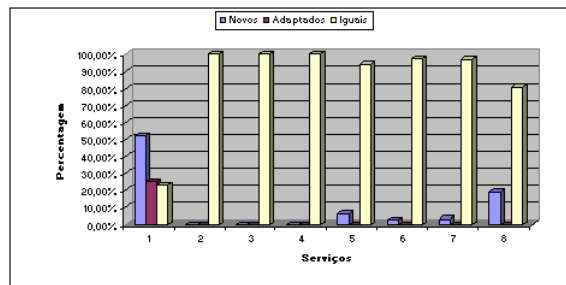
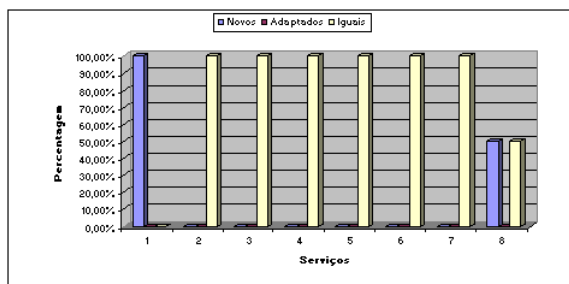
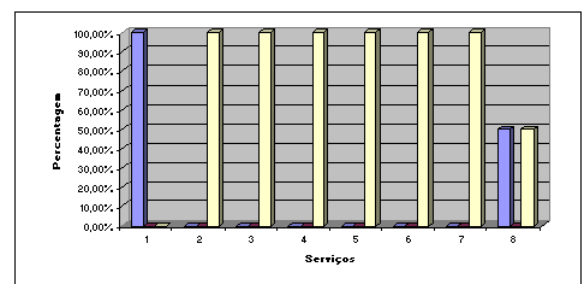


Figura 6.16: Análise da fase de definição do *modelo tecnológico*

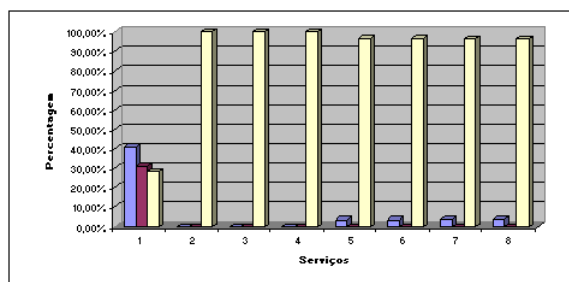
Resta analisar a fase de definição do *modelo tecnológico*. Relativamente a esta fase, é pertinente referir-se que não existe grande disparidade de soluções no que concerne às aplicações utilizadas e aos repositórios de dados. Verifica-se que nos diversos hospitais se utilizam aplicações de três origens, designadamente IGIF, empresas de Software e aplicações desenvolvidas nos respectivos serviços de informática. Nos hospitais visitados prevalece a primeira solução anteriormente referida.



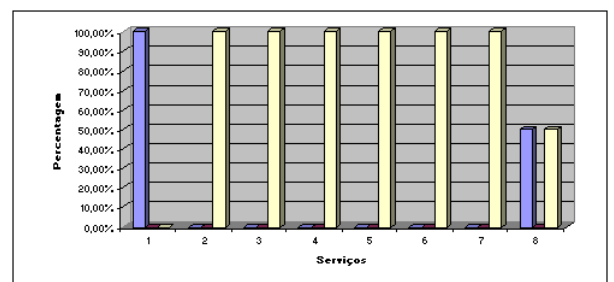
(a) Etapa (*modelo tecnológico, dados*)



(b) Etapa (*modelo tecnológico, processos*)



(c) Etapa (*modelo tecnológico, rede*)



(d) Etapa (*modelo tecnológico, pessoas*)

Figura 6.17: Análise por etapa da fase de definição do *modelo tecnológico*

Como se pode constatar pela análise da figura 6.16, existe nesta fase uma grande predominância de construtores iguais. Conforme abaixo se vai justificar, os construtores diferentes aparecem na etapa (*modelo tecnológico, rede*), devido ao facto de, de hospital para hospital, os sistemas computacionais que implementam a função servidor (de aplicações e bases de dados) serem diferentes.

Conforme se pode avaliar na figura 6.17, as conclusões que anteriormente se retiram da análise global consubstanciam-se nas várias etapas.

6.7 Outros Aspectos Relevantes

Ao longo deste capítulo, descreveram-se aspectos relativos à utilização da aplicação informática num conjunto de serviços hospitalares e fez-se (secção anterior) uma análise global dos resultados obtidos. Porém, para além destes aspectos, falta abordar duas características do sistema ainda não referidas.

De facto, falta concretamente abordar um aspecto que decorre da utilização do RBC, nomeadamente a possibilidade de se utilizar conhecimento relativo a situações que ocorreram no passado e resultaram em insucesso. Este tipo de conhecimento pode ser utilizado para, em posteriores situações, não se voltarem a cometer erros semelhantes.

Conforme foi descrito na secção 5.2, o modelo proposto neste trabalho contempla uma ordem de definição das fases e dentro destas uma ordem de definição das etapas. Com efeito, o modelo prevê que existam, caso necessário, retrocessos para fases ou etapas anteriores à que se está a definir. Esta situação deve ocorrer sempre que numa fase/etapa anterior exista necessidade de adicionar, alterar ou remover algum elemento.

O conhecimento gerado com os referidos retrocessos é armazenado no sistema RBC sob a forma de *casos* de insucesso. Esta situação permite, aquando da passagem para a etapa seguinte, a verificação relativa a algum *caso* com iguais características que tenha resultado em insucesso. Caso esta última situação se verifique, o utilizador é alertado com a respectiva notificação do ocorrido.

Outro aspecto que não foi abordado nas secções anteriores diz respeito ao papel das relações caracterizadas na secção 5.2.2. Entende-se que estas desempenham um papel importante uma vez que, com base em experiência adquirida, permitem prever a existência de dependências. Por exemplo, a existência de uma determinada entidade de dados pode implicar a definição de um processo. Esta relação entre os elementos referidos constitui um dos aspectos para os quais o utilizador é alertado.

6.8 Síntese

Ao longo deste capítulo caracterizou-se, de forma geral, como decorreu o processo da validação do MODASI. Apresentaram-se também as funcionalidades da aplicação informática desenvolvida e analisaram-se, na globalidade, os resultados obtidos. É agora o momento de se estabelecerem algumas considerações relativas a todos estes aspectos.

Relativamente à primeira parte do desenvolvimento do trabalho, é pertinente afirmar-se que esta foi importante, uma vez que não se encontrou na bibliografia elementos que permitissem aferir da validade do modelo proposto. Destaca-se, para além disso, a importância da identificação de possíveis relações mantidas pelos elementos entre si. A

constatação de que os princípios que se utilizaram para desenvolver a teoria subjacente ao modelo estavam sustentados em experiência adquirida e não em mera especulação teórica constituiu outro aspecto relevante na primeira parte do trabalho.

No que diz respeito ao teste da aplicação informática, pode-se afirmar que entre unidades organizacionais de instituições diferentes foi possível encontrar um elevado grau de semelhanças. Salienta-se a este propósito que se obtiveram para a fase de definição do *modelo organizacional* resultados que variam entre os 82% e 96% de elementos iguais, enquanto que para a fase *modelo tecnológico* o intervalo foi de 81% a 100% (excluindo-se o primeiro serviço).

7 Conclusões

Ao longo deste capítulo, elaboram-se as considerações finais respeitantes aos vários aspectos envolvidos no projecto. Enunciam-se designadamente as opções efectuadas e comentam-se os resultados obtidos na realização deste projecto.

Enunciam-se, de forma geral, as relações que as diversas temáticas mantêm neste trabalho, na secção 7.1. Nas secções 7.2 a 7.3, faz-se uma breve síntese dos aspectos envolvidos neste projecto. O MODASI é apresentado de forma sintetizada na secção 7.4. Na secção 7.5, apresenta-se a forma como o RBC foi aplicado neste trabalho. Estabelecem-se algumas considerações relativamente aos resultados obtidos e às contribuições deste projecto, na secção 7.6. Na secção 7.7, apontam-se eventuais trabalhos futuros tendo este projecto como ponto de partida. Finaliza-se o capítulo com uma breve síntese na secção 7.8.

7.1 Introdução

No desenvolvimento deste projecto foram várias as temáticas que desempenharam um papel importante, pelo que foram objecto de análise. Fizeram parte das referidas temáticas conceitos, métodos e referenciais relativos aos SIs.

As primeiras temáticas em análise abordaram conceitos, métodos e ferramentas do domínio SI. Foram, neste âmbito, analisadas interpretações do conceito SI bem como métodos e ferramentas utilizadas no âmbito de actividades da função SI. Para além disso, procedeu-se à identificação dos aspectos que podem caracterizar um SI. Esta análise visou sobretudo estabelecer a base para o desenvolvimento de ASIs.

Outro aspecto relevante para o desenvolvimento deste projecto foi o estudo do *estado da arte* relativo à abordagem de arquitectura no domínio SI. Foram neste âmbito analisadas definições de *arquitectura* bem como métodos e referenciais utilizados para a descrição de ASIs. Pretendeu-se com esta análise identificar o referencial a utilizar, uma vez que se assumiu neste trabalho não efectuar uma proposta de um novo referencial.

Com base nos trabalhos efectuados referidos nos dois parágrafos anteriores procedeu-se à definição de um modelo de desenvolvimento de ASIs - o MODASI. Para auxiliar a utilização do MODASI procedeu-se à implementação de uma aplicação informática. A aplicação proposta integra técnicas de RBC para assim se poder retirar partido de experiência adquirida.

7.2 Os Sistemas de Informação

Neste projecto, assumiu-se considerar SI em sentido lato. Esta opção deveu-se ao facto de se pretender desta forma contribuir para o desenvolvimento de melhores subsistemas informacionais na globalidade e não especificamente um subsistema destes, os vulgarmente designados de SIBCs.

Com efeito, caso se considerasse SI em sentido restrito, este projecto decorreria no âmbito das arquitecturas de software, o que não era à partida o objectivo do mesmo.

É também pertinente referir-se que, no quadro de actividades da função SI, considerou-se que as ASIs devem ser desenvolvidas aquando do PSI, uma vez que é neste momento que se define o futuro do SI. Acresce ainda o facto da definição da ASI aquando do PSI introduzir benefícios para as actividades que decorram posteriormente, nomeadamente o DSI e outras relacionadas com ESI. Uma vez que a ASI permite um conhecimento global do SI, esta torna-se especificamente um veículo de comunicação entre os diversos intervenientes nas referidas actividades.

Um dos momentos importantes no desenvolvimento deste projecto foi a identificação dos aspectos a descrever numa ASI. Para o efeito, procedeu-se à análise de interpretações do conceito SI.

Com base na análise referida, identificaram-se como elementos relevantes de um SI os aspectos *dados*, *processos*, *pessoas* e *TIs*. Esta foi a conclusão que se retirou da análise a sessenta e nove publicações consideradas credíveis no domínio dos SIs.

Procedeu-se também à análise de métodos utilizados na função SI no âmbito das suas diversas actividades. Tal análise teve por objectivo identificar a ênfase atribuída aos diversos métodos, para em consonância se definir o processo de desenvolvimento de ASIs.

Verificou-se que, no conjunto de métodos analisados, os dois aspectos mais relevantes são os dados e os processos. Em termos processuais, a descrição destes dois aspectos ocorre da seguinte forma:

- descrição dos *dados* seguida dos *processos*;
- descrição dos *processos* seguida dos *dados*;
- os dois aspectos em simultâneo.

Refira-se que, no conjunto dos diversos métodos analisados, não se verificou prevalência de alguma das ênfases enunciadas.

Foram também alvo de estudo as ferramentas utilizadas no âmbito dos métodos adoptados na função SI. Procedeu-se desta forma para se poder propor um metamodelo que permitisse utilizar diversas ferramentas para descrição dos diferentes aspectos das ASIs.

Finalmente, procedeu-se à identificação de características dos SIs, para assim se proceder à distinção de ASIs. Desta forma, considerando-se um SI em sentido lato, uma das características a este inerente é o departamento ou unidade em que o mesmo se insere. Para além desta, outras características podem estar associadas ao SI em virtude das TIs utilizadas. Fazem parte deste último tipo as características relacionadas com a era a que pertencem os SIBCs, os tipos de SIBCs utilizados, bem como o estágio de crescimento em que o SI se encontra relativamente à adopção das TIs.

Relativamente a cada um dos aspectos mencionados no parágrafo anterior, conclui-se que vários autores têm efectuado propostas de taxionomias. Refira-se, porém, que neste projecto não se assumiu preferência por nenhuma taxionomia em particular, pelo que se deixa ao critério do utilizador do modelo a selecção das características, disponibilizando-se para o efeito o conjunto das várias propostas de taxionomia.

7.3 As Arquitecturas dos Sistemas de Informação

A ASI assume um papel relevante na função SI, pelo facto de potenciar o conhecimento global dos SIs. Como tal, diversos autores têm contribuído para que a abordagem de arquitectura se consolide no domínio SI.

Há vários anos que o termo arquitectura é utilizado (embora às vezes a forma como este é empregue não seja a mais correcta) no domínio das TI/SIs. Também se verifica a existência de diversos métodos e referenciais para o desenvolvimento de ASIs.

Pretendendo-se clarificar o conceito de arquitectura, procedeu-se neste trabalho a uma análise da interpretação de arquitectura defendida por diversos autores. Nesse sentido foram objecto de estudo diversos trabalhos relativos a esta temática.

Como resultado da análise, concluiu-se que é opinião maioritária que a abordagem de arquitectura revela como preocupação principal a descrição da estrutura do sistema, conferindo maior ênfase à globalidade do mesmo e não às partes que o constituem. Para além disso, a descrição arquitectural resultante é uma concepção de alto nível do sistema, isto é, não revela aspectos com um grau de detalhe aprofundado.

Efectuou-se também uma análise de métodos e referenciais utilizados nos domínios TI/SIs para a descrição de arquitecturas. Foram designadamente analisados vinte e cinco referenciais/métodos.

Verificou-se que, no conjunto de métodos e referenciais analisado, no máximo estes contemplavam a descrição de cinco aspectos. No entanto, do conjunto de referenciais estudado, só cinco (designadamente nas propostas de Opdahl (Opdahl, 1996), ARIS (Scheer, 1999), Microsoft (Microsoft, 2002a), Zachman-Sowa (Zachman e Sowa, 1992) e AMIS-AMOS (Isaac e Leroy, 1995, 1994)) é que previam a identificação do aspecto *pessoas* dos SIs.

Analisadas as contribuições dos diversos referenciais, considerou-se que se deveria utilizar a proposta de Zachman-Sowa, uma vez que esta era a que, de forma mais organizada, previa a descrição dos aspectos considerados relevantes de um SI. Refira-se que se efectuaram, no entanto, alguns reajustes ao referencial, nomeadamente para contemplar os aspectos relativos às TIs relacionados com as aplicações informáticas, os seus utilizadores e os repositórios de dados.

Para além disso, nas diversas propostas de referenciais analisados, encontrou-se um metamodelo, designadamente o proposto na recomendação do IEEE 1471 (IEEE, 2000), que permite flexibilizar o desenvolvimento de arquitecturas. Com efeito, nesta recomendação está previsto um metamodelo cujo intuito é conciliar a utilização de mais do que uma ferramenta na definição de arquitecturas. Concretiza-se esta intenção através da definição de um elemento, designado *ponto de vista*, que estabelece a forma como uma ferramenta deve ser utilizada no desenvolvimento de uma arquitectura.

Por último, mas não menos importante, resta referir um aspecto ainda não abordado - as ferramentas a utilizar no desenvolvimento de ASIs. A este respeito, considerou-se neste projecto utilizar ferramentas previstas para outras actividades da função SI. Sustentou esta opção a constatação de que as ferramentas criadas com a finalidade específica de serem utilizadas no desenvolvimento de arquitecturas ainda não são amplamente utilizadas.

7.4 O MODASI

Com base nos aspectos mencionados nas secções 7.2 a 7.3, passou-se à concepção do MODASI. Estabeleceram-se designadamente as várias etapas e fases do modelo, bem como a ordem das suas definições.

Tendo-se identificado como elementos relevantes de um SI os *dados*, os *processos*, as *pessoas* e as *TIs* e após se ter considerado utilizar para a sua descrição o referencial de Zachman-Sowa, houve necessidade de estabelecer quais os elementos a adoptar do mencionado referencial.

Da análise que se realizou do referencial de Zachman-Sowa, considerou-se também pertinente utilizar-se mais duas vistas, designadamente a de *rede* e a de *motivações*. A primeira, porque permite estabelecer quais as "entidades" com o qual o SI se relaciona e quais os meios informáticos de hardware e rede de comunicações utilizados. A vista *motivações*, pelo facto de assim se estabelecer o contexto para cada uma das fases que se contempla no MODASI.

Relativamente aos elementos *dados*, *processos* e *pessoas*, considerou-se que a perspectiva adequada ao nível de descrição de uma ASI era a identificada no referencial de Zachman-Sowa como *modelo organizacional*. Esta opção deveu-se ao facto de inerente à definição desta perspectiva não se envolverem descrições com demasiado nível de detalhe.

No que concerne às TIs, utilizou-se a perspectiva do referencial designada de *modelo tecnológico*. De facto, as TIs podem ser de vária índole, existindo inclusivamente para cada um dos aspectos *dados*, *processos* um tipo de TI associado. Para além disso, os SIs

nem sempre recorrem a TIs (embora o recurso às TIs actualmente ocorra cada vez mais com maior frequência). Assim, deixa-se em aberto a possibilidade de utilização ou não da perspectiva *modelo tecnológico*.

Para além das perspectivas anteriormente enunciadas do referencial de Zachman-Sowa, considerou-se importante utilizar também a designada de *âmbito*. Pretendeu-se com a contemplação da referida perspectiva estabelecer as características genéricas do SI, isto é, o seu contexto.

De facto, considerou-se a definição do contexto do SI um aspecto relevante, nomeadamente para aplicação das técnicas de RBC. Relembra-se a este propósito que a finalidade deste trabalho é o estabelecimento de um modelo que retire partido de ASIs anteriormente desenvolvidas. Desta forma, havia necessidade de arranjar um modo de caracterizar globalmente um SI e, em função desta caracterização, determinar ASIs semelhantes.

Para cada uma das perspectivas utilizadas do referencial de Zachman-Sowa estabeleceu-se uma fase do MODASI. Por consequência, o MODASI contempla as fases de definição de *âmbito*, *modelo organizacional* e *modelo tecnológico*.

Em virtude dos objectivos de cada uma das fases, estipulou-se que a ordem de definição devia ser: *âmbito*, *modelo organizacional* e *modelo tecnológico*. Esta ordem deveu-se ao facto de primeiro se estabelecer o enquadramento do SI com a fase de definição do *âmbito* e só depois se descrever os *dados*, *processos*, *pessoas* e *TIs*. Como as TIs poderão não figurar no SI, a definição da fase que as descreve deve ser a última (caso se proceda à sua descrição).

Fez-se corresponder a definição de cada um dos aspectos em cada fase a uma etapa do MODASI. Desta forma, resultaram cinco etapas em cada fase, designadamente as referentes à definição de: *motivações*, *dados*, *processos*, *rede* e *pessoas*.

Considerou-se que a etapa de definição das *motivações* deveria ser a primeira a ser efectuada, uma vez que permite estabelecer o contexto da fase. Com base na análise que se realizou de métodos utilizados na função SI, estabeleceu-se que as etapas seguintes deviam ser:

- definição dos *dados* e definição *processos* ou
- definição dos *processos* e definição *dados*.

Em quarto e quinto lugar devem ser definidas as etapas *rede* e *pessoas*, respectivamente.

Resta referir que a validação do MODASI decorreu junto de organizações hospitalares do Sistema de Saúde Português, tendo sido para o efeito efectuadas duas fases. A primeira, em que foram realizadas entrevistas a elementos do quadro de pessoal dos hospitais, visou validar se o MODASI se adequava na generalidade às realidades existentes nas organizações bem como identificar as relações que os diversos elementos das etapas podem manter entre si. A segunda fase pretendeu verificar se era ou não possível retirar partido da experiência adquirida, através do tratamento, com uma aplicação informática, dos dados obtidos anteriormente.

Como resultado da primeira fase identificaram-se algumas relações, designadamente: *decomposição*, *executa*, *aloja*, *utiliza*, *accede a*, *implementado em* e *derivação*. Estas relações ocorrem no referencial utilizado no MODASI entre diversas vistas.

É pertinente referir-se a propósito das relações enunciadas no parágrafo anterior que as mesmas desempenharam um papel importante, nomeadamente no que concerne à congruência global das ASIs. Com efeito, uma vez que as relações identificadas permitem estabelecer ligações causa efeito (se existe um elemento numa determinada etapa deve existir outro noutra etapa), estas foram um elemento importante no desenvolvimento de ASIs.

7.5 O Suporte do RBC no Desenvolvimento de ASIs

O RBC é utilizado no âmbito de uma aplicação informática de suporte ao MODASI. Na referida aplicação informática apoia-se a definição de uma ASI através de RBC a vários níveis.

De facto, recorre-se a técnicas de RBC para se obterem sugestões para se definir na totalidade um ASI, isto é, todos os elementos que compõem as suas etapas. Este tipo de recurso é o mais abrangente do MODASI e como tal o mais ambicioso. Pode-se utilizar esta opção sempre que existam novas situações de desenvolvimento de ASIs para as quais já existam problemas similares solucionados.

A possibilidade de recurso ao RBC para definição de fases é outra das formas que pode ser utilizada na aplicação do MODASI. Este tipo de utilização reduz o âmbito de aplicação do RBC a uma das três possíveis partes do MODASI (uma vez que este é constituído por três fases). Esta facilidade poderá ser útil para situações em que, por exemplo, para a fase do *modelo organizacional* existam descrições semelhantes, no entanto tal não se verifica para a fase do *modelo tecnológico* (uma vez que a organização pode recorrer a TIs que ainda não foram descritas em nenhuma ASI).

Reduziu-se ainda mais o âmbito de aplicação das técnicas de RBC no MODASI ao potenciar-se a sua aplicação na definição de etapas. A opção por este nível de aplicação efectuou-se para permitir aplicar RBC em situações que não seja viável na definição de modelos ou fases.

Por último, consagrou-se a possibilidade de utilizar técnicas de RBC ao nível da definição dos construtores das etapas. A sua contemplação deveu-se ao facto de, no caso do desenvolvimento de uma ASI não ser possível (dado não haver situações similares resolvidas) tirar partido de modelos, fases ou etapas, existir uma derradeira oportunidade de o fazer na definição de construtores.

7.6 Resultados e Contribuições

É agora pertinente estabelecerem-se considerações relativamente aos resultados obtidos e às contribuições deste trabalho.

De uma forma geral, pode-se afirmar que os resultados obtidos permitem concluir que a *tese* enunciada neste projecto foi provada.

Para além disso, os pressupostos assumidos no desenvolvimento do projecto também foram comprovados.

Conforme se referiu no capítulo 5, um dos pressupostos assumidos neste projecto visava a utilização da primeira fase do MODASI, designadamente a de *âmbito*, para contextualizar o SI.

Os resultados obtidos com os dados dos oito serviços utilizados na validação da aplicação permitiram chegar à conclusão que o grau de semelhança da fase *âmbito* das diferentes ASIs é superior a 61%. Este resultado é significativo, pelo facto de duas das quatro etapas ((*âmbito, dados*) e (*âmbito, processos*)) serem especificadas com algum grau de liberdade. De facto, as classes de dados e os processos identificados nas duas fases referidas, resultaram da percepção que as pessoas entrevistadas têm sobre as realidades em causa.

Relativamente à *tese* enunciada neste projecto, os resultados que se obtiveram permitem também afirmar que a mesma foi demonstrada. Com efeito, pode-se concluir que, excluindo-se o primeiro serviço (Serviço de Gastroenterologia do Hospital São Teotónio), a percentagem de elementos iguais varia, na fase em que as diferenças são mais acentuadas (fase de definição do *modelo organizacional*), entre 82% e 96%.

Sobre os resultados enunciados no parágrafo anterior, é pertinente afirmar-se que não se espera que valores tão elevados sejam sempre obtidos. No entanto, julga-se que uma das mais-valias deste projecto constituirá no futuro o seu enriquecimento com um conjunto mais alargado de *casos* relativos a ASIs de diversas organizações. Os resultados dependerão do número e adequação de *casos* que se venha a introduzir.

Realmente, o enriquecimento do sistema RBC desenvolvido com mais *casos*, possibilitará que um conjunto mais extenso de experiência se torne disponível aos utilizadores do MODASI, pelo que este se tornará um repositório de dados importante para as organizações.

Considera-se que neste projecto se fazem várias contribuições importantes para o desenvolvimento de ASIs nas organizações.

Uma primeira contribuição é a **possibilidade de se desenvolverem ASIs de forma mais sustentada**. Considera-se neste sentido que o MODASI potencia designadamente através dos aspectos nele contemplados, um desenvolvimento das ASIs de forma organizada.

Refira-se que outra contribuição importante é a **possibilidade de utilização de várias técnicas e ferramentas na descrição de ASIs**. Com efeito, o facto dos utilizadores do MODASI não estarem restringidos a determinadas técnicas ou ferramentas permite que não existam entraves à sua utilização.

É pertinente salientar-se que a **possibilidade de utilização sistemática de experiência adquirida no desenvolvimento de ASIs** é de facto a contribuição principal deste projecto. Com efeito, este tipo de facilidade permite que as organizações acedam a um manancial de informação que pode enriquecer de forma considerável a forma como estas desenvolvem as suas ASIs e, por consequência, a obtenção de melhores SIs. O contacto com soluções disponíveis é nomeadamente um aspecto importante na tomada de decisão aquando do desenvolvimento das ASIs.

De facto, a possibilidade de utilização de experiência adquirida no desenvolvimento de ASIs é crucial, devido à mesma se efectuar a vários níveis. Com efeito, o facto de não se restringir a utilização de experiência à totalidade da ASI permite uma maior flexibilidade no desenvolvimento de ASIs, pois em qualquer momento se pode recorrer àquele precioso auxílio.

Finalmente, falta referir que outro dos contributos deste projecto **é o de se indicar ao utilizador do MODASI informações relativas a anteriores situações de insucesso**. Este facto permite evitar que um determinado erro se repita, resultando daí vantagens.

7.7 Trabalhos Futuros

A conclusão deste projecto não esgotou a possibilidade de, no futuro, se promoverem actividades que enriqueçam a temática do desenvolvimento de ASIs. Pelo contrário, surge, agora que se dá por concluído este projecto, a convicção de que o mesmo pode evoluir a vários níveis, conforme se ilustra na tabela 7.1, podendo assim ser exploradas novas possibilidades.

Âmbito	Proposta
MODASI	<ul style="list-style-type: none"> • Estudo da relevância da vista <i>tempo</i> e sua eventual inclusão no MODASI • Identificação de novos tipos de relações (entre elementos de diferentes etapas) • Identificação do conjunto de aspectos relevantes a descrever em cada tipo de TI
Ferramenta	<ul style="list-style-type: none"> • Interface • Exportação para diversos formatos • Enriquecimento com mais ASIs
RBC	<ul style="list-style-type: none"> • Indexação • Adaptação

Tabela 7.1: Trabalhos futuros

Na secção 5.2, referiu-se que não se considerava utilizar no MODASI a vista tempo do referencial de Zachman-Sowa, uma vez que esta não constituía um aspecto estruturante de um SI. Frisou-se, porém, que, no futuro, a sua inclusão deveria ser ponderada para

averiguar da pertinência ou não da sua contemplação. Com efeito, este estudo, através da aplicação do MODASI em mais organizações, pode constituir um meio para validar a importância da vista tempo.

Foi também enunciado, aquando da sua apresentação na secção 5.2.2, que o conjunto de relações utilizado neste projecto derivou do processo de entrevistas efectuado. Constatou-se, porém, que as relações desempenham um papel importante, na medida em que potenciam a validação da presença de determinados elementos nas diferentes etapas. Como tal, a identificação de mais relações pode contribuir para que o MODASI fique mais completo, na medida em que a definição dos diferentes elementos das etapas se pode efectuar de forma mais congruente.

O último aspecto referido relativo às propostas de desenvolvimento de trabalho no âmbito do MODASI é a identificação de um conjunto de aspectos considerados relevantes para a descrição das TIs. Conforme se frisou na secção 6.2, contrariamente ao que aconteceu com outras ferramentas (caso da IDEF1X), a escolha dos construtores utilizados baseou-se na constatação de que os mesmos eram adoptados em diversas referências bibliográficas. Associaram-se neste trabalho aos construtores identificados características consideradas comuns.

Refira-se porém, que não se validou se o conjunto de características associado a cada construtor era ou não pertinente. Por exemplo, as características associadas a um computador que desempenha as funções de servidor (designadamente marca/modelo, capacidade de disco, memória, número de processadores, tipo de processadores e sistema operativo) resultaram da opinião do autor relativamente ao mesmo construtor.

A identificação dos aspectos que caracterizam cada um dos construtores utilizados para a descrição do *modelo tecnológico*, constituindo-se assim um vocabulário comum, poderá permitir que, aquando do seu desenvolvimento, sejam fornecidas informações mais precisas.

De forma geral, no âmbito das propostas de eventual trabalho a desenvolver no futuro relativas à ferramenta informática, podem-se apontar o desenvolvimento de uma interface diferente, a contemplação da possibilidade de exportação dos modelos das diversas etapas do MODASI em vários formatos e o enriquecimento da base de dados de *casos* com mais ASIs.

Relativamente à proposta de uma interface diferente, é pertinente afirmar-se que é intenção desta tarefa contemplar-se um ambiente de desenho com características idênticas às das ferramentas de desenho, como, por exemplo, o Visio (Microsoft, 2002b) ou outras integradas em ferramentas CASE. Enquadra-se nesta evolução o potenciar de funcionalidades como as vulgarmente designadas de *drag-and-drop* de construtores, bem como a visualização por parte do utilizador da totalidade do modelo, de forma esquemática.

Para além da melhoria da interface, considera-se também que a ferramenta informática deve evoluir de forma a prever a exportação dos dados referentes aos modelos, em formatos onde possam *à posteriori* ser utilizados por outras ferramentas. Este aspecto torna-se pertinente, na medida em que alguns dos modelos das etapas do MODASI podem ser utilizados em actividades de DSI.

Outro desenvolvimento futuro importante é o enriquecimento da base de dados de *casos* relativos a ASIs de diversas organizações. Conforme se veio referindo ao longo da tese, um aspecto crucial de um sistema RBC é o conhecimento que este armazena relativo a situações resolvidas. Nessa medida, a constituição de uma base de *casos* com âmbito mais alargado é um desafio que se levanta e que será, com certeza, uma mais-valia deste projecto perante as organizações.

No âmbito do RBC, este projecto pode também sofrer algumas evoluções. Consideram-se a este respeito evoluções relativas ao nível de definição de novas técnicas de indexação e adaptação.

Conforme se referiu no capítulo 4, o processo de indexação implementado neste projecto é realizado em função de todas as características relevantes de cada *caso*. Este processo é, como foi referido, a forma mais simples de efectuar a indexação. Existem, no entanto, outros métodos de realizar este processo, nomeadamente:

- baseados em diferenças entre o novo *caso* e os existentes;
- baseados em semelhanças e em explicações;
- através de métodos indutivos;
- baseados só em explicações.

A evolução da ferramenta para um destes tipos de métodos de indexação poderá constituir uma forma de optimização do desempenho da mesma.

Ao nível do RBC, a adaptação dos *casos* poderá constituir um aspecto relevante a desenvolver nos trabalhos futuros. Conforme se frisou no capítulo 4, neste projecto selecciona-se o *caso* com um maior valor da métrica e efectuam-se neste algumas adaptações, designadamente a remoção de elementos sobre os quais não se especifica uma palavra-chave.

Considerando-se as adaptações referidas escassas, julga-se pertinente melhorar o seu processo em várias facetas, nomeadamente:

- tendo por base vários *casos*;
- regras de adaptação de mais fina granularidade para cada ferramenta;
- utilização de conhecimento relativo a anteriores adaptações;

o que poderá beneficiar o desenvolvimento de DASIs.

A alteração da opção de escolha do *caso* com um maior valor da métrica, passando a ser uma escolha de vários *casos* na obtenção de uma solução "mista" constituirá, na verdade, uma mais-valia para a ferramenta, uma vez que permitirá a selecção das melhores partes de diversas soluções.

Outro dos benefícios a introduzir ao nível do RBC passará pela contemplação de um mecanismo para definição da forma como cada construtor poderá ser adaptado, relativamente a outros construtores existentes no conjunto de ferramentas disponíveis nos *pontos*

de vista. Desta forma, potencia-se a realização de adaptações com carácter mais específico. Esta situação não acontece actualmente em virtude de se realizarem adaptações de carácter geral, nomeadamente removendo-se elementos cujas palavras-chave não são referenciadas.

Finalmente, outro aspecto a desenvolver futuramente diz respeito à utilização de conhecimento relativo à forma como determinadas adaptações foram anteriormente realizadas. Com efeito, ocorrida uma adaptação de um construtor num determinado momento, este processo poderá, caso entretanto não seja invalidado, permitir realizar de forma automática reajustes nas soluções.

7.8 Síntese

A constatação que as ASIs desempenham um papel importante nos SIs e a verificação que o seu desenvolvimento, por não recorrer a experiência adquirida, não se encontra optimizado constituiu o problema motivador da realização do trabalho que agora se finaliza.

A efectuação deste projecto pretendeu encontrar uma solução para o problema referido e corroborar a tese formulada que afirma que é possível retirar partido de experiência adquirida no desenvolvimento de ASIs.

Para se cumprir cabalmente os propósitos definidos para este projecto, foi realizada a revisão bibliográfica relativa aos domínios dos SIs e do RBC, com o objectivo de rever fundamentos e conceitos. A solução construída envolveu a concepção do modelo e teste em ambiente real, o desenvolvimento da teoria de suporte à utilização de RBC e a criação de uma aplicação informática.

O conjunto dos resultados obtidos permite enriquecer o conhecimento, nomeadamente nas vertentes basilares que sustentam o desenvolvimento de ASIs. De facto, ao se atingirem os objectivos propostos, prova-se que o recurso à experiência adquirida, de forma sistemática, constitui um elemento potenciador do desenvolvimento de ASIs ("*A sabedoria é filha da experiência.*"¹).

Refira-se a este propósito que a validação do MODASI permitiu verificar a adequação do modelo e comprovar a utilidade do recurso, automatizado, à experiência adquirida.

Crê-se, de facto, que este projecto se afirma como um recurso importante para as organizações, porque possibilita o desenvolvimento de ASIs de forma mais sustentada, utilizando-se diversas técnicas e ferramentas, e a utilização sistemática da experiência adquirida ao longo do seu desenvolvimento. Além disso, o facto do utilizador do MODASI ter acesso a informações relativas a anteriores situações de insucesso permite melhorar a qualidade das ASIs.

É pertinente referir, no entanto, que a realização de trabalhos futuros pode enriquecer aspectos envolvidos neste projecto, nomeadamente no que diz respeito à contemplação, no âmbito da ferramenta desenvolvida, de um maior número de ASIs.

¹Frase atribuída a Leonardo da Vinci em (CM, 2003).

Finalmente, é com satisfação que se finaliza este trabalho e se considera que os objectivos propostos foram alcançados.

Conclui-se esperando que a utilização do MODASI melhore efectivamente a qualidade dos SIs organizacionais e que este projecto tenha contribuído para o enriquecimento do conhecimento no domínio dos SIs.

Bibliografia

- Aamodt, A. 1995. Case-Based Reasoning - An Introduction. *Págs. 9–23 of: Case-based reasoning; A new force in advanced systems development*. Unicom Seminars.
- Aamodt, A. 2001. Modeling the Knowledge Contents of CBR Systems. *Págs. 32–37 of: Workshop Program at the Fourth International Conference on Case-Based Learning*.
- Aamodt, A., e Plaza, E. 1994. Case-Based Reasoning: Foundational Issues, Methodological Variations and Systems Approaches. *AI-Communications*, **7**(1), 39–52.
- Abd-Allah, A., e Boehm, B. 1995. *Reasoning About the Comparison of Heterogeneous Architectures*. Relatório Técnico. Computer Science Department - University of Southern California.
- Adam, F., e Fitzgerald, B. 2000. The Status of the Information Systems Field: Historical Perspective and Practical Orientation. *Information Research*, **5**(4).
- Alamos, Los. 1994. *Information Architecture: The Foundation*. Relatório Técnico. Los Alamos National Laboratory.
- Allen, B. P. 1994. Case-Based Reasoning: Business Applications. *Communications of ACM*, **37**(3), 40–42.
- Alter, S. 2000. Same Words, Different Meanings: Are Basic IS/IT Concepts our Self-Imposed Tower Of Babel. *Communications of Association For Information Systems*, **2**, Artigo 10.
- Alter, Steven. 1999. *Information Systems : A Management Perspective*. 3ª Edição. Addison-Wesley. ISBN 0-201-35109-9.
- Alterman, R. 1989. Panel Discussion on Case Representation. *In: Second Workshop on Case-Based Reasoning*.
- Althoff, K. D., Auriol, E., Barletta, R., e Manago, M. 1995. *A Review of Industrial Case-Based Reasoning Tools*. Relatório Técnico. AI Intelligence.
- Althoff, K. D., Nick, M., e Tautz, C. 1999. CBR-PEB: An Application Implementing Reuse Concepts of Experience Factory for the Transfer of CBR System Know-How. *In: 7th German Workshop on Case-Based Reasoning*.
- Althoff, K.-D., Bergmann, R., e Branting, L. K. 2001. The Third International Conference on Case-Based Reasoning (ICCBR'99). *AI Magazine*, 116–118.
- Amaral, L. 2002. A Disciplina de Gestão de Sistemas de Informação: uma Nova Formulação. *In: International Conference on Engineering and Technology Education - INTERTECH'2002*.
- Amaral, L. A. M. 1994. *PRAXIS - Um Referencial para o Planeamento de Sistemas de Informação*. Tese de Doutoramento, Universidade do Minho.

- Amaral, L. A. M. 1997. *Gestão de Sistemas de Informação - Relatório de disciplina contendo o programa, conteúdo e métodos de ensino*. Relatório Técnico. Universidade do Minho.
- Amdahl, G. M., Blaauw, G. A., e Brooks, F. P. 1964. Architecture of the IBM System/360. *IBM Journal*, **8**(2), 87–101.
- Anthony, R. N. 1965. *Planning and Control: a Framework for Analysis*. Harvard University Press.
- Applegate, L. M., McFarlan, F. W., e McKenney, J. L. 1999. *Corporate Information Systems Management - Text and Cases*. 5ª Edição. McGraw-Hill. ISBN 0-07-290283-1.
- Arbab, F., Bonsangue, M., Scholten, J. G., Jacob, M. E., Jonkers, H., Lankhorst, M., Proper, E., e Stam, A. 2002. *State of the Art in Architecture Frameworks and Tools*. Relatório Técnico. Telematica Institut. Projecto ArchiMate.
- Arnheim, R. 1988. *A Dinâmica da Forma Arquitectónica*. Editorial Presença. Trad. de W. Ramos.
- Avison, D., e Fitzgerald, G. 1998. Editorial. *Information Systems Journal*, **8**(1), 1–2.
- Avison, D. E., e Fitzgerald, G. 1995. *Information Systems Development: Methodologies, Techniques and Tools*. 2ª Edição. McGraw-Hill. ISBN 0-07-709233-3.
- Avison, D. E., e Fitzgerald, G. 2003. Where Now for Development of Methodologies. *Communications of the ACM*, **46**(1), 79–82.
- Avison, D. E., e Wood-Harper, A. T. 1992. *Multiview: An Exploration in Information Systems Development*. Blackwell Scientific Publications.
- Avison, David. 1998. *What is IS?*
- Bacon, C. J., e Fitzgerald, B. 2001. A Systemic Framework for the Field of Information Systems. *Data Base*, **32**(2).
- Bansler, J. P., e Havn, E. C. 2003. Improvisation in Action: Making sense of IS Development in Organizations. *In*: Goldkuhl, G., Lind, M., e Agerfalk, J. (eds), *Action in Language, Organisations and Information Systems*.
- Banville, C., e Landry, M. 1989. Can the Field of MIS Be Disciplined? *Communications of the ACM*, **32**(1), 48–60.
- Bareiss, R. 1989. *Exemplar-Based Knowledge Acquisition - A Unified Approach to Concept Representation Classification, and learning*. Academic Press, Inc. ISBN 0-12-078260-X.
- Barker, R. 1995. *Case*Method - Entity Relationship Modelling*. Addison-Wesley. ISBN 0-201-41696-4.
- Barki, H., e Rivard, S. 1988. An Information Systems Keyword Classification Scheme. *MIS Quarterly*.
- Baron, R. J., e Higbie, L. 1994. *Computer Architecture*. Addison-Wesley. ISBN 0-201-50923-7.
- Bartee, T. C. 1991. *Computer Architecture and Logic Design*. McGraw-Hill. ISBN 0-07-003909-7.

- Baskerville, R. 1991. Practitioner Autonomy and the Bias of Methods and Tools. *Págs. 673–697 of: Nissen, H., Klein, H. K., e Hirschheu, R. (eds), IFIP TC8/WG 8.2 Working Conference on the Information Systems Research Arena of the 90's Challenges, Perceptions and Alternative Approaches*, vol. 2. Copenhaga - Dinamarca: Elsevier, Science Publishers.
- Baskerville, R., Travis, J., e Truex, D. 1992. Systems Without Method: The Impact of New Technologies on Information Systems Development Projects. *The Impact of Computer Supported Technologies on Information Systems Development*, 241–270.
- Baskerville, R. L., e Myers, M. 2002. Information Systems as a Reference Discipline. *MIS Quartely*, **26**(1), 1–14.
- Benbasat, I., e Zmud, R. W. 2003. The Identity Crisis Within the IS Discipline: Defining and Communicating the Discipline's Core Properties. *MIS Quartely*, **27**(2), 183–194.
- Bento, C., e Costa, E. 1993. A Similarity Metric for Retrieval of Cases Imperfectly Described and Explained. *Págs. 8–13 of: Wess, S., Althoff, K., e Richter, M. (eds), First European Workshop on Case-Based Reasoning*.
- Bento, C. M. R. L. 1996. *Raciocínio Baseado em Casos Descritos e Explicados de Modo Imperfeito*. Tese de Doutoramento, Universidade de Coimbra.
- Bergmann, R., Wilke, W., Althoff, K. D., Breen, S., e Johnston, R. 1997. Ingredients For Developing a Case-Based Reasoning Methodology. *Págs. 49 – 58 of: Bergmann, R., e Wilke, W. (eds), 5th German Workshop on Case-Based Reasoning (GWCBR'97)*. Alemanha: Bericht.
- Bernus, P., e Schmidt, G. 1998. Architecture of Information Systems. *Págs. 1–9 of: Bernus, P., Mertins, G., e Schmidt, G. (eds), Handbook On Architectures of Information Systems*. Springer-Verlag. ISBN 3-540-64453-9.
- Berrisford, G. 1994. Defining SSADM to Match the OMG Perspective. *Págs. 177–189 of: Hutt, A. T. F. (ed), Object Analysis and Design*. John Wiley & Sons.
- Beynon-Davies, P. 1989. *Information System Development*. Macmillan. ISBN 0-333-48035-X.
- Bidgood, T., e Jelley, B. 1991. Modelling Corporate Information Needs: Fresh Approaches to the Information Architecture. *Journal of Strategic Information Systems*, **1**(1), 38–41.
- Birnbaum, L., e Collings, G. 1989. Reminders and Engineering Design Themes: a Case Study in Indexing Vocabulary. *In: Second Workshop on Case-Based Reasoning*.
- Boar, B. H. 1994. *Practical Steps for Aligning Information Technology with Business Strategies - How to Achieve a Competitive Advantage*. John Wiley & Sons, Inc. ISBN 0-471-29620-1.
- Boar, B. H. 1999. *Constructing Blueprints for Enterprise IT Architectures*. John Wiley & Sons, Inc. ISBN 0-471-29620-1.
- Boasson, M. 1995. The Artistry of Software Architecture. *IEEE Software*, **12**(6), 13–16.
- Bocij, P., Chaffey, D., Greasley, A., e Hickie, S. 1999. *Business Information Systems - Technology, Development and Management*. Prentice-Hall. ISBN 0-273-63849-1.
- Boddy, D., Boonstra, A., e Kennedy, G. 2002. *Managing Information Systems - an organisational perspective*. Prentice-Hall. ISBN 0-273-65595-7.

- Brancheau, J. C. 1989. Building And Implementing An Information Architecture. *Data Base*, **20**(2), 9–17.
- Brancheau, J. C., e Wetherbe, J. C. 1986. Information Architectures: Methods and Practice. *Information Processing & Management*, **22**, 453–463.
- Brancheau, J. C., e Wetherbe, J. C. 1987. Key Issues in Information Systems Management. *MIS Quartely*, **11**(1), 23–71.
- Brancheau, J. C., Janz, B. D., e Wetherbe, J. C. 1996. Key Issues in Information Systems Management: 1994-95 SIM Delphi Results. *MIS Quartely*, **20**(2), 225–235.
- Branting, L. K., e Aha, D. W. 1995. Stratified case-based reasoning: Reusing hierarchical problem solving episodes. *Págs. 384–390 of: Fourteenth International Joint Conference on AI*. Montreal, Canada: Morgan Kaufmann.
- Bratko, I. 2000. *Prolog Programming for Artificial Intelligence*. 3ª Edição. Addison-Wesley. ISBN 0-201-40375-7.
- Britton, C. 2001. *IT Architectures and Middleware: Strategies for Building Large, Integrated Systems*. Addison-Wesley. ISBN 0-201-70907-4.
- Bruce, T. A. 1992. *Designing Quality Databases with IDEF1X Information Model*. Dorset House Publishing. ISBN 0-932633-18-8.
- Buckingham, R. A. 1987. *Information Systems Education: Recommendations and Implementation*. Cambridge University Press.
- Buckland, M. 1991. *Information and Information Systems*. Praeger. ISBN 0-275-93851-4.
- Bunn, G., Bartlett, C., e McLean, D. 1989. *Strategic Planning for Information Systems: Ensuring that the business benefits*. John Wiley & Sons.
- Burch, J. G., Strater, F. R., e Grudnitski, G. 1979. *Information Systems: Theory and Paractice*. 2ª Edição. John Willey & Sons. ISBN 0-471-12322-6.
- Burstein, F., e Gregor, S. 1999. The Systems Development or Engineering Approach to Research in Information Systems: An Action Research Perspective. *Págs. 122–134 of: 10th Australasian Conference on Information Systems*.
- Campos, L. M. 1999. *Oracle 8i - Curso Completo*. FCA.
- Carvalho, J. A. 1996. *Desenvolvimento de Sistemas de Informação: Relatório de Disciplina Contendo o Programa, Conteúdo e Métodos de Ensino - Capítulo 3*. documentação para concurso ao lugar de Professor Associado na Escola de Engenharia da Universidade do Minho. Universidade do Minho.
- Carvalho, J. A. 1999. Information System? Which One Do You Mean? *Págs. 259–280 of: Falkenberg, E., Lyytinen, K., e Verrijn-Stuart, A. (eds), ISCO 4 - Information Systems Concepts: An Integrated Discipline Emerging*. Leiden, Holanda: Kluwer Academic.
- Cassidy, A. 1998. *A Pratical Guide to Information System Strategic Planning*. CRC Press.
- Cawsey, A. 1998. *The Essence of Artificial Intelligence*. Prentice-Hall. ISBN 0-13-571779-5.

- CEC. 2001. *Daylighting in Architecture - A European Reference Book*. James & James. ISBN 1-873936-21-4.
- Checkland, P., e Holwell, S. 1998. *Information, Systems and Information Systems - making sense of the field*. John Wiley & Sons. ISBN 0-471-95820-4.
- Checkland, P., e Scholes, J. 1991. *Soft Systems Methodology in Action*. John Wiley & Sons.
- Chen, P. 2002. The Entity-Relationship Modeling: Historical Events, Future Trends, and Lessons Learned. In: Broy, M., e Denert, E. (eds), *Software Pioneers: Contributions to Software Engineering*. Springer-Verlag. ISBN 3-540-43081-4.
- Chen, P. P.-S. 1976. The Entity-Relationship Model - Toward a Unified View of Data. *ACM Transactions on Database Systems*, 1(1), 9-36.
- Chiavenato, I. 1985. *Administração: Teoria, Processo e Prática*. McGraw-Hill. ISBN 0-07-450088-0.
- Christerson, M. 1994. Objectory. *Págs. 107-117 of: Hutt, A. T. F. (ed), Object Analysis and Design*. John Wiley & Sons.
- CIO. 1999. *Enterprise Architecture Conceptual Framework*. Relatório Técnico. CIO Council. Federal Conceptual Model Subgroup.
- CiteSeer. 2004. *NEC Research Institute CiteSeer*. citeseer.nj.nec.com consultado em 10-01-2004.
- Clare, C., e Loucopoulos, P. 1987. *Business Information Systems*. Paradigm Publishing Ltd. ISBN 0-948825-55-3.
- Clements, P., e Northrop, L. M. 1996. *Software Architecture: An Executive Overview*. Relatório Técnico. CMU/SEI.
- CM. 2003. *Dicionário de Citações e Provérbios*. Vol. 29. Correio da Manhã. ISBN 989-609-059-9.
- Coad, P., e E.Yourdon. 1991. *Object-Oriented Analysis*. Prentice-Hall. ISBN 0-13-629981-4.
- Coelho, H. 1995. *Inteligência Artificial em 25 Lições*. Fundação Calouste Gulbenkian. ISBN.
- Coelho, H., e Cotta, J. C. 1988. *Prolog By Example, How to Learn, to Teach and Use it*. Springer-Verlag. ISBN 0-387-18313-2.
- Coleman, D., Arnold, P., Bodoff, S., C.Dollin, Gilchrist, H., Hayes, F., e Jeremaes, P. 1994. *Object-Oriented Development*. Prentice-Hall. ISBN 0-13-101040-9.
- Coleman, K. G., EttWein, J., Johnson, C., Pigman, D., e Pulak, D. 1996. *Reengineering MIS - Aligning Information Technology and Business Operations*. Idea Group Publishing. ISBN 1-878289-30-6.
- Connor, D. 1985. *Information System Specification and Design Road Map*. Prentice-Hall. ISBN 0-13-464942-7.
- Cook, Melissa A. 1996. *Building Enterprise Information Architectures: Reengineering Information Systems*. Prentice-Hall. ISBN 0-13-440256-1.
- Cooperation, R. S. 1997. *UML Notation Guide*. Rational Software Cooperation.

- Cope, C. 2000. Educationally Critical Aspects of A Deep Understanding Of The Concept Of An Information System. *Págs. 48–55 of: Australasian conference on Computing education*. Melbourne, Australia: ACM Press. ISBN 1-58113-271-9.
- Costa, E. 2000. *Machine Learning & CBR: a Gentle Introduction*. Relatório Técnico. Departamento de Informática, Universidade de Coimbra.
- Costa, E., e Simões, A. 2004. *Inteligência Artificial*. FCA - Editora de Informática. ISBN 972-722-269-2.
- Costa, J. A., e Melo, A. S. 1999. *Dicionário de Língua Portuguesa*. 8ª Edição. Porto Editora. ISBN 972-0-05001-2.
- Couger, J. D., Colter, M. A., e Knapp, R. W. 1982. *Advanced System Development/Feasibility Techniques*. John Wiley & Sons. ISBN 0-471-03141-0.
- Craw, S., Jarmulak, J., e Rowe, R. 2001. Maintaining Retrieval Knowledge in a Case-Based Reasoning System. *Computational Intelligence*, **17**(2), 346–363.
- Crespo, R. G. 1998. *Processadores de Linguagens: da Concepção à Implementação*. IST Press. ISBN 972-8469-01-2.
- Cronholm, S., e Agerfalk, P. J. 1999. On the Concept of Method in Information Systems Development. *Págs. 229–236 of: Kakola, T. (ed), 22nd Information Systems Research Seminar in Scandinavia (IRIS 22)*, vol. 1.
- Cunha, P. R., e Figueiredo, A. D. 2001. Information Systems Development As Flowing Wholeness. *In: IFIP WG8.2*.
- Curtis, G. 1989. *Business Information Systems - Analysis, Design and Practice*. Addison-Wesley. ISBN 0-201-17523-1.
- Damas, L. 1999. *SQL - Structured Query Language*. FCA.
- Davenport, T. H. 1994. *Reengenharia de Processos - Como Inovar na Empresa Através da Tecnologia da Informação*. Editora Campus. ISBN 85-7001-874-6.
- Davis, G. B. 2000. Information Systems Conceptual Foundations: Looking Backward and Forward. *Págs. 61–82 of: Baskerville, R., Stage, J., e DeGross, J. I. (eds), Organizational and Social Perspectives on Information Technology, IFIP TC8 WG8.2 International Working Conference on the Social and Organizational Perspective on Research and Practice in Information Technology*, vol. 169. Aalborg, Denmark: Kluwer. ISBN 0-7923-7836-9.
- Davis, G. B., e Olson, M. H. 1985. *Management Information Systems, Conceptual Foundations, Structure and Development*. 2ª Edição. McGraw-Hill.
- Davis, W. S. 1998. The Systems Development Life Cycle. *Págs. 3 – 16 of: Davis, W. S., e Chen, D. C. (eds), The Information System Consultant's Handbook - Systems Analysis and Design*. CRC Press.
- Dickson, G. W., e Wetherbe, J. C. 1985. *Management of Information Systems*. McGraw-Hill. ISBN 0-07-0116825-3.
- Diestel, R. 2000. *Graph Theory*. Springer-Verlag. ISBN 0-387-98976-5.

- Dodd, J. 1994a. Information Engineering with Objects. *Págs. 85–92 of: Hutt, A. T. F. (ed), Object Analysis and Design.* John Wiley & Sons.
- Dodd, J. 1994b. OMT. *Págs. 153–158 of: Hutt, A. T. F. (ed), Object Analysis and Design.* John Wiley & Sons.
- Doumeings, G., Vallespir, B., e Chen, D. 1998. GRAI Grid Decisional Modelling. *Págs. 313–337 of: Bernus, P., Mertins, G., e Schmidt, G. (eds), Handbook On Architectures of Information Systems.* Springer-Verlag. ISBN 3-540-64453-9.
- Downs, E., Clare, P., e Coe, I. 1992. *Structured Systems Analysis and Design Method Application and Context.* 2ª Edição. Prentice Hall.
- Earl, M. J. 1989. *Management Strategies For Information Technology.* Prentice Hall. ISBN 0-13-551664-1.
- Edwards, C., Ward, J., e Bytheway, A. 1995. *The Essence of Information Systems.* 2ª edição Edição. Prentice Hall. ISBN 0-13-359308-8.
- Ein-Dor, P., e Segev, E. 1993. A Classification of Information Systems: Analysis and Interpretation. *Information Systems Research*, **4**(2), 166–204.
- Eliot, L. B. 1998. Spring Cleaning: Time to Fix I.S. Processes. *Decision Line*, **29**(3), 19–20.
- Ellis, Walter J., Rayford, David, Hillard, Richard F., Saunders, Thomas F., Wade, Ronald L., Poon, Peter T., e Sherlund, Basil. 1996. Toward a Recommended Practice For Architectural Description. *In: 2nd IEEE International Conference On Engineering of Complex Computer Systems.*
- Embley, D. W., Kurtz, B. D., e Woodfield, S. N. 1992. *Object-Oriented Systems Analysis.* Prentice Hall. ISBN 0-13-629973-3.
- Emery, D. E., Hillard, R. F., e Rice, T. B. 1996. Experiences Applying a Practical Architectural Method. *In: Strohmeier, A. (ed), Reliable Software Technologies - Ada-Europe'96.*
- Enquist, H. 1992. Information Systems Architecture From a Dynamic Perspective - An Interplay Between Macro and Micro Levels. *Nordata.*
- Eriksson, O., e Axelsson, K. 2000. ITS Systems Architectures - From Vision to Reality. *In: Seven World Congress on Intelligent Transport Systems.*
- Esprit. 1993. *CIMOSA: Open System Architecture for CIM.* 2ª Edição. Springer-Verlag. ISBN 3-540-56256-7.
- EUA. 1996. *Clinger-Cohen Act - Division E - Information Technology Management Reform.* disponível em www.army.mil/cio96/references/legislation_docs/CCA-Book-Final.pdf.
- Euromethod. 1996. *Euromethod.* Relatório Técnico. Euromethod Project.
- Evernden, R. 1996. The Information Framework. *IBM Systems Journal*, **35**(1), 37–68.
- Falkenberg, E. D., Hesse, W., Lindgreen, P., Nilsson, B. E., Oei, J. L. H., Rolland, C., Stamper, R. K., Assche, F. M. V., Verrijn-Sturart, A. A., e Voss, K. 1996. *FRISCO - A framework of Information System Concepts.* Relatório Técnico. IFIP.

- Falkenberg, E. D., Hesse, W., Lindgreen, P., Nilsson, B. E., Oei, J. L. H., Rolland, C., Stamper, R. K., Assche, F. M. V., Verrijn-Sturart, A. A., e Voss, K. 2001. *FRISCO - A framework of Information System Concepts*. Relatorio Tecnico. IFIP. Versão Draft.
- Farmer, B., Louw, H., e Napper, A. 1993. *Companion To Contemporary Architectural Thought*. Routledge. ISBN 0415010225.
- Feeny, D. F., e Willcocks, L. 1999. Rethinking Capabilities and Skills in the Information Systems Function. *Págs. 444-473 of: Currie, W. L., e Galliers, B. (eds), Rethinking Management Information Systems - An Interdisciplinary Perspective*. Oxford University Press. ISBN 0-19877532-6.
- Figueiredo, A. D. 1996. Strategy, Quality and Information Architecture in Higher Education. *In: European-American University Forum & 7th Annual International Conference of the American Association of University Administrators*. Coimbra/Lisboa: Universidade de Coimbra.
- Figueiredo, A. D. 1999. *Os Sistemas de Informação Vistos do Ponto de Vista do Negócio*. Relatorio Tecnico. Universidade de Coimbra. Disponível em www.dei.uc.pt/ pesi/cap1.htm; consultado em 04/09/99.
- FIPS. 1993. *Integration Definition for Information Modeling (IDEF1X)*. Federal Information Processing Standards Publications. ISBN.
- Fitzgerald, B. 1996. Formalised Systems Development Methodologies: A Critical Perspective. *The Information Systems Journal*, **6**(1), 3-23.
- Fitzgerald, B. 1997. The Use of Systems Development Methodologies in Practice: A Field Study. *The Information Systems Journal*, **7**(3), 201-212.
- Fitzgerald, B. 2000. Systems Development Methodologies: The Problem of Tenses. *Information Technology & People*, **13**(3).
- Fitzgerald, B., Russo, N., e Stolterman, E. 2002. *Information Systems Development: Method-in-Action*. McGraw-Hill. ISBN 0-07-709836-6.
- Flynn, D. J. 1998. *Information Systems Requirements: Determination and Analysis*. McGraw-Hill.
- Fong, J. S. P., e Huang, S. M. 1997. *Information Systems Reengineering*. Springer.
- Gacek, C., Abd-Allah, A., Clark, B., e Boehm, B. 1995. *On the Definition of Software System Architecture*. Relatorio Tecnico. Computer Science Department - University of Southern California.
- Galliers, R. 1987. *Information Analysis: Selected Readings*. Addison-Wesley. ISBN 0-201-19244-6.
- Galliers, R. D., e Sutherland, A. R. 1991. Information Systems Management and Strategy Formulation: the 'Stages of Growth' model Revised. *Journal of Information Systems*, **1**(2), 89-114.
- Gallivan, M.J. 1994. Changes In the Management Of the Information Systems Organization: An Exploratory Study. *In: Ross, J. W. (ed), Proceedings of the 1994 computer personnel research conference on Reinventing IS : managing information technology in changing organizations*. ACM Press. ISBN: 0-89791-652-2.

- Gane, C., e Sarson, T. 1983. *Análise Estruturada de Sistemas*. 15ª Edição. LTC - Livros Técnicos e Científicos. Tradução de G. E. Tompkins, ISBN 85-016-0245-6.
- Garlan, D. 1995. What is Style. *In: Dagstuhl Workshop on Software Architecture*.
- Garlan, D., e Shaw, M. 1994. *An Introduction to Software Architecture*. Relatório Técnico. CMU/SEI.
- Garlan, D., Allen, R., e Ockerbloom, J. 1995. Architectural Mismatch: Why Reuse Is So Hard. *IEEE Software*, **12**(6), 17–26.
- Garlan, D., Monroe, B., Kompanek, D., e Wile, D. 2004. *The Acme Architectural Description Language*.
- Gibson, C. F., e Nolan, R. L. 1974. Managing the four stages of EDP growth. *Harvard Business Review*, 76–88.
- Goldkuhl, G. 1994. Generic Flexibility - Towards a Component Cased Method Approach. *In: VITS Hostseminarium 1994*. Artigo em Suéco.
- Gomes, P., Pereira, F. C., Paiva, P., Seco, N., Carreiro, P., Ferreira, J. L., e Bento, C. 2002. Using WordNet for Case-Based Retrieval of UML Models. *In: Starting Artificial Intelligence Researchers Symposium (STAIRS'02)*.
- Gomes, P., Pereira, F. C., Paiva, P., Seco, N., Carreiro, P., Ferreira, J. L., e Bento, C. 2003a. Case-Based Reuse of UML Diagrams. *In: Fifteenth International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering (SEKE'03)*.
- Gomes, P., Pereira, F. C., Paiva, P., Seco, N., Carreiro, P., Ferreira, J. L., e Bento, C. 2003b. Human-Machine Interaction in a CASE environment. *In: International Joint Conference on Artificial Intelligence IJCAI'03 Workshop: "Mixed-Initiative Intelligent Systems"*.
- Gomes, R. M. S. 1998. *Método Orientado Por Objectos Para a Análise da Arquitectura de Informação no Decurso do Planeamento de Sistemas de Informação*. Ph.D. thesis, Universidade de Coimbra.
- Goor, A. J. 1989. *Computer Architecture and Design*. Addison Wesley. ISBN 0-201-18241-6.
- Gorry, G. A., e Morton, M. S. S. 1971. A Framework for Management Information Systems. *Sloan Management Review*, 55–70.
- Graham, I. 1994. Graham/SOMA. *Págs. 73–83 of: Hutt, A. T. F. (ed), Object Analysis and Design*. John Wiley & Sons.
- Grimshaw, D. J. 1992. Towards a Taxonomy Of Information Systems: or Does Anyone Need a TAXI. *Journal of Information Technology*, **7**, 30–36.
- Group, O. 2002. *The Open Group Architectural Framework*. Relatório Técnico. The Open Group. Versão 8.
- Haag, S., Cummings, M., e Dawkins, J. 1998. *Management Information Systems For the Information Age*. McGraw-Hill. ISBN 0-07-115326-8.
- Halle, B. 1996. Architecting in a Virtual World. *Data Base Programming & Design*.

- Halpin, T. A., e Nijssen, G. M. 1989. *Conceptual Schema and Relational Database Design*. Prentice-Hall.
- Hammer, D.K. 1997. The Many Aspects of an IT-Architecture. *Págs. 304–311 of: Workshop on Engineering of Computer-Based Systems (ECBS'97)*. Monterey, CA, EUA: IEEE Computer Society.
- Hammond, K. J. 1989. On Functionally Motivated Vocabularies: An Apologia. *In: Second Workshop on Case-Based Reasoning*.
- Hanney, K., Keane, M. T., Cunningham, P., e Smyth, B. 1995. What Kind of Adaptation do CBR Systems Need? A Review of Current Practice. *In: Aha, D. W., e Zam, A. (eds), AAAI 1995 Fall Symposium on Adaptation of Knowledge for Reuse*.
- Hawryszkiewicz, I. 1998. *Introduction to Systems Analysis and Design*. 4ª Edição. Prentice Hall.
- Hennessy, J. L., e Patterson, D. A. 2003. *Computer Architecture - A Quantitative Approach*. 3ª Edição. Morgan Kaufmann Publishers. ISBN 1-55860-596-7.
- Henriques, P. M. R. S. 1992. *Atributos e Modularidade Na Especificação de Linguagens Formais*. Tese de Doutorado, Universidade do Minho.
- Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., e Ram, S. 2004. Design Science in Information Systems Research. *MIS Quartely*, **28**(1), 75–105.
- Hickman, F. R., Killin, J. L., Land, L., Mulhall, T., Porter, D., e Taylor, R. M. 1992. *Analysis for Knowledge-based Systems: a Practical Guide to the Kads Methodology*. Ellis Horwood. ISBN 0-13-035288-8.
- Hillard, R. F., Kurland, M. J., e Litvintchouk, S. D. 1997. MITRE's Architecture Quality Assessment. *In: MITRE Software Engineering & Economics Conference*.
- Hilliard, R., Belz, F. C., Dehlin, M., Dobbs, V., e Eickelmann, N. 1998 (Dezembro de 1998). *Draft Recommended Practice for Architectural Description - IEEE P1471/D4.1*. Relatório Técnico. IEEE.
- Hirschheim, R., e Klein, H. K. 1992. A Research Agenda for Future Information Systems Development Methodologies. *Págs. 235–255 of: Cotterman, W. W., e Senn, J. A. (eds), Challenges and Strategies for Research in Systems Development*. John Wiley.
- Hirschheim, R., Klein, H. K., e Lyytinen, K. 1996. Exploring the Intellectual Structures of Information Systems Development: A Social Action Theoretic Analysis. *Accounting, Management & Information Technology*, **6**(1/2), 1–64.
- Hobbs, W. J. 1990a. *Information Architecture: An Essential Planning Tool*. www.chryxus.com/V1N3.htm Consultado em Novembro de 1999.
- Hobbs, W. J. 1990b. *The Role of Information Architecture*. www.chryxus.com/V1N3.htm Consultado em Novembro de 1999.
- Hoeydalsvik, G. M. 1994a. Fresco. *Págs. 141–146 of: Hutt, A. T. F. (ed), OORAM*. John Wiley & Sons.
- Hoeydalsvik, G. M. 1994b. Wirfs-Brock: Responsibility Driven Design. *Págs. 191–194 of: Hutt, A. T. F. (ed), Object Analysis and Design*. John Wiley & Sons.

- Hoffer, J. A., George, J. F., e Valacich, J. S. 1998. *Modern Systems Analysis and Design*. 2ª Edição. Addison-Wesley. ISBN 0-201-33841-6.
- Hofmeister, C., Nord, R., e Soni, D. 2000. *Applied Software Architecture*. Addison-Wesley.
- Hutt, A. T. F. 1994. MTD. *Págs. 93–99 of: Hutt, A. T. F. (ed), Object Analysis and Design*. John Wiley & Sons.
- IBM. 1984. *Business Systems Planning: Information Systems Planning Guide*. IBM Cooperation.
- IBM. 1995. *Information Framework (IFW) Description*. 1.02 Edição. IBM.
- IEEE. 2000. *IEEE Recommended Practice for Architectural Description of Software-Intensive Systems*. IEEE.
- IESE. 2003. *IESE Reports - www.iese.fhg.de/publications/Iese_reports/index.tml*. consultado em 10-07-2003.
- Iivari, J., Hirschheim, R., e Klein, H.K. 1999. Beyond Methodologies: Keeping up with Information Systems Development Approaches through Dynamic Classification. *In: 32ª Hawaii International Conference on Systems Sciences*.
- Iivari, J., Hirschheim, R., e Klein, H. K. 2000. A Dynamic Framework for Classifying Information Systems Development Methodologies and Approaches. *Journal of Management Information Systems*, **17**(Winter 2000), 177–216.
- Infopedia. 2004. *Infopedia*. www.infopedia.pt; consultado em 25-04-2004.
- Inmon, W. H. 1992. *Data Architecture: The Information Paradigm*. QED Information Sciences. ISBN 0-89435-358-6.
- Inmon, W. H., e Caplan, J. H. 1992. *Information Systems Architecture - Development in the 90's*. John Wiley & Sons. ISBN 0-471-56861-9.
- Isaac, J. C., e Leroy, D. 1994. The AMOS Study: Toward a User Validation of the CIS Architecture Design. *In: BRG Symposium on C2 Research*.
- Isaac, J. C., e Leroy, D. 1995. Architecture Modeling for Better Requirements and System Specification. *In: First International Symposium on Command and Control Research and Technology*.
- Isaev, Alexander. 2004. *Introduction to mathematical methods in bioinformatics*. Universitext. Springer-Verlag. ISBN 3-540-21973-0.
- ISWORLD. 2004. *Design Research in Information Systems*. www.isworld.org/Researchdesign/drisISworld.htm; consultado em 01-09-2004.
- Jacobson, I., Christerson, M., Jonsson, P., e Overgaard, G. 1993. *Object-Oriented Software Engineering*. Addison-Wesley. ISBN 0-201-54435-0.
- Jayarathna, N. 1994. *Understanding and Evaluating Methodologies: A Systemic Framework*. McGraw-Hill.
- Jonkers, H., Lankhorst, M., Buuren, R., Hoppenbrouwers, S., e Bonsabgue, M. 2004. Concepts for Modelling Enterprise Architectures. *Journal of Cooperative Information Systems*, **Aceite para publicação**.

- Kaiserslauten. 2003. *Case Base Reasoning on the Web - www.cbr-web.org/CBR-Web*. consultado em 10-07-2003.
- Kazman, R., Abowd, G., Bass, L., e Clements, P. 1996. Scenario-Based Analysis of Software Architecture. *IEEE Software*, **13**(6), 47–55.
- Kendall, K. E., e Kendall, J. E. 1992. *Systems Analysis And Design*. Prentice-Hall. ISBN 0-13-855867-1.
- Kern, G. M. 1998. A Framework for Service Management Of Information Systems. *Mid-American Journal of Business*, **13**(1), 49–57.
- Khazanchi, D., e Munkvold, B. E. 2000. Is Information Systems a Science? An Inquiry into the Nature of the Information Systems Discipline. *Data Base For Advances In Information Systems*, **31**(3), 24–42.
- Kiewiet, D. J., e Stegwee, R. A. 1991. *Conceptual Modelling and Cluster Analysis: Design Strategies For Information Architectures*. Relatorio Tecnico. University of Groningen.
- Kim, Y. G., e Everest, G. C. 1994. Building An IS Architecture Collective Wisdom From the Field. *Information & Management*, **26**, 1–11.
- Klein, M. H., Kazman, R., Bass, L., Carriere, J., Barbacci, M., e Lipson, H. 1999. Attribute-Based Architecture Styles. *Págs. 225–243 of: First Working IFIP Conference on Software Architecture (WICSA 1)*.
- Kolodner, J. 1983a. Maintaining Organization in a Dynamic Long-Term Memory. *Cognitive Science*, **7**, 243–280.
- Kolodner, J. 1983b. Reonstrutive Memory: A Computer Model. *Cognitive Science*, **7**, 281–328.
- Kolodner, J. 1992. An Introduction to Case-Based Reasoning. *Artificial Intelligence Review*, **6**(3), 3–34.
- Kolodner, J. 1993. *Case-Based Reasoning*. Morgan Kaufmann Publishers. ISBN 1-55860-237-2.
- Kolodner, J. L., e Jona, M. Y. 2000. *Case-Based Reasoning: An Overview*. Relatorio Tecnico. Defense Advanced Research Projects Agency.
- Kroenke, D., e Hatch, R. 1993. *Business Information Systems - An Introduction*. 5ª Edição. McGraw-Hill.
- Kruchten, P. B. 1995. The 4+1 View Model of Architecture. *IEEE Software*, **28**(11), 42–50.
- Lamp, J., e Milton, S. 2004. The Reality of Information Systems Research. *In: Second Workshop on Foundations of Information Systems (FOIS2004)*.
- Land, F. F., e McGregor, M. K. 1987. Information and Information Systems: Concepts and Perspectives. *In: Galliers, R. (ed), Information Analysis - Selected Readings*. Addison-Wesley. ISBN 0-201-19244-6.
- Langefors, B., e Sundgren, B. 1975. *Information Systems Architecture*. Petrocelli Charter. ISBN 0-88405-300-8.

- Lano, K., e Houghton, H. 1994. Z++. *Págs. 195–199 of: Hutt, A. T. F. (ed), Object Analysis and Design.* John Wiley & Sons.
- Laplante, P. 1996. Great Papers in Computer Science. West Publishing Company. ISBN: 0-314-06365.
- Laundon, K. C., e Laudon, J. P. 1994. *Management Information Systems - Organization and Technology.* 3ª edição Edição. Macmillan Publishing Company. ISBN 0-02-368121-7.
- Layzell, P., e Loucopoulos, P. 1989. *Systems Analysis and Development.* 3ª Edição. Chartwell-Bratt. ISBN 0-86238-215-7.
- Leake, D. B. 1996. CBR in Context: The Present and Future. *Págs. 3 – 30 of: Leake, D. B. (ed), Case-Based Reasoning - Experiences, Lessons, & Future Directions.* AAAI Press/The MIT Press. ISBN 0-262-62110-X.
- Leake, D. B., e Kolodner, J. L. 1996. A Tutorial Introduction to Case-Based Reasoning. *Págs. 31 – 65 of: Leake, D. B. (ed), Case-Based Reasoning - Experiences, Lessons, & Future Directions.* AAAI Press/The MIT Press. ISBN 0-262-62110-X.
- Lee, A. S. 1991. Architecture as a Reference Discipline For MIS. *In: Nissen, H. E., Klein, H. K., e Hirschheim, R. (eds), Information Systems Research: Contemporary Approaches & Emergent Traditions.* Elsevier Science Publishing Company Inc. ISBN 0-444-89029-7.
- Lee, J., e Truex, D. 1997. Examining the Differences between Methodical and Amethodical ISD. *Págs. 437–439 of: 3rd Annual Conference of the Americas.*
- Lejk, M., e Deeks, D. 1998. *An Introduction to Systems Analysis Techniques.* Prentice Hall. ISBN 0-18-857764-1.
- Liao, T. W., Zhang, Z., e Mount, C. R. 1998. Similarity Measures for Retrieval in Case-Based Reasoning Systems. *Applied Artificial Intelligence*, **12**, 267–288.
- Lieberherr, K. J. 1994. The Demeter Method. *Págs. 53–62 of: Hutt, A. T. F. (ed), Object Analysis and Design.* John Wiley & Sons.
- Linden, F. J., e Muller, J. K. 1994. Creating Architectures with Building Blocks. *IEEE Software.*
- Lopes, F., e Morais, P. 2002. Lessons Learned from the Teaching of IS Development. *Journal of Information Technology Education*, **1**(2), 103–112.
- Lopes, M. F. C., e Amaral, L. A. M. 2001. Organisational Knowledge in IS: a tool to support IS intervention methodologies. *In: Tenth International Conference on Information Systems.*
- Lopes, M. F. C. C. 2001. *Sistema de Conceitos Para Atividades de Intervenção de Sistemas de Informação.* Doutorado, Universidade do Minho.
- Lorin, H. 1985. *Introdução à Arquitectura e Organização de Computadores.* Editora Campos. Trad. de R. Reinprecht, ISBN 85-7001-191-1.
- Lucas, H. C. 1992. *The Analysis, Design, and Implementation of Information Systems.* 4ª Edição. McGraw Hill. ISBN 0-67-112686-4.
- Luckham, D. C., e Vera, J. 1995. An Event-Based Architecture Definition Language. *IEEE Transactions on Software Engineering*, **21**(9), 717–734.

- Luckham, D. C., Kenney, J. J., Augustin, L. M., Vera, J., Bryan, D., e Mann, W. 1995. Specification and Analysis of System Architecture Using Rapide. *IEEE Transactions on Software Engineering*, **21**(4), 336–355.
- Lundeberg, M., Goldkuhl, G., e Nilsson, A. 1981. *Information Systems Development - A Systematic Approach*. Prentice-Hall. ISBN 0-13-464677-0.
- Machado, A. 1995. *Topologia*. Universidade Aberta. ISBN 972-674-153-X.
- Maddison, R., e Darnton, G. 1996. *Information Systems in Organizations - Improving Business processes*. Chapman & Hall.
- Magoulas, T., e Pessi, K. 1995. The Rise Of Architectural Systems Thinking - the Paradigm Shift in the Information Age. In: *18th Information Systems Research Seminar in Scandinavia (IRIS 18)*.
- Maher, M. L., e Garza, A. G. S. 1997. Case Based Reasoning in Design. *IEEE Expert*, **12**(2), 34–41.
- Maier, M. W. 1996. Systems Architecting: An Emergent Discipline? *Págs. 231–246 of: IEEE Aerospace Applications*, vol. 3.
- Main, J., Dillon, T. S., e Shiu, C. K. 2001. A Tutorial on Case Based Reasoning. *Págs. 1 – 28 of: Pal, S. K., Dillon, T. S., e Yeung, D. S. (eds), Soft Computing in Case Based Reasoning*. Springer-Verlag.
- Mantáras, R. L., e Plaza, E. 1997. Case-Based Reasoning: An Overview. *AI Communication*, **10**(1), 21–29.
- Martin, J. 1982. *Strategic Data-Planning Methodologies*. Prentice-Hall. ISBN 0-13-851113-6.
- Martin, J. 1990. *Information Engineering - Book III Design and Construction*. Prentice-Hall.
- Martin, J., e Odell, J. J. 1992. *Object-Oriented Analysis & Design*. Prentice Hall.
- Martin, J., Chapman, K. K., e Leben, J. 1991. *Systems Application Architecture - Common User Access*. Prentice-Hall. ISBN 0-13-78-5023-9.
- McFarlan, F. W., McKenney, J. L., e Pyburn, P. 1983. The Information Archipelago - Plotting a Course. *Harvard Business Review*, 145–156.
- McKeown, P. G., e Leitch, R. A. 1993. *Management Information Systems - Management with Computers*. Dryden. ISBN 0-15-500112-4.
- McLeod, R. 1994. *Information Systems Concepts*. MacMillan. ISBN 0-02-379473-9.
- McMenamim, S. M., e Palmer, J. F. 1991. *Análise Essencial de Sistemas - Metodologia para Modelação da Essência de um Sistema, Considerando a Distinção entre Aspectos Físicos, Dados e Actividades Lógicas*. McGraw-Hill. Trad. por L. G. E. Unonius, ISBN 0-07-450453-3.
- Microsoft. 1999. *Microsoft Solutions Framework*. White Paper.
- Microsoft. 2002a. *Microsoft Architecture Overview* - <http://msdn.microsoft.com/architecture/default.aspx?pull=/library/en-us/dnea/html/eaarchover.asp>. consultado em 2/07/03.

- Microsoft. 2002b. *Visio*.
- Microsoft. 2002c (1-04-2002). *www.asp.net*.
- Mingers, J. 2001. Combining IS Research Methods: Towards a Pluralist Methodology. *Information Systems Research*, **12**(3), 240–251.
- Mingers, J., e Stowell, F. 1997. *Information Systems: An Emerging Discipline?* McGraw-Hill. ISBN 0-07-709295-3.
- Mingers, J. C. 1995. What is the Distinctive Nature and Value of IS as a Discipline. *Systemist*, **17**(1), 18–22.
- Minsky, M. 1974. *A Framework For Representing Knowledge*. Relatorio Tecnico. Massachusetts Institute of Technology.
- Minsky, M. 1975. A Framework For Representing Knowledge. *Págs. 211–277 of: Winston, P. (ed), The Psychology of Computer Vision*. McGraw-Hill. ISBN 0070710481.
- Minton, S., Carbonell, J. G., Knoblock, C. A., Kuokka, D. R., Etzioni, O., e Gil, Y. 1990. Explanation-Based Learning: A Problem Solving Perspective. *Págs. 63–118 of: Carbonell, J. G. (ed), Machine Learning: Paradigms and Methods*. MIT. ISBN 0-262-53088-0.
- Mitchell, T. M. 1997. *Machine Learning*. McGraw-Hill.
- Monroe, R. T., Kompanek, D., Melton, R., e Garlan, D. 1997. Architectural Styles, Design Patterns, and Objects. *IEEE Software*, 43–52.
- Morais, M. P. C. D. 2001. *TAXSI - Taxionomia de Sistemas Informáticos*. Doutoramento, Universidade do Minho.
- Mumford, E. 1986. *Using Computers for Business Success - The ETHICS Method*. Manchester Business School. ISBN 0-90-38085-5-2.
- Murphy, K., e Odell, J. 1994. OOIE. *Págs. 123–140 of: Hutt, A. T. F. (ed), Object Analysis and Design*. John Wiley & Sons.
- Nance, W. D. 1996. An investigation of information technology and the information systems group as drivers and enablers of organizational change. *Págs. 49–57 of: ACM SIGCPR/SIGMIS conference on Computer personnel research*. ACM Press. ISBN 0-89791-782-0.
- Nandhakumar, J., e Avison, D. E. 1999. The fiction of methodological development: a field study of information systems development. *Information Technology & People*, **12**(2), 176–191.
- Nilsson, N. J. 1998. *Artificial Intelligence: a New Synthesis*. Morgan Kaufmann Publishers. ISBN 1-55860-467-7.
- Nolan, R. L. 1973. Managing the Computer Resource: A Stage Hypothesis. *Communications of the ACM*, **16**(7), 399–405.
- Nolan, R. L. 1979. Managing the crisis in data processing. *Harvard Business Review*, **57**(2), 115–126.

- Nolan, R. L., e Mulryan, D. W. 1987. Undertaking An Architecture Program. *Stage By Stage*, **7**(2).
- Norberg-Schulz, C. 1997. *Intentions in Architecture*. MIT Press. ISBN 0-262-64002-3.
- Nunamaker, J. F., e Chen, M. 1990. Systems Development in Information Systems Research. *IEEE*, **7**(3), 631–40.
- Nunamaker, J. F., e Chen, M. 1991. Systems Development in Information Systems Research. *Management Information Systems*, **7**(3), 89–106.
- Nunes, M., e O'Neill, H. 2001. *Fundamental de UML*. FCA - Editora de Informática.
- O'Brien, J. A. 1996. *Management Information Systems: Managing Information Technology in the Network Enterprise*. McGraw-Hill. ISBN 0-256-17354-0.
- O'Brien, J. A. 2000. *Introduction to Information Systems: Essentials for the Interneted Enterprise*. 9th. ed. Edição. McGraw-Hill. ISBN 0-07-229749-2.
- Olle, T. W., Hagelstein, J., Macdonald, I. G., Tolland, C., Sol, H. G., Assche, F. J. M. V., e Verrijn-Stuart, A. A. 1988. *Information Systems Methodologies: a Framework for Understanding*. Addison-Wesley.
- Ontañón, S., e Plaza, E. 2003. Collaborative Case Retention Strategies for CBR Agents. In: Bridge, D., e Ashley, K. (eds), *Advances in Case-Based Reasoning. Proc. ICCBR 2003*. Lecture Notes on Artificial Intelligence.
- Opdahl, A. L. 1996. A Model of the IS-Architecture Alignment Problem. In: Lind, M., Axelsson, K., Goldkuhl, G., e Hedberg, P. (eds), *VITS Autumn*.
- Ould, M. A. 1995. *Business Processes - Modelling and Analysis for Re-Engineering and Improvement*. John Wiley & Sons. ISBN 0-471-95352-0.
- Palmer-Stevens, D. 2003. *Enterprise Networking - Everything You Need to Know*. Enterasys Networks. ISBN 0-9541543-0-4.
- Parker, M. M., Trainor, H. E., e Benson, R. J. 1989. *Information Strategy and Economics*. Prentice-Hall. ISBN 0-13-463738-0.
- Parkin, A. 1994. *Análise de Sistemas*. 2ª Edição. Editorial Presença. Trad. por E. Nogueira, ISBN 972-23-1752-0.
- Patterson, D., Rooney, N., e Galusshka, M. 2002. Efficient Similarity Determination and Case Construction Techniques For Case-Based Reasoning. *Págs. 292–305 of: 4th European Conference on Case-Based Reasoning (ECCBR-02)*.
- Patterson, D., Rooney, N., e Galusshka, M. 2003. Efficient Retrieval For Case-Based Reasoning. In: *16th International FLAIRS Conference*. AAAI Press.
- Perry, D. E., e Wolf, A. L. 1992. Foundations for the Study of Software Architecture. *ACM SIGSOFT*, **17**(4), 40–52.
- Pettersson, K., e Goldkuhl, G. 1994. *A Comparison between two Strategies for Information Systems Architectures*. Relatório Técnico. IDA. Aceite em "Sundsvall 42", Sundsvall, Sweden, October 19-21, 1993.

- Plaza, E., e Arcos, J. L. 1999 (Novembro de 1999). *The ABC of Adaptation: Towards a Software Architecture for Adaptation -Centered CBR Systems*. Relatorio Tecnico. Spanish Council for Scientific Research.
- Plaza, E., e Arcos, J. L. 2000. Towards a Software Architecture for Adaptation -Centered CBR Systems. *Págs. 601–609 of: Ras, Z. W., e Ohsuga, S. (eds), Foundations Of Intelligent Systems, 12th International Symposium, ISMIS 2000*. Springer-Verlag. ISBN: 3-540-41094-5.
- Poel, P., e Waes, R. 1989. Framework for Architectures in Information Planning. *Págs. 177–191 of: Falkenberg, Eckhard D., e Lindgreen, Paul (eds), Information System Concepts: An In-depth Analysis*. Namur, Belgium: Elsevier Science.
- Porter, B. W., Bareiss, R., e Holte, R. C. 1990. Concept Learning and Heuristic Classification in Weak-Theory Domains. *Artificial Intelligence Journal*, **45**(1-2), 229–264.
- Proper, H. A., Verrijn-Stuart, A. A., e Hoppenbrouwers, S. J. B. A. 2003. *Towards Utility-based Selection of Architecture-Modelling Concepts*. Relatorio Tecnico. Nijmeegs Instituut Voor Informatica Informatiekund. Technical Report NIII-R0417.
- Quinlan, J. R. 1986. Induction Of Decision Trees. *Machine Learning*, **1**(1), 81–106.
- Rechtin, E. 1991. *Systems Architecting: Creating & Building Complex Systems*. Prentice Hall. ISBN 0-13-880345-5.
- Rechtin, E. 1999. *Systems Architecting Of Organizations: Why Eagles Can't Swim*. CRC Press. ISBN 0-8493-8140-1.
- Rechtin, E., e Maier, M. W. 1997. *The Art of Systems Architecting*. CRC Press. ISBN 0-8493-7836-2.
- Redmond-Pyle, D. 1994. SE/OT. *Págs. 159–164 of: Hutt, A. T. F. (ed), Object Analysis and Design*. John Wiley & Sons.
- Regan, E. A., e O'Connor, B. N. 1994. *End-User Information Systems - Perspectives for Managers and Information Systems Professionals*. Macmillan Publishing Company. ISBN 0-02-399163-1.
- Reisig, W. 1992. *A Primer in Petri Nets Design*. Springer Verlag. ISBN 0-387-520-449.
- Reiss, E. L. 2000. *Practical Information Architecture - A hands-on approach to structuring successful websites*. Addison Wesley. ISBN 0-201-72590-8.
- Remenyi, D., e Sherwood-Smith, M. 1997. *Achieving the Maximum Value from Information Systems - A Process Approach*. John Wiley & Sons. ISBN 0-471-97500-1.
- Reponen, T. 1993. Strategic Information Systems - a Conceptual Analysis. *The Journal of Strategic Information Systems*, **2**(2), 100–104.
- Ribault, J. M., Martinet, B., e Lebidois, D. 1995. *A Gestão das Tecnologias*. Publicações D. Quixote. Trad. de M. B. Figueiredo, ISBN 972-20-1216-9.
- Richter, M. M. 1995. *The Knowledge Contained in Similarity Measures*. Comunicação por convite na ICCBR 95.

- Richter, M. M. 1998. Introduction. *Págs. 1–15 of: Lenz, M., Bartsch-Sporl, B., Burkhard, H.D., e Wess, S. (eds), Case-Based Reasoning Technology - From Foundations to Applications.* Springer-Verlag.
- Richtie, B., Marshall, D., e A.Eardley. 1998. *Information Systems in Business.* International Thomson Business Press. ISBN 0-86152-053-0.
- Riesbeck, C. K., e Schank, R. C. 1989. *Inside Case-Based Reasoning.* Lawrence Erlbaum Associates, Publishers. ISBN 0-89859-767-6.
- Robey, D. 1996. Diversity in information systems research: threat, promise and responsibility. *Information Systems Research*, **7**(4), 400–408.
- Rock-Evans, R. 1987. *Analysis Within the Systems Development Life-Cycle.* Pergamon Infotech Limited. ISBN 0-08-034101-2.
- Rodrigues, M. J. M., Sousa, P. F., e Bonifácio, H. M. P. 1996. *Vocabulário Técnico e Crítico de Arquitectura.* 2ª Edição. Quimera. ISBN 972-589-051-5.
- Rossi, M., e Sein, M. K. 2003. *Design Research Methodology: A Proactive Research Approach.*
- Rubin, K. S. 1994. OBA. *Págs. 101–106 of: Hutt, A. T. F. (ed), Object Analysis and Design.* John Wiley & Sons.
- Rubin, K. S., e Goldberg, A. 1992. Object behavior analysis. *Communications of ACM*, **35**(9), 48–62.
- Rumbaugh, J., Blaha, M., Premerlani, W., Eddy, F., e Lorensen, W. 1991. *Object-Oriented Modeling and Design.* Prentice-Hall. ISBN 0-13-630054-5.
- Russel, S., e Norvig, R. 2003. *Artificial Intelligence, a Modern Approach.* Prentice Hall. ISBN 0-13-080302-2.
- Ryan, H., e Santucci, J. 1993. Building an Enterprise Information Architecture. *Infoworld*, 57–58.
- Sankar, C., Apte, U., e Palvia, P. 1993. Global Information Architectures: Alternatives and Tradeoffs. *International Journal of Information Management*, **13**, 84–93.
- Santos, S., e Rosa, A. 2003. *Windows Server 2003 - Curso Completo.* FCA - Editora de Informática. ISBN 972-722-379-6.
- Saraiva, J. A. B. V. 1999. *Purely Functional Implementation of Attribute Grammars.* Ph.D. thesis, Utrecht University.
- Schank, R. C. 1982. *Dynamic Memory: a Theory of Learning in Computers and People.* Cambridge University Press. ISBN.
- Scheer, A.-W. 1999. *ARIS - Business Process Modeling.* 2ª Edição. Springer-Verlag. ISBN 3-540-64438-5.
- Schultheis, R., e Summer, M. 1998. *Management Information Systems - The Manager's View.* 4ª Edição. McGraw-Hill. ISBN 0-07-115548-1.

- SEI. 2003. *How do You Define Software Architecture* - www.sei.cmu.edu/architecture/definitions.html. consultado em 1-07-2003.
- SEI. 2004. *Architecture Description Languages*. www.sei.cmu.edu/architecture/adl.html consultado em 1-07-2003.
- Shapiro, S. C. 1987. *Encyclopedia of Artificial Intelligence*. Vol. 1 e 2. John Wiley & Sons. ISBN 0-471-80748-6.
- Shaw, M. 1994. Comparing Architectural Design Styles. *IEEE Software*.
- Shaw, M., e Clements, P. 1997. A Field Guide to Boxology: Preliminary Classification of Architectural Styles for Software Systems. In: *21st International Computer Software and Applications Conference*.
- Shaw, M., e Garlan, D. 1996. *Software Architecture: Perspectives on an Emerging Discipline*. Prentice-Hall. ISBN 0-13-182957-2.
- Shlaer, S., e Mellor, S. J. 1988. *Object-Oriented Systems Analysis - Modeling the World in Data*. Prentice Hall. ISBN 0-13-629023-X.
- Shlaer, S., Mellor, S. J., e Lee, M. M. 1994. Shlaer-Mellor. *Págs. 165-176 of: Hutt, A. T. F. (ed), Object Analysis and Design*. John Wiley & Sons.
- Siau, K., e Rossi, M. 1998. Evaluation of Information Modeling Methods – A Review. *Págs. 314-322 of: Dolk, D. (ed), 31st Hawaii International Conference on System Sciences*.
- Silva, A., e Videira, C. 2001. *UML Metodologias e Ferramentas CASE*. Edições Centro Atlântico. ISBN 972-8426-36-4.
- Silva, A. M. 1992. *Novo Dicionário Compacto da Língua Portuguesa*. 7ª Edição. Editora Confluência. ISBN 972-24-0750-3.
- Silva, A. R., Pereira, J., Damásio, J., Cruz, J., e Sousa, P. 1995. Um Caso de Desenvolvimento Centrado em Arquiteturas de Software. *IEEE Software*, **12**(6), 17-26.
- Simpson, H. R. 1997. Layered Architecture(s): Principles and Practice in Concurrent and Distributed Systems. *Págs. 312-320 of: Workshop on Engineering of Computer-Based Systems (ECBS'97)*. Monterey, CA, EUA: IEEE Computer Society.
- Smith, D. B. 1991. Principles for Case Representation in a Case-Based Ainding System for Lesson Planning. In: *Workshop on Case-Based Reasoning*.
- Sormo, F., e Aamodt, A. 1999. Knowledge Elaboration for Improved CBR. *Págs. 39-43 of: IJCAI-99*.
- Sousa, R. M. D. 1997. *Técnicas de Modelação de Processos para a Redefinição de Processos Organizacionais*. "Tese de Mestrado", Universidade do Minho.
- Spewak, S. H., e Hill, S. C. 1995. *Enterprise Architecture Planning, Developing a Blueprint for Data, Applications and Technology*. John Wiley & Sons, Inc. ISBN 0-471-599859.
- Stallings, W. 1996. *Computer Organization and Architecture - Designing for Performance*. Prentice-Hall. ISBN 0-13-394255-4.

- Stamper, R. 1988. Analysing the Cultural Impact of a System. *International Journal of Information Management*, **8**, 107–122.
- Stecher, P. 1993. Building Business and Application Systems with Retail Application Architecture. *IBM Systems Journal*, **32**(2), 278–306.
- Stegwee, R. A. 1992. *Division for Conquest - Decision Support for Information Architecture Specification*. Doutoramento, University of Groningen.
- Stegwee, R. A., e Ebels, E. J. 1994. Designing Architectures for Emerging Information Technologies: a Multiple Methodology Approach. In: Khosrowpour, M. (ed), *Information Technology and Organizations: Challenges of New Technologies*. Idea Group Publishing.
- Sterling, L., e Shapiro, E. 1994. *The Art of Prolog*. 2ª Edição. MIT Press. ISBN 0-262-19338-9.
- Stolterman, E., e Russo, N. L. 1997. The Paradox of Information Systems Methods. In: *5th Annual Conference on Methodologies - British Computer Society*.
- Stylianou, A. C., e Kumar, R. L. 2000. An Integrative Framework for IS Quality Management. *Communications of ACM*, **43**(9), 99–104.
- Sutcliffe, A. 1988. *Jackson System Development*. Prentice-Hall. ISBN 0-13-508128-9.
- Tanenbaum, A. S. 1996. *Computer Networks*. 3ª Edição. Prentice-Hall. ISBN 0-13-394248-1.
- Tapscott, D., e Caston, A. 1993. *Paradigm Shift: The New Promise of Information Technology*. McGraw-Hill. ISBN 0-07-062857-2.
- Tardieu, H., Rochfeld, A., e Colletti, R. 1984. *La Méthode de Merise - Principe et outils*. Les Éditions D'Organization. ISBN.
- Targowski, A. S. 1996. *Global Information Infrastructure: the Birth, Vision and Architecture*. Idea Group Publishing. ISBN 1-878289-32-2.
- TEAF. 2000 (Julho 2000). *Treasury Enterprise Architecture Framework*. Relatório Técnico. Department of Treasury.
- Technology, N. I. S. 1993. *Integration Definition for Function Modeling (IDEF0)*. Federal Information Processing Standards Publications.
- Tec:inno, GmbH. 1999. *CBR:works Compendium*. Tec:inno GmbH.
- Teng, J. T. C., e Kettinger, W. J. 1995. Business Process Redesign and Information Architecture: Exploring the Relationships. *Data Base Advances*, **26**(1).
- Thompson, V. 1997. Corporate Memories. *Byte*.
- Tiemann, M. 1995. *Information Architecture*. US Department of Energy.
- Tomé, P. 1995. *SIPO : Sistema Inteligente de Processamento de Objectivos*. Tese de Mestrado, Universidade do Minho.
- Tomé, P., e Amaral, L. 1998. Arquitecturas Versus Sistemas de Informação. In: *EEI'98*.

- Tomé, P., Costa, E., e Amaral, L. 2001. The concept of Architecture and its relation to Information Systems. *In: Hackney, Ray (ed), BIT 2001 Constructing IS Futures*. ISBN 0 905304 38 1.
- Tomé, P., Costa, E., e Amaral, L. 2002. Metodologia de Desenvolvimento de Arquitecturas de Sistemas de Informação. *In: III Encontro IberoAmericano de Finanças e Sistemas de Informação*.
- Tong, C. 1992. *Artificial Intelligence in Engineering Design: Models of Innovative Design, Reasoning about Physical Systems, & Reasoning about Geometry*. ISBN 0126605629.
- Truex, D., Baskerville, R., e Travis, J. 2000. Amethodical systems development: the deferred meaning of systems development methods. *Accounting, Management & Information*, **10**, 53-79.
- Turban, E., McLean, E., e Wetherbe, J. 1996. *Information Technology for Management*. John Wiley & Sons. ISBN 0-471-58059-7.
- UMIST, e BIM. 1986. *Amadeus Project - A Report on Task B1: A Report Classifying System Types*. Relatório Técnico. UMIST e BIM.
- Unwin, S. 1997. *Analysing Architecture*. Routledge. ISBN 0415306841.
- Uthmann, C. v., e Becker, J. 1999. Petri Nets For Modeling Business Processes - Potentials, Deficits and Recommendations. *In: Weber, H., Ehrig, H., e Reisig, W. (eds), Colloquium on Petri Net Technologies for Modelling Communication Based Systems*. Berlin: Fraunhofer ISST.
- Valacich, J. S., George, J. F., e Hoffer, J. A. 2001. *Essencial of Systems Analysis & Design*. Prentice-Hall. ISBN 0-13-018373-3.
- Varajão, J. E. Q. 1998. *A Arquitectura da Gestão de Sistemas de Informação*. FCA - Editora de Informática. ISBN 972-722-140-8.
- Varajão, J. E. Q. 2002. *Função de Sistemas de Informação - Contributos para a melhoria do sucesso da adopção de tecnologias de informação e desenvolvimento de sistemas de informação nas organizações*. Ph.D. thesis, Universidade do Minho.
- Vernadat, F. B. 1996. *Enterprise Modeling and Integration - Principles and Applications*. Chapman & Hall. ISBN 0-412-60550-3.
- Verrijn-Stuart, A. A. 1989. *Information System In the Broader Sense*. Relatório Técnico. Department of Computer Science - University of Leiden.
- Vogel, D. R., e Wetherbe, J. C. 1984. MIS Research: A Profile Of Leading Journals And Universities. *Data Base*, **16**(1), 3-14.
- Walsham, G. 1993. *Interpreting Information Systems in Organizations*. John Wiley. ISBN 0-471-93814-9.
- Wand, Y., e Weber, R. 1990. An Ontological Model of an Information System. *IEEE Transactions on Software Engineering*, **16**(11).
- Wand, Y., e Weber, R. 1995. On the Deep Structure of Information Systems. *Information Systems Journal*, **5**, 203-223.

- Ward, J., e Griffiths, P. 1996. *Strategic Planning for Information Systems*. 2ª Edição. John Wiley & Sons. ISBN 0-471-96183-3.
- Ward, J., e Peppard, J. 2002. *Strategic Planning for Information Systems*. 3ª Edição. John Wiley & Sons. ISBN 0-470-84147-8.
- Wastell, D. G. 1996. The fetish of technique: methodology as a social defense. *Information Systems Journal*, **6**, 25–40.
- Watson, H. J., Houdshekk, G., e Rainer, R. K. 1997. *Building Executive Information Systems and Other Decision Support Applications*. John Wiley & Sons.
- Watson, I. 1995. An Introduction to Case-Based Reasoning. *Págs. 3–31 of: Watson, I. D. (ed), Progress in Case-Based Reasoning*. Salford: Springer-Verlag.
- Watson, I. 1996. Case-Based Reasoning Tools: an Review. *Págs. 71–78 of: 2nd UK Workshop on Case-Based Reasoning*. University of Salford: AI-CBR/SGES Publications.
- Watson, I. 1999. CBR is a Methodology not a Technology. *Knowledge Based Systems Journal*, **12**(5-6).
- Watson, I., e Marir, F. 1994. Case-Based Reasoning: a Review. *The Knowledge Engineering Review*, **9**(4), 355–381.
- Watson, Ian. 1997. *Applying Case-Based Reasoning: Techniques for Enterprise Systems*. Morgan Kaufmann Publishers. ISBN 1-55860-462-6.
- Weber, R. 1995. A Neglected Aspect of the Information Systems Curriculum: What is An Information System? *Págs. 71–75 of: Arnott, D., Dampney, Kit, e Scollary, A. (eds), Australian Information Systems Curriculum Working Conference*.
- Weissinger, A. K. 2000. *ASP in a Nutshell: a Desktop Quick Reference*. 2ª edição Edição. O'Reilly & Associates.
- White, I. 1994. Booch Method of Object-Oriented Analysis and Design. *Págs. 2–13 of: Hutt, A. T. F. (ed), Object Analysis and Design*. John Wiley & Sons.
- Wilhelm, R., e Maurer, D. 1996. *Compiler Design*. Addison-Wesley.
- Wilke, W., e Bergmann, R. 1998. Techniques and Knowledge Used for Adaptation During Case-Based Problem Solving. *Págs. 497–506 of: 11th International Conference on Industrial And Engineering Applications of Artificial Intelligence and Expert Systems*.
- Wilke, W., Vollrath, I., Althof, K. D., e Bergmann, R. 1997. A Framework for Learning Adaptation Knowledge Based on Knowledge Light Approaches. *Págs. 235–244 of: 5th German Workshop on Case-Based Reasoning (GWCBR'97)*.
- Wilkie, G. 1994. OSMOSYS. *Págs. 147–152 of: Hutt, A. T. F. (ed), Object Analysis and Design*. John Wiley & Sons.
- Wills, A. 1994. Fresco. *Págs. 63–67 of: Hutt, A. T. F. (ed), Object Analysis and Design*. John Wiley & Sons.
- Wilson, D. R., e Martinez, T. R. 1997. Improved Heterogeneous Distance Functions. *Journal of Artificial Intelligence Research*, **6**, 1–34.

- Wirth, N. 1986. *Algorithms and Data Structures*. Prentice-Hall. ISBN 0-13-021999-1.
- Wolstenholme, E. F., Henderson, S., e Gavine, A. 1993. *The Evaluation Of Management Information Systems - A Dynamic and Holistic Approach*. 1ª edição Edição. John Wiley & Sons.
- Wood-Harper, A. T., e Fitzgerald, G. 1982. A Taxonomy of Current Approaches to Systems Analysis. *The Computer Journal*, **25**(1), 12–16.
- Yang, M. 1993. *COMIS - A Conceptual Model For Information Systems*. Doutorado, Universitet I Thronheim.
- Yourdon, E. 1990. *Análise Estruturada Moderna*. 10ª Edição. Editora Campus.
- Yourdon, E., e Constantine, L. L. 1979. *Structured Design Fundamentals of a Discipline of Computer Program and Systems Design*. Prentice-Hall.
- Yourdon, Inc. 1993. *Yourdon Systems Method - Model Driven Systems Development*. Prentice-Hall.
- Zachman, J. A. 1987. A Framework for Information Systems Architecture. *IBM Systems Journal*, **26**(3), 276–292.
- Zachman, J. A., e Sowa, J. F. 1992. Extending and Formalizing the Framework for Information Systems Architecture. *IBM Systems Journal*, **31**(3), 590–616.
- Zevi, B. 1979. *Architectura in Nuce - Uma definição de Arquitectura*. Edições 70. Tradução de J. M. Pedreirinho, ISBN 972-44-0034-4.
- Zevi, B. 1998. *Saber Ver a Arquitectura*. São Paulo: Martins Fontes. Tradução de M. J. Gaspar e G. M. Oliveira; ISBN 85-336-0541-2.
- Zmud, R. W. 1984. Design Alternatives for Organizing Information Systems Activities. *MIS Quartely*, **8**(2), 79–93.
- Zorrinho, C. 1995. *Gestão da Informação: Condição para Vencer*. IAPMEI.
- Zorrinho, C., e Anunciação, P. 2004. Metavisão - Um Modelo de «Urbanização» para a Mudança Organizacional. *Revista Portuguesa e Brasileira de Gestão*, **3**(2), 28–34.
- Zorrinho, J. C. D. 1990. *Estrutura da Empresa e Sistema de Informação; Referencial Metodológico para Desenvolvimento Interactivo*. Doutorado, Universidade de Évora.
- Zwass, V. 1998. *Foundations Of Information Systems*. Irwin/McGraw-Hill.
- Zwegers, A. 1998. *On Systems Architecting - a study in shop floor control to determine architecting concepts and principles*. Doutorado, Technische Universiteit Eindhoven. ISBN 90-386-0699-4.

Índice de autores

- Aamodt e Plaza (1994), 2, 8, 62, 63, 65, 68, 69, 75, 84–86, 147
Aamodt (1995), 62, 147
Aamodt (2001), 62, 65, 147
Abd-Allah e Boehm (1995), 37, 147
Adam e Fitzgerald (2000), 10, 147
Alamos (1994), 38, 55, 56, 147
Allen (1994), 85, 147
Alterman (1989), 66, 147
Alter (1999), 17, 18, 147, 176
Alter (2000), 6, 147
Althoff *et al.* (1995), 7, 67, 68, 85, 147
Althoff *et al.* (1999), 63, 85, 86, 147
Althoff *et al.* (2001), 7, 8, 147
Amaral (1994), 17, 19, 23, 29, 89, 147, 176, 178, 180
Amaral (1997), 19, 147
Amaral (2002), 20, 147
Amdahl *et al.* (1964), 33, 148
Anthony (1965), 30, 148
Applegate *et al.* (1999), 18, 148, 176
Arbab *et al.* (2002), 7, 148
Arnheim (1988), 148, 180
Avison e Fitzgerald (1995), 15, 21, 23, 148, 176, 178
Avison e Fitzgerald (1998), 10, 148
Avison e Fitzgerald (2003), 22–24, 148
Avison e Wood-Harper (1992), 148, 176, 178
Avison (1998), 148, 176
Bacon e Fitzgerald (2001), 6, 20, 148, 176
Bansler e Havn (2003), 23, 148
Banville e Landry (1989), 15, 148
Bareiss (1989), 66, 148
Barker (1995), 26, 148
Barki e Rivard (1988), 20, 148
Baron e Higbie (1994), 148, 180
Bartee (1991), 148, 180
Baskerville e Myers (2002), 6, 15, 149
Baskerville *et al.* (1992), 23, 149
Baskerville (1991), 9, 23, 148
Benbasat e Zmud (2003), 15, 149
Bento e Costa (1993), 62, 149
Bento (1996), 62, 84, 149
Bergmann *et al.* (1997), 62, 149
Bernus e Schmidt (1998), 149, 176
Berrisford (1994), 149, 179
Beynon-Davies (1989), 16, 149
Bidgood e Jelley (1991), 21, 38, 149
Birnbaum e Collings (1989), 84, 149
Boar (1994), 28, 39, 116, 149
Boar (1999), 28, 39, 51, 52, 58, 116, 149, 180
Boasson (1995), 36, 37, 149, 180
Bocij *et al.* (1999), 149, 176
Boddy *et al.* (2002), 16, 17, 149, 176
Brancheau e Wetherbe (1986), 21, 38, 150
Brancheau e Wetherbe (1987), 20, 38, 150
Brancheau *et al.* (1996), 20, 38, 150
Brancheau (1989), 21, 38, 149
Branting e Aha (1995), 8, 150
Bratko (2000), 72, 150
Britton (2001), 28, 116, 150, 180
Bruce (1992), 69, 92, 115, 150
Buckingham (1987), 150, 176
Buckland (1991), 18, 150, 176
Bunn *et al.* (1989), 23, 150, 176, 179
Burch *et al.* (1979), 150, 176
Burstein e Gregor (1999), 11, 150
CEC (2001), 33, 150
CIO (1999), 38, 49, 151
CM (2003), 145, 151
Campos (1999), 12, 120, 150
Carvalho (1996), 19, 150
Carvalho (1999), 14–17, 150, 176
Cassidy (1998), 19, 150, 178
Cawsey (1998), 72, 150
Checkland e Holwell (1998), 15, 17, 21, 151, 176
Checkland e Scholes (1991), 151, 178
Chen (1976), 26, 151
Chen (2002), 26, 151
Chiavenato (1985), 28, 151
Christerson (1994), 151, 179
CiteSeer (2004), 69, 151
Clare e Loucopoulos (1987), 151, 176

- Clements e Northrop (1996), 37, 151, 180
 Coad e E.Yourdon (1991), 26, 151, 179
 Coelho e Cotta (1988), 72, 151
 Coelho (1995), 72, 151
 Coleman *et al.* (1994), 151, 179
 Coleman *et al.* (1996), 151, 176
 Connor (1985), 151, 176
 Cook (1996), 38, 93, 151, 180
 Cooperation (1997), 26–28, 86, 151
 Cope (2000), 151, 176
 Costa e Melo (1999), 22, 34, 152
 Costa e Simões (2004), 72, 76, 152
 Costa (2000), 76, 152
 Couger *et al.* (1982), 16, 152
 Craw *et al.* (2001), 65, 152
 Crespo (1998), 70, 107, 152
 Cronholm e Agerfalk (1999), 22, 152
 Cunha e Figueiredo (2001), 152, 176
 Curtis (1989), 152, 176
 Damas (1999), 129, 152
 Davenport (1994), 152, 178
 Davis e Oslon (1985), 152, 176
 Davis (1998), 152, 176
 Davis (2000), 19, 20, 152, 176
 Dickson e Wetherbe (1985), 152, 176
 Diestel (2000), 69, 105, 152
 Dodd (1994a), 152, 179
 Dodd (1994b), 153, 179
 Doumeings *et al.* (1998), 27, 153
 Downs *et al.* (1992), 153, 178
 EUA (1996), 6, 153
 Earl (1989), 19, 31, 43, 44, 153
 Edwards *et al.* (1995), 29, 153, 176
 Ein-Dor e Segev (1993), 29, 153, 176
 Eliot (1998), 19, 153
 Ellis *et al.* (1996), 153, 180
 Embley *et al.* (1992), 26, 153
 Emery *et al.* (1996), 7, 40, 153, 180
 Enquist (1992), 41, 153, 180
 EriKsson e Axelsson (2000), 6, 153
 Esprit (1993), 27, 153
 Euromethod (1996), 153, 176
 Evernden (1996), 56, 153
 FIPS (1993), 22, 26, 69, 115, 154
 Falkenberg *et al.* (1996), 15, 153
 Falkenberg *et al.* (2001), 14–17, 153, 176
 Farmer *et al.* (1993), 33, 154, 180
 Feeny e Willcocks (1999), 19, 20, 154
 Figueiredo (1996), 20, 38, 154
 Figueiredo (1999), 17, 154
 Fitzgerald *et al.* (2002), 6, 19, 21, 22, 24, 154, 178
 Fitzgerald (1996), 23, 154
 Fitzgerald (1997), 23, 154
 Fitzgerald (2000), 23, 154
 Flynn (1998), 154, 176
 Fong e Huang (1997), 154, 176
 Gacek *et al.* (1995), 154, 180
 Galliers e Sutherland (1991), 31, 154
 Galliers (1987), 9, 15, 154
 Gallivan (1994), 19, 20, 154
 Gane e Sarson (1983), 16, 154, 178
 Garlan e Shaw (1994), 37, 155
 Garlan *et al.* (1995), 36, 53, 155, 180
 Garlan *et al.* (2004), 7, 155
 Garlan (1995), 6, 37, 155
 Gibson e Nolan (1974), 31, 155
 Goldkuhl (1994), 22, 155
 Gomes *et al.* (2002), 63, 85, 86, 119, 155
 Gomes *et al.* (2003a), 63, 85, 86, 155
 Gomes *et al.* (2003b), 63, 85, 86, 155
 Gomes (1998), 21, 38, 155
 Goor (1989), 34, 155
 Gorry e Morton (1971), 30, 31, 155
 Graham (1994), 155, 179
 Grimshaw (1992), 30, 31, 155
 Group (2002), 50, 155, 180
 Haag *et al.* (1998), 18, 155, 177
 Halle (1996), 155, 180
 Halpin e Nijssen (1989), 26, 155, 178
 Hammer (1997), 39, 156, 180
 Hammond (1989), 84, 156
 Hanney *et al.* (1995), 69, 156
 Hawryszkiewicz (1998), 156, 177
 Hennessy e Patterson (2003), 34, 156
 Henriques (1992), 70, 107, 156
 Hevner *et al.* (2004), 11, 156
 Hickman *et al.* (1992), 156, 178
 Hillard *et al.* (1997), 156, 180
 Hilliard *et al.* (1998), 34, 156
 Hirschheim e Klein (1992), 22, 156
 Hirschheim *et al.* (1996), 156, 177
 Hobbs (1990a), 38, 156
 Hobbs (1990b), 38, 156
 Hoeydalsvik (1994a), 156, 179
 Hoeydalsvik (1994b), 156, 179
 Hoffer *et al.* (1998), 16, 156, 177
 Hofmeister *et al.* (2000), 37, 157, 180
 Hutt (1994), 157, 179
 IBM (1984), 21, 23, 25, 38, 55, 114, 157, 178

- IBM (1995), 56, 157
 IEEE (2000), 6, 7, 34, 54, 91, 104, 138, 157, 180
 IESE (2003), 86, 157
 ISWORLD (2004), 11, 157
 Iivari *et al.* (1999), 23, 157
 Iivary *et al.* (2000), 24, 157
 Infopedia (2004), 34, 157
 Inmon e Caplan (1992), 157, 177
 Inmon (1992), 21, 38, 93, 157
 Isaac e Leroy (1994), 57, 137, 157
 Isaac e Leroy (1995), 57, 58, 137, 157, 180
 Isaev (2004), 66, 157
 Jacobson *et al.* (1993), 157, 179
 Jayaratna (1994), 20, 22, 23, 157
 Jonkers *et al.* (2004), 2, 7, 15, 103, 157
 Kaiserslauten (2003), 85, 157
 Kazman *et al.* (1996), 37, 158, 180
 Kendall e Kendall (1992), 16, 25, 158, 177
 Kern (1998), 20, 158
 Khazanchi e Munkvold (2000), 15, 158
 Kiewiet e Stegwee (1991), 38, 158, 180
 Kim e Everest (1994), 51, 158, 180
 Klein *et al.* (1999), 37, 158
 Kolodner e Jona (2000), 62, 158
 Kolodner (1983a), 66, 69, 158
 Kolodner (1983b), 66, 69, 158
 Kolodner (1992), 62, 158
 Kolodner (1993), 2, 8, 62, 63, 65, 66, 68, 69, 72, 84–86, 158
 Kroenke e Hatch (1993), 19, 158, 177
 Kruchten (1995), 6, 52, 158
 Lamp e Milton (2004), 10, 158
 Land e McGregor (1987), 158, 177
 Langefors e Sundgren (1975), 158, 177
 Lano e Haughton (1994), 158, 179
 Laplante (1996), 26, 159
 Laudon e Laudon (1994), 28, 116, 159, 177
 Layzell e Loucopoulos (1989), 16, 159, 177
 Leake e Kolodner (1996), 62, 63, 159
 Leake (1996), 9, 62, 63, 159
 Lee e Truex (1997), 23, 159
 Lee (1991), 6, 34, 159
 Lejk e Deeks (1998), 16, 159
 Liao *et al.* (1998), 66, 159
 Lieberherr (1994), 159, 179
 Linden e Muller (1994), 159, 180
 Lopes e Amaral (2001), 159, 177
 Lopes e Morais (2002), 16, 159
 Lopes (2001), 14, 17, 159
 Lorin (1985), 159, 180
 Lucas (1992), 159, 177
 Luckham e Vera (1995), 7, 159
 Luckham *et al.* (1995), 7, 159
 Lundeberg *et al.* (1981), 160, 177, 178
 Machado (1995), 66, 160
 Maddison e Darnton (1996), 160, 177
 Magoulas e Pessi (1995), 2, 160, 180
 Maher e Garza (1997), 7, 8, 160
 Maier (1996), 35, 37, 160, 180
 Main *et al.* (2001), 62, 160
 Mantáras e Plaza (1997), 62, 63, 68, 85, 160
 Martin e Odell (1992), 160, 179
 Martin *et al.* (1991), 160, 180
 Martin (1982), 38, 160, 177, 179
 Martin (1990), 26, 27, 160, 178
 McFarlan *et al.* (1983), 31, 160
 McKeown e Leitch (1993), 160, 177
 McLeod (1994), 160, 177
 McMenamim e Palmer (1991), 16, 160
 Microsoft (1999), 44, 160
 Microsoft (2002a), 44, 137, 160
 Microsoft (2002b), 116, 143, 160
 Microsoft (2002c), 12, 120, 161
 Mingers e Stowell (1997), 15, 161
 Mingers (1995), 6, 15, 161
 Mingers (2001), 10, 161
 Minsky (1974), 72, 161
 Minsky (1975), 72, 161
 Minton *et al.* (1990), 84, 161
 Mitchell (1997), 9, 63, 161
 Monroe *et al.* (1997), 37, 161
 Morais (2001), 29, 161
 Mumford (1986), 161, 178
 Murphy e Odell (1994), 161, 179
 Nance (1996), 2, 19, 161
 Nandhakumar e Avison (1999), 23, 161
 Nilsson (1998), 72, 161
 Nolan e Mulryan (1987), 161, 180
 Nolan (1973), 31, 161
 Nolan (1979), 31, 161
 Norberg-Schulz (1997), 33, 37, 162, 180
 Nunamaker e Chen (1990), 11, 162
 Nunamaker e Chen (1991), 11, 162
 Nunes e O'Neill (2001), 162, 177
 O'Brien (1996), 19, 116, 162, 177
 O'Brien (2000), 30, 162
 Olle *et al.* (1988), 19, 162
 Ontañon e Plaza (2003), 62, 162
 Opdahl (1996), 41, 137, 162, 181

- Ould (1995), 17, 162
 Palmer-Stevens (2003), 116, 162
 Parker *et al.* (1989), 19, 162
 Parkin (1994), 16, 162
 Patterson *et al.* (2002), 78, 162
 Patterson *et al.* (2003), 78, 84, 162
 Perry e Wolf (1992), 37, 162, 181
 Pettersson e Goldkuhl (1994), 162, 181
 Plaza e Arcos (1999), 63, 85, 86, 162
 Plaza e Arcos (2000), 63, 85, 86, 163
 Poel e Waes (1989), 21, 163
 Porter *et al.* (1990), 66, 163
 Proper *et al.* (2003), 7, 17, 163
 Quinlan (1986), 68, 163
 Rechtin e Maier (1997), 163, 181
 Rechtin (1991), 1, 2, 6, 7, 15, 33, 36, 37, 163, 181
 Rechtin (1999), 163, 181
 Redmond-Pyle (1994), 163, 179
 Regan e O'Connor (1994), 163, 177
 Reisig (1992), 27, 163
 Reiss (2000), 163, 181
 Remenyi e Sherwood-Smith (1997), 19, 163, 177
 Reponen (1993), 21, 163
 Ribault *et al.* (1995), 18, 163
 Richter (1995), 65, 163
 Richter (1998), 65, 163
 Richtie *et al.* (1998), 16, 28, 164, 177
 Riesbeck e Schank (1989), 2, 8, 62, 63, 164
 Robey (1996), 10, 164
 Rock-Evans (1987), 16, 164
 Rodrigues *et al.* (1996), 33, 37, 164, 181
 Rossi e Sein (2003), 11, 164
 Rubin e Goldberg (1992), 164, 179
 Rubin (1994), 164, 179
 Rumbaugh *et al.* (1991), 26, 164, 179
 Russel e Norvig (2003), 72, 164
 Ryan e Santucci (1993), 39, 40, 164
 SEI (2003), 6, 34, 37, 164
 SEI (2004), 7, 165
 Sankar *et al.* (1993), 38, 164
 Santos e Rosa (2003), 12, 119, 164
 Saraiva (1999), 70, 107, 164
 Schank (1982), 62, 164
 Scheer (1999), 17, 45, 137, 164
 Schultheis e Summer (1998), 164, 177
 Shapiro (1987), 72, 165
 Shaw e Clements (1997), 37, 165
 Shaw e Garlan (1996), 36, 37, 165, 181
 Shaw (1994), 37, 165
 Shlaer e Mellor (1988), 26, 165, 179
 Shlaer *et al.* (1994), 165, 179
 Siau e Rossi (1998), 23, 165
 Silva e Videira (2001), 165, 177
 Silva *et al.* (1995), 165, 181
 Silva (1992), 22, 165
 Simpson (1997), 20, 165, 181
 Smith (1991), 66, 165
 Sormo e Aamodt (1999), 62, 165
 Sousa (1997), 22, 27, 165
 Spewak e Hill (1995), 7, 46, 165
 Stallings (1996), 165, 181
 Stamper (1988), 22, 165
 Stecher (1993), 37, 166, 181
 Stegwee e Ebels (1994), 21, 166
 Stegwee (1992), 38, 166
 Sterling e Shapiro (1994), 72, 166
 Stolterman e Russo (1997), 23, 166
 Stylianou e Kumar (2000), 20, 166
 Sutcliffe (1988), 166, 178
 TEAF (2000), 38, 48, 166
 Tanenbaum (1996), 36, 166
 Tapscott e Caston (1993), 39, 42, 166
 Tardieu *et al.* (1984), 23, 166, 178
 Targowski (1996), 41, 166
 Tec:inno (1999), 12, 63, 85, 119, 166
 Technology (1993), 27, 166
 Teng e Kettinger (1995), 2, 166
 Thompson (1997), 85, 166
 Tiemann (1995), 38, 166
 Tomé e Amaral (1998), 11, 166
 Tomé *et al.* (2001), 11, 166
 Tomé *et al.* (2002), 11, 167
 Tomé (1995), 72, 114, 166
 Tong (1992), 7, 167
 Truex *et al.* (2000), 23, 167
 Turban *et al.* (1996), 167, 177
 UMIST e BIM (1986), 29, 167
 Unwin (1997), 167, 181
 Uthmann e Becker (1999), 27, 167
 Valacich *et al.* (2001), 16, 167, 177
 Varajão (1998), 19, 20, 167
 Varajão (2002), 19, 167
 Vernadat (1996), 17, 167
 Verrijn-Stuart (1989), 16, 17, 167, 177
 Vogel e Wetherbe (1984), 6, 167
 Walsham (1993), 167, 177
 Wand e Weber (1990), 14, 167
 Wand e Weber (1995), 167, 177

- Ward e Griffiths (1996), 29, 167
Ward e Peppard (2002), 19, 29, 30, 168, 177
Wastell (1996), 23, 168
Watson e Marir (1994), 62, 66, 78, 84, 168
Watson *et al.* (1997), 168, 177
Watson (1995), 62, 168
Watson (1996), 85, 168
Watson (1997), 62, 63, 85, 168
Watson (1999), 62, 168
Weber (1995), 168, 177
Weissinger (2000), 12, 120, 168
White (1994), 168, 179
Wilhelm e Maurer (1996), 70, 107, 168
Wilke e Bergmann (1998), 69, 168
Wilke *et al.* (1997), 65, 168
Wilkie (1994), 168, 179
Wills (1994), 168, 179
Wilson e Martinez (1997), 67, 168
Wirth (1986), 107, 168
Wolstenholme *et al.* (1993), 18, 89, 169
Wood-Harper e Fitzgerald (1982), 24, 169
Yang (1993), 169, 177
Yourdon e Constantine (1979), 169, 178
Yourdon (1990), 27, 115, 169, 178
Yourdon (1993), 169, 178
Zachman e Sowa (1992), 6, 47, 91, 137, 169
Zachman (1987), 6, 43, 169, 181
Zevi (1979), 33, 169, 181
Zevi (1998), 33, 37, 169
Zmud (1984), 20, 169, 177
Zorrinho e Anunciação (2004), 2, 169
Zorrinho (1990), 38, 169
Zorrinho (1995), 19, 169, 177
Zwass (1998), 169, 177
Zwegers (1998), 169, 181

A.1 Capítulo Sistemas e Tecnologias de Informação

A.1.1 Análise de Interpretações do Conceito SI

Definição	Dados	Pessoas	Processos	TIs
(Alter, 1999)	✓	✓	✓	R
(Amaral, 1994)	✓	✓	✓	R
(Applegate <i>et al.</i> , 1999)	ND	ND	ND	S
(Avison, 1998)	✓	✓	✓	R
(Avison e Fitzgerald, 1995)	✓	✓	✓	S
(Avison e Wood-Harper, 1992)	✓	✓	✓	S
(Bacon e Fitzgerald, 2001)	✓	✓	✓	S
(Bernus e Schmidt, 1998)	✓	✓	✓	R
(Bocij <i>et al.</i> , 1999)	✓	✓	✓	R/S
(Boddy <i>et al.</i> , 2002)	✓	✓	✓	R
(Buckingham, 1987)	✓	✓	✓	R
(Buckland, 1991)	✓	✓	✓	R
(Bunn <i>et al.</i> , 1989)	✓	ND	✓	R
(Burch <i>et al.</i> , 1979)	✓	✓	✓	R
(Carvalho, 1999)	✓	✓	✓	R/S
(Clare e Loucopoulos, 1987)	✓	ND	✓	S
(Checkland e Holwell, 1998)	✓	✓	✓	R
(Coleman <i>et al.</i> , 1996)	✓	✓	✓	R
(Connor, 1985)	✓	ND	✓	S
(Cope, 2000)	✓	✓	✓	R
(Cunha e Figueiredo, 2001)	✓	ND	✓	S
(Curtis, 1989)	✓	ND	✓	S
(Davis, 2000)	✓	ND	✓	R
(Davis e Oslon, 1985)	✓	✓	✓	R
(Davis, 1998)	✓	✓	✓	S
(Dickson e Wetherbe, 1985)	✓	ND	✓	S
(Edwards <i>et al.</i> , 1995)	✓	✓	✓	R
(Ein-Dor e Segev, 1993)	✓	✓	✓	S
(Euromethod, 1996)	✓	✓	✓	R
(Falkenberg <i>et al.</i> , 2001)	✓	✓	✓	R
(Fong e Huang, 1997)	✓	ND	✓	✓
(Flynn, 1998)	✓	✓	✓	S

Legenda da tabela: ✓- Está contemplado; R - As TIs são um recurso; S - As TIs são o sistema; ND - Não está definido

Tabela A.2: Interpretação do conceito SI

Definição	Dados	Pessoas	Processos	TIs
(Haag <i>et al.</i> , 1998)	✓	ND	✓	R
(Hawryszkiewicz, 1998)	✓	✓	✓	S
(Hirschheim <i>et al.</i> , 1996)	✓	✓	✓	S
(Hoffer <i>et al.</i> , 1998)	✓	✓	✓	S
(Inmon e Caplan, 1992)	✓	ND	✓	S
(Kendall e Kendall, 1992)	✓	✓	✓	S
(Kroenke e Hatch, 1993)	✓	✓	✓	R
(Land e McGregor, 1987)	✓	✓	✓	R
(Langefors e Sundgren, 1975)	✓	✓	✓	R
(Layzell e Loucopoulos, 1989)	✓	ND	✓	S
(Laundon e Laudon, 1994)	✓	ND	✓	S
(Lopes e Amaral, 2001)	✓	✓	✓	R
(Lucas, 1992)	✓	✓	✓	R
(Lundeberg <i>et al.</i> , 1981)	✓	✓	✓	S
(Maddison e Darnton, 1996)	✓	✓	✓	R
(Martin, 1982)	✓	ND	✓	S
(McKeown e Leitch, 1993)	✓	✓	✓	S
(McLeod, 1994)	✓	ND	✓	R/S
(Nunes e O'Neill, 2001)	✓	✓	✓	S
(O'Brien, 1996)	✓	✓	✓	S
(Regan e O'Connor, 1994)	✓	✓	✓	S
(Remenyi e Sherwood-Smith, 1997)	✓	ND	✓	S
(Richtie <i>et al.</i> , 1998)	✓	✓	✓	R
(Silva e Videira, 2001)	✓	✓	✓	S
(Schultheis e Summer, 1998)	✓	✓	✓	R
(Turban <i>et al.</i> , 1996)	✓	✓	✓	S
(Valacich <i>et al.</i> , 2001)	✓	✓	✓	S
(Verrijn-Stuart, 1989)	✓	✓	✓	R/S
(Walsham, 1993)	✓	✓	✓	S
(Wand e Weber, 1995)	✓	✓	✓	S
(Ward e Peppard, 2002)	✓	✓	✓	R
(Watson <i>et al.</i> , 1997)	✓	✓	✓	S
(Weber, 1995)	✓	ND	✓	S/R
(Yang, 1993)	✓	✓	✓	S/R
(Zmud, 1984)	✓	ND	✓	R
(Zorrinho, 1995)	✓	ND	✓	R
(Zwass, 1998)	✓	ND	✓	S

Legenda da tabela: ✓- Está contemplado; R - As TIs são um recurso; S - As TIs são o sistema; ND - Não está definido

Tabela A.3: Interpretação do conceito SI (Cont1.)

A.1.2 Análise de Métodos Utilizados na Função SI

Método	Processo
Análise Estruturada (Yourdon e Constantine, 1979)	1)
Análise Estruturada Moderna (Yourdon, 1990)	1)
BSP (IBM, 1984)	1)
Cassidy (Cassidy, 1998)	2)
DSSD (Fitzgerald <i>et al.</i> , 2002)	2)
D2S2 (Fitzgerald <i>et al.</i> , 2002)	2)
Engenharia da Informação (Martin, 1990)	2)
NIAM (Halpin e Nijssen, 1989)	1)
STRADIS (Gane e Sarson, 1983)	1)
YSM (Yourdon, 1993)	1)
MERISE (Tardieu <i>et al.</i> , 1984)	1)
JSD (Sutcliffe, 1988)	2)
ISAC (Lundeberg <i>et al.</i> , 1981)	2)
ETHICS (Mumford, 1986)	1)
Multiview (Avison e Wood-Harper, 1992)	1)
PRAXIS (Amaral, 1994)	1)
Reengenharia de Processos (Davenport, 1994)	1)
RAD (Avison e Fitzgerald, 1995)[pág. 391 a 399]	1)
KADS (Hickman <i>et al.</i> , 1992)	2)
SSM (Checkland e Scholes, 1991)	1)
SSADM (Downs <i>et al.</i> , 1992)	3)

Tabela A.4: Métodos Utilizados na Função SI

Método	Processo
Booch (White, 1994)	4)
Coad, Yourdon e Nicola (Coad e E.Yourdon, 1991)	5)
Demeter (Lieberherr, 1994)	4)
Fresco (Wills, 1994)	6)
Fusion (Coleman <i>et al.</i> , 1994)	5)
Graham/SOMA (Graham, 1994)	5)
IE/O (Dodd, 1994a)	5)
MTD (Hutt, 1994)	4)
OBA (Rubin e Goldberg, 1992; Rubin, 1994)	4)
Objectory (Jacobson <i>et al.</i> , 1993; Christerson, 1994)	4)
OOIE (Martin e Odell, 1992; Murphy e Odell, 1994)	5)
OORAM (Hoeydalsvik, 1994a)	4)
OSMOSYS (Wilkie, 1994)	4)
OMT (Rumbaugh <i>et al.</i> , 1991; Dodd, 1994b)	5)
SDA (Martin, 1982)	1)
SE/OT (Redmond-Pyle, 1994)	5)
Shlaer/Mellor (Shlaer e Mellor, 1988; Shlaer <i>et al.</i> , 1994)	5)
SPC (Bunn <i>et al.</i> , 1989)	1)
SSADM-OO (Berrisford, 1994)	4)
Wirfs-Brock (Hoeydalsvik, 1994b)	4)
Z++ (Lano e Haughton, 1994)	4)

Tabela A.5: Métodos Utilizados na Função SI (cont. 1)

A.2 Capítulo Arquitecturas de Sistemas de Informação

A.2.1 Análise de Definições de Arquitectura

Definição	Estrutura	Globalidade	Concepção de Alto Nível
(Amaral, 1994)	✓	✓	✓
(Arnheim, 1988)	✓	✓	ND
(Baron e Higbie, 1994)	✓	✓	✓
(Bartee, 1991)	✓	✓	✓
(Boar, 1999)	✓	✓	✓
(Boasson, 1995)	✓	✓	✓
(Britton, 2001)	✓	✓	✓
(Clements e Northrop, 1996)	✓	✓	✓
(Cook, 1996)	✓	✓	ND
(Ellis <i>et al.</i> , 1996)	✓	✓	✓
(Emery <i>et al.</i> , 1996)	✓	✓	✓
(Enquist, 1992)	✓	✓	✓
(Farmer <i>et al.</i> , 1993)	✓	✓	✓
(Gacek <i>et al.</i> , 1995)	✓	✓	✓
(Garlan <i>et al.</i> , 1995)	✓	✓	✓
(Group, 2002)	✓	✓	✓
(Halle, 1996)	✓	✓	✓
(Hammer, 1997)	✓	✓	✓
(Hillard <i>et al.</i> , 1997)	✓	✓	✓
(Hofmeister <i>et al.</i> , 2000)	✓	✓	✓
(IEEE, 2000)	✓	✓	✓
(Isaac e Leroy, 1995)	✓	✓	✓
(Kazman <i>et al.</i> , 1996)	✓	✓	✓
(Kiewiet e Stegwee, 1991)	✓	✓	✓
(Kim e Everest, 1994)	✓	✓	✓
(Linden e Muller, 1994)	✓	✓	ND
(Lorin, 1985)	✓	✓	✓
(Magoulas e Pessi, 1995)	✓	✓	ND
(Martin <i>et al.</i> , 1991)	✓	✓	✓
(Maier, 1996)	✓	✓	✓
(Norberg-Schulz, 1997)	✓	✓	ND
(Nolan e Mulryan, 1987)	✓	✓	✓

Legenda da tabela: ✓- Está contemplado; ND - Não está definido

Tabela A.6: Definições de arquitectura

Definição	Estrutura	Globalidade	Concepção de Alto Nível
(Opdahl, 1996)	✓	✓	✓
(Perry e Wolf, 1992)	✓	✓	✓
(Petterson e Goldkuhl, 1994)	✓	✓	✓
(Rechtin, 1991)	✓	✓	✓
(Rechtin e Maier, 1997)	✓	✓	✓
(Rechtin, 1999)	✓	✓	✓
(Reiss, 2000)	✓	✓	✓
(Rodrigues <i>et al.</i> , 1996)	✓	✓	✓
(Shaw e Garlan, 1996)	✓	✓	✓
(Simpson, 1997)	✓	✓	✓
(Silva <i>et al.</i> , 1995)	✓	✓	✓
(Stallings, 1996)	✓	✓	✓
(Stecher, 1993)	✓	✓	✓
(Unwin, 1997)	✓	✓	✓
(Zachman, 1987)	✓	✓	ND
(Zevi, 1979)	✓	✓	✓
(Zwegers, 1998)	✓	✓	ND

Legenda da tabela: ✓- Está contemplado; ND - Não está definido

Tabela A.7: Definições de arquitectura (Cont.)

A.3 Capítulo de Raciocínio Baseado em Casos

A.3.1 Exemplos de Situações/Problemas

A empresa D & D pretende um sistema informático que lhe permita registar, consultar, remover e alterar dados sobre clientes (donos de cães), cães e consultas.

Tabela A.8: Situação 1

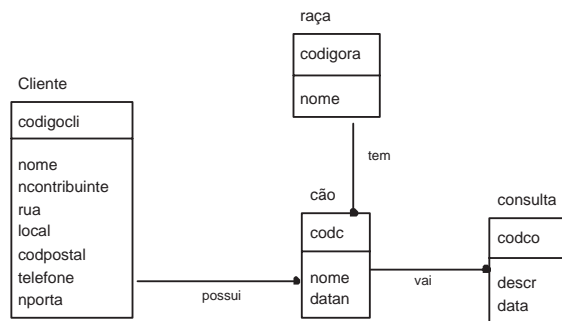


Figura A.1: Modelo de dados da situação descrita na tabela A.8

A empresa P & P pretende um sistema informático que lhe permita registar, consultar, remover e alterar dados sobre clientes, produtos, notas de encomenda de clientes e facturas para clientes.

Tabela A.9: Situação 2

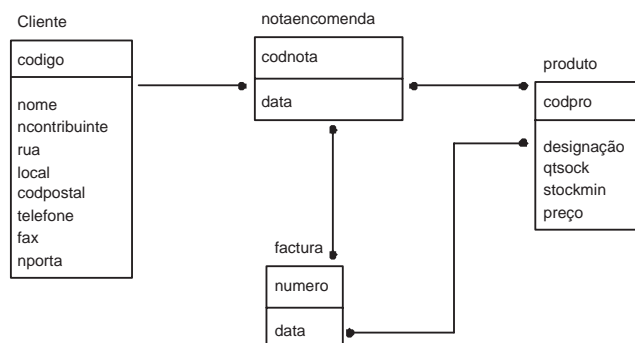


Figura A.2: Modelo de dados da situação descrita na tabela A.9

A empresa de administração de condomínios Cond & Cond pretende construir um sistema que lhe permita registar, consultar, remover e alterar dados sobre condóminos.

Tabela A.10: Situação 3

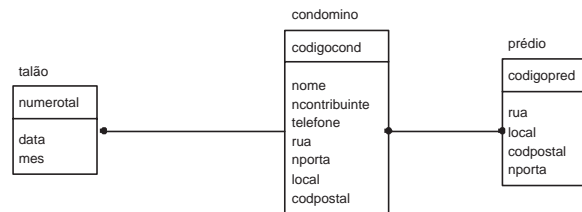


Figura A.3: Modelo de dados da situação descrita na tabela A.10

O clube de futebol F & F pretende construir um sistema que lhe permita registar, consultar, remover e alterar dados sobre os seus sócios.

Tabela A.11: Situação 4

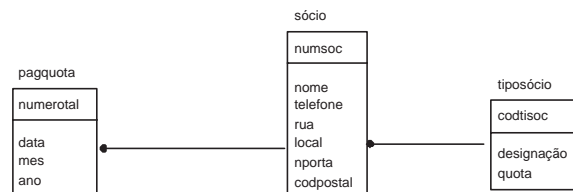


Figura A.4: Modelo de dados da situação descrita na tabela A.11

A.3.2 Descrição dos Casos

Caso	Descrição	Composição
1	entidade cliente	Número de atributos : 8 Atributos contidos : {2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 } Número de relacionamentos do nodo : 1 Conjunto de outras designações/palavras-chave : {cliente, pessoa} Conjunto de nodos com que se relaciona : {10} Características do nodo : entidade
2	atributo codigocli da entidade cliente	Elemento a que pertence : 1 Características do atributo : {tipo de atributo : chave primária, tipo de valor : inteiro} Conjunto de outras designações/palavras-chave : {código}
3	atributo nome da entidade cliente	Elemento a que pertence : 1 Características do atributo : {tipo de atributo : normal, tipo de valor : sequência de caracteres} Conjunto de outras designações/palavras-chave : {nome, identificação}
4	atributo ncontribuinte da entidade cliente	Elemento a que pertence : 1 Características do atributo : {tipo de atributo : normal, tipo de valor : sequência de caracteres} Conjunto de outras designações/palavras-chave : {número de contribuinte}
5	atributo rua da entidade cliente	Elemento a que pertence : 1 Características do atributo : {tipo de atributo : normal, tipo de valor : sequência de caracteres} Conjunto de outras designações/palavras-chave : {rua}
6	atributo nporta da entidade cliente	Elemento a que pertence : 1 Características do atributo : {tipo de atributo : normal, tipo de valor : sequência de caracteres} Conjunto de outras designações/palavras-chave : {número da porta}
7	atributo local da entidade cliente	Elemento a que pertence : 1 Características do atributo : {tipo de atributo : normal, tipo de valor : sequência de caracteres} Conjunto de outras designações/palavras-chave : {nome do local}
8	atributo codpostal da entidade cliente	Elemento a que pertence : 1 Características do atributo : {tipo de atributo : normal, tipo de valor : sequência de caracteres} Conjunto de outras designações/palavras-chave : {código postal}
9	atributo telefone da entidade cliente	Elemento a que pertence : 1 Características do atributo : {tipo de atributo : normal, tipo de valor : sequência de caracteres} Conjunto de outras designações/palavras-chave : {telefone}
10	entidade cão	Número de atributos : 3 Atributos contidos : {11,12,13} Número de relacionamentos do nodo : 3 Conjunto de outras designações/palavras-chave : {cão} Conjunto de nodos com que se relaciona : {1,15} Características do nodo {entidade}
11	atributo codc da entidade cão	Elemento a que pertence : 10 Características do atributo : {tipo de atributo : chave primária, tipo de valor : inteiro} Conjunto de outras designações/palavras-chave : {código}

Tabela A.12: Casos do modelo ilustrado na figura A.1

12	atributo nome da entidade cão	Elemento a que pertence : 10 Características do atributo : {tipo de atributo : normal, tipo de valor : sequência de caracteres} Conjunto de outras designações/palavras-chave : {nome, identificação}
13	atributo datan da entidade cão	Elemento a que pertence : 10 Características do atributo : {tipo de atributo : normal, tipo de valor : data} Conjunto de outras designações/palavras-chave : {data de nascimento,data}
14	relação entre cão e cliente	Nodos com que se relaciona : {1,10} Características do arco : {cardinalidade : 1 para m, tipo de relacionamento : específico} Conjunto de outras designações/palavras-chave : {possui}
15	entidade raça	Número de atributos : 2 Atributos contidos : {16,17} Número de relacionamentos do nodo : 1 Conjunto de outras designações/palavras-chave : {raça} Conjunto de nodos com que se relaciona : {10} Características do nodo {entidade}
16	atributo codigora da entidade raça	Elemento a que pertence : 15 Características do atributo : {tipo de atributo : chave primária, tipo de valor : inteiro} Conjunto de outras designações/palavras-chave : {código}
17	atributo nome da entidade raça	Elemento a que pertence : 15 Características do atributo : {tipo de atributo : normal, tipo de valor : sequência de caracteres} Conjunto de outras designações/palavras-chave : {identificação da raça}
18	relação entre cão e raça	Nodos com que se relaciona : {10,15} Características do arco : {cardinalidade : 1 para m, tipo de relacionamento : específico} Conjunto de outras designações/palavras-chave : {tem}
19	entidade consulta	Número de atributos : 3 Atributos contidos : {20,21,22} Número de relacionamentos do nodo : 1 Conjunto de outras designações/palavras-chave : {consulta} Conjunto de nodos com que se relaciona : {10} Características do nodo {entidade}
20	atributo codco da entidade consulta	Elemento a que pertence : 19 Características do atributo : {tipo de atributo : chave primária, tipo de valor : inteiro} Conjunto de outras designações/palavras-chave : {código}
21	atributo descr da entidade consulta	Elemento a que pertence : 19 Características do atributo : {tipo de atributo : normal, tipo de valor : sequência de caracteres} Conjunto de outras designações/palavras-chave : {descrição da consulta }
22	atributo data da entidade consulta	Elemento a que pertence : 19 Características do atributo : {tipo de atributo : normal, tipo de valor : data} Conjunto de outras designações/palavras-chave : {data da consulta,data}
23	relação entre cão e consulta	Nodos com que se relaciona : {10,19} Características do arco : {cardinalidade : 1 para m, tipo de relacionamento : específico} Conjunto de outras designações/palavras-chave : {tem}
24	modelo	Número de nodos : 4, Número de arcos : 3, Número de atributos : 16, Nodos com 1 relacionamento : 3, Nodos com 3 relacionamento : 1, Palavras-chave : {{cliente,pessoa},{cão},{raça},{consulta}}

Tabela A.13: Casos do modelo ilustrado na figura A.1 (Cont.)

Caso	Descrição
25	entidade cliente
26	atributo codigo da entidade cliente
27	atributo nome da entidade cliente
28	atributo ncontribuinte da entidade cliente
29	atributo rua da entidade cliente
30	atributo nporta da entidade cliente
31	atributo local da entidade cliente
32	atributo codpostal da entidade cliente
33	atributo telefone da entidade cliente
34	atributo fax da entidade cliente
35	entidade nota de encomenda
36	atributo codnota da entidade nota de encomenda
37	atributo data da entidade nota de encomenda
38	relação entre nota de encomenda e cliente
39	entidade factura
40	atributo numero da factura
41	atributo data da factura
42	relação entre factura e nota de encomenda
43	entidade produto
44	atributo codpro da entidade produto
45	atributo designação da entidade produto
46	atributo qtstock da entidade produto
47	atributo stockmin da entidade produto
48	atributo preço da entidade produto
49	relação entre produto e factura
50	relação entre produto e nota de encomenda
51	modelo

Figura A.5: *Casos* do modelo ilustrado na figura A.2

Caso	Descrição
52	entidade talão
53	atributo numerotalao da entidade talão
54	atributo data da entidade talão
55	atributo mes da entidade talão
56	entidade condómino
57	atributo codigocond da entidade condómino
58	atributo nome da entidade condómino
59	atributo ncontribuinte da entidade condómino
60	atributo telefone da entidade condómino
61	atributo rua da entidade condómino
62	atributo nporta da entidade condómino
63	atributo local da entidade condómino
64	atributo codpostal da entidade condómino
65	relação entre talão e condomino
66	entidade prédio
67	atributo codpre da entidade prédio
68	atributo rua da entidade prédio
69	atributo nporta da entidade prédio
70	atributo local da entidade prédio
71	atributo codpostal da entidade prédio
72	relação entre condomínio e nota de prédio
73	modelo

Figura A.6: *Casos* do modelo ilustrado na figura A.3

Caso	Descrição
74	entidade sócio
75	atributo numsoc da entidade sócio
76	atributo nome da entidade sócio
77	atributo telefone da entidade sócio
78	atributo rua da entidade sócio
79	atributo local da entidade sócio
80	atributo nporta da entidade sócio
81	atributo codpostal da entidade sócio
82	entidade tiposócio
83	atributo codtisoc da entidade tiposócio
84	atributo designação da entidade tiposócio
85	atributo quota da entidade tiposócio
86	relação entre tiposócio e sócio
87	entidade pagquota
88	atributo numerotal da entidade pagquota
89	atributo data da entidade pagquota
90	atributo mês da entidade pagquota
91	atributo ano da entidade pagquota
92	relação entre pagquota e sócio
93	modelo

Figura A.7: *Casos* do modelo ilustrado na figura A.4

Caso	Descrição
94	entidade cliente
95	atributo codigocli da entidade cliente
96	atributo nome da entidade cliente
97	atributo rua da entidade cliente
98	atributo nporta da entidade cliente
99	atributo local da entidade cliente
100	atributo codpostal da entidade cliente
101	atributo telefone da entidade cliente
102	entidade talão
103	atributo numerotalao da entidade talão
104	atributo data da entidade talão
105	entidade cassete
106	atributo codcassete da entidade cassete
107	atributo titulo da entidade cassete
108	atributo custo da entidade cassete
109	modelo

Figura A.8: *Casos* do modelo ilustrado na figura 4.6

A.4 Capítulo de Validação do Modelo de Desenvolvimento de ASIs

A.4.1 Dados Recolhidos no Hospital de Viseu

A.4.1.1 Serviço de Gastroenterologia

A.4.1.1.1 Âmbito

A.4.1.1.2 Motivações

Etiqueta	Objectivo
O1	<ul style="list-style-type: none"> • Prestar cuidados de saúde diferenciados

A.4.1.1.3 Dados

Etiqueta	Classe de dados
C1	<ul style="list-style-type: none"> • Exames e análises
C2	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnóstico
C3	<ul style="list-style-type: none"> • Terapêutica
C4	<ul style="list-style-type: none"> • Alta

A.4.1.1.4 Processos

Etiqueta	Processo	Acede a
P1	<ul style="list-style-type: none"> • Registar queixas 	
P2	<ul style="list-style-type: none"> • Registar exames e análises 	
P3	<ul style="list-style-type: none"> • Registar diagnóstico 	C2
P4	<ul style="list-style-type: none"> • Registar terapêutica 	C3
P5	<ul style="list-style-type: none"> • Registar evolução do doente 	
P6	<ul style="list-style-type: none"> • Registar alta 	C4
P7	<ul style="list-style-type: none"> • Marcar consulta 	

A.4.1.1.5 Rede

- Urgência
- Consulta externa
- Internamento
- Hospital de dia
- Exames especiais

A.4.1.1.6 Pessoas

- Centros de saúde
- Exterior
- Outros Hospitais
- Entidades Privadas

A.4.1.1.7 Modelo Organizacional

Motivações

Etiqueta	Objectivo	Decompõe-se de
O2	• Prestar cuidados de saúde diferenciados na área de Gastroenterologia	O1

Dados

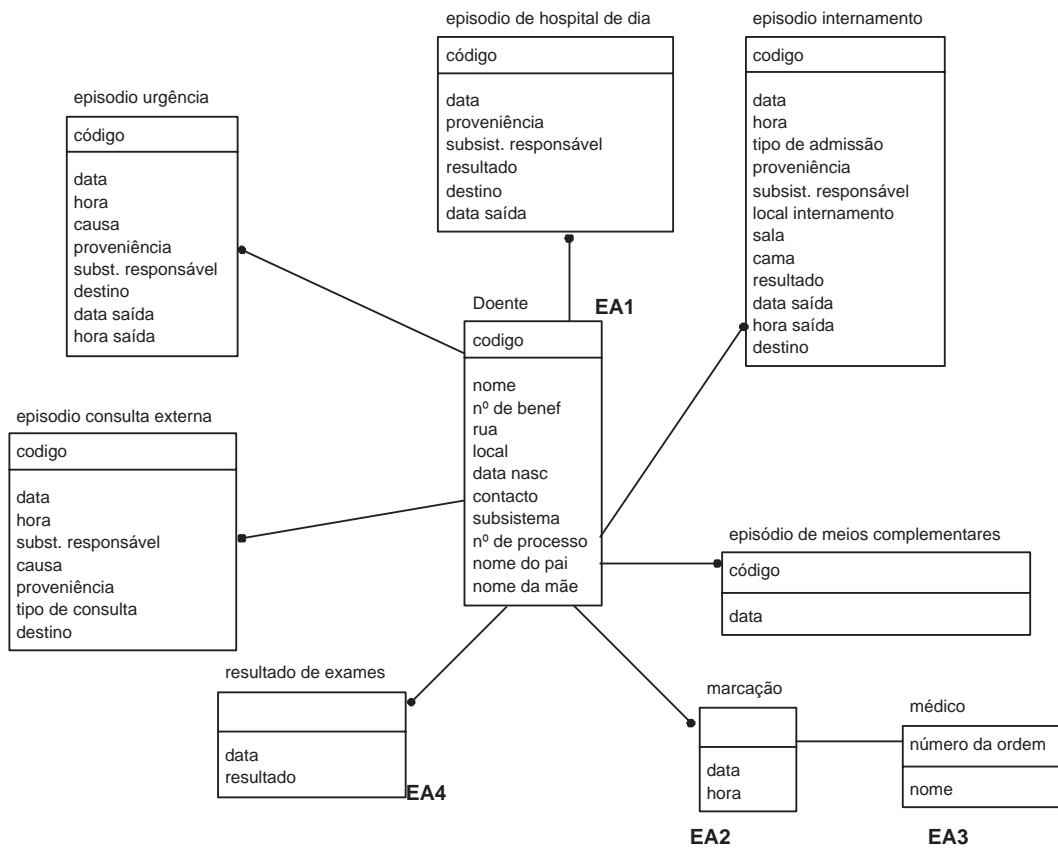


Figura A.9: Modelo de dados

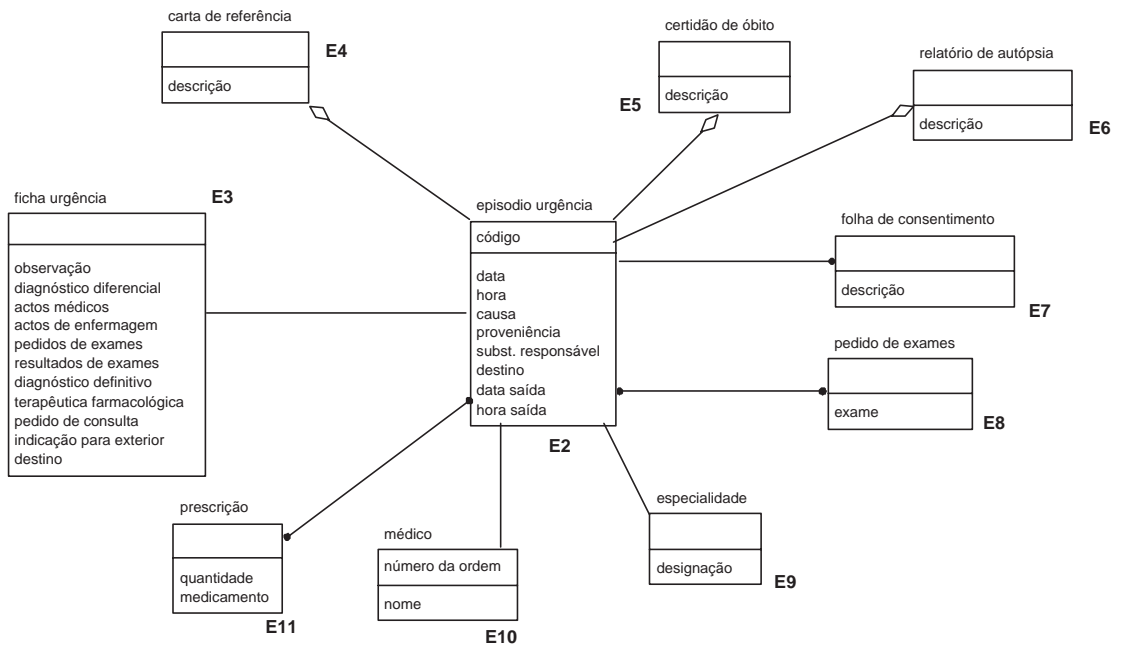


Figura A.10: Modelo de dados (episódio de urgência)

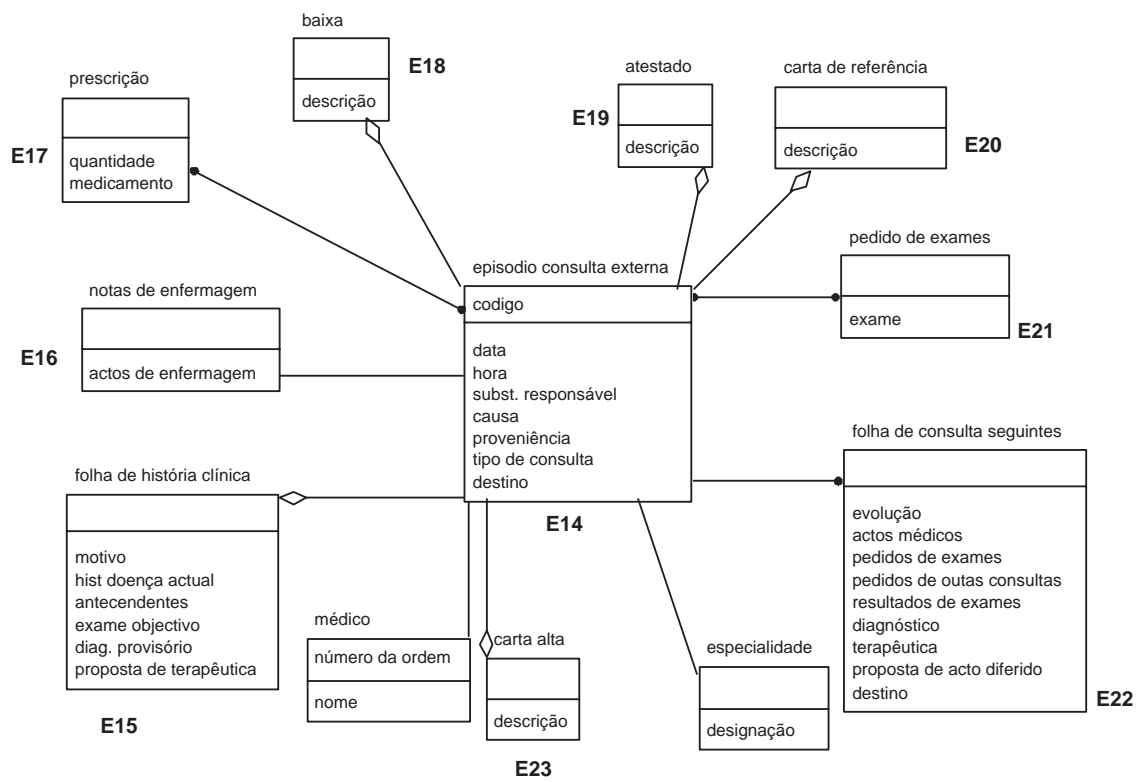


Figura A.11: Modelo de dados (episódio de consulta externa)

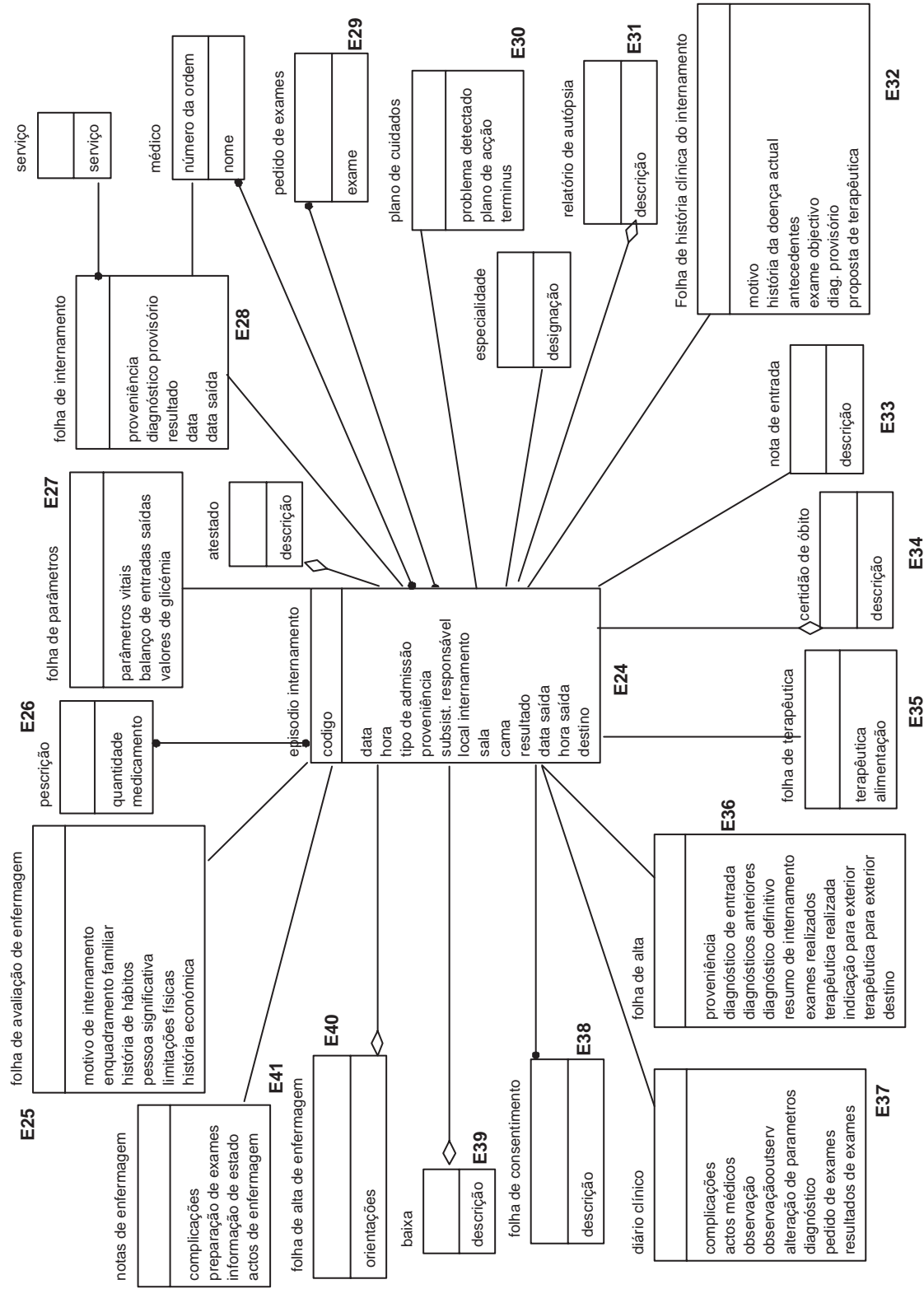


Figura A.12: Modelo de dados (episódio de internamento)

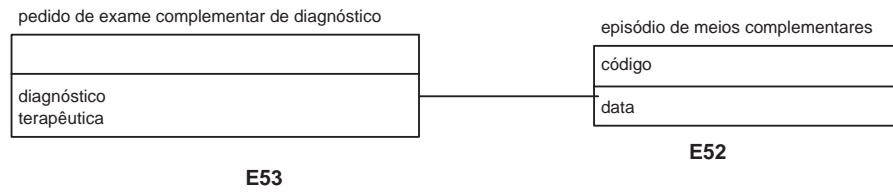


Figura A.13: Modelo de dados (episódio de meios complementares de diagnóstico)

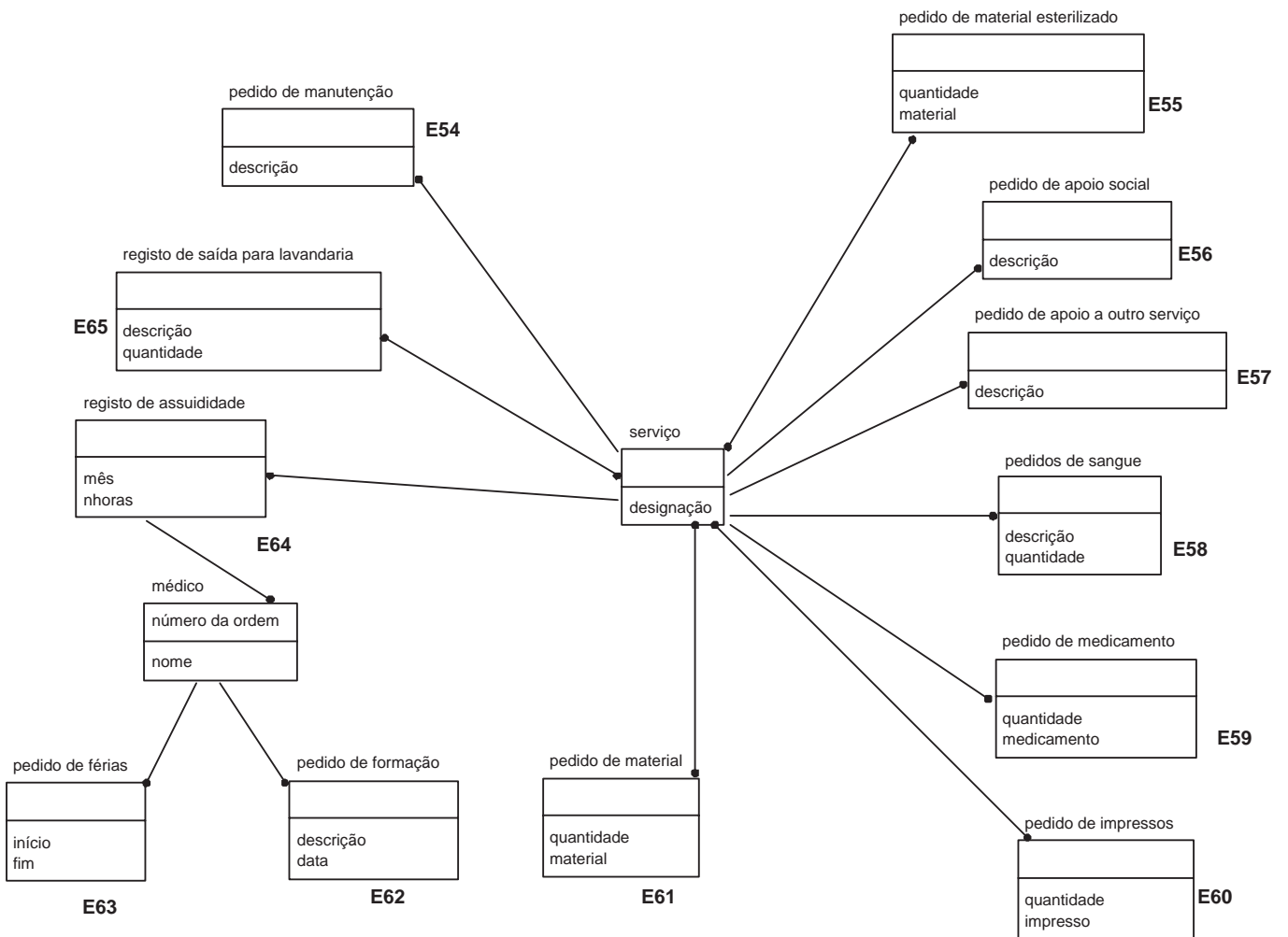


Figura A.14: Modelo de dados - (Esp. dos serviços)

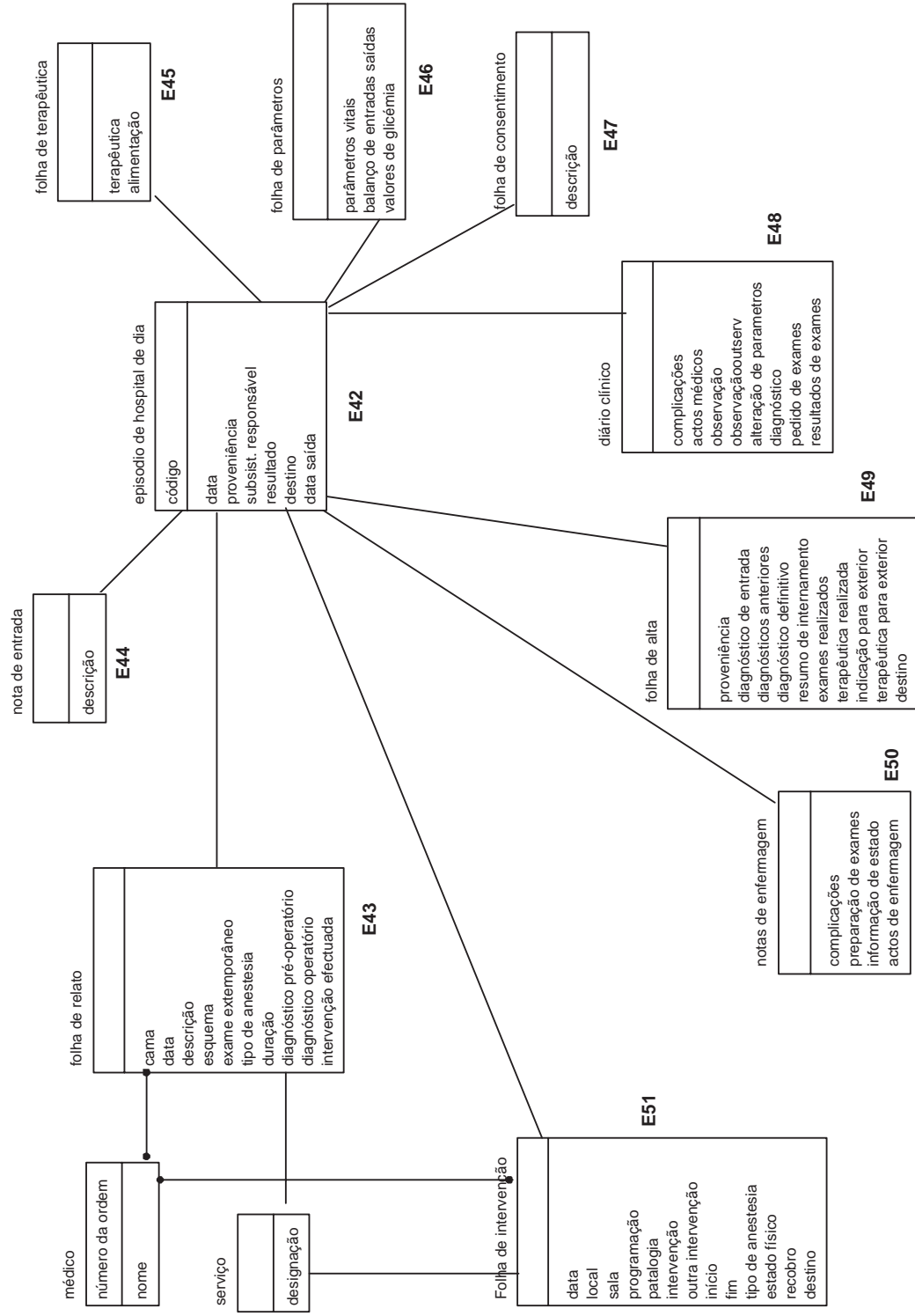


Figura A.15: Modelo de dados (episódio de hospital de dia)

Entidade	Deriva de
E3	C2
E3	C3
E8	C1
E15	C2
E15	C3
E21	C1
E22	C2
E22	C3
E23	C4
E28	C2
E29	C1
E32	C2
E32	C3
E35	C3
E36	C2
E36	C3
E37	C1
E43	C2
E45	C3
E48	C2
E49	C2
E49	C3
E49	C4
E53	C3

Processos

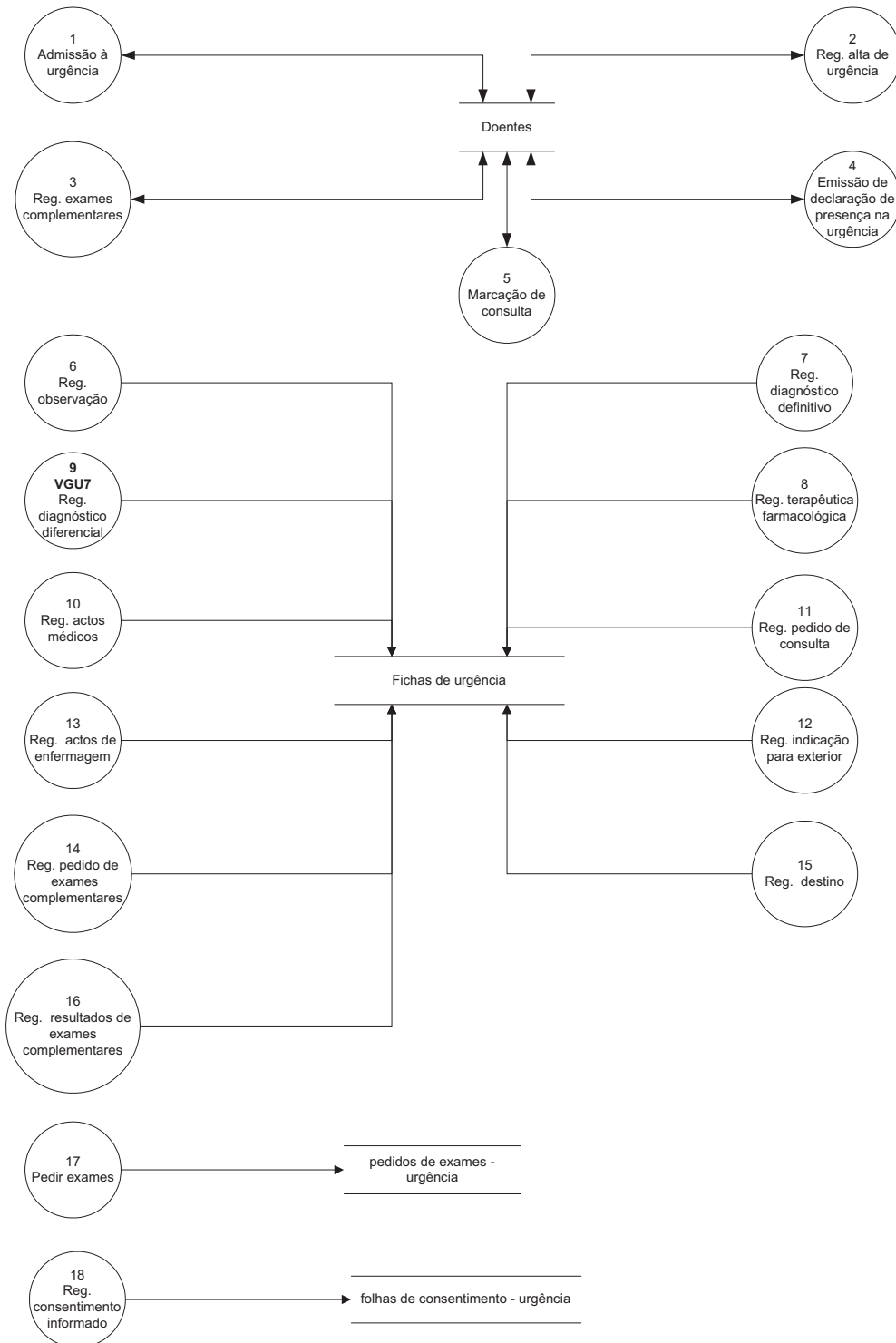


Figura A.16: Processos efectuados na urgência

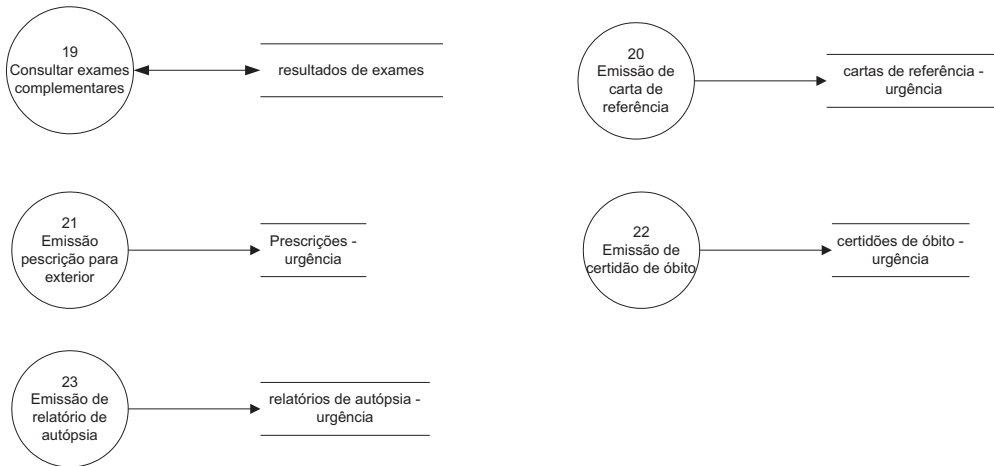


Figura A.17: Processos efectuados na urgência (Cont.)

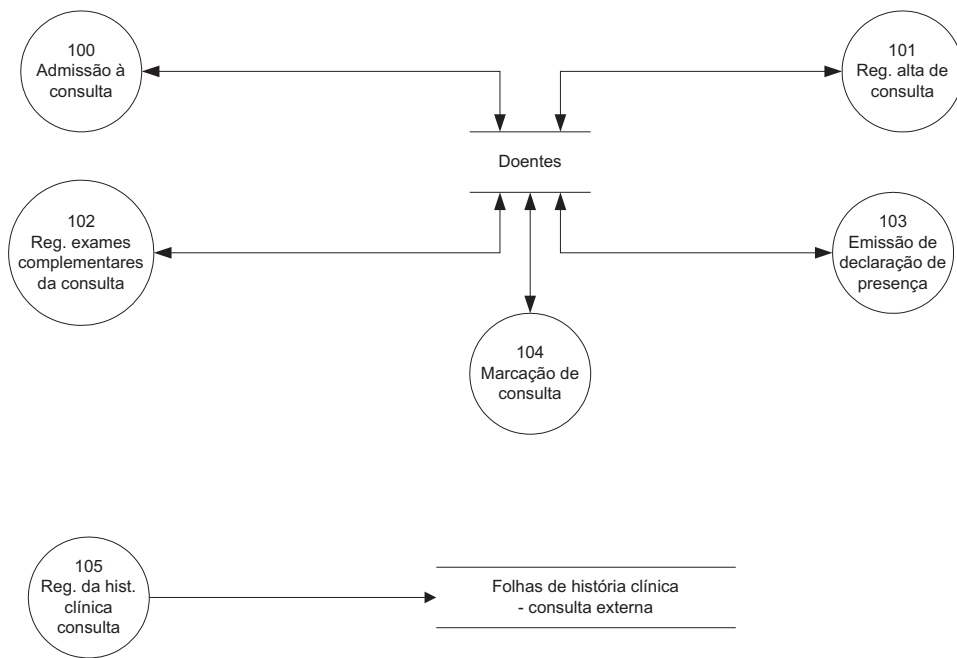


Figura A.18: Processos efectuados na consulta externa



Figura A.19: Processos efectuados na consulta externa (Cont.)

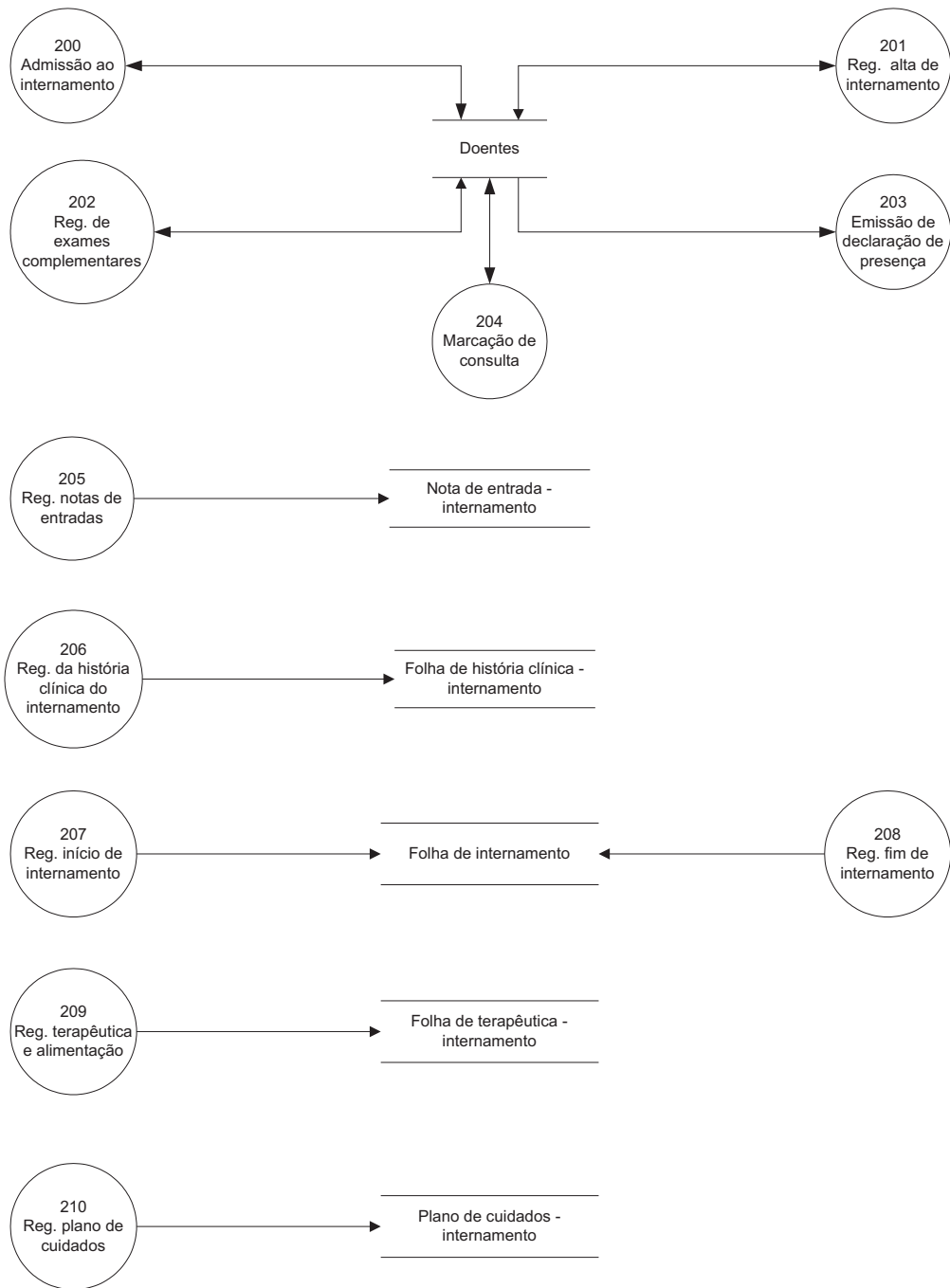


Figura A.20: Processos efectuados no internamento

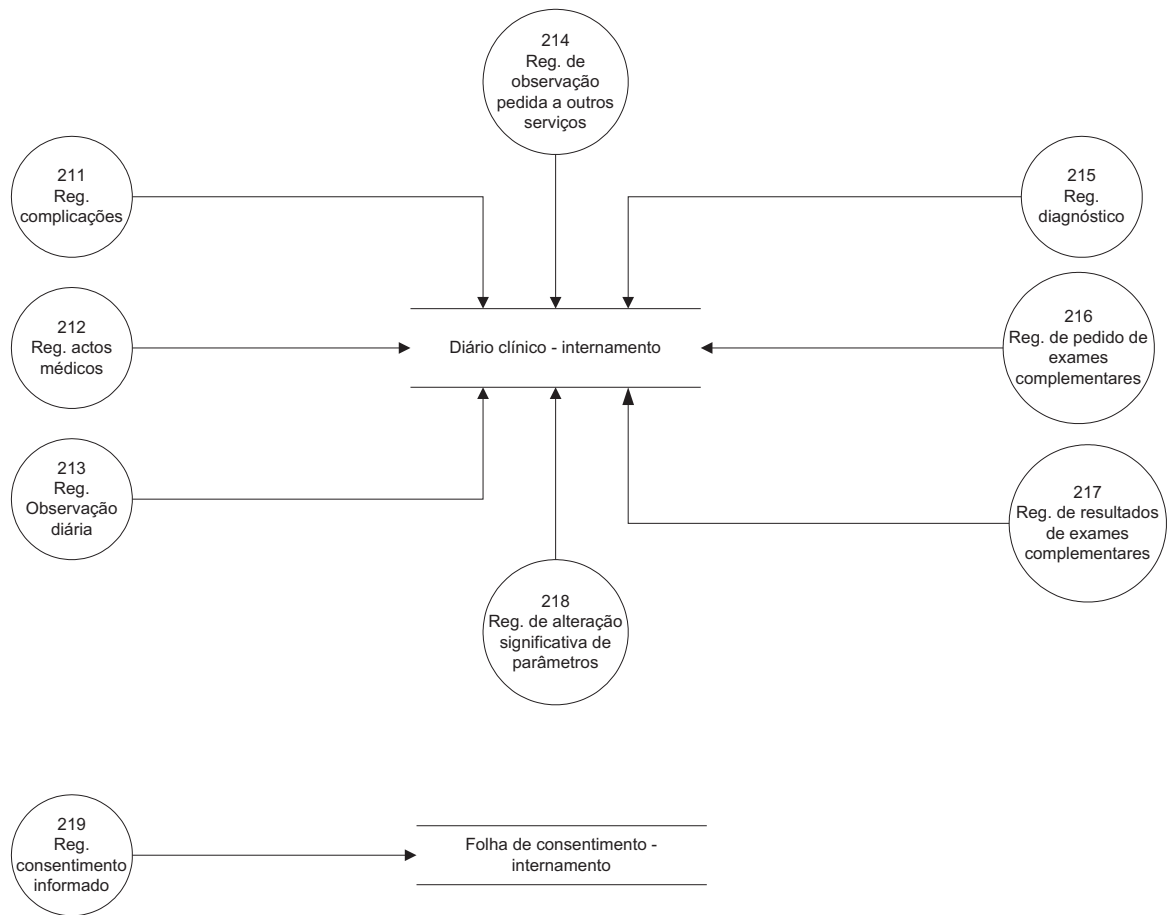


Figura A.21: Processos efectuados no internamento (cont.)

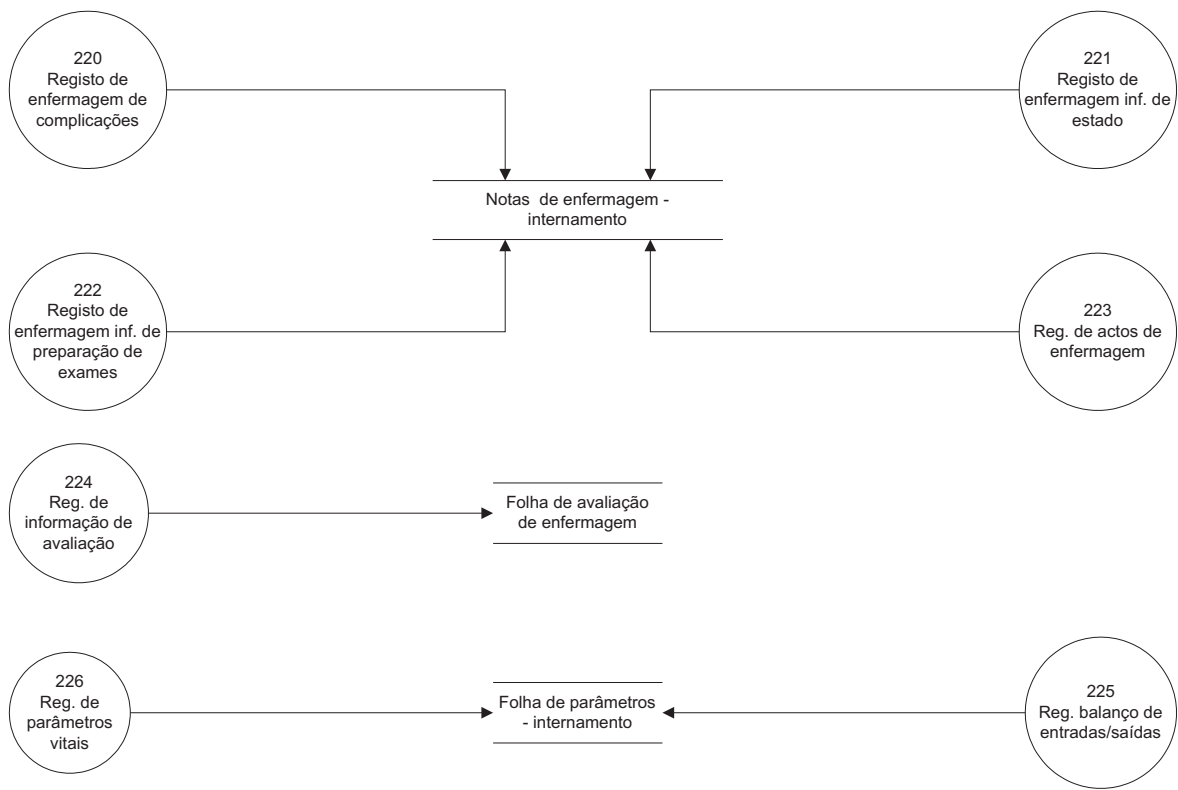


Figura A.22: Processos efectuados no internamento (cont.)

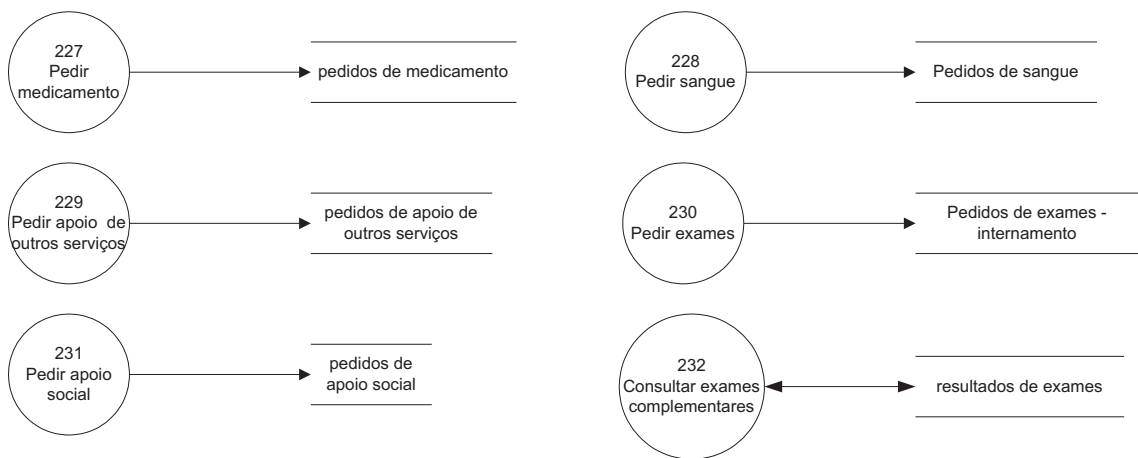


Figura A.23: Processos efectuados no internamento (cont.)

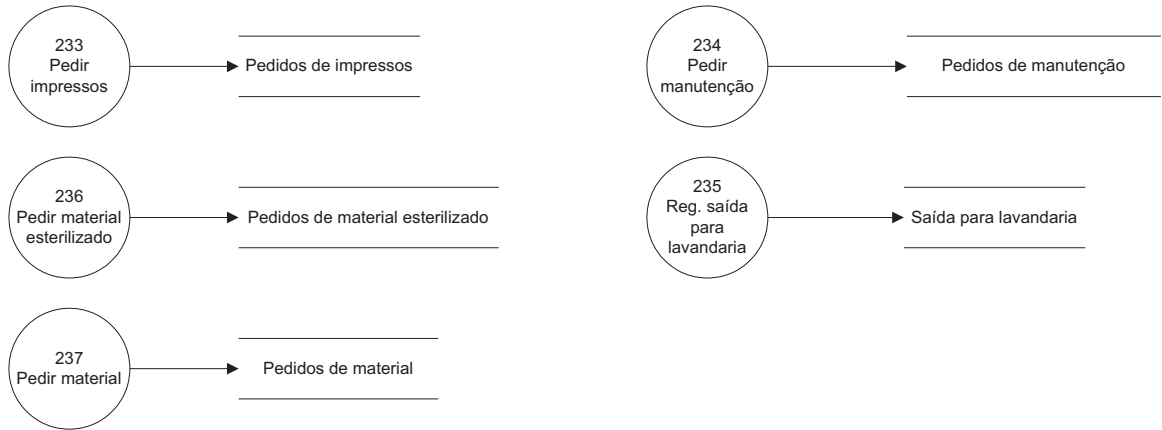


Figura A.24: Processos efectuados no internamento (cont.)

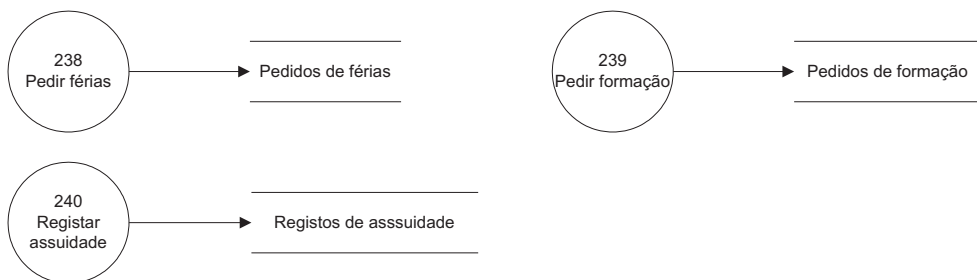


Figura A.25: Processos efectuados no internamento (cont.)

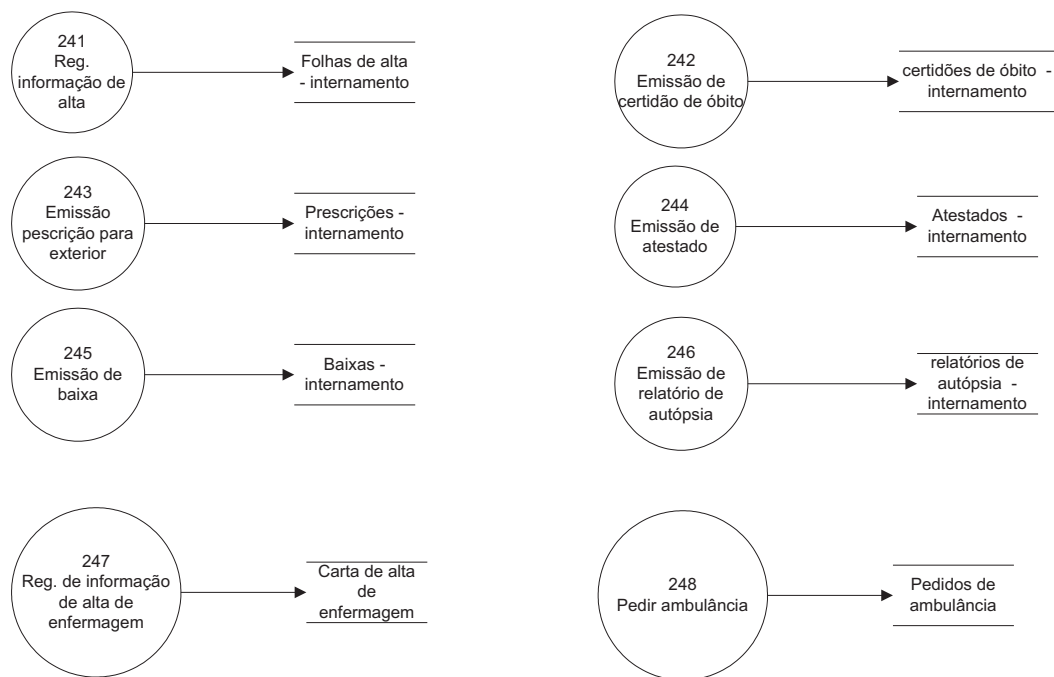


Figura A.26: Processos efectuados no internamento (cont.)

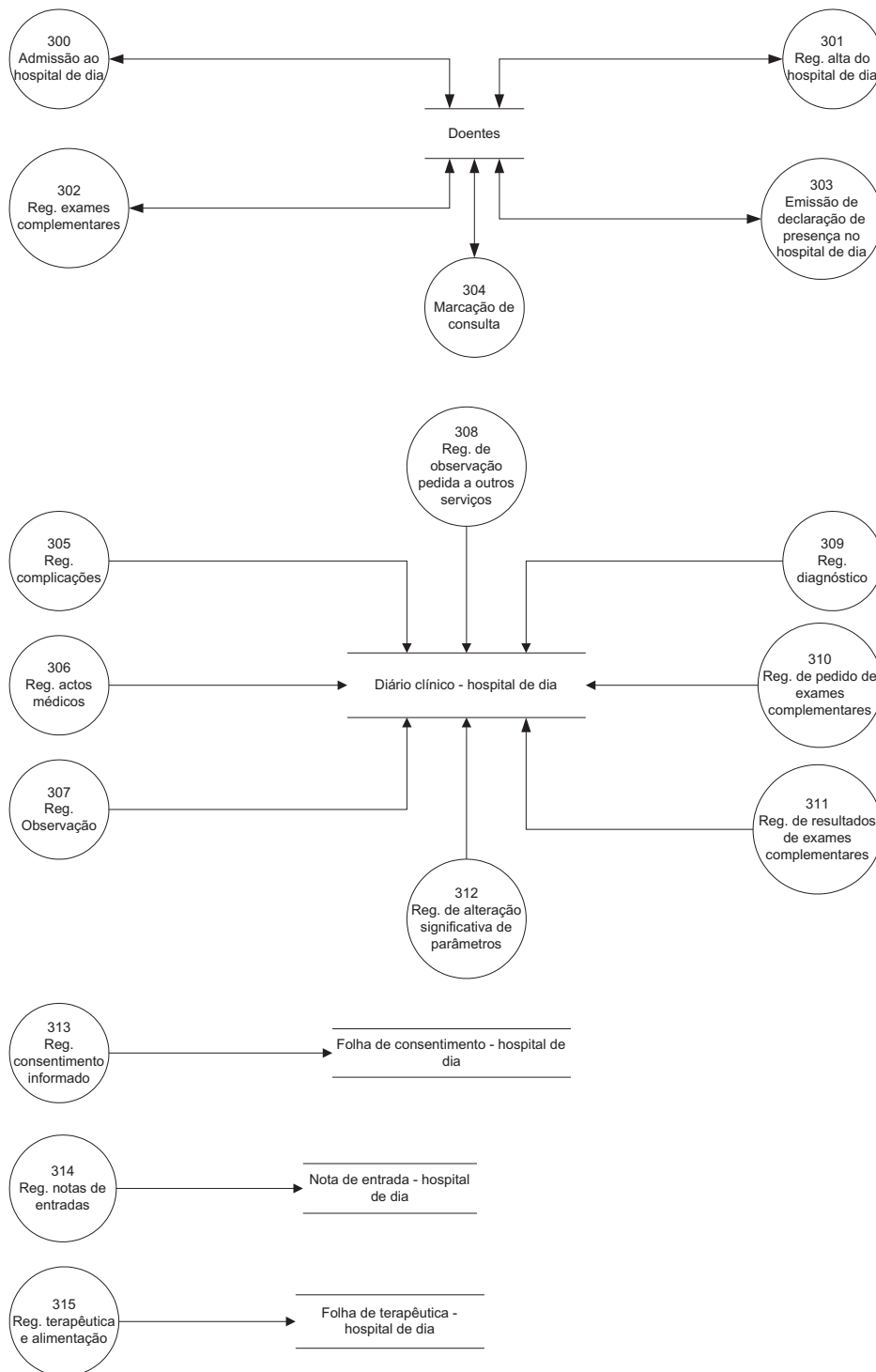


Figura A.27: Processos efectuados no hospital de dia

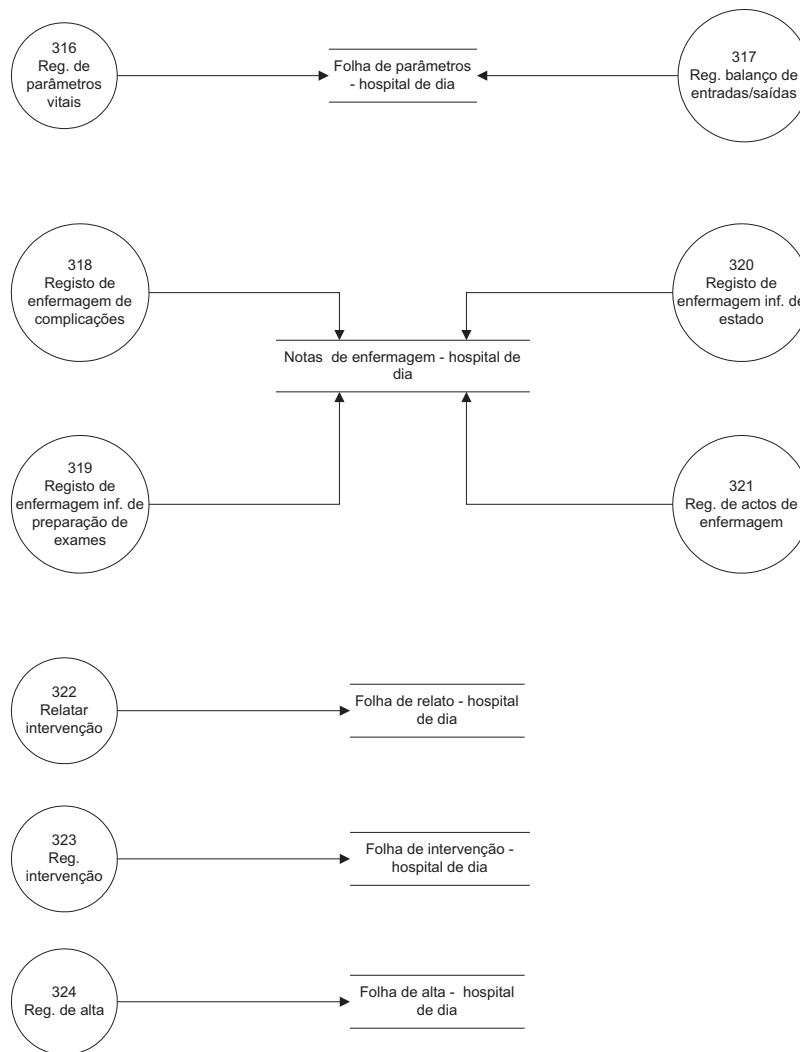


Figura A.28: Processos efectuados no hospital de dia (cont.)

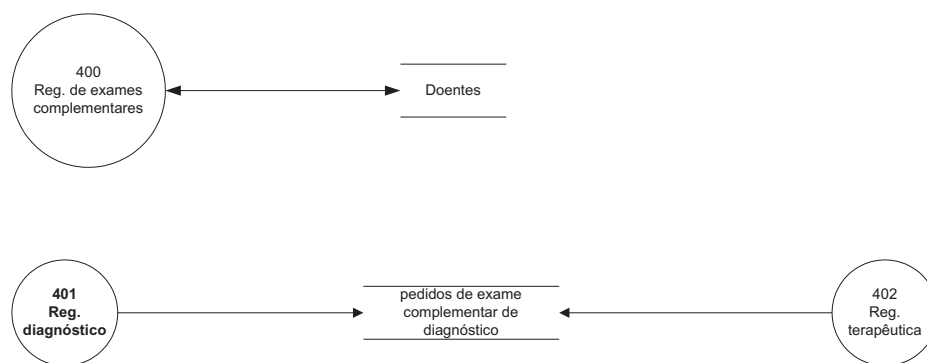


Figura A.29: Processos nos Meios Complementares de Diagnóstico

Processo	Deriva de	Processo	Deriva de
2	P6	3	P2
5	P7	7	P3
8	P4	9	P3
11	P7	14	P2
16	P2	17	P2
21	P4	101	P6
102	P2	104	P7
106	P2	107	P5
109	P3	110	P2
111	P4	113	P7
116	P2	120	P4
201	P6	202	P2
204	P7	209	P4
215	P3	216	P2
217	P2	230	P2
241	P6	243	P4
301	P6	302	P2
304	P7	309	P3
310	P2	311	P2
315	P4	324	P6
401	P3	402	P4

Processo	Acede à entidade	Processo	Acede à entidade
1	EA1,E2	2	EA1,E2
3	E2,E8	4	EA1,E2
5	EA1,EA2,EA3	6	E3
7	E3	8	E3
9	E3	10	E3
11	E3	12	E3
13	E3	14	E3
15	E3	16	E3
17	E8	18	E7
19	EA4	20	E4
21	E11	22	E5
23	E6		

Processo	Acude à entidade	Processo	Acude à entidade
100	EA1,E14	101	EA1,E14
102	EA1,E21	103	EA1,E14
104	EA1,EA2,EA3	105	E15
106	E22	107	E22
108	E22	109	E22
110	E22	111	E22
112	E22	113	E22
114	E22	115	E16
116	E21	117	E18
118	E20	119	EA4
120	E17	121	E19
122	E23		
200	EA1,E224	201	EA1,E224
202	EA1,E29	203	EA1,E224
204	EA1,EA2,EA3	205	E33
206	E32	207	E28
208	E28	209	E35
210	E30	211	E37
212	E37	213	E37
214	E37	215	E37
216	E37	217	E37
218	E37	219	E38
220	E41	221	E41
222	E41	223	E41
224	E25	225	E27
226	E27	227	E59
228	E58	229	E57
230	E29	231	E56
232	EA4	233	E60
234	E54	235	E65
236	E55	237	E61
238	E63	239	E62
240	E64	241	E40
242	E34	243	E26

Processo	Acede à entidade	Processo	Acede à entidade
244	E42	245	E39
246	E31	247	E40
300	EA1,E42	301	EA1,E42
302	EA1	303	EA1,E42
304	EA1,EA2,EA3	305	E48
306	E48	307	E48
308	E48	309	E48
310	E48	311	E48
312	E48	313	E47
314	E44	315	E45
316	E46	317	E46
318	E50	319	E50
320	E50	321	E50
322	E43	323	E51
324	E49		
400	EA1,E52	401	E53
402	E53		

A.4.1.1.8 Rede

- Aprovisionamento
- Laboratório Análises Clínicas
- Esterilização
- Serviço de Sangue
- Arquivo
- Anatomia Patológica
- Farmácia
- Informática
- Alimentação
- SIE
- Serviços Administrativos
- Serviço Social

A.4.1.1.9 Pessoas

Designação	Executam os processos
Funcs. Administrativos	1,2,3,4,5,100,101,102,103,104,200,201,202,203,204,300,301,302,303,304,400
Médicos	6,7,8,9,10,11,12,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,105,106,107,108,109,110,111,112 113,114,116,117,118,119,120,121,122,123,205,206,207,208,209,211,212,213,214,215 216,217,218,219,230,232,238,239,240,241,242,243,244,245,246,305,306,307,308,309 310,311,312,313,314,315,322,323,324,401,402
Enfermeiros	13,115,210,220,221,222,223,224,225,226,238,239,247,316,317,318,319,320,321
Auxiliares de acção médica	227,228,229,231,233,236,237,234,235,238,239,248

A.4.1.1.10 Modelo Tecnológico

Motivações

Etiqueta	Objectivo	Decompõe-se de
O3	<ul style="list-style-type: none"> Partilhar dados entre serviços com rapidez e eficiência de forma interactiva e funcional 	O2

Dados

Identificação	Repositório	Armazena
R1	<ul style="list-style-type: none"> Base de dados de doentes SGBD Oracle 	EA1,EA2,EA3,E2,E9 E10,E14,E24,E42,E52
R2	<ul style="list-style-type: none"> Base de dados de exames SGBD Advantage Database Server 	EA4

Processos

Identificação	Aplicação	Implementa
A1	<ul style="list-style-type: none"> Sonho Implementada pelo IGIF 	1,2,3,4,5,100,101,102,103,104 200,201,202,203,204 300,301,302,303,304,400
A2	<ul style="list-style-type: none"> <i>Browser</i> Implementada pela Microsoft 	Implementa processo IM8 Implementa processo U7

Aplicação	Acede a
A1	R1
A2	R1

Rede

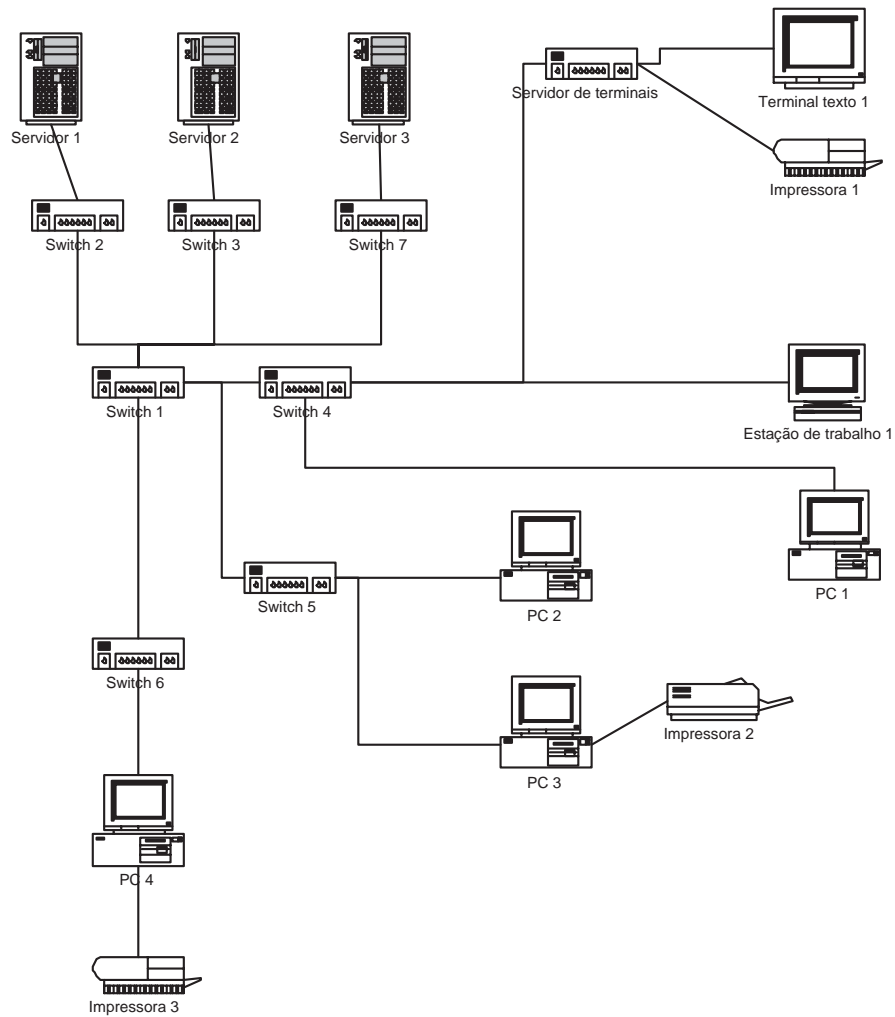


Figura A.30: A estrutura de rede do Hospital São Teotónio

Identificação	Características	Aloja
Servidor 1	Fujitsu Siemens Prime Power 650 Tipo de processadores SPARC64 Número de processadores 4 150 GB disco 8 GB RAM	R1
Servidor 2	Sun	R2

Identificação	Executa
Servidor 1	A1

Pessoas

Designação	Utiliza
Funcs. Administrativos	A1
Médicos	A2

A.4.2 Dados Recolhidos no Hospital de Santo André

A.4.2.1 Modelo Tecnológico

A.4.2.1.1 Motivações

- Proporcionar em tempo útil a informação do doente
- Efectuar a gestão de recursos e controlo de custos e receitas

A.4.2.1.2 Dados

- Base de dados de doentes
Adv. Data Server
- Base de dados do laboratório pat. clínica
Adv.Data Server

A.4.2.1.3 Processos

- A1 - Apli. Adm. De Doentes
- A2 - Apl. Clínica

A.4.2.1.4 Rede

A.4.2.1.5 Pessoas

- P1 - Funcs. Administrativos
- P2 - Médicos
- P3 - Enfermeiros
- P4 - Auxiliares de acção médica
- P5 - Técnicos

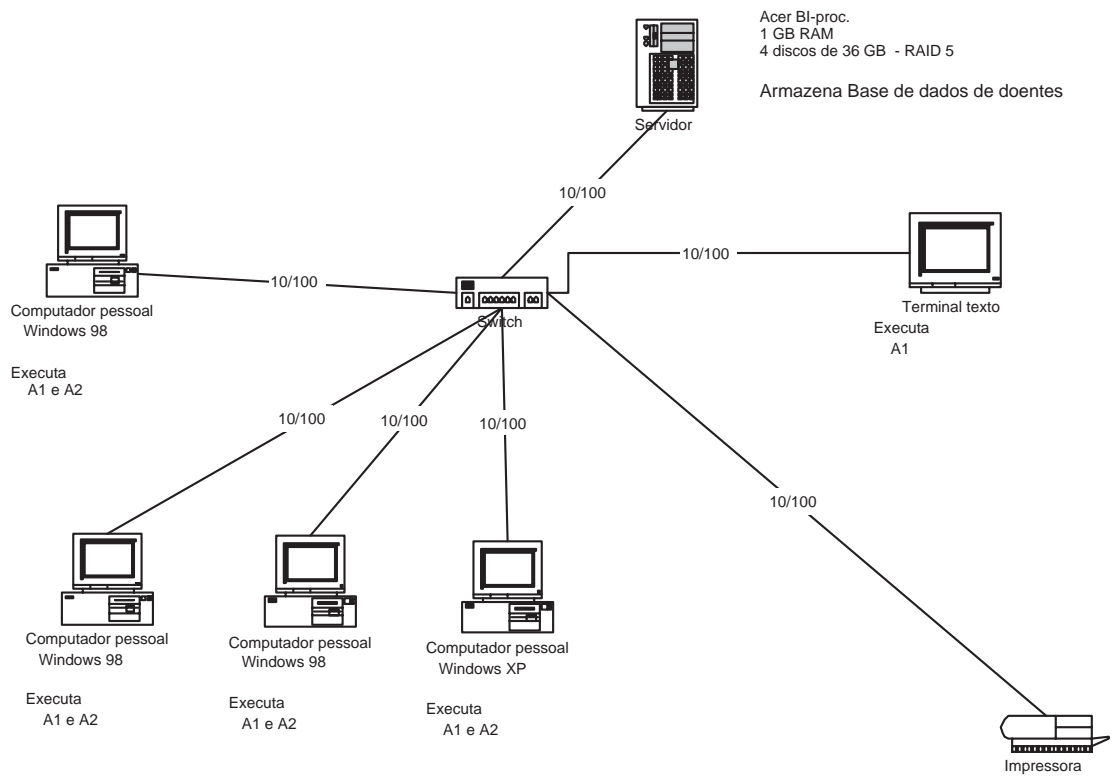


Figura A.31: A estrutura de rede do Hospital de Santo André

A.4.3 Análise de Resultados

Serviço	Fase	Etapa	Novos	Adaptados	Iguais
1	1	1	1	0	0
1	1	2	7	0	0
1	1	3	7	0	0
1	1	4	6	0	0
1	1	5	4	0	0
1	2	1	1	0	0
1	2	2	172	130	69
1	2	3	159	65	80
1	2	4	11	0	0
1	2	5	5	0	0
1	3	1	1	0	0
1	3	2	3	0	0
1	3	3	3	0	0
1	3	4	16	12	11
1	3	5	2	0	0
2	1	1	1	0	0
2	1	2	3	0	2
2	1	3	3	0	2
2	1	4	0	0	3
2	1	5	0	0	4
2	2	1	1	0	0
2	2	2	2	14	271
2	2	3	4	12	205
2	2	4	0	0	11
2	2	5	0	0	5
2	3	1	0	0	1
2	3	2	0	0	2
2	3	3	0	0	2
2	3	4	0	0	29
2	3	5	0	0	2
3	1	1	0	0	1
3	1	2	1	0	7
3	1	3	1	0	7
3	1	4	1	0	4
3	1	5	0	0	4

Tabela A.14: Resultados obtidos com a utilização da aplicação informática

Serviço	Fase	Etapa	Novos	Adaptados	Iguais
3	2	1	1	0	0
3	2	2	56	36	394
3	2	3	38	12	285
3	2	4	0	0	11
3	2	5	0	0	5
3	3	1	0	0	1
3	3	2	0	0	3
3	3	3	0	0	3
3	3	4	0	0	32
3	3	5	0	0	2
4	1	1	0	0	1
4	1	2	1	0	1
4	1	3	2	0	1
4	1	4	0	0	5
4	1	5	0	0	4
4	2	1	1	0	0
4	2	2	4	13	470
4	2	3	3	12	321
4	2	4	0	0	11
4	2	5	0	0	5
4	3	1	0	0	1
4	3	2	0	0	2
4	3	3	0	0	2
4	3	4	0	0	29
4	3	5	0	0	2
5	1	1	0	0	1
5	1	2	4	0	1
5	1	3	3	0	2
5	1	4	0	0	5
5	1	5	0	0	4
5	2	1	0	0	0
5	2	2	19	55	395
5	2	3	18	14	295
5	2	4	0	0	11
5	2	5	0	0	5
5	3	1	1	0	0
5	3	2	0	0	1
5	3	3	0	0	1
5	3	4	1	0	28
5	3	5	0	0	1

Tabela A.15: Resultados obtidos com a utilização da aplicação informática (Cont.)

Serviço	Fase	Etapa	Novos	Adaptados	Iguais
6	1	1	0	0	1
6	1	2	0	0	4
6	1	3	0	0	6
6	1	4	0	0	4
6	1	5	0	0	4
6	2	1	0	0	1
6	2	2	19	68	247
6	2	3	15	10	252
6	2	4	0	0	11
2	2	5	0	0	5
6	3	1	0	0	1
6	3	2	0	0	1
6	3	3	0	0	1
6	3	4	1	0	28
6	3	5	0	0	1
7	1	1	0	0	1
7	1	2	2	0	4
7	1	3	2	0	4
7	1	4	0	0	5
7	1	5	0	0	4
7	2	1	1	0	0
7	2	2	6	15	275
7	2	3	4	12	212
7	2	4	0	0	11
7	2	5	0	0	5
7	3	1	0	0	1
7	3	2	0	0	1
7	3	3	0	0	1
7	3	4	1	0	26
7	3	5	0	0	1
8	1	1	0	0	1
8	1	2	2	0	3
8	1	3	4	0	3
8	1	4	0	0	5
8	1	5	0	0	4
8	2	1	1	0	0
8	2	2	39	41	325
8	2	3	23	16	269
8	2	4	0	0	11
8	2	5	0	0	5

Tabela A.16: Resultados obtidos com a utilização da aplicação informática (Cont.)

Serviço	Fase	Etapa	Novos	Adaptados	Iguais
8	3	1	2	0	0
8	3	2	1	0	1
8	3	3	1	0	1
8	3	4	1	0	26
8	3	5	2	0	2

Tabela A.17: Resultados obtidos com a utilização da aplicação informática (Cont.)

A.5 Manual do Utilizador

A ferramenta informática, cuja janela principal se ilustra na figura A.32, é constituída por dois módulos distintos. Um dos módulos permite definir novas ASIs, enquanto que o outro permite definir *pontos de vista*. Em virtude desta separação, faz-se a sua descrição em secções diferentes. A secção A.5.1 caracteriza a forma de definir *pontos de vista*. A secção A.5.2 caracteriza a forma como se definem ASIs.

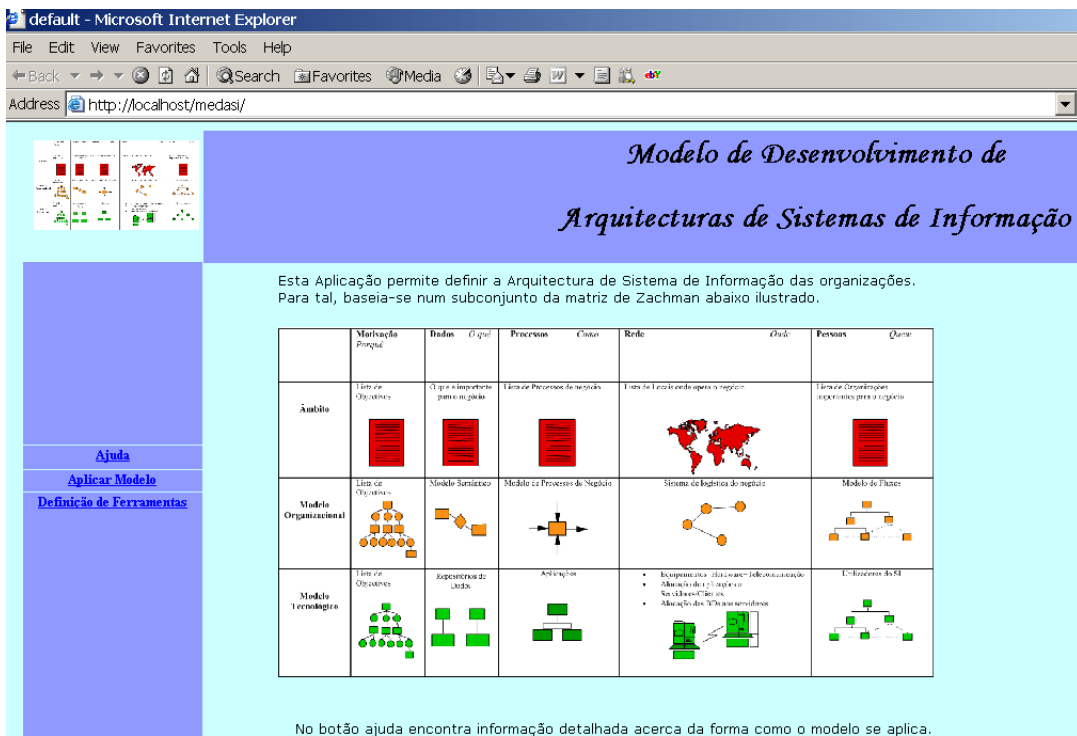


Figura A.32: Ferramenta MODASI

Etiqueta	Significado
a)	Botão que permite obter ajuda (abre janela A.33)
b)	Botão que permite Aplicar Modelo (abre janela A.37)
c)	Botão que permite definir um novo <i>ponto de vista</i> (abre janela A.34)

Tabela A.18: Legenda da figura A.32

Cada tipo de funcionalidade da ferramenta tem associada informação de ajuda. Por exemplo, a informação de ajuda associada à janela A.37 encontra-se ilustrada na figura A.33 e explicita a forma como o Modelo de Desenvolvimento de Architecturas de Sistemas de Informação pode ser aplicado. Nesta ajuda, fazem-se descrições dos dois tipos de modelos e da sintaxe que se podem utilizar numa ASI.

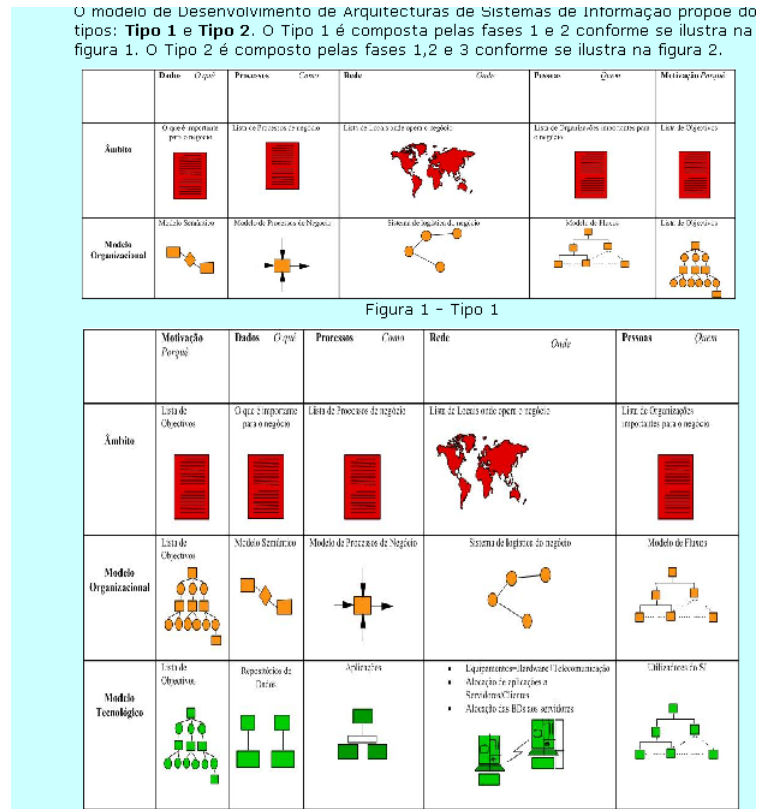


Figura A.33: Janela de Ajuda

A.5.1 Definição de Pontos de Vista

A definição de *pontos de vista* é feita numa janela do tipo da ilustrada na figura A.34. A referida janela implementa várias funcionalidades, entre outras o registar de novos *pontos de vista*, o registar de novos construtores, o consultar de *pontos de vista* e o alterar de *pontos de vista*.

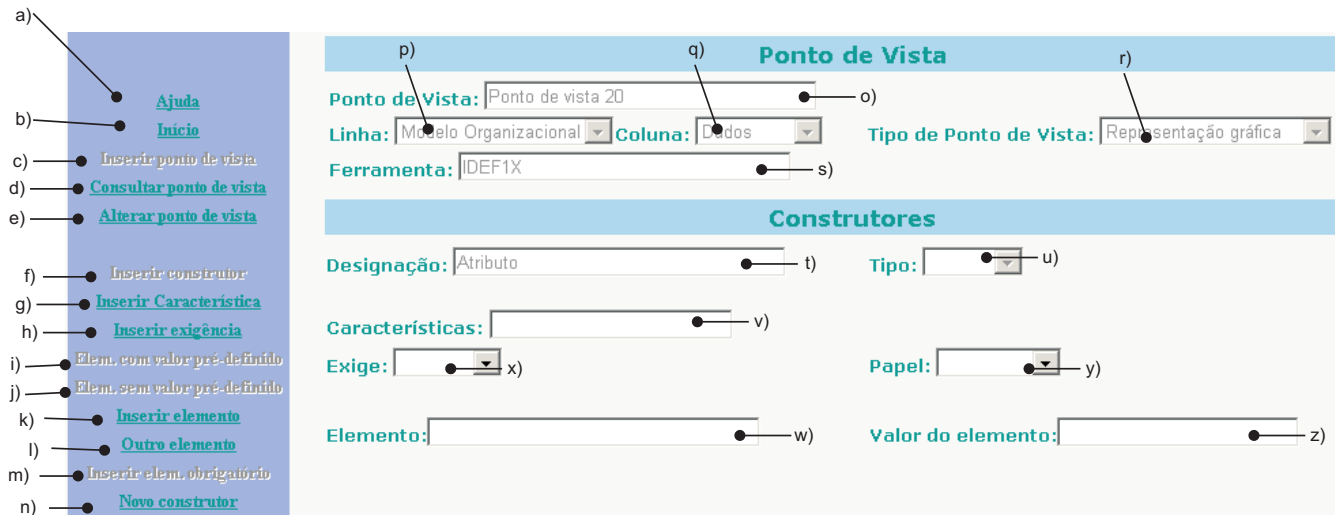


Figura A.34: Definição de um novo *ponto de vista*

Etiqueta	Funcionalidade	Etiqueta	Funcionalidade
a)	Obter ajuda	b)	Voltar à janela principal da aplicação (ilustrada na figura A.32)
c)	Registar a identificação do novo <i>ponto de vista</i>	d)	Consultar <i>ponto de vista</i> (janela ilustrada em A.35)
e)	Alterar <i>ponto de vista</i> A.36	f)	Registar novo construtor
g)	Registar característica de construtor	h)	Inserir exigência de construtor
i)	Definir elemento com valor pré-definido	j)	Definir elemento sem valor pré-definido
k)	Registar valor de elemento	l)	Passar a outro elemento
m)	Definir elemento como obrigatório	n)	Passar à definição de outro construtor
o)	Identificação do ponto de vista	p)	Linha do referencial ao qual o <i>ponto de vista</i> se aplica
q)	Coluna do referencial ao qual o <i>ponto de vista</i> se aplica	r)	Tipo de <i>ponto de vista</i> (gráfico ou texto)
s)	Identificação da ferramenta	t)	Identificação do construtor
u)	Tipo do construtor (nodo, arco ou atributo)	v)	Característica do construtor
x)	Construtor exigido (no caso de exigir)	y)	Papel desempenhado pela exigência
w)	Identificação do elemento do construtor	z)	Valor do elemento (no caso de serem valores pré-definidos)

Tabela A.19: Legenda da figura A.34

A consulta de *pontos de vista* permite visualizar os vários construtores que o integram bem como as "características" destes.

Na figura A.35 ilustra-se a consulta do *ponto de vista* 7 que contempla a ferramenta IDEF1X. Exemplifica-se em pormenor o construtor *relacionamento específico* que tem associada a seguinte informação:

- exige dois construtores *entidade* (uma desempenha o papel origem e outra destino do arco);
- possui um elemento designado cardinalidade;
- associado ao elemento cardinalidade estão vários valores (1 para m, 1 para 0+);
- o elemento cardinalidade tem que ser sempre definido;
- tem como característica o facto de ser um relacionamento.

Ajuda Fechar	Ponto de vista: <input type="text" value="Ponto de vista 7"/>		Linha: Modelo Organizacional	
	Coluna: Dados		Tipo: Representação gráfica	
	Ferramenta: IDEF1X			
	Construtores:		Tipo:	
	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> Entidade Atributo normal Atributo chave primária Relacionamento específico Relacionamento não específico Relacionamento de categorização </div>		Arco	
	Exige:		Papel:	
	<input type="text" value="Entidade"/> <input type="text" value="Entidade"/>		Origem	
	Elementos:		Valor dos elementos:	
	<input type="text" value="Cardinalidade"/>		<input type="text" value="1 para m"/> <input type="text" value="1 para 0+"/>	
	Elementos obrigatórios:			
<input type="text" value="Cardinalidade"/>				
Características:				
<input type="text" value="Relacionamento"/>				

Figura A.35: Consulta de *ponto de vista*

A alteração dos *pontos de vista*, cuja janela se ilustra na figura A.36, permite realizar várias operações nos construtores que deste fazem parte. De forma geral, pode-se afirmar que nesta janela são implementadas funcionalidades relativas à *inserção* e *remoção* de construtores ou a aspectos com estes relacionados.

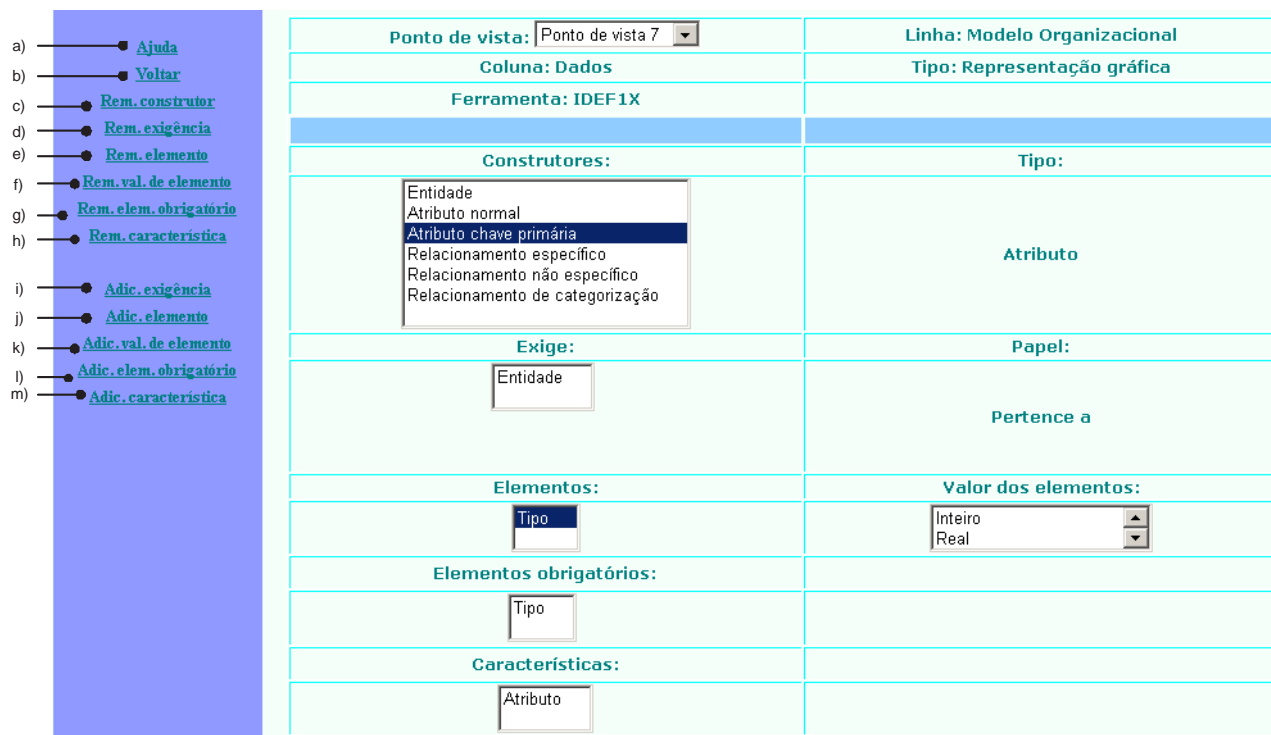


Figura A.36: Alteração de *pontos de vista*

Etiqueta	Funcionalidade	Etiqueta	Funcionalidade
a)	Obter ajuda	b)	Voltar à janela principal da aplicação (ilustrada na figura A.34)
c)	Remover construtor	d)	Remover exigência
e)	Remover elemento	f)	Remover valor de elemento
g)	Remover obrigatoriedade de elemento	h)	Remover característica
i)	Adicionar exigência	j)	Adicionar elemento
k)	Adicionar valor de elemento	l)	Adicionar obrigatoriedade de elemento
m)	Adicionar característica		

Tabela A.20: Legenda da figura A.36

A.5.2 Desenvolvimento de ASIs

O início do desenvolvimento de uma ASI, janela ilustrada na figura A.37, ocorre após a selecção da opção b) na janela ilustrada na figura A.32.

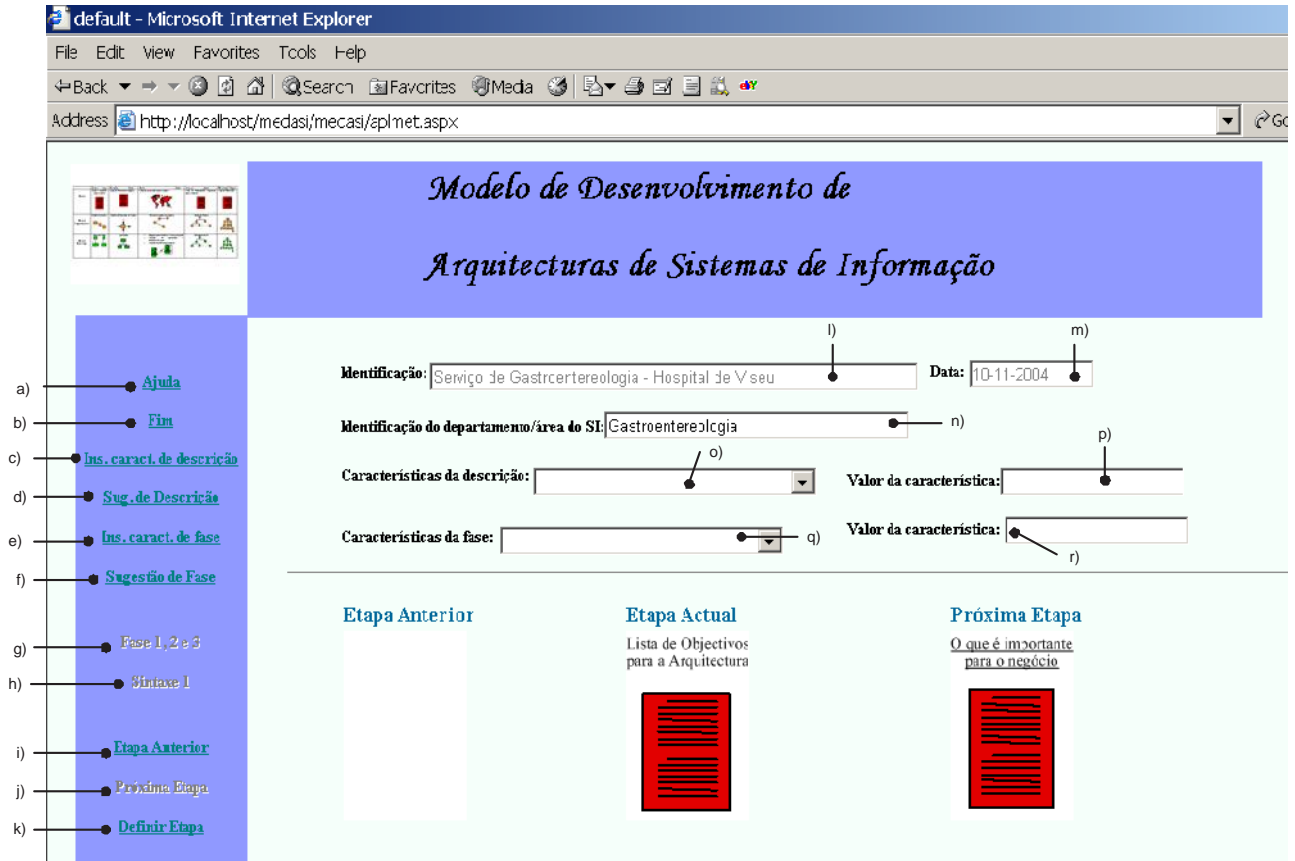


Figura A.37: Início do desenvolvimento de uma arquitectura

Etiqueta	Funcionalidade	Etiqueta	Funcionalidade
a)	Obter ajuda	b)	Voltar à janela principal da aplicação (ilustrada na figura A.32)
c)	Registar característica da ASI	d)	Sugestão de ASI (janela ilustrada em A.38)
e)	Registar característica de Fase	f)	Sugestão de Fase (janela ilustrada em A.39)
g)	Registar ASI com fases 1, 2 e 3	h)	Registar fase com sintaxe 1
i)	Retroceder para a etapa anterior	j)	Avançar para a etapa seguinte
k)	Definir etapa	l)	Identificação da ASI
m)	Data	n)	Identificação do departamento ou unidade
o)	Características da ASI	p)	Valor da característica da ASI
q)	Características da Fase	r)	Valor da característica da Fase

Tabela A.21: Legenda da figura A.37

Conforme se ilustra na figura A.37, antes de se descreverem as várias etapas do modelo é necessário especificar informação relativa a: identificação da ASI, data, identificação do departamento ou unidade organizacional, número de fases que o modelo compreende (fases 1 e 2 ou fases 1, 2 e 3) e sintaxe da fase (1 ou 2).

Após a referida especificação é possível nesta janela executar várias tarefas, designadamente:

- definir características da ASI (para se obterem propostas, conforme se ilustra na figura A.38, para a definição da ASI);
- definir características da fase (para se obterem propostas, conforme se ilustra na figura A.39, para a definição da fase);
- definir a etapa actual (passa-se para a janela ilustrada na figura A.40).

Após se identificar a ASI, o departamento/unidade e a data e eventualmente mais algumas características pode-se solicitar que a ferramenta sugira uma descrição. Sempre que tal se faz, é aberta uma janela da forma ilustrada na figura A.38.

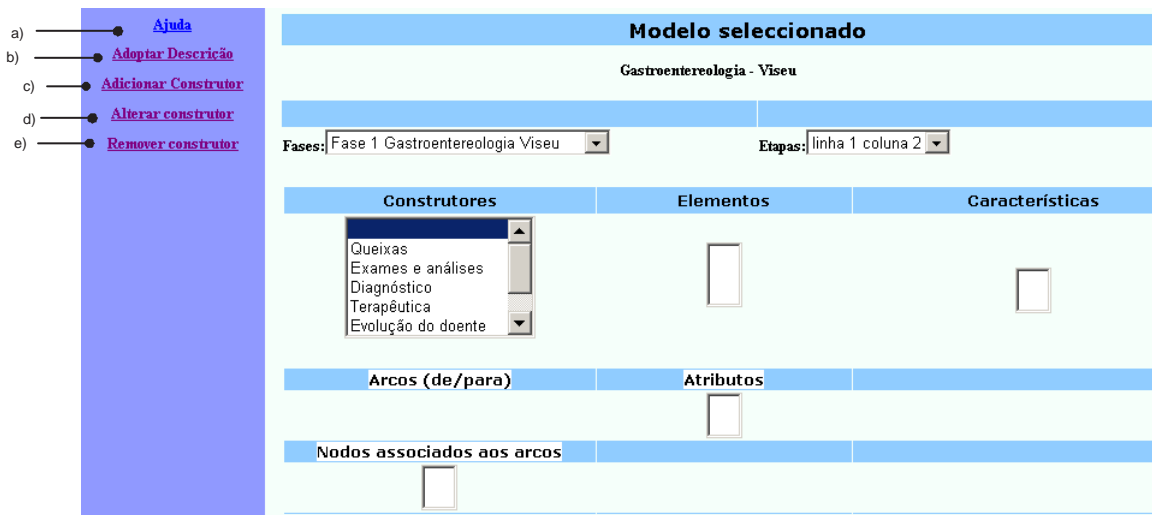


Figura A.38: Proposta para a definição do modelo

Etiqueta	Funcionalidade	Etiqueta	Funcionalidade
a)	Obter ajuda	b)	Adoptar a descrição sugerida)
c)	Adicionar mais um construtor aos sugeridos	d)	Alterar um construtor sugerido
e)	Remover um dos construtores sugerido		

Tabela A.22: Legenda da figura A.38

Pode-se, porém, optar pela sugestão da ferramenta de fases do MODASI. Esta opção efectua-se pressionando-se a **opção f)** da janela ilustrada na figura A.38. Como resultado, abre-se a janela ilustrada na figura A.39.



Figura A.39: Proposta para a definição de uma fase do modelo

Etiqueta	Funcionalidade	Etiqueta	Funcionalidade
a)	Obter ajuda	b)	Adoptar a descrição sugerida)
c)	Adicionar mais um construtor aos sugeridos	d)	Alterar um construtor sugerido
e)	Remover um dos construtores sugerido		

Tabela A.23: Legenda da figura A.39

Se não se utilizar a sugestão de ASIs ou fases, é necessário definir-se etapas. Esta definição está disponível na **opção k)** da janela ilustrada em A.37. Quando se selecciona a opção anteriormente referida, abre-se uma janela da forma ilustrada na figura A.40.

The screenshot shows a software interface for defining a step. On the left, a vertical sidebar contains 18 menu items labeled a) through r). The main area is divided into several sections:

- Características da Etapa:** Includes dropdowns for 'Linha' (set to 'Âmbito'), 'Coluna' (set to 'Motivações'), and 'Ponto de Vista' (set to 'Ponto de vista 1'). There are also input fields for 'Características' and 'Valor'.
- Construtor:** Includes a dropdown for 'Construtor' (set to 'Objectivo') and an input field for 'Identificação'. There is also a dropdown for 'Características' and an input field for 'Valor'.
- Elementos do Construtor:** A dropdown menu is open, showing 'Acção' and 'Variável de interesse'.
- Característica de Estilo:** Includes dropdowns for 'Estilo' and 'Características'.
- Relações com outros construtores da etapa:** Includes a dropdown for 'Construtor' and an input field for 'Papel'.
- Relações com outros construtores de outras etapas:** This section is currently empty.

Figura A.40: Definição de uma etapa

Etiqueta	Funcionalidade	Etiqueta	Funcionalidade
a)	Obter ajuda	b)	Visualizar modelo
c)	Alterar modelo	d)	Continuar (voltar para a janela A.37)
e)	Iniciar definição de etapa	f)	Sugestão de etapa (abre janela ilustrada na figura A.41)
g)	Registar característica de etapa	h)	Registar construtor
i)	Obter sugestão de construtor (abre janela ilustrada na figura A.42)	j)	Inserir característica de construtor
k)	Inserir elemento de construtor	l)	Inserir relação
m)	Inserir relação entre elementos de etapas diferentes	n)	Passar a outro construtor
o)	Criar um novo estilo	p)	Consultar estilo
q)	Registar estilo	r)	Cancelar registo de novo estilo

Tabela A.24: Legenda da figura A.40

Na definição de uma etapa, pode-se obter sugestões para os seus elementos constituintes, conforme se ilustra na figura A.41.

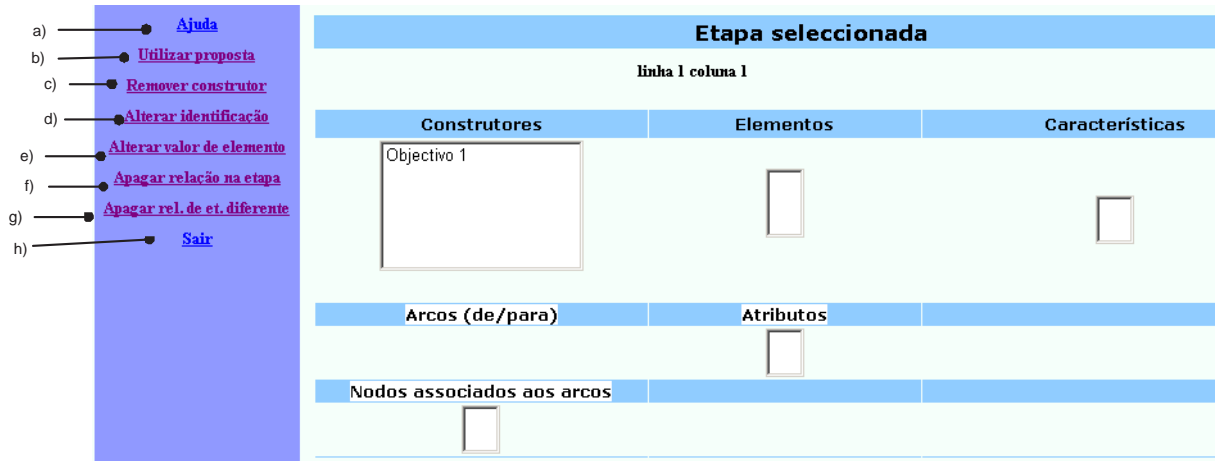


Figura A.41: Proposta para definição de uma etapa

Etiqueta	Funcionalidade	Etiqueta	Funcionalidade
a)	Obter ajuda	b)	Visualizar modelo
c)	Alterar modelo	d)	Continuar (voltar para a janela A.37)
e)	Iniciar definição de etapa	f)	Sugestão de etapa (abre janela ilustrada na figura A.41)
g)	Registrar característica de etapa	h)	Registrar construtor
i)	Obter sugestão de construtor (abre janela ilustrada na figura A.42)	j)	Inserir característica de construtor
k)	Inserir elemento de construtor	l)	Inserir relação
m)	Inserir relação entre elementos de etapas diferentes	n)	Passar a outro construtor
o)	Criar um novo estilo	p)	Consultar estilo
q)	Registrar estilo	r)	Cancelar registo de novo estilo

Tabela A.25: Legenda da figura A.41

Na definição de uma etapa é ainda possível obter-se sugestões, cuja janela se ilustra na figura A.42, para a definição de um construtor. A referida sugestão é obtida ao seleccionar-se a **opção i)** da janela ilustrada na figura A.40.

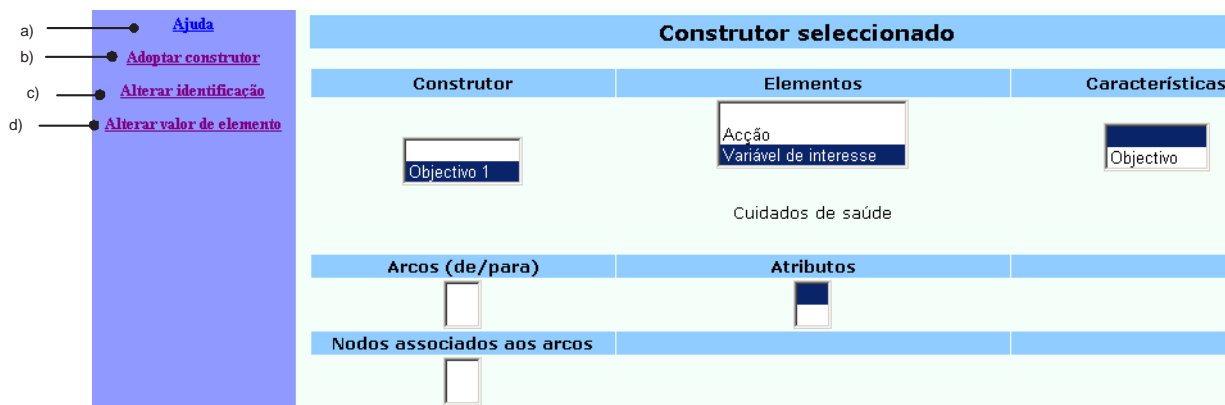


Figura A.42: Proposta para definição de um construtor

Etiqueta	Funcionalidade	Etiqueta	Funcionalidade
a)	Obter ajuda	b)	Adoptar construtor
c)	Alterar identificação	d)	Alterar elemento

Tabela A.26: Legenda da figura A.42