

SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Modelação do Conhecimento e Bases de Dados

(Versão provisória em construção)

João Falcão e Cunha

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Rua Dr. Roberto Frias, 4200-465 Porto
jfcunha@fe.up.pt

Capítulo 1

Projecto de Sistemas de Informação

Versão provisória 2001-05-04

Conteúdos

Capítulo 1	Projecto de Sistemas de Informação.....	i
1.1	Introdução.....	1
1.2	Modelo Geral de Gestão de Projectos.....	5
1.2.1	Estrutura de Gestão e Execução.....	6
1.2.2	Objectivos, Actividades e Resultados do Projecto.....	7
1.2.3	Planeamento e Controlo do Projecto.....	8
1.2.4	Orçamentação de Receitas e Despesas.....	13
1.3	Modelos de Processo de Desenvolvimento de Sistemas de Informação.....	14
1.3.1	Modelo Cascata.....	15
1.3.2	Modelo Espiral.....	19
1.3.3	Modelo Evolutivo Orientado para o Utilizador.....	20
1.4	Proposta de Contrato.....	24
1.4.1	Corpo Principal do Contrato.....	25
1.4.2	Tipos de Utilizadores Essenciais.....	29
1.4.3	O Processo de Análise e Modelação do Sistema de informação Proposto.....	30
1.4.4	Arquitectura de Referência do Sistema.....	31
1.5	Relatório do Projecto.....	36
1.5.1	Relatório Sumário Executivo.....	37
1.5.2	Exemplos de Documentação Técnica Resultante.....	38
1.6	Conclusões e principais referências.....	41
1.7	Principais referências.....	42

Índice de Figuras

Figura 1.1 Alguns intervenientes num projecto de Sistemas de Informação: Administrador da empresa cliente, Utilizador Final, Analista de Sistema e Programador	3
Figura 1.2 Exemplo de uma série de contratos de apoio à evolução de um sistema de informação ao longo de um período do seu ciclo de vida (adaptado de [Euromethod 1994], p.13).....	4
Figura 1.3 Principais processos de estudo prévios à construção de sistemas de informação. Todos estes processos de análise e estudo podem ser tratados sob enquadramento contratual.	5
Figura 1.4 Modelo de órgãos de gestão do Consórcio GIST.....	6
Figura 1.5 Gráficos de Gantt de actividades e de recursos ([Brand 1992], p. 115).....	9
Figura 1.6 Planeamento da construção dos 12 módulos do Sistema GIST, incluindo estimativa inicial de recursos humanos.	10
Figura 1.7 Exemplo de Gráfico de Actividades com tempos previstos e caminho crítico (exemplo apresentado em [Brand 1992], p. 121-123).	12
Figura 1.8 O Modelo Cascata do processo de desenvolvimento de Sistemas Informáticos (adaptado de [Boehm 1981]).	15
Figura 1.9 As definições de requisitos e os sistemas que finalmente entram em funcionamento (adaptado de [Roberts et al 1998], pp. 50-51).....	17
Figura 1.10 Comparação do desempenho das 2 arquitecturas propostas para o Sistema PSAI.	19
Figura 1.11 O Modelo Espiral do processo de desenvolvimento de Sistemas Informáticos (adaptado de [Boehm 1988]).	19
Figura 1.12 O Modelo de Prototipificação Evolutiva do processo de desenvolvimento de Sistemas Informáticos.	22
Figura 1.13 Actividades ou fluxos de trabalho WISDOM e recursos utilizados.	22
Figura 1.14 Exemplo de estrutura de um contrato para a construção de um Sistema de Informação: corpo principal e anexos.	25
Figura 1.15 Exemplo de estrutura do Manual de Qualidade, que se deve pronunciar sobre todos os aspectos do projecto e seus resultados, bem como sobre os anexos técnicos e as regras de gestão do projecto.	26
Figura 1.16 Exemplo de estrutura dos restantes anexos técnicos a um contrato para a construção de um Sistema de Informação.	27
Figura 1.17 Estrutura da proposta requerida pelo programa de financiamento de projectos europeus «GROWTH».....	28
Figura 1.18 Arquitectura de referência genérica para um sistema de informação para apoio a actividades de comércio electrónico. A figura seguinte apresenta uma arquitectura mais concreta sem interfaces com sistemas externos.....	29
Figura 1.19 Exemplo de técnicas e diagramas de modelação utilizados pelo método WISDOM [Nunes e Cunha, 2000].	30
Figura 1.20 Arquitectura de Referência do Sistema GIST-EUROBUS.	32
Figura 1.21 Ficha de Planeamento do Módulo Serviços do Sistema GIST.....	35
Figura 1.22 Arquitectura de referência de um sistema de informação para apoio a actividades de comércio electrónico.	36
Figura 1.23 Exemplo simplificado de codificação para numeração e arquivo de documentos de projectos ([Brand 1992], p. 186-7).	39

1.1 Introdução

A construção de Sistemas de Informação processa-se normalmente num ambiente de projecto, assente num contrato entre duas ou mais partes. As formas que este contrato pode assumir são extremamente variadas, mas o objectivo é garantir que os objectivos são atingidos e que as várias partes envolvidas cumprem o que está estipulado.

Um sistema de informação é um *sistema humano*, no duplo sentido que integra pessoas e destina-se a pessoas. Normalmente inclui também um sistema informático com processos semi-automáticos de decisão, com componentes de bases de dados persistentes, e cada vez mais com uma arquitectura distribuída, funcionando em tempo real. Um projecto de engenharia de um sistema de informação deve obviamente considerar os aspectos e recursos técnicos e financeiros, mas deve fundamentalmente considerar as pessoas a que se destina, as pessoas que o irão utilizar e as pessoas que o vão construir.

Este capítulo tem assim por objectivo geral apresentar um conjunto de técnicas e métodos ao nível da gestão das actividades de projecto de engenharia de sistemas de informação. Os capítulos seguintes visam apresentar um conjunto de técnicas e métodos ao nível da engenharia dos sistemas de informação, particularmente orientadas para sistemas de informação com elevada interacção com utilizadores (Capítulo 2¹), com modelos de informação ricos e variados (Capítulo 3), suportados em grandes bases de dados (Capítulo 4). Obviamente que o sucesso de um projecto passa por conseguir um bom equilíbrio entre as funções de gestão e as funções de engenharia.

Os projectos de Sistemas de Informação podem ser tão variados quanto as situações reais a que se destinam. Há no entanto um **modelo geral de gestão**, partilhado com todos os outros tipos de projectos, e um **modelo particular de processo**, atendendo à especificidade das tarefas de desenvolvimento de suportes lógicos. Com base nestes modelos, o projecto assenta na produção e manutenção de um conjunto de documentos e de sistemas informáticos que vão evoluindo. O início de um projecto requer o acordo expresso sobre um documento de **proposta de contrato**, com o grau de detalhe julgado adequado pelas partes envolvidas. O contrato tem por objectivo estabelecer o mais objectivamente possível o que se deseja realizar, e inclui normalmente descrições que podem ser interpretadas ao nível da gestão e ao nível técnico das organizações. Normalmente as descrições detalhadas mais relevantes dos objectivos e das actividades de projecto são incluídas num **anexo técnico** do contrato. No caso de projectos de sistemas de informação este anexo técnico pode incluir, por exemplo, um plano detalhado de tarefas, reuniões e produtos, uma descrição dos requisitos dos futuros utilizadores do sistema, uma proposta de arquitectura para a base de dados do sistema, maquetas das interfaces gráficas, exemplos de relatórios que o sistema deverá produzir, esquemas de algoritmos a utilizar em cálculos, ou qualquer outro detalhe prévio julgado relevante por qualquer uma das partes. O anexo técnico deve ser pensado como documentação do projecto e do sistema a construir, e como tal é um documento que irá evoluir e acompanhar de futuro o sistema. Desta forma o contrato e seu anexo técnico vão originar no final do

¹ Os capítulos 2, 4 e 5 referidos no texto apenas se encontram disponíveis sob forma sumária em formato de apresentação em *acetatos*.

projecto um **relatório final** e um conjunto de **manuals de apoio ao sistema**, permitindo por exemplo, apoiar o utilizador final, apoiar o utilizador que mantém os conteúdos de informação do sistema ou apoiar o programador que tem de alterar as componentes funcionais do sistema.

Este capítulo visa concretamente apresentar um modelo de gestão e de processo específico para enquadrar o desenvolvimento de sistemas de informação, modelo este centrado na satisfação das necessidades dos utilizadores e clientes. Para tal o processo proposto promove a construção e evolução rápida de protótipos com funcionalidades crescentes, convergindo rapidamente em sistemas que o utilizador e cliente validou e deve poder utilizar experimentalmente desde as fases iniciais do projecto. Um protótipo deve ser considerado um objecto que pode servir para o fim em vista, estando apenas num estado de evolução que não é final. Um *protótipo*² distingue-se assim de uma *maqueta*³, pois esta última é apenas uma imagem simplificada do sistema final, que não poderá nunca vir a ser utilizada, pois não tem funcionalidades reais.

A concretização detalhada dos modelos e esquemas aqui apresentados, em particular do contrato de desenvolvimento e dos seus anexos técnicos, só será possível, como já se referiu, com conhecimentos e experiência do âmbito dos capítulos seguintes. No entanto todos os aspectos abordados de seguida podem ser sempre objecto de versões parcialmente formais a detalhar e formalizar à medida que a equipa de projecto vai tendo informação e experiência.

É importante realçar ainda que um projecto de sistemas de informação deve ser proposto após um conhecimento mínimo do problema a resolver, que permita esperar a sua resolução. Tratando-se de um problema numa organização, é essencial conhecer o seu contexto, e não são apenas os problemas técnicos que devem ser abordados e resolvidos. O Capítulo 5, Estudo de Organizações e Processos, trata de uma forma introdutória de todos os aspectos prévios sistémicos a considerar num projecto para uma organização, nomeadamente da análise dos seus factores críticos de sucesso. A ignorância desses aspectos de contexto organizacional torna inútil a aplicação de todas as abordagens técnicas apresentadas aqui e nos próximos capítulos, uma vez que se correm sérios riscos de se definirem soluções para problemas que não existem, ou eventualmente até de se criarem problemas.

² Protótipo: s.m. primeiro tipo; padrão; exemplar; modelo [D.L.Port. 1994].

³ Maqueta: s.f. esboço em escala de redução, ou miniatura de obra de arte plástica, geralmente modelada em barro, gesso ou cera [D.L.Port. 1994].

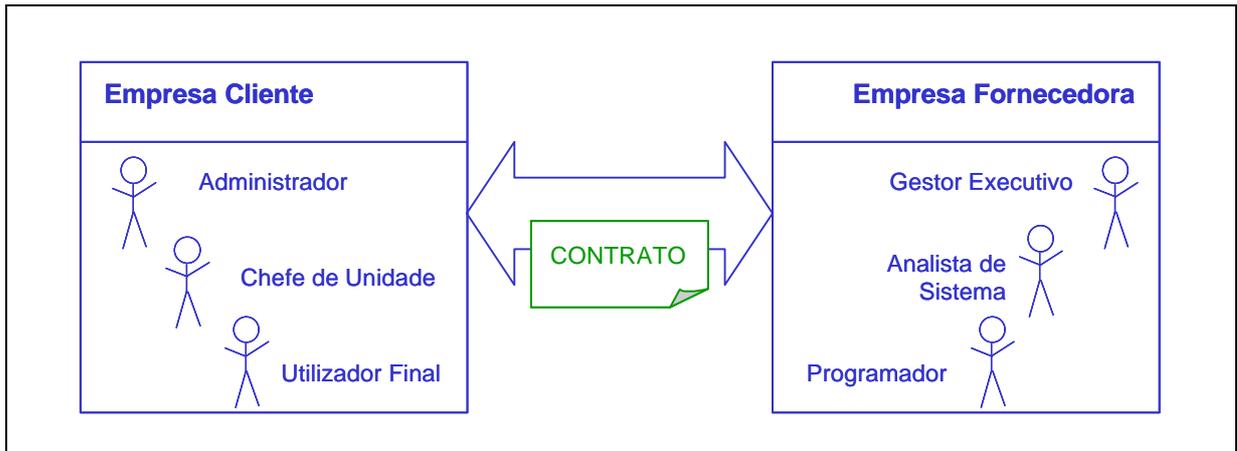


Figura 1.1 Alguns intervenientes num projecto de Sistemas de Informação: Administrador da empresa cliente, Utilizador Final, Analista de Sistema e Programador

Um projecto de sistemas de informação deve sempre ser encarado como um contrato entre um cliente e um fornecedor. Este contrato pode ser formal ou informal, e os clientes e fornecedores podem pertencer à mesma organização, ou a organizações distintas (Figura 1.1). Esta imagem do contrato vai orientar todo este capítulo. Um contrato relativo a um projecto, para além de indicar a que se destina o projecto, deve resumidamente apresentar o modelo de gestão e incluir um plano de actividades, recursos e resultados. Tratando-se de um projecto de sistemas de informação, há modelos de processo para a construção deste plano. Estes modelos podem ser do tipo clássico sequencial, muito usados em arquitectura, engenharia civil, electrotécnica ou mecânica, passando pela análise de requisitos, concepção e construção, ou por abordagens de engenharia concorrente, com evolução rápida de protótipos. O documento de contrato deverá definir o projecto, incluindo tanto detalhe quanto o julgado necessário pelas partes interessadas.

A evolução dos conhecimentos nas equipas de clientes e fornecedores possibilitará a inclusão de anexos técnicos especificando os requisitos funcionais e não-funcionais dos utilizadores, ilustrados com maquetas de baixa ou alta resolução (ver Capítulo 2), ou a apresentação de modelos conceptuais para o sistema a construir (ver Capítulo 3) e de soluções técnicas requeridas (ver Capítulo 4). A evolução natural da experiência, e da competitividade ao nível internacional, tem vindo a exigir aos projectos a conformidade com normas incluídas no contrato ou com normas públicas existentes.

Finalmente, para projectos de dimensão e com horizonte temporal significativo, torna-se necessário programar apresentações de progresso, sendo de particular importância a apresentação inicial e final. As reuniões que incluem tais apresentações devem naturalmente estar incluídas no plano do projecto, como uma das formas de gerir e controlar a evolução do projecto, devendo ser preparadas e documentadas de uma forma previamente normalizada. Do ponto de vista do projecto estas reuniões são suficientemente importantes para que se proponha que assumam normalmente visibilidade contratual, e sejam formatadas no anexo técnico do contrato, exigindo agendas e actas.

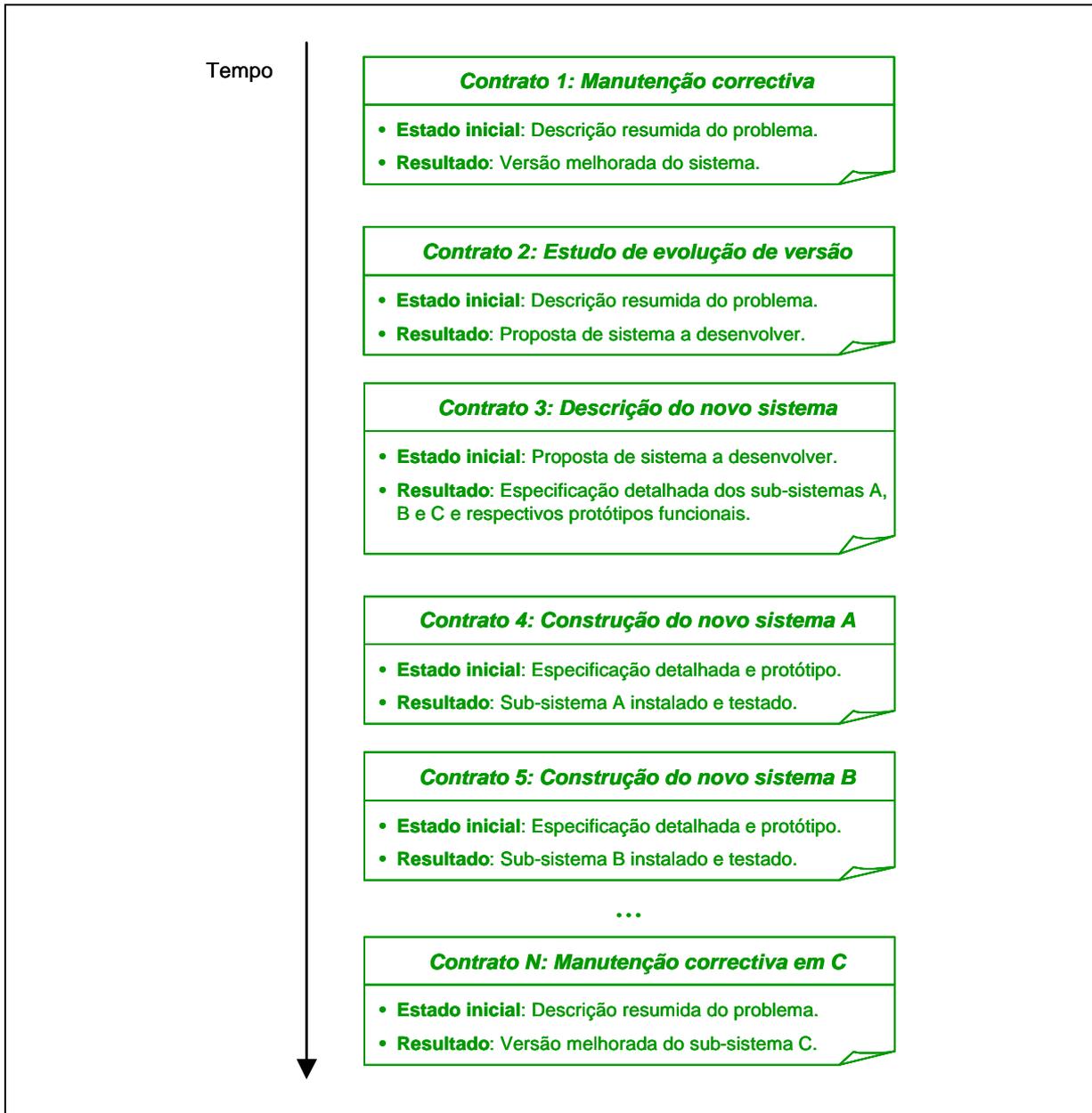


Figura 1.2 Exemplo de uma série de contratos de apoio à evolução de um sistema de informação ao longo de um período do seu ciclo de vida (adaptado de [Euromethod 1994], p.13).

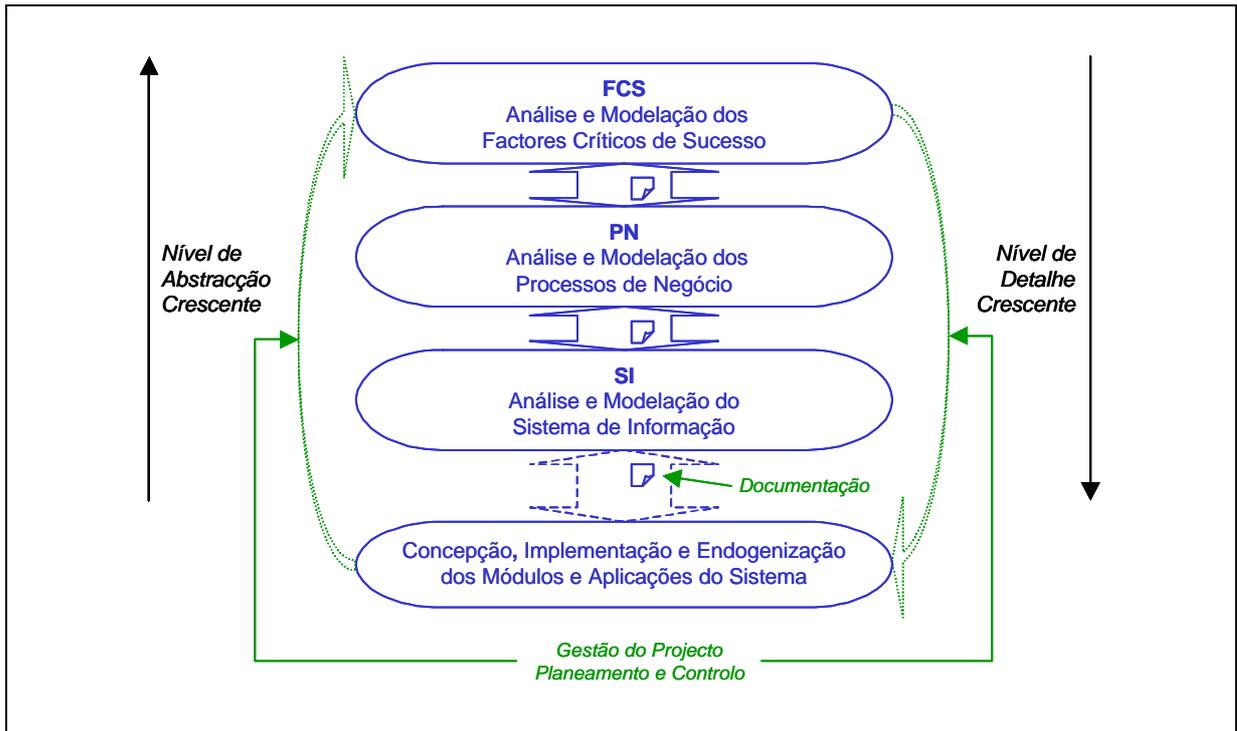


Figura 1.3 Principais processos de estudo prévios à construção de sistemas de informação. Todos estes processos de análise e estudo podem ser tratados sob enquadramento contratual.

1.2 Modelo Geral de Gestão de Projectos

Há um grande número de livros e referências que explicam detalhadamente os métodos e as técnicas de dirigir e gerir projectos. O leitor interessado é vivamente aconselhado a consultar um deles. Por exemplo [Brand 1992] caracteriza um projecto como algo descontínuo, com um começo e fim determinados, de carácter não repetitivo, que envolve um esforço notável por parte de quem o promove, e que por este motivo envolve riscos. Para permitir concluir com sucesso um projecto, o autor referido anteriormente apresenta um conjunto de condições de gestão, defende um grande envolvimento do cliente e do chefe de projecto, e apresenta um conjunto de técnicas para organização, preparação, planeamento, arranque, controlo e acompanhamento do projecto. São ainda abordados por esse autor aspectos básicos sobre o estudo de viabilidade prévia, sobre documentação de projecto e sobre aspectos humanos e culturais, igualmente essenciais num projecto bem sucedido.

O modelo comum de gestão de projectos inclui assim definição mais ou menos detalhada das seguintes componentes, que são abordadas nas secções seguintes de uma forma resumida:

- Estrutura de Gestão e Execução.
- Objectivos, Actividades e Resultados.
- Mecanismos de Planeamento e Controlo.
- Orçamentação de Receitas e Despesas.

1.2.1 Estrutura de Gestão e Execução

Há diversas formas de organizar um projecto, como as estruturas funcionais clássicas, as estruturas orientadas para objectivos, ou as estruturas matriciais. Em qualquer dos casos, um projecto tem de ter um *coordenador*, *chefe* ou *director* com poderes executivos, e tem de envolver todos as pessoas que nas diversas instituições ou unidades envolvidas podem contribuir para o seu êxito ou fracasso.

Dependendo da dimensão e objectivos do projecto, e do potencial de conflito na repartição de recursos existentes, pode ser necessária a constituição de órgãos temporários de acompanhamento a diversos níveis da organização. A Figura 1.4 apresenta a estrutura de gestão do projecto GIST, cujo objectivo era construir um sistema de apoio à decisão para planeamento operacional em empresas de transportes públicos de passageiros [Sousa *et al* 2000]. A Figura refere as instituições participantes, e as respectivas responsabilidades (por exemplo: “Presidência”). Relativamente aos Institutos INEGI e ICAT, indica ainda as siglas das pessoas que os representam (por exemplo: “JFC” refere-se ao autor).

O elevado número de participantes no projecto e a complexidade das decisões a tomar levou a que se definissem dois níveis de gestão: uma **comissão de coordenação**, representada ao mais alto nível da gestão ou administração das empresas envolvidas, e um **grupo de trabalho**, representado ao nível da engenharia de concepção. Cada uma destas entidades deve ter claramente identificados os **líderes**, as atribuições, competências e recursos de que pode dispor.

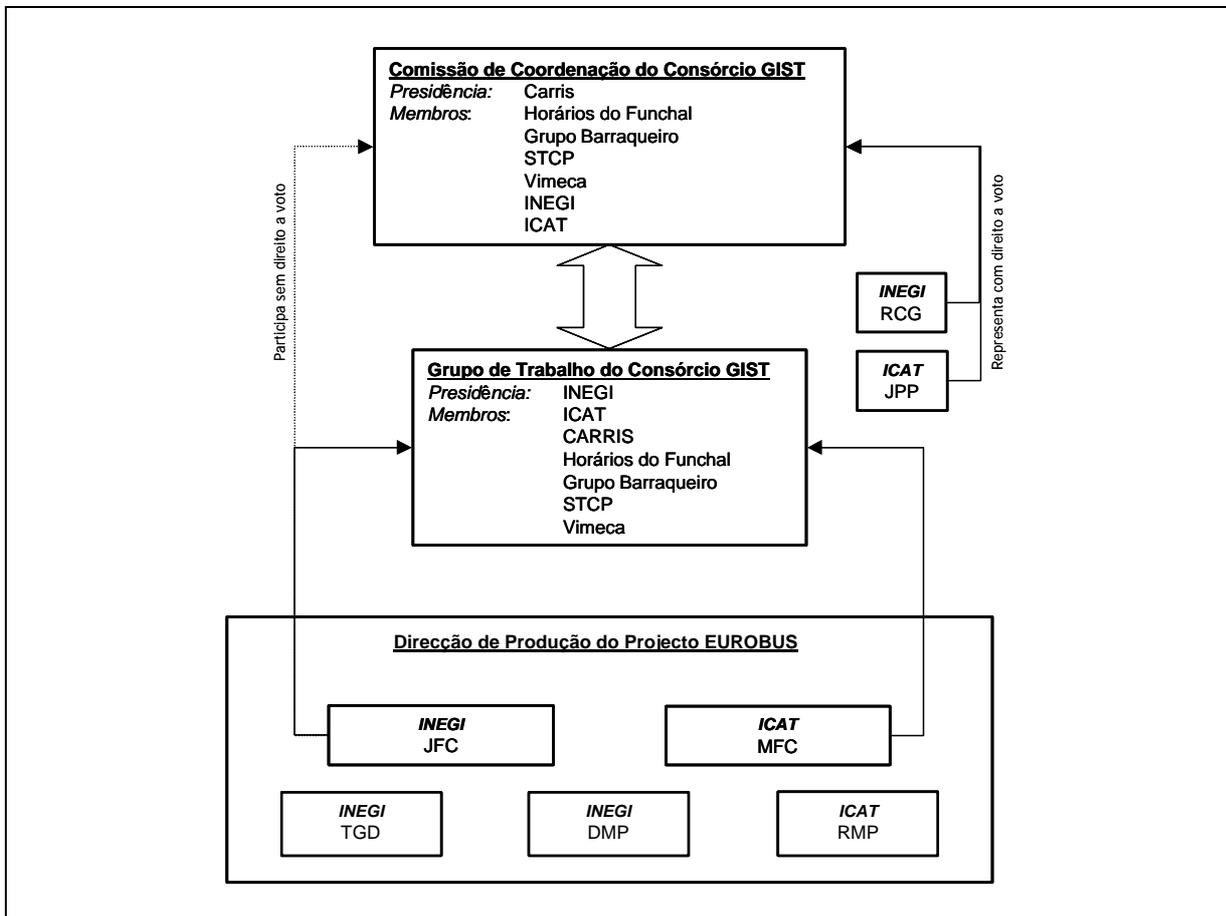


Figura 1.4 Modelo de órgãos de gestão do Consórcio GIST.

Exemplos de Estruturas de Coordenação

Exemplo 1.1: Comissão de Coordenação do Consórcio GIST ([GIST 1989])

«São da competência da **Comissão de Coordenação** [do Consórcio GIST] os seguintes aspectos:

- Estabelecimento e manutenção, ao mais alto nível, da comunicação entre a organização do projecto e as instituições que nele participam.
- Avaliação do andamento do projecto e estabelecimento de metas a atingir.
- Obtenção de financiamentos e alocação de recursos.
- Aprovação da especificação formal [do Sistema de Apoio à Decisão].
- Decisão sobre aspectos que não estejam previstos.

É ainda da competência da Comissão de Coordenação a nomeação do Coordenador Técnico do Projecto, que deverá também ser o Presidente do Grupo de Trabalho.

Nas votações da Comissão de Coordenação cada uma das instituições terá direito a um voto e as decisões serão tomadas por maioria simples. O Presidente da Comissão de Coordenação terá voto de qualidade em caso de empate [...].»

Exemplo 1.2: Grupo de Trabalho do Consórcio GIST ([GIST 1989])

«O **Grupo de Trabalho** será constituído por um técnico [de cada uma das instituições]. Estes elementos assegurarão a representação dos utilizadores e dos elementos das equipas de desenvolvimento. Na primeira reunião da Comissão de Coordenação, cada uma das instituições designará o seu representante efectivo no Grupo de Trabalho e um suplente. Sempre que necessário, cada elemento do Grupo de Trabalho poderá fazer-se acompanhar por um ou mais técnicos das instituições que representa.

São da competência da Grupo de Trabalho os seguintes aspectos:

- Elaboração e discussão da Especificação Formal.
- Envio à Comissão de Coordenação da Especificação Formal para aprovação.
- Construção, revisão e actualização do plano de execução do projecto.
- Especificação de tarefas, definição e atribuição de responsabilidades aos diferentes elementos da organização.
- Verificação da adequação e eficácia dos recursos planeados para a execução do projecto.
- Controle da qualidade do projecto.
- Verificação da existência de desvios em relação ao plano de actuação e elaboração de propostas de acção correctiva».

1.2.2 Objectivos, Actividades e Resultados do Projecto

Um projecto tem de ter um objectivo claro e simples, que possa ser entendido por todos os participantes. O projecto deve normalmente resultar num produto ou num serviço, ou na sua

evolução. O facto do objectivo ser claro e simples de entender não significa que projecto não seja ambicioso. Por exemplo, o famoso objectivo formulado pelo presidente John Kennedy de até ao fim da década de 1960 os Estados Unidos enviarem uma pessoa à Lua e a trazerem de volta à Terra em segurança, resultou num projecto extremamente ambicioso. De facto a formulação de um objectivo é essencial para permitir depois a identificação de tarefas, actividades ou sub-projectos necessários para cumprir o objectivo traçado.

Um projecto é assim composto por actividades, devendo cada uma delas ser correctamente identificada e descrita, bem como devem ser claros os seus resultados. Cada actividade precisa de certos recursos, que podem ser pessoas com determinadas competências, e demora um certo tempo para ser executada. Cada actividade origina também a produção de documentos com funções diversas. A actividade de documentação é uma actividade especial, que pode ser incluída num projecto como forma de planear e exigir certos resultados, por exemplo, um manual de utilizador do sistema.

A definição das actividades que permitem atingir os objectivos do projecto é essencial para dominar a complexidade, permitindo definir *partes* com autonomia, realizar tarefas em simultâneo, otimizar a utilização de recursos, e assim encurtar prazos. Definir correctamente as actividades componentes de um projecto requer normalmente muita experiência em projectos anteriores do mesmo tipo. A definição das actividades para projectos inovadores não é uma tarefa simples, e envolve um alto grau de risco.

Para projectos de desenvolvimento de sistemas de informação há modelos estudados para as principais actividades, modelos esses normalmente referidos por *processos de desenvolvimento* (ver secção 1.3). Um projecto de sistemas de informação envolve normalmente actividades de definição ou especificação de requisitos dos utilizadores, análise dos conceitos ou do problema, concepção do sistema, implementação ou programação dos componentes. Cada uma destas actividades pode por sua vez ser partida em partes ou pode ser necessário associar actividades a partes do sistema. Certos projectos podem envolver apenas actividades de estudo, selecção e adaptação de sistemas, ou apenas o desenvolvimento de uma parte de um sistema.

1.2.3 Planeamento e Controlo do Projecto

Uma vez definidas as actividades, há que as distribuir ao longo do tempo por forma a cumprir o prazo estabelecido para a conclusão do projecto (ou negociar um novo prazo). Além disso essas actividades têm de se realizar dentro de um orçamento estabelecido, com recursos limitados à partida. Normalmente algumas das actividades podem ser realizadas em paralelo, o que permite executar o projecto mais rapidamente. Obviamente que a realização simultânea de várias actividades pressupõe a existência de recursos suficientes, que também afectam o tempo de execução de algumas actividades. A utilização de gráficos de Gantt⁴, dos tipos apresentados na Figura 1.5, ajuda a visualizar as actividades e a repartição de recursos.

⁴ Henry Gantt foi um discípulo de Taylor, da época da organização científica do trabalho, tendo o seu nome ficado famoso pela utilização dos gráficos indicados.

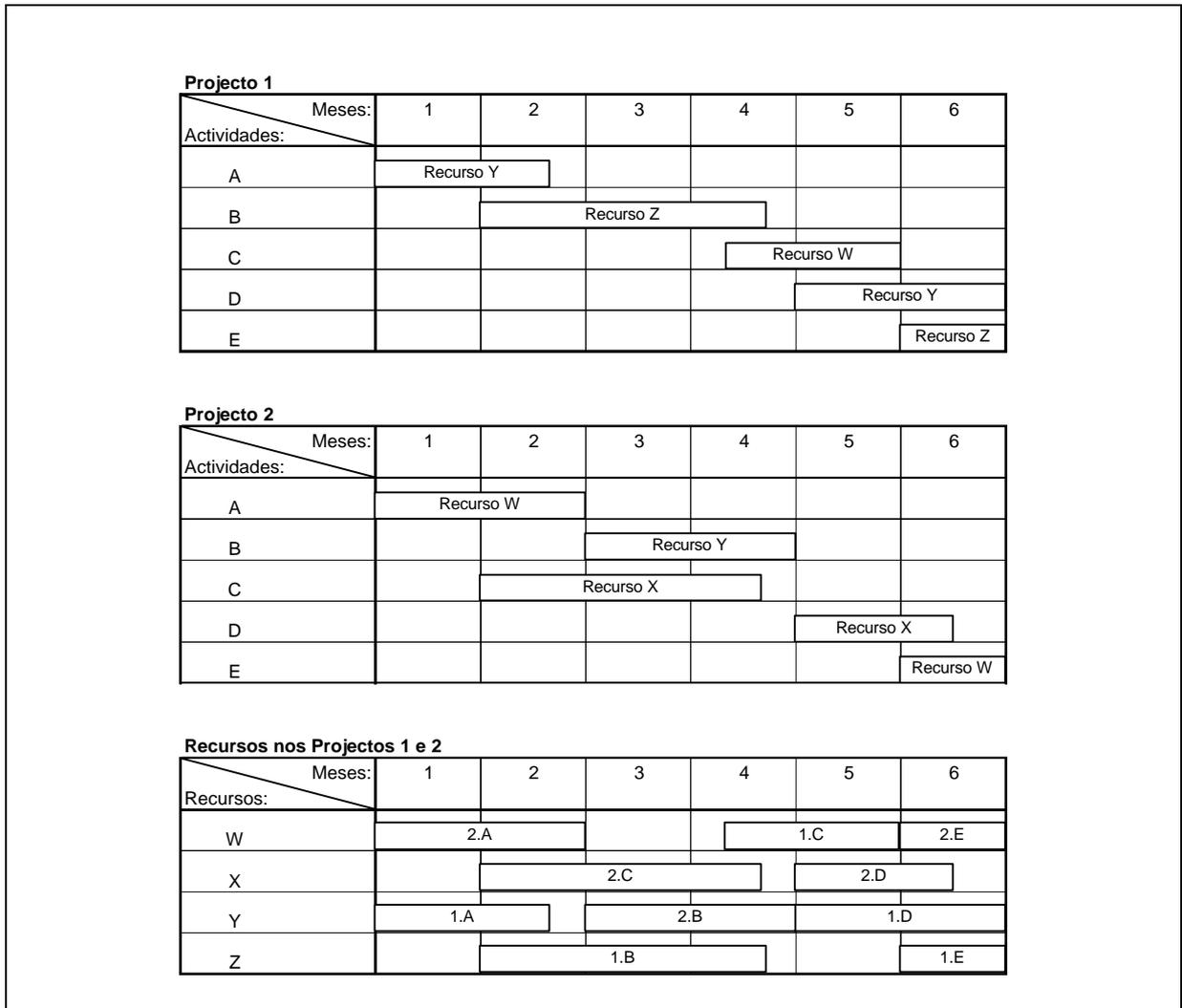


Figura 1.5 Gráficos de Gantt de actividades e de recursos ([Brand 1992], p. 115).

A Figura 1.6 apresenta um gráfico de Gantt utilizado para visualizar as principais actividades de dois projectos possíveis para a evolução do sistema GIST: projecto GIST98 (G'98) e projecto EUROBUS (E'BUS). Em particular, para cada um dos 12 módulos do sistema, a figura apresenta as actividades de concepção, implementação, teste e manutenção. De facto a adopção de um modelo de processo cascata sequencial para cada módulo, tal como é ilustrado na figura, veio a revelar-se não adequada, provocando fortes atrasos na disponibilização dos módulos. A Figura 1.22 inclui um plano de tarefas mais detalhado para o módulo Serviços do Sistema GIST, com as datas de disponibilização das várias versões de componentes e documentos desse módulo (os componentes estão definidos na arquitectura de referência do módulo). Na prática, o projecto de evolução do sistema GIST passou por duas fases principais de evolução: a fase EUROBUS, em que os módulos tomam os nomes “módulo 98” (onde cada módulo comunica com a base de dados do sistema GIST anterior, mas utiliza uma base de dados própria; e a fase GIST II, em que os módulos convergem para uma versão estabilizada mais ambiciosa, comunicando com uma nova base de dados. Nesta última fase os módulos são designados por “módulo II” e podem funcionar autonomamente (o que não sucedia no Sistema GIST).

			1997												1998												1999									
			1º Ano												2º Ano												1	2	3							
Actividades Técnicas	G'98	E'BUS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3							
Somatório de Esforços (pessoa x mês):															11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	0	10	10	10	10	10	10
Evolução do GIST															5	5	6	5	6	6	4	4	4	4	4											
1 Módulo Rede	sim	não													1	1	1	1	1	1																
2 Módulo Megalinhhas	sim	não													1	1	1	1	1	1																
3 Módulo Viagens e Viaturas	sim	não													1	1	2	1	1	1	1	1	1	1												
4 Módulo Serviços	sim	sim																																		
Algoritmos de Serviços	sim	sim													2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2										
Escalamento															2	2	1	3	3	3	4	4	4	4	4	0	5	5	5	6	4	5	5			
5 Módulo Pré-Escalamento	sim	sim																																		
6 Módulo Geração de Escalas	sim	sim																																		
7 Módulo Pós-Escalamento	sim	sim																																		
8 Módulo Gestão de Pessoal Tripulante	sim	sim													1	1	1	1	1	1	1	1	1	1												
9 Módulo Gestão de Viaturas	sim	não													1	1	1	1	1	1	1	1	1													
Algoritmos de Escalamento	sim	sim																																		
Outros Módulos															3	3	3	2	1	1	2	2	2	2	2	0	4	4	3	2	4	3	3			
10 Módulo Gestão de Alugueres	sim	não													1	1	1																			
11 Módulo QIO ("Tableau de Bord")	sim	sim																																		
12 Módulo Gestão de Horários de Paragens	sim	sim													2	2	2	2	1	1	1	1	1													
Outras Actividades																																				
Gestão e Documentação	sim	sim													1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			

Figura 1.6 Planeamento da construção dos 12 módulos do Sistema GIST, incluindo estimativa inicial de recursos humanos.

Também é óbvio que algumas actividades não podem ou não devem ser executadas em simultâneo, caso haja dependências mútuas. Por exemplo, a actividade de implementação e teste de perguntas em SQL sobre uma base de dados pressupõe a conclusão das actividades de construção das tabelas da base de dados e de introdução de dados para teste. Algumas actividades têm durações definidas independentemente dos recursos disponíveis, como seja o caso de actividades dependentes de princípios físicos incontornáveis ou actividades envolvendo pessoas ou entidades que não é possível, por alguma razão suficientemente forte, substituir ou evitar. Por exemplo, o tempo de instalação e configuração de um acesso à Internet num local remoto, inicialmente afastado de uma infra-estrutura física de acesso, depende não só da solução e do tipo de equipamento escolhido, como de autorizações de operação por parte de entidades oficiais.

É certo que a definição das actividades com base num dado modelo de processo, em particular o grau de granularidade das actividades, condiciona também a sua possível paralelização. Em particular, com base num modelo de processo cascata, em que as actividades se realizam sequencialmente, teremos uma actividade de implementação de todas as tabelas da base de dados, uma actividade de introdução de todos os dados para teste e uma outra actividade de implementação e teste de perguntas em SQL. Em princípio, se as actividades de análise e concepção estiverem bem concluídas, não haveria razão para a implementação poder correr mal, e logo o plano de actividades colocaria as actividades de análise, concepção e implementação em sequência. A paralelização poderia ser conseguida “partindo” cada uma destas actividades, definindo, por exemplo, várias actividades de implementação de tabelas. Já num modelo de processo espiral ou evolutivo, uma actividade poderia atravessar as várias

fases de análise, concepção e implementação, por exemplo para uma parte do sistema, incluindo por exemplo a implementação de um subconjunto de tabelas, introdução de dados, implementação e teste das respectivas perguntas em SQL. A paralelização seria agora conseguida identificando as partes do sistema passíveis de tratamento independente, exigindo no final actividades de integração.

Os diagramas de Gantt, embora conceptualmente sejam muito simples, tornam-se de leitura difícil na representação de projectos grandes e complexos. Para esse tipo de projectos é mais adequada a utilização de gráficos ou redes de actividades [Guimarães 1984].

Técnicas PERT, redes de actividades e caminho crítico

Existem vários métodos e técnicas bem definidas, assim como várias ferramentas informáticas, para apoiar o planeamento das actividades de um projecto. São bem conhecidos por exemplo os métodos PERT e CPM⁵, suportados por exemplo pela ferramenta Microsoft Project. Estas técnicas exigem a definição cuidadosa de actividades, em particular do ponto de vista das durações estimadas e admissíveis, e das restrições de sequência. Por exemplo, dadas duas actividades quaisquer, o planificador deve indicar o tempo de execução esperado para cada uma delas e a sua ordem relativa, no caso em que uma delas dependa da conclusão da outra para se iniciar. Considerando um momento ou data para o início do projecto, considerando as actividades com tempos estimados de execução, e considerando as restrições de sequência entre actividades, pode construir-se o chamado *gráfico de actividades* do projecto (ver exemplo na Figura 1.7). Com base neste gráfico, contendo informação sobre as actividades programadas, pode facilmente calcular-se o menor intervalo de tempo para concluir todas as actividades. Ou seja, dada a **data de início mais próxima** (*earliest start time*) para o projecto, pode determinar-se a **data de conclusão mais próxima** (*earliest finish time*) do projecto. Existe assim associado a um plano de projecto o chamado **caminho crítico**, o conjunto ou sequência de actividades que condicionam directamente a data de conclusão do projecto. Qualquer atraso numa dessas actividades atrasa a conclusão do projecto. Normalmente, qualquer encurtamento numa das actividades no caminho crítico, resulta numa antecipação da data de conclusão do projecto, podendo no entanto tal não acontecer, por se alterar o próprio caminho crítico. A apresentação dos métodos CPM, PERT e suas extensões, e de algoritmos para determinação do caminho crítico dadas as actividades de um projecto, pode ser vista por exemplo em [Guimarães 1984] ou [Brand 1992].

⁵ “As técnicas PERT e semelhantes começaram a ser formuladas nos anos 50 reconhecendo-se duas origens diferentes e praticamente simultâneas. Por um lado, a empresa fabricante de produtos químicos Dupont, querendo utilizar com maior eficácia os seus primeiros equipamentos electrónicos em projectos de manutenção e construção de novas fábricas, contratou o matemático James Kelly que juntamente com o técnico da empresa Morgan Walker, iniciaram o método conhecido por CPPS («Critical Path Planning and Scheduling»). Por outro lado a marinha Norte Americana empenhava-se na realização do projecto «Polaris» que envolvia mais de 3000 fornecedores externos e empresas subcontratadas, um projecto de excepional complexidade para ser gerido eficazmente, apesar de estar subdividido em cinco partes principais: projectil, sistema de direcção, sistema de propulsão, submarino e reactor nuclear. O Gabinete de Projectos Especiais foi responsável pela planificação e coordenação do conjunto. O seu esforço, auxiliado por outras empresas externas, deu lugar à formulação do método PERT («Progress Evaluation & Review Technique»). Posteriormente, após introdução de diversas modificações e adaptações o CPPS converteu-se no CPM («Critical Path Method») e o PERT alterou o significado da primeira palavra do anagrama, substituindo «Progress» por «Program» ([Brand 1992], p. 119). O método PERT foi originalmente publicado em 1959 por Malcom, Roseboom, Clark e Fazar (Operations Research, Vol. 7, No. 5, pp. 646-670, cf. [Guimarães 1984], p. 9).

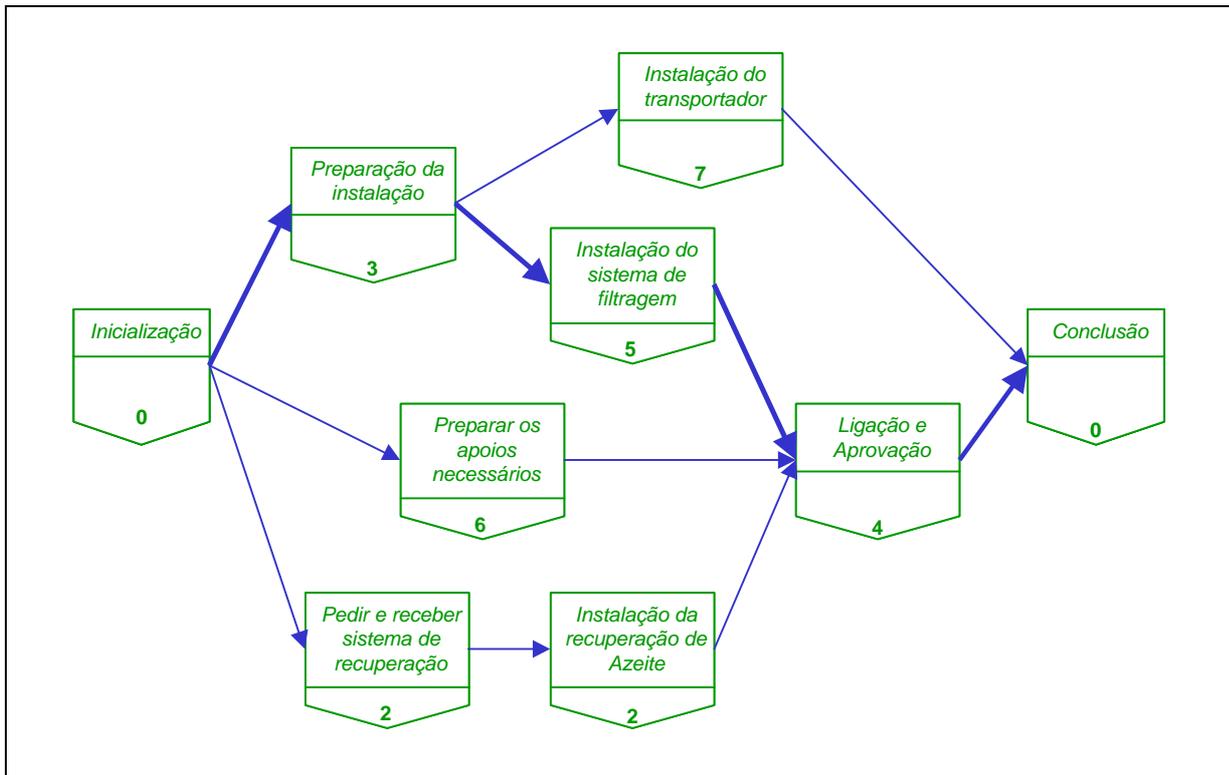


Figura 1.7 Exemplo de Gráfico de Actividades com tempos previstos e caminho crítico (exemplo apresentado em [Brand 1992], p. 121-123).

Controlo da evolução do projecto

O processo de planeamento de actividades é em si iterativo, devendo considerar os recursos existentes, em particular a disponibilidade de recursos humanos qualificados para as actividades programadas, e as datas em que se pretende obter resultados intercalares e finais. De facto a consideração de pontos ou datas intermédias de controlo (designadas em inglês “milestones”) em que é necessário produzir documentos, produtos ou outros resultados concretos (designados em inglês “deliverables”), introduz no processo de planeamento restrições adicionais. Estes pontos intermédios são muitas vezes incluídos nos contratos para efeitos de controlo do projecto, permitindo, no caso de avaliação positiva de progresso, a disponibilização de recursos, transferência de créditos ou até facturação.

Após a aprovação do projecto e do respectivo plano cumpre à função de gestão acompanhar o progresso das várias actividades, monitorizando e controlando a utilização de recursos e a evolução dos desenvolvimentos. Esta actividade de gestão, prevista e definida no próprio plano, deve manter mecanismos de contabilização regular do esforço utilizado pelas pessoas envolvidas, e deve por exemplo promover a realização de reuniões periódicas. Algumas destas reuniões devem ser previamente agendadas e documentadas com actas, com apresentação de resultados, discussão de opções técnicas, análise de desvios e propostas para correcção e evolução.

1.2.4 Orçamentação de Receitas e Despesas

A orçamentação dos vários recursos necessários ao projecto, desde os **recursos humanos** aos materiais, deve ser feita de uma forma integrada com a definição e planeamento de actividades. Os recursos humanos são normalmente os mais importantes e podem atingir custos próximos dos 100% em projectos de desenvolvimento de sistemas de informação.

Uma análise de custos típica para um sistema de informação sugere que a opção mais económica é a de substituir quase totalmente os equipamentos e actualizar as aplicações informáticas em horizontes de três a cinco anos (ciclo de vida). O prazo de 4 anos é o prazo legal de amortização para equipamentos e sistemas informáticos normais.

Há indicação experimental que, num ciclo de vida de uma instalação de novas tecnologias e sistemas de informação, os custos relativos a recursos humanos e organizacionais podem ser significativamente superiores aos custos de investimento inicial com equipamentos ou sistemas.

Para além de se contabilizar os custos directos dos técnicos envolvidos, no processo de orçamentação de um sistema de informação deverão ser considerados investimentos ou despesas nas seguintes 10 áreas:

Custos de Equipamento

Custos de Suportes Lógicos

Custos de Instalação

Custos de Ambiente

Custos de Utilização

Custos de Manutenção

Custos de Rede

Custos de Segurança

Custos de Formação

Custos de Organização

Descrevem-se resumidamente de seguida o que pode ou deve ser considerado em cada uma dessas alíneas.

Custos de Equipamento: Não só computadores mas também monitores, discos auxiliares e periféricos: impressoras, digitalizadores, unidades para efectuar cópias de segurança, unidades de alimentação ininterrupta (UPS-*Uninterrupted Power Supply*), cabos e outros acessórios.

Custos de Suportes Lógicos: Sistemas operativos, componentes de sistemas, por exemplo biblioteca de módulos de análise estatística, executáveis SGBD-Sistema de Gestão de Base de Dados), ferramentas informáticas de uso geral ou aplicações de uso específico, Bases de Dados específicas; deve considerar-se também o custo de adaptação, integração e afinação. A solução normalmente mais económica globalmente é o recurso à aquisição de aplicações, sempre que existam. A solução menos económica é a construção de aplicações novas específicas, pois é difícil

estimar custos e prazos para disponibilidade. No caso de desenvolvimentos novos pode haver necessidade de registar e manter a Propriedade Intelectual (patentes e marcas), ou negociar com fornecedores a propriedade das soluções ou a participação em vendas futuras dos sistemas desenvolvidos.

Custos de Instalação: Instalação de equipamentos e suportes lógicos; introdução inicial de dados a partir de papel ou outros suportes, em particular a introdução de conteúdos a partir de outros sistemas, ou a adaptação de formatos para integração com outros sistemas.

Custos de Ambiente: Mudanças físicas necessárias, por exemplo ao nível do piso, cabos, condutas, ar condicionado, mobiliário, armários, protecção contra acessos indevidos ou protecção contra fogo e chuva.

Custos de Utilização: Electricidade, telefone, redes de comunicação, acesso a bases de dados externas, papel e outros consumíveis.

Custos de Manutenção: Serviços e manutenção de apoio aos equipamentos e suportes lógicos, incluindo correcção de erros e acesso a actualizações.

Custos de Rede: Redes locais, metropolitanas ou globais necessitam normalmente de equipamentos próprios para comunicação (por exemplo: pontes, comutadores, modems) e para partilha de recursos, bem como de actividades de gestão e manutenção. Alguns destes custos podem ser considerados neste ou nos outros pontos.

Custos de Segurança: Procedimentos de protecção contra agentes estranhos ou não autorizados; protecção contra vírus; procedimentos de duplicação e arquivo; procedimentos de Auditoria; particularmente relevante em ambientes privados interligados com a Internet.

Custos de Formação: A formação em sistemas de informação é normalmente sub-estimada; cursos externos são dispendiosos, cursos internos consomem recursos de forma regular, para se manterem actuais.

Outros Custos de Organização: Incompatibilidades não previstas, alteração de estruturas salariais e transição para sistemas diferentes; actividades de gestão, incluindo o tempo utilizado em reuniões, cursos, formação, avaliação e controlo, explicação de estratégias ou resolução de conflitos; constituição, organização e gestão da equipa de projecto; normalização de procedimentos e de produtos.

1.3 Modelos de Processo de Desenvolvimento de Sistemas de Informação

Como foi referido, para além de um modelo geral de direcção e gestão, os sistemas de informação tem requisitos próprios no que toca à forma de organizar, planear e controlar os projectos. Os chamados *modelos de processo*, ou simplesmente, *processos* de desenvolvimento de sistemas de informação são muito recentes, comparativamente com os modelos de processo de outros ramos de engenharia. Estes modelos foram sendo introduzidos a partir da década de 1950 quando os suportes lógicos começaram a ter dimensão e complexidade que implicava a identificação de partes dos sistemas e a constituição de equipas de analistas e programadores.

Como também é natural, o modelo particular de processo varia com o tipo de sistema de informação a desenvolver. As principais abordagens clássicas baseiam-se no **modelo cascata**, cuja versão original foi introduzida por W. W. Royce em 1970 (conforme referido⁶ em [Boehm 1981], p. 35). aplicável no desenvolvimento de sistemas relativamente estáveis, bem conhecidos ou com evolução lenta. Este modelo de processo desde há muito que tem sido colocado em causa, em particular para servir de guia ao desenvolvimento de sistemas interactivos, com componentes importantes de interacção gráfica com utilizadores, e em ambientes em rápida evolução. Para este tipo de situações o modelo cascata deu lugar a **modelos de prototipificação evolutiva**, orientados para os utilizadores, modelos estes do tipo *espiral*.

1.3.1 Modelo Cascata

A negociação de um contrato para o desenvolvimento de um Sistema de Informação requer normalmente um entendimento relativamente ao modelo de gestão e ao modelo de processo. É normalmente muito complicado utilizar num contrato um modelo de processo baseado em prototipificação evolutiva, uma vez que não se sabe à partida exactamente aquilo que se quer construir. Os clientes habituados a contratar desenvolvimentos bem definidos à partida, têm muito menos dificuldade em assinar contratos parcelares, relativos às várias fases do modelo cascata, do que um único contrato, onde a solução final está pouco especificada.

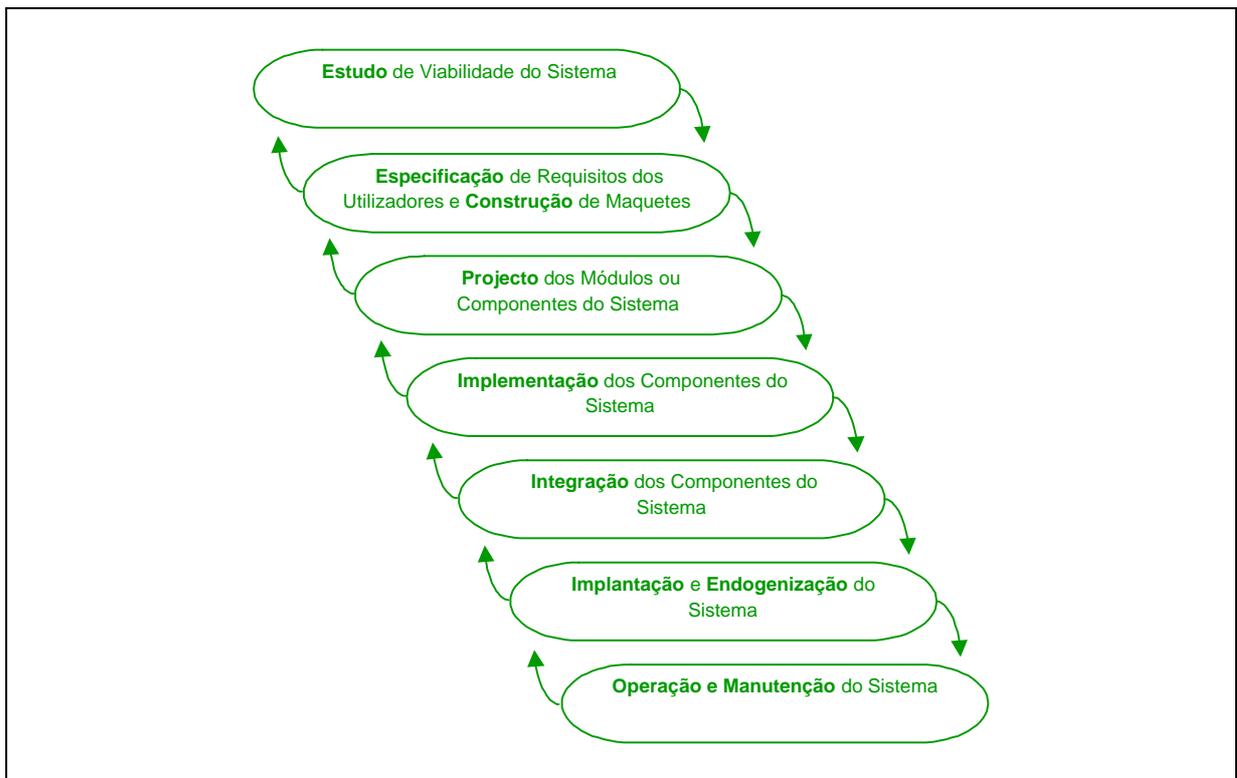


Figura 1.8 O Modelo Cascata do processo de desenvolvimento de Sistemas Informáticos (adaptado de [Boehm 1981]).

⁶ W. W. Royce: Managing the Development of Large Software Systems: Concepts and Techniques, *Proceedings*, WESCON, August 1970.

Os métodos associados ao processo cascata requerem que no início de cada um dos processos indicados os clientes ou utilizadores finais dos sistemas tenham ideias muito claras sobre o que querem dos sistemas ou programas, e sobre a forma como estes devem ser implementados. No entanto é extremamente raro que os clientes ou utilizadores tenham o nível de conhecimento ou a visão necessários para tal acontecer, e por razões óbvias quem concebe e desenvolve os sistemas está em situação ainda pior. O Exemplo 1.4 ilustra uma posição céptica que muitas pessoas ligadas a projectos de sistemas de informação assumem face a esta parte do processo, e que é importante reconhecer e corrigir adequadamente. Normalmente os clientes ou utilizadores têm de se pronunciar e acordar com os fornecedores ou projectistas sobre o que desejam ter a funcionar num momento futuro, normalmente num horizonte de muitos meses. Um esforço exagerado a este nível ou um esforço insuficiente origina problemas mais tarde.

Por muitas razões verifica-se que o sistema que é finalmente colocado em funcionamento é muito diferente do que estava previsto e acordado inicialmente. Esta diferença deve-se por exemplo à evolução das situações e dos problemas reais, à interpretação errada dos documentos de definição de requisitos (devida a ambiguidades, indefinições e inconsistências, formais ou informais), ou à introdução de informação incorrecta pelas partes envolvidas (voluntária ou involuntariamente). A Figura 1.9, baseada num folheto que circula em empresas de produção de aplicações informáticas, ilustra os problemas sentidos e a importância de uma excelente comunicação entre os parceiros de um projecto de Sistemas de Informação. O custo de corrigir erros num programa cresce dramaticamente à medida que se progride no ciclo de desenvolvimento cascata, e por isso é fundamental evitar o aparecimento de erros em fases tardias. Estima-se que cerca de 80% dos problemas de sistemas desenvolvidos segundo o modelo cascata se devem a definições de requisitos pouco precisas.

Esta constatação levou a que em muitos projectos se dê uma ênfase enorme à fase de especificação dos requisitos dos utilizadores, por vezes sendo até proposto utilizar métodos formais ou matemáticos para descrever esses requisitos. No entanto acontece invariavelmente que os requisitos definidos e documentados raramente se mantêm actualizados por muito tempo. Apesar desta constatação, continua a ser fundamental a fase de especificação de requisitos por forma a que as equipas das instituições envolvidas partilhem informação básica sobre o problema e mantenham canais de comunicação abertos e claros. A documentação de especificação de requisitos deve ser adequada ao projecto em causa, deve ser mantida actualizada e pode servir como instrumento negocial.



Figura 1.9 As definições de requisitos e os sistemas que finalmente entram em funcionamento (adaptado de [Roberts et al 1998], pp. 50-51).

Exemplo 1.3: Um sistema não implementável se fosse projectado com base no modelo cascata de engenharia sequencial

No início da década de 80⁷, uma organização governamental norte-americana sub-contratou à TRW, uma das empresas mais experientes na produção de suportes lógicos complexos, o desenvolvimento de um sistema ambicioso para pesquisa e análise de informação, o Sistema PSAI. Este sistema deveria permitir a mais de 1000 utilizadores, espalhados por um aglomerado de edifícios, o acesso a uma base de dados dinâmica e de grande dimensão.

A TRW e o cliente especificaram o sistema com um modelo sequencial clássico baseado no processo cascata. Essencialmente com base em questionários aos utilizadores e em análise de desempenho de nível geral, foi requerido ao sistema um tempo de resposta inferior a um segundo.

Cerca de dois milhares de páginas de requisitos mais tarde, os arquitectos do sistema chegaram à conclusão que um tal desempenho apenas poderia ser alcançado com um sistema concebido com base na previsão dos padrões de pesquisa e análise, e com cópias temporárias de dados, por forma a que os dados mais prováveis de serem necessários a cada utilizador estivessem na sua proximidade. A arquitectura física do sistema teria mais de 25 computadores de gama alta encarregados de gerir as cópias de dados recorrendo a algoritmos cuja lógica ultrapassava uma análise simples. O âmbito e complexidade da arquitectura global necessária permitiu estimar para o sistema final um custo da ordem dos 100 milhões de dólares, devido essencialmente ao requisito de resposta inferior a um segundo.

Face a este cenário, o cliente e fornecedor decidiram desenvolver um protótipo da interface com o utilizador e de algumas funcionalidades, para efectuar testes. Os resultados mostraram que um tempo de resposta de quatro segundos era satisfatório para os utilizadores em 90% dos casos. Este tempo de resposta permitia reduzir os custos de desenvolvimento para cerca de 30 milhões de dólares. A Figura 1.10 compara o desempenho das duas arquitecturas. Para além de ilustrar os perigos de separar a engenharia dos suportes lógicos da engenharia dos requisitos do sistema, a Figura mostra alguns aspectos da relação entre requisitos e arquitectura de sistemas de informação:

- Os requisitos não-funcionais, incluindo níveis de serviço e tempos de resposta, influenciam as arquitecturas preferidas.
- A arquitectura preferida é uma função não-contínua dos requisitos não-funcionais. Em algum ponto entre os tempos de resposta de 1 e 4 segundos a arquitectura preferida muda radicalmente.
- Utilizar a dimensão do documento de requisitos para estimar o custo do projecto pode ser arriscado. Neste caso, a alteração de apenas um carácter (“1” por “4”) na especificação de requisitos, reduzia o custo para cerca de um terço do inicial.

⁷ Caso descrito em [Boehm 2000], p. 115.

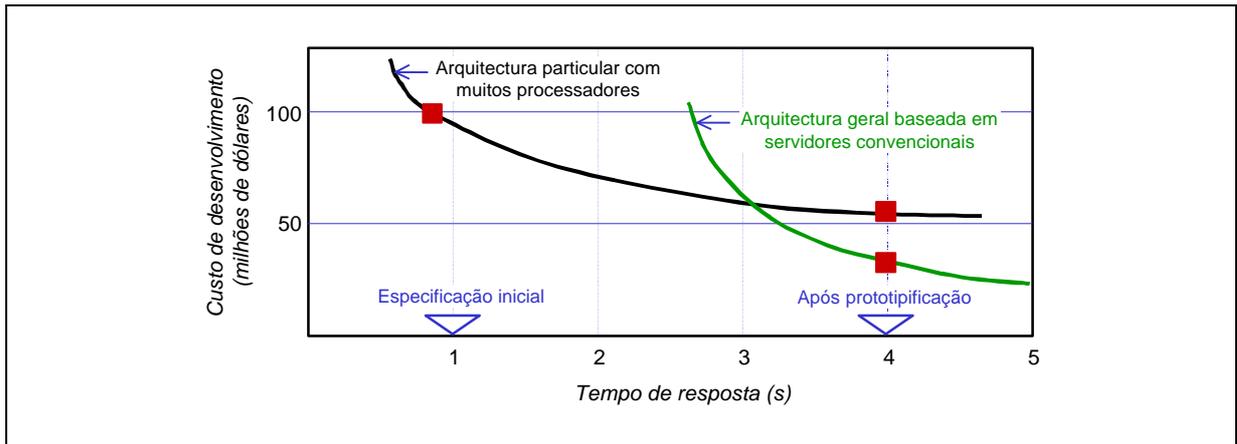


Figura 1.10 Comparação do desempenho das 2 arquitecturas propostas para o Sistema PSAI.

1.3.2 Modelo Espiral

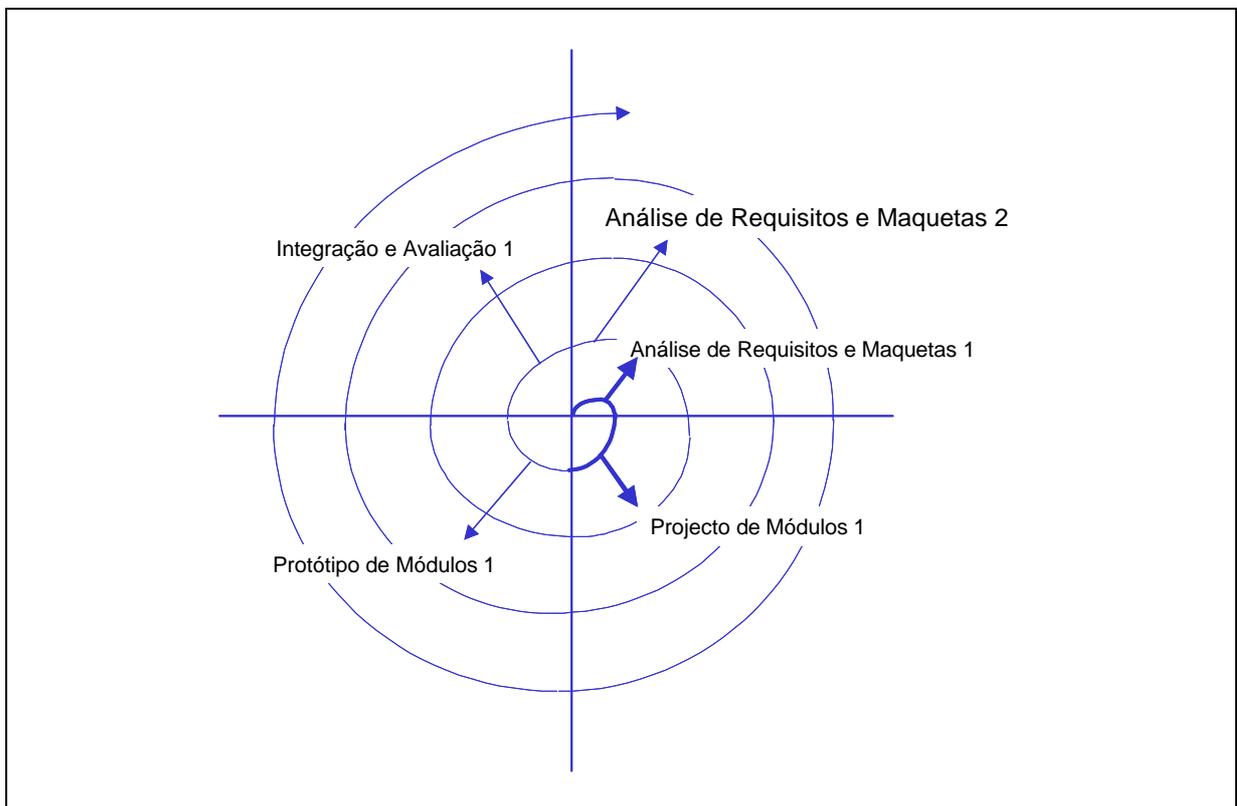


Figura 1.11 O Modelo Espiral do processo de desenvolvimento de Sistemas Informáticos (adaptado de [Boehm 1988]).

No entanto, há muitas situações em que se torna importante para as instituições apostarem no desenvolvimento de sistemas novos, para apoiarem processos novos. Nestes casos é fundamental seguir um modelo de prototipificação evolutiva. A alternativa seria negociar um contrato para cada iteração sobre o protótipo, o que afectaria gravemente o tempo necessário para colocar um sistema adequado em funcionamento. O modelo de prototipificação evolutiva exige no entanto um grande envolvimento entre os clientes e fornecedores e um grande cuidado normativo. Exige um relacionamento fácil e aberto, onde a negociação de alterações à

especificação é feita muitas vezes directamente entre os que utilizam e os que desenvolvem, numa filosofia de parceria e não de cliente e fornecedor tradicionais. Este método envolve um contacto permanente com os utilizadores para verem o que está a ser construído e para poderem apresentar sugestões. Este contacto pode por vezes ser diário, é normalmente semanal, e nunca deve ter uma periodicidade superior a um mês. Exige ainda a utilização de ferramentas de apoio adequadas, tais como geradores de aplicações e de interfaces, e um método de análise e desenho que promova a estabilidade crescente de partes importantes do protótipo, em particular do seu modelo de classes, isto é, da estrutura de dados e processos subjacente.

1.3.3 Modelo Evolutivo Orientado para o Utilizador

Os sistemas de informação são exemplo de sistemas *não lineares*. Isto é, uma pequena alteração na entrada pode traduzir-se num resultado totalmente diferente, inclusivamente numa falha abrupta. Não sendo possível normalmente testar todas as situações de funcionamento, é sempre possível que numa situação nova o sistema se comporte inadequadamente. O Exemplo 1.3 ilustra uma outra propriedade, a elevada sensibilidade dos custos e prazos a alterações pontuais dos requisitos. Estas características são particularmente sentidas por todos os técnicos envolvidos no desenvolvimento ou adaptação de sistemas com uma forte componente de ligação ao negócio das instituições e com interfaces com utilizadores. O negócio está sempre em evolução e as expectativas dos utilizadores são crescentes.

Surge assim um modelo de processo designado *modelo evolutivo*, baseado no modelo espiral. Este modelo coloca menor ênfase nos requisitos dos utilizadores, como eventuais propostas de soluções a problemas, mas exige que as partes envolvidas partilhem o conhecimento dos problemas que o sistema deve resolver. Este conhecimento normalmente exige uma comunicação excelente entre as partes envolvidas uma formulação precisa do problema, ou o desenvolvimento do conceito do produto, no caso de projectos de inovação.

O modelo evolutivo exige ainda, em termos de planeamento e controlo de projecto, a realização de reuniões frequentes entre as partes envolvidas, quer ao nível técnico quer de gestão, para negociar objectivos parciais para a fase seguinte. Esta negociação pode exigir a revisão dos requisitos, ou das soluções propostas, mas não devem surgir alterações ao problema a resolver (a menos que se descubra que o problema tinha sido mal identificado!). O objectivo da iteração inicial é construir o mínimo indispensável para os utilizadores poderem experimentar e se avaliar se as soluções gizadas são adequadas. Esta actividade deve obviamente convergir, sendo para tal necessário que o processo de análise origine um modelo de dados, bem estruturado e ordenado. Este objectivo é normalmente conseguido por evolução de um modelo conceptual de classes, que os técnicos das instituições envolvidas entendem, e que serve de documentação estrutural para o sistema de informação, o seu *esqueleto*.

O modelo evolutivo pode assim ser caracterizado da seguinte forma:

- Centrado nas necessidades dos vários tipos de utilizadores, necessidades essas que vão evoluindo ao longo do projecto. Implica que a equipa de projecto inclua os utilizadores, clientes, analistas e programadores, em comunicação directa.

- Baseado numa estrutura conceptual de análise da informação orientada por *classes de objectos de negócio* (as designadas classes fronteira ou “boundary classes” em UML [Booch *et al* 1999]); esta estrutura fornece estabilidade conceptual ao sistema, e pode ser discutida entre quem desenvolve e quem utiliza. Deve incluir todas as variáveis e factores relevantes.
- Exige uma negociação permanente dos objectivos e das funcionalidades a definir e acrescentar ao sistema em cada evolução. Esta negociação visa manter o projecto dentro dos recursos planeados, em tempo e em custo. Claramente que a negociação pode passar pela introdução de alterações aos contratos estabelecidos, ou passar por redefinir os objectivos e âmbito desses contratos. Tal só é possível com um ambiente de abertura e grande confiança entre as partes envolvidas, e compreensão dos problemas e técnicas a utilizar. Só assim podem ser introduzidas nas soluções inovações recentes, ou factores que inicialmente não tinha havido capacidade para propor.

A Figura 1.12 apresenta um esquema possível para o modelo evolutivo, onde se salienta a fase de evolução dos protótipos até se atingirem estados de evolução aceitáveis pelas equipas, e o suporte dado pelos documentos de projecto do sistema, que devem ir convergindo para soluções estáveis. A Figura 1.13, que pode ser vista como um diagrama de Gantt de recursos, ilustra várias actividades ou fluxos de trabalho propostos pelo método avançado WISDOM⁸ [Nunes & Cunha 2000], cujo modelo se baseia em prototipificação evolutiva. Nesse diagrama pode ser visto que há diversos momentos de concepção seguidos de programação de protótipos (sistema em evolução), e que os requisitos vão sendo descobertos ao mesmo tempo que se concebe e programa. De certa forma a figura ilustra ainda vários tipos de espirais: as espirais de concepção e programação e a espiral de maturidade do sistema ou projecto, isto é, as 4 fases de evolução. A figura não supõe a realização de contactos frequentes, mas não é explícita as actividades específicas ao modelo geral de gestão, tais como reuniões de planeamento e controlo, ou marcos (*milestones*) de projecto.

O modelo evolutivo considera a documentação técnica alvo de um processo espiral evolutivo. Assim sendo todos os documentos preparados inicialmente com o contrato vão evoluir até ao final do projecto passando por várias fases. A tabela da página 24 ilustra uma possível evolução dos documentos iniciais de contrato até aos relatórios finais do projecto. Na secção 1.5 apresenta-se uma estrutura possível para os relatórios finais de projecto. Os documentos técnicos iniciais, em anexo ao contrato, podem assim ser vistos como a primeira versão do relatório final do projecto. No mínimo, cada um desses documentos é apenas o seu formato de acordo com as normas de documentação (*template*).

⁸ O método WISDOM recorre a UML [Booch *et al* 1999] e a extensões compatíveis com os seus mecanismos de extensão normalizados. O Wisdom visa em particular preencher as lacunas do UML relativamente à modelação das tarefas dos utilizadores e da sua interacção nos sistemas de informação. Para tal recorre a partes seleccionadas de UML e apresenta um processo baseado em RUP, *Rational Unified Process* [Kruchten *et al* 2000], <http://www.rational.com/products/rup/index.jtmpl>.

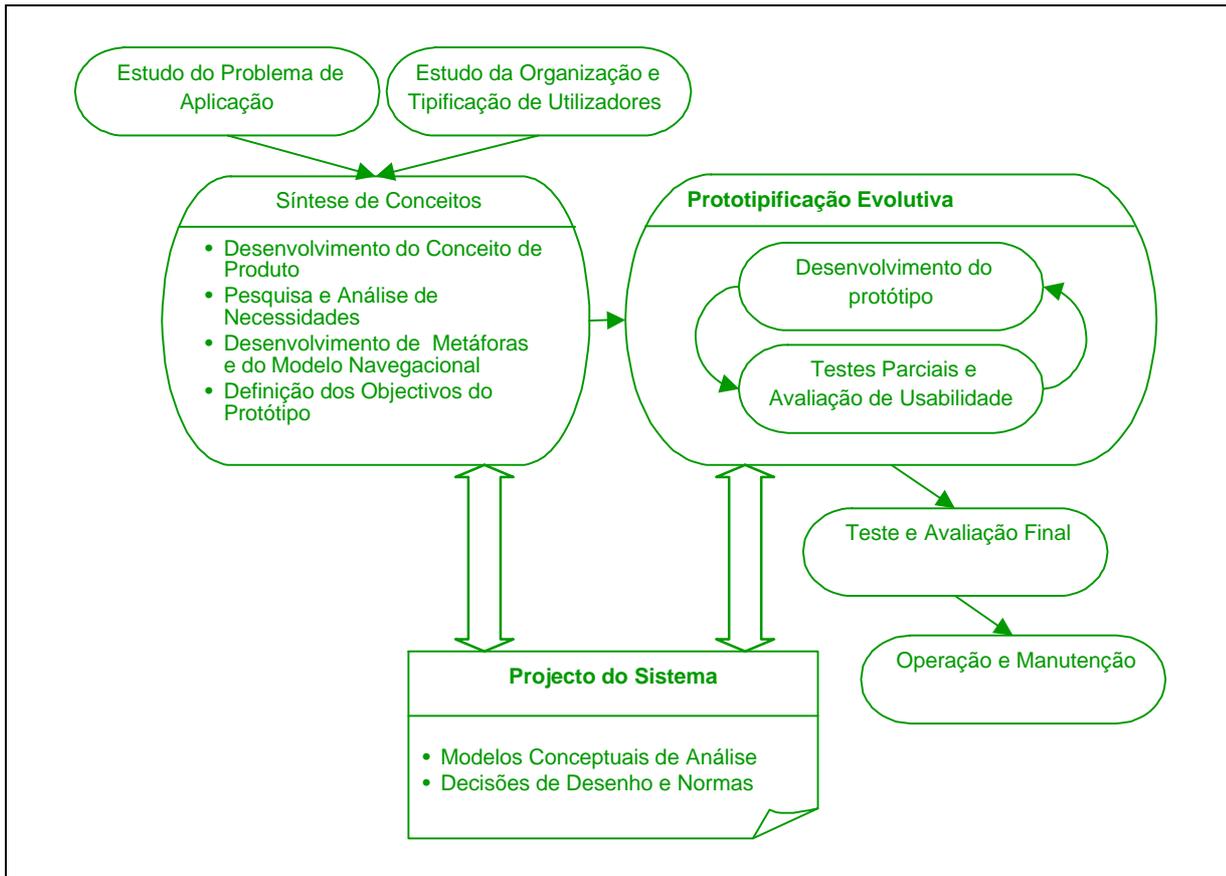


Figura 1.12 O Modelo de Prototipificação Evolutiva do processo de desenvolvimento de Sistemas Informáticos.

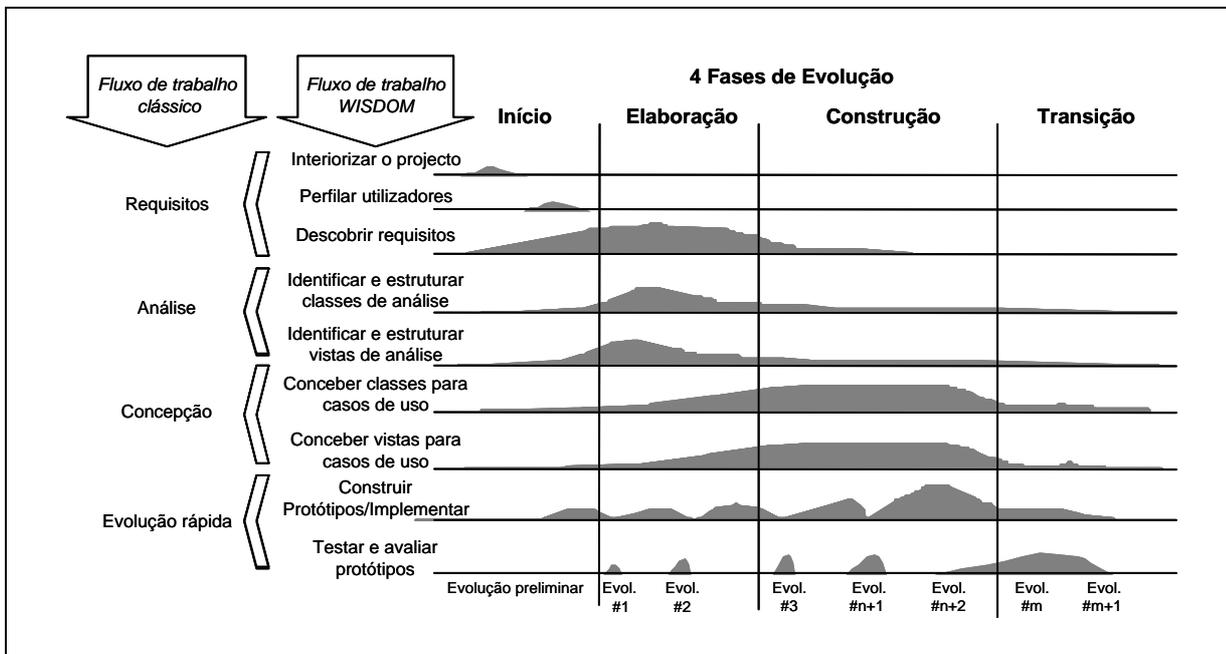
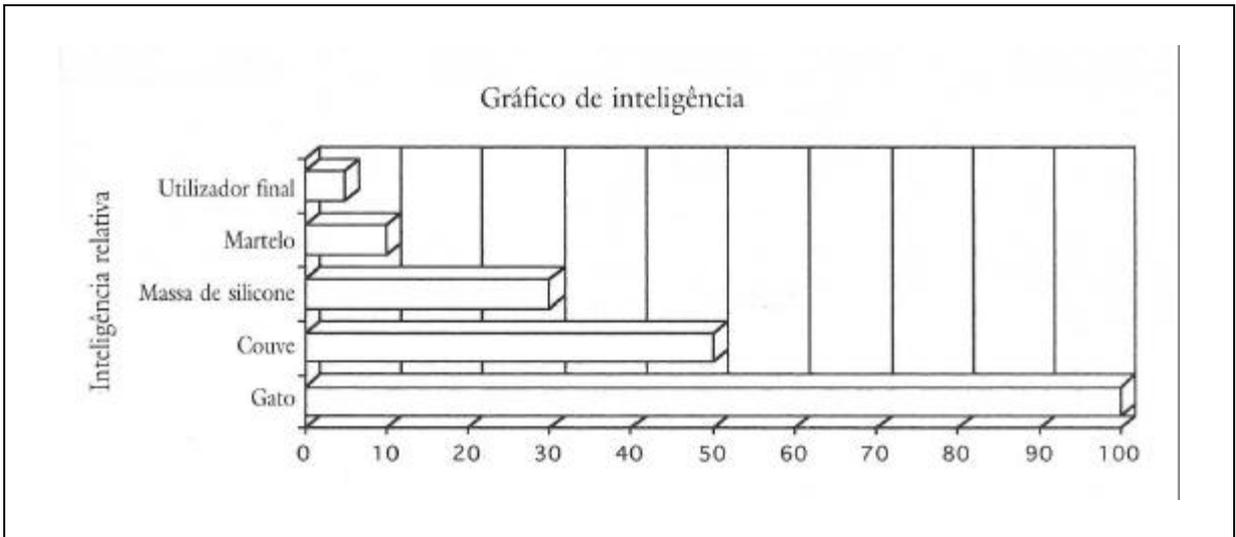


Figura 1.13 Actividades ou fluxos de trabalho WISDOM e recursos utilizados.

Exemplo 1.4: Scott Adams, Dilbert e os Requisitos dos utilizadores

“A determinada altura do projecto, alguém começará a lamuriar-se acerca da necessidade de determinar os «requisitos» do projecto. Isso implica entrevistar pessoas que não sabem o que querem, mas, curiosamente, sabem com toda a exactidão quando é que precisam dessas coisas. Essas pessoas são chamadas «utilizadores finais» ou, simplesmente, «cabeças de alfinete».

A investigação mostrou que não existe nada neste planeta que seja mais estúpido do que um «utilizador final». O estudo apresentado abaixo ordena deste modo a inteligência relativa de alguns artigos domésticos vulgares:”



([Adams 1997], p. 243)

“A equipa do projecto continuará a reunir requisitos até encontrar satisfeita uma destas duas condições:

1. Os utilizadores finais esquecem-se de respirar, o que lhes provoca a morte durante o sono.
2. A equipa do projecto chega à conclusão de que os requisitos não são tão necessários como se pensava.”



([Adams 1997], p. 244)

1.4 Proposta de Contrato

O contrato pode ser organizado num **corpo principal** e num **anexo técnico**. O corpo principal normalmente inclui um resumo de todos os aspectos relevantes, de fácil compreensão, e é apoiado em linguagem jurídica, antevendo a eventualidade de conflitos futuros virem a ser negociados em processo judicial. O anexo técnico pode ser organizado de diversas formas, e destina-se a detalhar, com o grau julgado necessário, todos os aspectos técnicos e de organização considerados relevantes para o projecto.

Os documentos de contrato, ou seja o corpo principal e os seus anexos, irão dar origem aos documentos finais do projecto, de uma forma que pode ser designada por *evolutiva*. Por exemplo, o corpo principal do contrato irá dar origem a um relatório sumário, do tipo executivo, visando descrever os principais aspectos do projecto terminado. Os requisitos dos utilizadores irão dar origem a um ou mais manuais de utilização, dependendo do número e tipo de utilizadores finais do sistema.

Tabela 1 - Evolução dos documentos de um contrato para os documentos finais de projecto

NEGOCIAÇÃO DO PROJECTO	→	EXECUÇÃO DO PROJECTO
Acordo / Assinatura do CONTRATO	→	Início do projecto → Fim do projecto / RELATÓRIO FINAL
CONTRATO		RELATÓRIO FINAL
• Corpo Principal	<i>evolui para:</i>	• Sumário Executivo
ANEXOS ao CONTRATO :		ANEXOS ao RELATÓRIO FINAL :
• Manual de Qualidade do Projecto MQP	<i>evolui para:</i>	• Manual de Qualidade do Projecto; incorpora o que de facto foi feito ao nível de normas e regras.
• Plano de Actividades, Agendas e Actas PA	<i>evolui para:</i>	• Plano de Actividades, Agendas e Actas; refere o que de facto ocorreu, com indicação de desvios e justificações adequadas; contem em anexo as actas.
• Especificação de Requisitos dos Utilizadores UTIL	<i>evolui para:</i>	• Manual ou Manuais para cada um dos tipos de utilizadores finais do Sistema; pode incluir exemplos trabalhados, <i>tutoriais</i> , e pares pergunta/resposta. MUTn
• Especificação de Suportes Lógicos e Interfaces Externas SLIE	<i>evolui para:</i>	• Manual Técnico de Referência; manual detalhado, de apoio às actividades de manutenção e reengenharia do sistema. MTR
• Apresentação Inicial do Projecto API	<i>evolui para:</i>	• Apresentação final (antecedida eventualmente de apresentações de progresso intercalares, dependendo da dimensão do projecto). APf
• Maqueta ou protótipo do sistema MSI ou PSI	<i>evolui para:</i>	• Sistema de Informação propriamente dito, testado e em condições de funcionamento. SI

O quadro anterior resume a evolução que os documentos de contrato sofrem até se transformarem no relatório final do projecto. Para projectos de grande dimensão, os documentos referidos podem ser encadernados em diversos volumes, sendo claramente importante a inclusão no sumário executivo, e em cada volume, de índices apropriados. Na secção 1.5 aborda-se de novo a composição do relatório final.

1.4.1 Corpo Principal do Contrato

A corpo principal da proposta de contrato inclui um resumo de todos os aspectos relevantes, sendo todos os detalhes remetidos para um ou mais anexos, dependendo da dimensão ou complexidade do projecto. Num contrato complexo os próprios anexos podem por sua vez ter uma organização com anexos, sendo essencial uma boa organização documental. Num projecto simples, é suficiente organizar todos documentos contratuais num único volume, incluindo os anexos. Assim a organização documental aqui proposta não deve ser aplicada sem justificação clara.

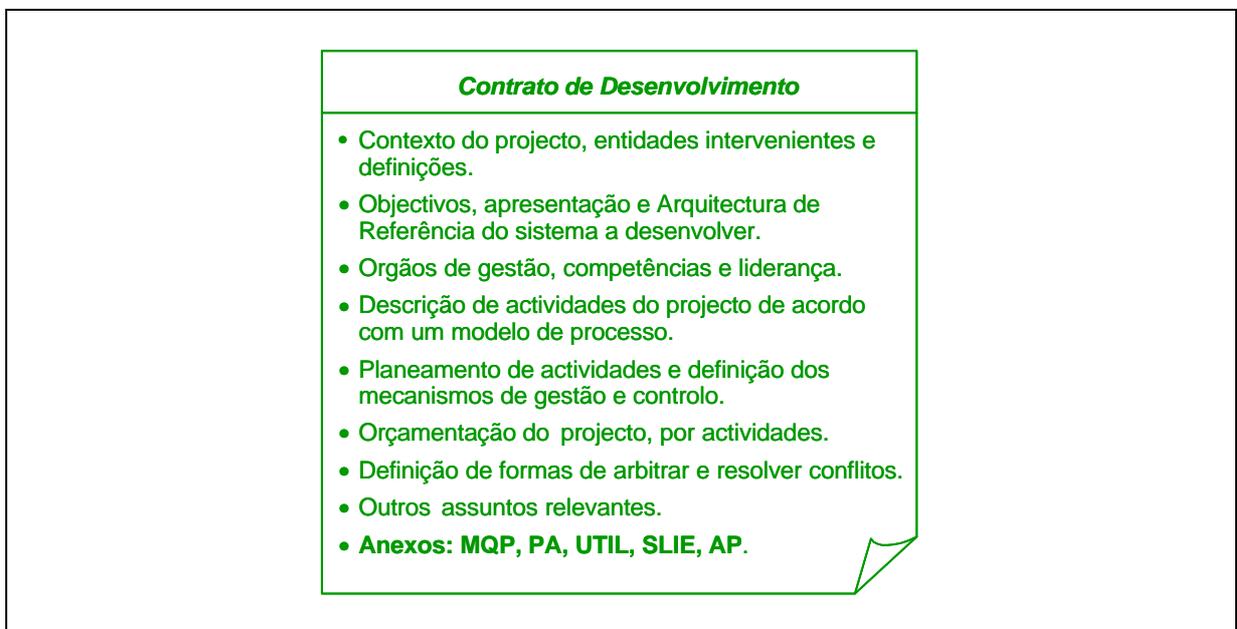


Figura 1.14 Exemplo de estrutura de um contrato para a construção de um Sistema de Informação: corpo principal e anexos.

Os anexos podem ser muito variados, mas sempre que possível devem oferecer uma imagem uniforme e normalizada. A Figura 1.14 ilustra os conteúdos de um contrato e as Figuras seguintes referem as relações e os conteúdos dos vários anexos técnicos a um contrato. A dimensão do contrato condiciona obviamente as soluções apresentadas. Um contrato de pequena dimensão, com anexos técnicos de poucas páginas, torna pouco prática a elaboração de volumes separados, identificados individualmente. Sendo assim, pode ser melhor identificar uma única vez na capa do corpo principal do contrato os intervenientes e incluir num único volume os vários anexos (que assim dispensam alguma da informação referida na Figura 1.16).

De seguida daremos alguma atenção aos seguintes aspectos que condicionam também a elaboração dos documentos contratuais: quem são os utilizadores do sistema, qual o processo a seguir na elaboração dos anexos técnicos (cf. Secção 1.3, supondo que a elaboração do

contrato pressupõe desde logo uma primeira evolução no conhecimento do problema e sistema), e qual a arquitectura de referência do sistema, isto é, quais são as partes que o sistema vai ter. Obviamente a arquitectura depende não só da variedade de utilizadores finais como das interfaces com outros sistemas, e da própria complexidade do sistema.

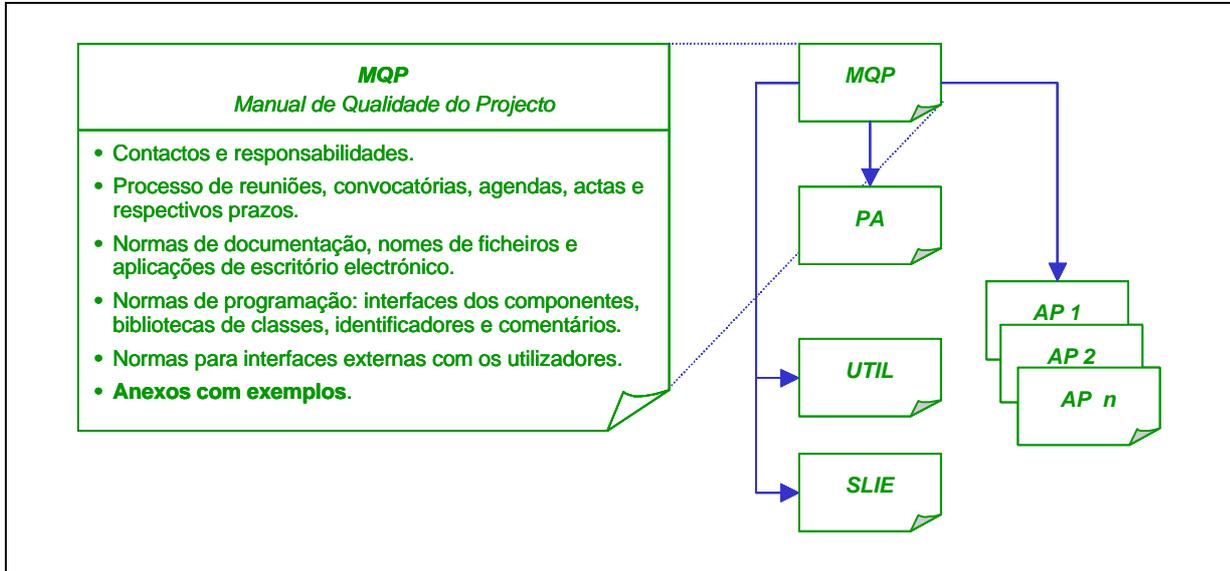


Figura 1.15 Exemplo de estrutura do Manual de Qualidade, que se deve pronunciar sobre todos os aspectos do projecto e seus resultados, bem como sobre os anexos técnicos e as regras de gestão do projecto.

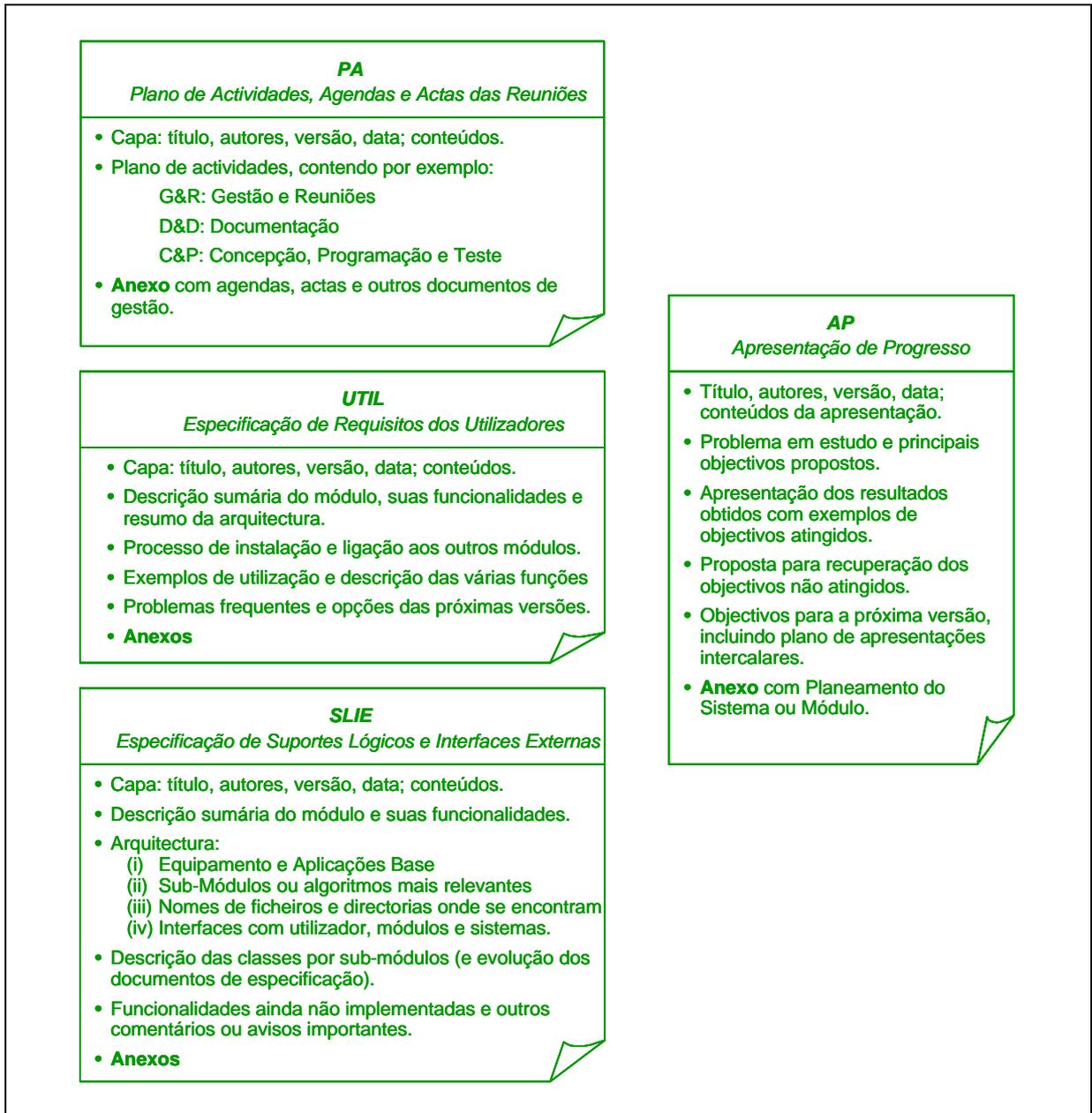


Figura 1.16 Exemplo de estrutura dos restantes anexos técnicos a um contrato para a construção de um Sistema de Informação.

Exemplo 1.5: Proposta de Contrato para o programa Crescimento Competitivo e Sustentável da União Europeia

A Figura 1.17 apresenta o índice requerido para a elaboração de uma proposta de projecto de Investigação Científica e Desenvolvimento Tecnológico no âmbito do programa de Crescimento Competitivo e Sustentável da União Europeia⁹. Esta é igualmente a estrutura do anexo técnico ao contrato formal que é subscrito pelos participantes e a Comissão Europeia.

⁹ Programa «GROWTH»: <http://www.cordis.lu/growth/>.

Parte A

A1. Visão administrativa geral da Proposta

Ficha Resumo da Proposta

A2. Sumário da Proposta

Objectivos

Descrição dos trabalhos

Marcos de progresso e resultados esperados

A3. Perfil e Informação sobre os Participantes

Parte B

B1. Capa ou Página de Título

B2. Lista de Conteúdos

B3. Sumário da Proposta Confidencial (4000 caracteres)

B4. Inovação e Objectivos Científicos ou Técnicos

B5. Plano de Trabalho do Projecto

B5.1. Descrição do Plano de Trabalho

B5.2. Composição do Consórcio

B5.3. Gráfico de Barras do Esforço (unidade: pessoa*dia ou pessoa*mês)

B5.4. Lista de resultados a disponibilizar (documentos ou programas)

B5.5. Marcos de progresso

B5.6. Descrição das Actividades de cada Tarefa do Projecto

Parte C (anónima, excepto C7)

C1. Capa ou Página de Título

C2. Lista de Conteúdos

C3. Contribuição para os Objectivos do Programa

C4. Valor Acrescentado comunitário e Contribuição para as políticas da União Europeia

C5. Contribuição para os Objectivos Sociais comunitários

C5.1. Emprego, educação e formação

C5.2. Ambiente

C5.3. Qualidade de Vida, Saúde e Segurança dos Cidadãos, incluindo condições de trabalho.

C6. Desenvolvimento Económico e Expectativas em Ciência e Tecnologia

C6.1. Exploração e Disseminação de Resultados, Propriedade Intelectual

C6.2. Crescimento Económico e Competitividade

C6.3. Perspectivas Científicas e Tecnológicas, Disseminação e Transferência de Tecnologia

C7. O Consórcio (não anónima)

C7.1. Visão geral do Consórcio

VISÃO GERAL DO CONSÓRCIO PARA A PARTE C NÃO ANÓNIMA

C7.2. Descrição dos Participantes

C7.2.1. Participante 1

C7.2.2. Participante 2

C7.2.3. Participante 3

C7.2.4. ...

C8. Gestão

8.1 Gestão do Projecto

C8.1.1. Modelo de Organização para a Gestão do Projecto

C8.1.2. Características do Modelo Proposto

C8.2 Informação sobre Recursos e Orçamento

C9. Lista de Referências e de Projectos Relacionados

Figura 1.17 Estrutura da proposta requerida pelo programa de financiamento de projectos europeus «GROWTH».

1.4.2 Tipos de Utilizadores Essenciais

Para além de se entender quais os relacionamentos institucionais entre os vários parceiros envolvidos num projecto, conforme ilustrado na Figura 1.1, há também a necessidade de identificar perfis de utilização do sistema. Por exemplo, a Figura 1.18 exemplifica uma situação típica de um sistema utilizado para comércio electrónico. Um sistema deste tipo é construído sobre uma base de dados comum, com várias aplicações que permitem o acesso e interacção com muitos utilizadores. Entre estes utilizadores contam-se os clientes externos à empresa, acedendo via Internet, que numa primeira abordagem têm necessidades semelhantes. Os funcionários da empresa também são utilizadores do sistema, por exemplo com acesso através da Intranet da empresa, e actualizam conteúdos variados ou preços dos produtos.

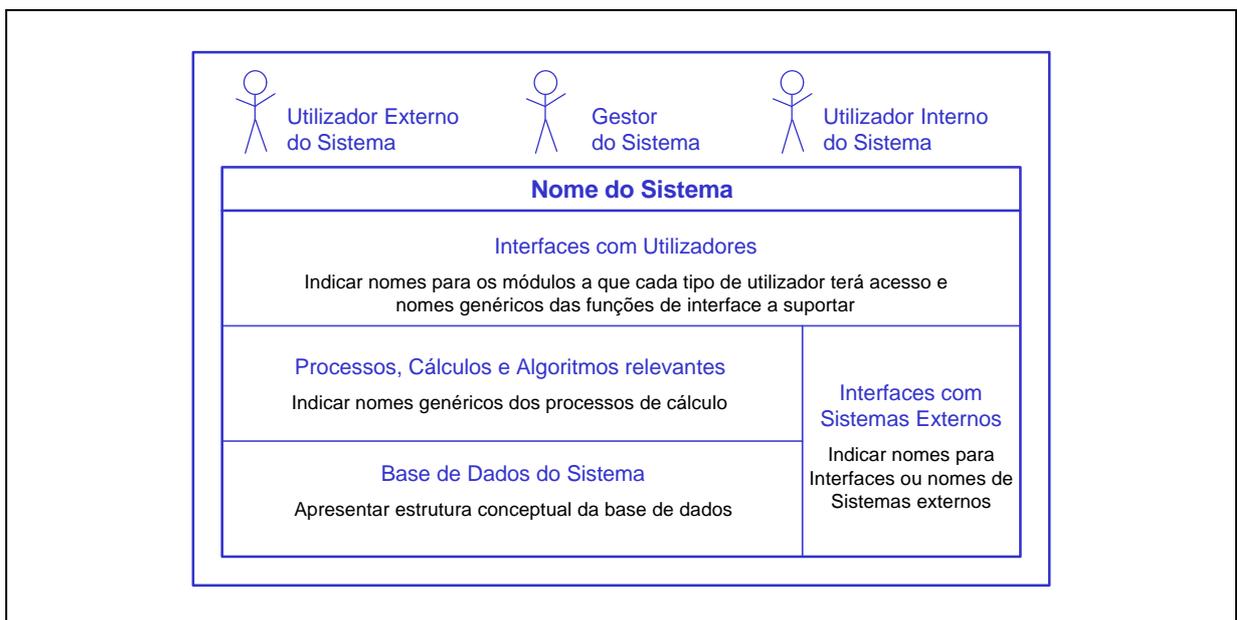


Figura 1.18 Arquitectura de referência genérica para um sistema de informação para apoio a actividades de comércio electrónico. A figura seguinte apresenta uma arquitectura mais concreta sem interfaces com sistemas externos.

Clientes externos e internos têm necessidades de interacção muito distintas, o que significa que têm de ter aplicações e interfaces distintas. Normalmente mesmo dentro de cada uma destas categorias pode haver distinções, por exemplo, para clientes registados e para funcionários que têm capacidade para alterar preços. Esta análise pode e deve ser efectuada, pois tem obviamente implicações nas aplicações a desenvolver. Finalmente o sistema tem também de ser utilizado por técnicos de manutenção que garantem que estruturas de informação simples ou regras de negócio são adicionadas com regularidade ao sistema, que são definidas e mantidas as prioridades de acesso, entre muitas outras funções.

A construção de uma tabela como a seguinte pode ser importante para não excluir à partida utilizadores relevantes (e para não incluir utilizadores que não se deseja suportar nas primeiras evoluções de desenvolvimento do sistema).

Classes gerais de utilizadores	Tipos específicos de utilizadores	Casos de uso
Utilizador externo	Navegador na Internet	...
Utilizador externo	Comprador na Internet	1. Registrar-se como cliente, fornecendo informação pessoal. 2. Seleccionar um ou mais produtos, encomendar e pagar.
...
Utilizador interno	Gestor de produtos e preços	...
Utilizador interno	Gestor de outros conteúdos	...
Utilizador interno	Analizador de vendas	...
...
Utilizador interno	Administrador de sistema	...
Utilizador interno	Gestor da Base de Dados	...

1.4.3 O Processo de Análise e Modelação do Sistema de informação Proposto

O processo que é proposto para esta fase de análise sumária deve visar a compreensão do problema, para se poder definir um *modelo* do sistema a incluir num anexo ao contrato.

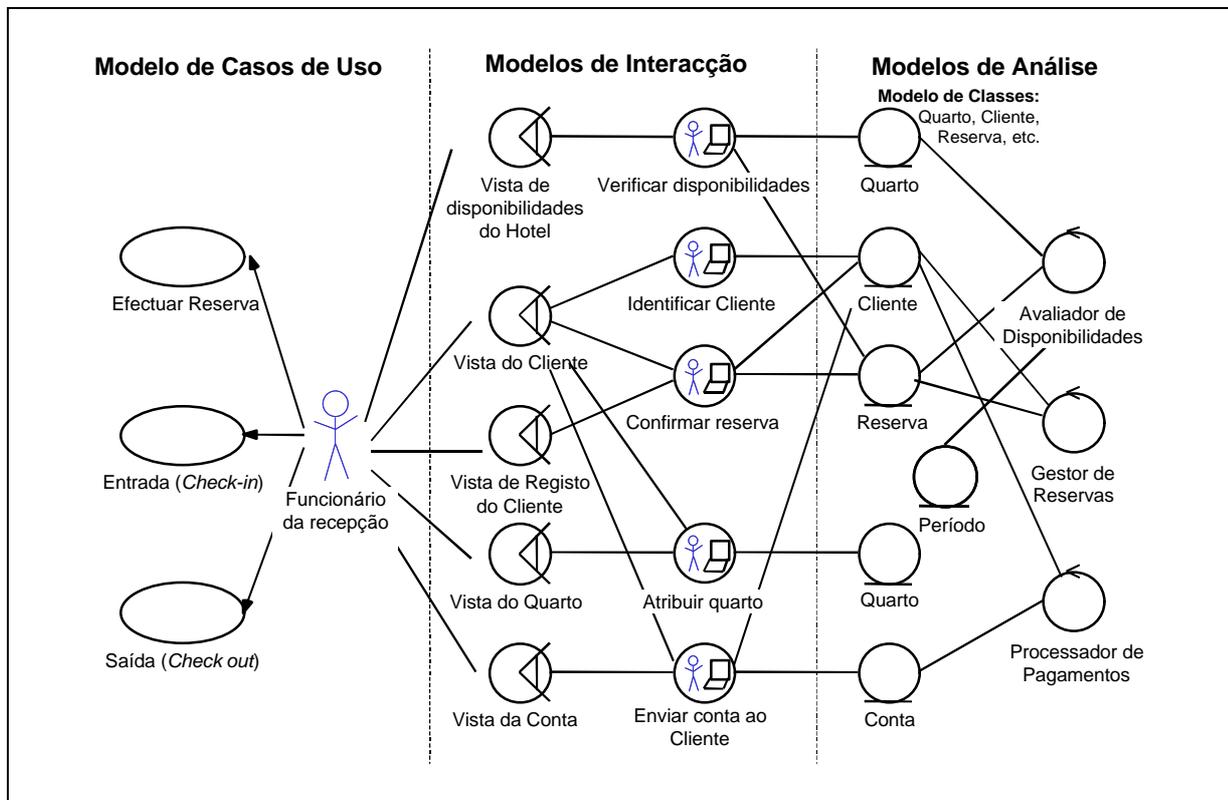


Figura 1.19 Exemplo de técnicas e diagramas de modelação utilizados pelo método WISDOM [Nunes e Cunha, 2000].

Nesta fase prévia, toda a informação disponível pode ser relevante: documentos escritos, estudos e levantamentos anteriormente realizados, relatórios utilizados, sistemas em funcionamento (quer os existentes na organização em estudo, quer em concorrentes), as suas interfaces e relatórios produzidos, reuniões e conversas mais ou menos formais, entrevistas, ou qualquer outra forma de comunicação entre os especialistas do problema ou organização que se revele importante para conhecer o problema.

A profundidade da análise necessária para elaborar um contrato depende de vários factores, em particular do grau de conhecimento do problema relativamente a potenciais concorrentes, e do conhecimento de técnicas de análise e modelação. A Figura 1.19 ilustra alguns dos modelos que podem ser construídos no processo de modelação utilizado pelo método WISDOM [Nunes e Cunha, 2000]. O contrato deve propor os métodos e técnicas de análise, concepção e programação a utilizar, e pode ilustrar a sua aplicação com base no conhecimento prévio do problema. A este nível assumem particular e crescente realce as normas UML [Booch *et al* 1999].

Com base no conhecimento do problema, o processo de análise visa documentar o modelo do sistema a colocar em funcionamento, ou seja, a solução do problema. As componentes documentais mais importantes do modelo do sistema são normalmente as seguintes, componentes estas que devem ser articuladas com a arquitectura do sistema (ver Figura 1.22):

- Modelo de Casos de Uso (essenciais ou concretos, podendo incluir uma indicação de tarefas ou processos de negócio a suportar).
- Maquetas ou Protótipo das interfaces gráficas com utilizador (Capítulo 2).
- Modelo de Classes de Objectos (Capítulo 3).

O modelo de classes dará origem a um esquema relacional da base de dados (Capítulo 4), que depois será implementado, mantido e optimizado. O modelo de classes é um dos modelos fundamentais quer para análise quer para documentação do sistema, uma vez que é normalmente a componente mais estável de um sistema de informação, e aquela que formaliza os recursos conceptuais de informação base de uma organização, o «esqueleto» do seu conhecimento.

O modelo de casos de uso associado a um modelo de fluxo de tarefas (ver Capítulo 5) e às maquetas dará origem a protótipos com interfaces gráficas e funcionalidades crescentes.

Versões iniciais de todos estes modelos podem ser incluídas nos anexos UTIL e SLIE, como forma de apontar e registar esboços de soluções para os problemas.

1.4.4 Arquitectura de Referência do Sistema

A Arquitectura de Referência do Sistema pode ser vista como um diagrama de blocos com as partes, módulos ou aplicações que formam o sistema global. O diagrama que define a arquitectura deve ser de uso genérico e deve ser entendido por todas as pessoas envolvidas, incluindo os utilizadores e programadores, bem como os administradores, directores, e responsáveis comerciais e de marketing das empresas.

Em sistemas complexos, cada módulo pode ainda ser *partido* em componentes funcionais específicos, tais como:

IGU: Componentes de interface com o utilizador.

- ALG: Componentes algorítmicas.
- IMI: Componentes de interligação a outros módulos internos ao sistema, tais como a base de dados ou bibliotecas de classes comuns.
- ISE: Componentes de interligação a sistemas externos.
- OCM: Outros componentes.

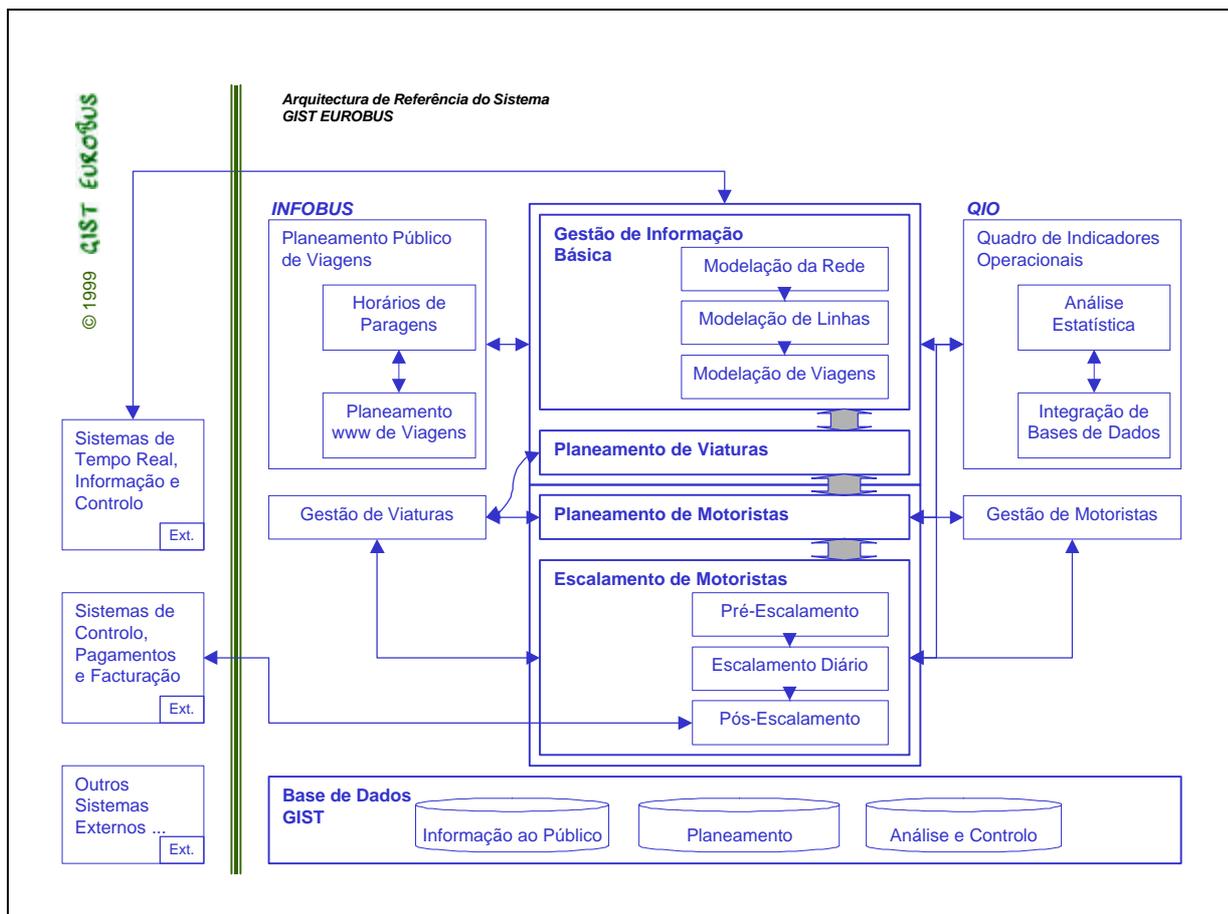


Figura 1.20 Arquitectura de Referência do Sistema GIST-EUROBUS.

A Figura 1.20 apresenta a arquitectura do sistema GIST, incluindo interligações a alguns sistemas externos.

A Figura 1.21, que define o plano de desenvolvimento do módulo de serviços do sistema GIST faz referência a uma arquitectura de componentes funcionais desse módulo. Pode ser visto, por exemplo, que estão planeadas duas versões do componente IGU BS (não se apresenta a arquitectura particular do módulo, mas supõe-se que tem componentes do tipo interface gráfica, algoritmos, interligação interna e externa, e componentes de base de dados).

Módulo Serviços

Cada célula apresentará uma referência a Resultados Intercalares ou Finais (documentos e componentes) para servir de base à autorização para facturação/pagamento)

Teresa Galvão Dias INEGI, 1998.06.12
 \\gist\public\TarefasTGD\Plano_Mod_Servicos.xls

Coordenadores:	Teresa Galvão Dias	INEGI
	Rita Marini Portugal	ICAT

Equipamento Base:	PC Pentium II (descrição detalhada em doc. de arquitectura)
Suportes Lógicos:	ORACLE, LPS (descrição detalhada em doc. de arquitectura)

Equipa de Produção:	Luis Filipe Ferreira	INEGI
	Jorge Roussado	ICAT

STCP:	Eng. José Magalhães
CARRIS:	Dra. Maria José Matos, Eng. José Maia
E. Barraqueiro:	Eng. Filipe Pereira
Vimeca:	Dra. Veneranda Batalha
Horários do Funchal:	Dr. Alírio Rebolo

Ponto de Avaliação	Versão Serviços 98				Serviços II			
	Início EUROBUS	Reunião GT-Adl	Reunião GT	Reunião GT-Adl	Reunião GT	Reunião GT-Adl	Reunião GT	Reunião GT-Adl
Data	1997.04.01	1998.03.23	1998.06.29	1998.10.23	1999.02.18	1999.05.27		
Meses desde reunião anterior	-	12	3	4	4	3		
Referência à versão de um Documento ou Componente	Resultados a apresentar							
	INEGI	ICAT	INEGI	ICAT	INEGI	ICAT	INEGI	ICAT
PA			X	X	X	X	X	X
MTM			v1	v1		v2	v3	v3
MUM					v1		v2	v3
AP			X	X	X	X	X	X
IGU BS (Bancada Serviços)			v1		v2			
IGU MS (Módulo Serviços)							v1	v2
ALG BS+MS			v1			v2	v3	v3
EXT BS (Bancada Serviços)			v1		v2			
INT BS (Bancada Serviços)			v1		v2			
OCM BS+MS			v1		v2		v3	v4

Tipos de Actividades
 G&R. Gestão e Reuniões
 D&D. Documentação
 C&P. Concepção, Programação e Teste

Tipos de Documentos:
 PA. Plano de actividades, Agendas e Actas das reuniões (empresas e GD)
 MTM. Manual técnico do módulo
 MUM. Manual de utilização do módulo
 AP. Apresentações de progresso

Tipos de Componentes
 IGU. Componentes de Interface com o Utilizador
 ALG. Componentes Algorítmicas
 EXT. Componentes de Interligação externa
 INT. Componentes de Interligação a outros módulos
 OCM. Outros componentes

Figura 1.21 Ficha de Planeamento do Módulo Serviços do Sistema GIST

A Figura 1.22 acrescenta algum detalhe ao esquema de arquitectura muito simples que foi introduzido na Figura 1.18 para um sistema de apoio ao negócio na Internet. Pode observar-se que existem 3 módulos destinados a utilizadores diferentes, partilhando uma mesma base de dados construída em Oracle. A figura parece sugerir que os procedimentos são programados em duas linguagens procedimentais e as interfaces com os utilizadores em três. Aparentemente a base de dados está especificada através de um modelo de classes apresentado em anexo.

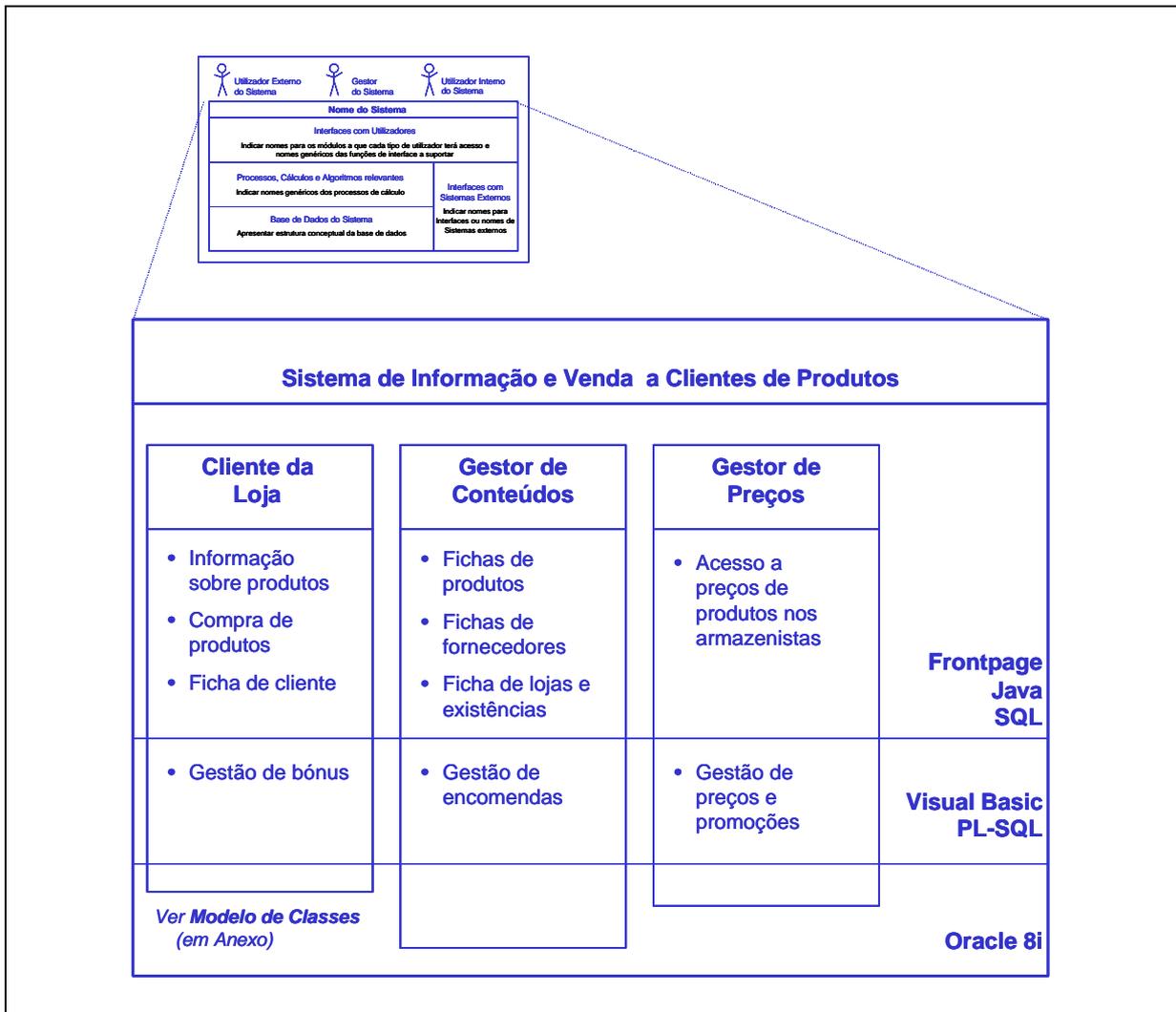


Figura 1.22 Arquitectura de referência de um sistema de informação para apoio a actividades de comércio electrónico.

1.5 Relatório do Projecto

Como já se indicou, o relatório de um projecto de sistemas de informação pode resultar da evolução dos documentos contratuais, conforme tabela da página 24, e sugestão do modelo evolutivo.

Assim que se dá início ao projecto vão sendo criados documentos e produtos, normalmente de acordo com o previsto no contrato de desenvolvimento. Muitos dos documentos elaborados

destinam-se a acompanhar os produtos informáticos desenvolvidos, para além do final do projecto. De entre estes documentos salientam-se os vários manuais para apoiar os utilizadores essenciais¹⁰ (ver secção 1.4.2) e os manuais de referência para o sistema desenvolvido. No caso de o sistema desenvolvido apresentar o modelo da Figura 1.18, utilizador externo, gestor do sistema e utilizador interno, haveria necessidade de 3 documentos distintos de apoio a utilizadores. Obviamente que cada um destes documentos poderá ainda ser desdobrado, com partes mais apropriadas para cada caso de uso, ou experiência de utilização. Por exemplo, o manual do utilizador pode ter uma descrição exaustiva de todas as funcionalidades do sistema, ou pode ter uma ou várias apresentações particulares para exemplificar a forma de resolver um dado problema com o sistema.

Se se gerir o projecto de acordo com o modelo evolutivo, estes documentos resultam naturalmente das tarefas do projecto, por evolução dos documentos inicialmente elaborados na fase de preparação e nas fases de negociação do projecto.

Para além destes documentos, essenciais para garantir um funcionamento adequado a longo prazo dos sistemas, o bom andamento do projecto exige a monitorização das actividades com a produção de inúmeros documentos de controlo, quer do ponto de vista técnico quer financeiro, conforme a Figura 1.23 ilustra. Como foi referido, as actividades de monitorização e controlo devem ser permanentes, assumindo com alguma regularidade uma face mais visível, através de reuniões conjuntas a vários níveis de responsabilidade nas estruturas de gestão do projecto.

No final do projecto são assim entregues ao cliente ou ao utilizador todos os produtos, sistemas e documentos previstos, e deve ser apresentado um relatório sumário sobre a forma como o projecto decorreu. Este relatório deve referir todos os aspectos mais relevantes, objectivos que foram de facto atingidos e eventualmente os desvios verificados. Eventuais alterações ao plano devem ser justificadas de forma a que todas as partes envolvidas fiquem satisfeitas com a solução proposta ou obtida. Num projecto de dimensão e horizonte temporal significativo, pode haver necessidade de relatórios de progresso intercalares, previstos no plano do projecto, com objectivos e estruturas semelhante ao do relatório final.

1.5.1 Relatório Sumário Executivo

A maior parte dos projectos origina resultados que são parcialmente satisfatórios e a maior parte dos projectos decorre num processo que é igualmente apenas parcialmente satisfatório. Dada a tendência ou necessidade da actividade de gestão se concentrar na resolução de problemas e conflitos, ou seja, no que não está a correr bem, pode haver tendência para produzir documentação sobre o que correu mal, ignorando os resultados e processos

¹⁰ Donal Norman, um conhecido psicólogo, pioneiro na aplicação das ciências cognitivas à concepção de interfaces de produtos refere que “[...] os manuais são normalmente muito menos úteis do que é esperado. São habitualmente escritos à pressa, depois de o produto estar construído, com um prazo muito apertado e com recursos insuficientes, e escritos por pessoas com trabalho a mais e pouca apreciação. No melhor dos mundos possíveis, os manuais deviam ser escritos em primeiro lugar, e o produto deveria ser projectado de seguida, de acordo com o seu manual. Os utilizadores poderiam então ir testando o produto e o manual, simultaneamente, transmitindo importantes opiniões sobre ambos. Mesmo assim, não podemos confiar nem nos melhores manuais: a maior parte dos utilizadores não os lê. Obviamente não podemos esperar que os produtos complexos sejam utilizados sem algum tipo de instruções, mas os projectistas devem ter em atenção a natureza humana, tal como ela é” (traduzido de [Norman 1988], p. 190).

adequados. Os relatórios devem ser equilibrados e de acordo com o que de facto se passou, referindo as partes boas e as más. Pode abordar não só os resultados concretos do projecto, como os seus aspectos de organização, métodos usados para orientar as actividades, formas de garantir comunicação e gestão de conflitos, sistema de monitorização e controlo, bem como interligação a outros projectos. Finalmente deve apresentar pistas para problemas ou actividades que não foram suficientemente tratadas ou que merecem uma continuação futura.

Tudo isto deve ser feito num espaço reduzido, tipicamente uma ou duas páginas, por forma a que o impacto seja feito ao mais alto nível das organizações. Tal como o contrato, este relatório sumário deverá ser um resumo de todos os documentos e produtos resultantes do projecto.

1.5.2 Exemplos de Documentação Técnica Resultante

A documentação técnica resultante do projecto depende muito do projecto em causa, da sua dimensão, e de opções ou normas de documentação existentes ou exigidas. De seguida apresenta-se uma proposta de documentos, seguindo a estrutura anteriormente apresentada para o contrato. Nota-se desde já que para projectos de pequena dimensão não se justifica produzir e manter vários volumes. Embora a noção de volume, manual ou relatório não tenha necessariamente uma dimensão física, em termos de conjunto de folhas de papel encadernado, a palavra está associada a esse meio de disponibilização. A produção de documentação técnica para ser acessível via Internet coloca problemas diferentes e como tal deve ser pensada de uma forma diferente. Por exemplo, os documentos referidos na Figura 1.23 cumprem funções importantes, mas o apoio a essas funções através de mecanismos numa Intranet origina uma organização provavelmente diferente da apresentadas. No entanto, julgamos que uma parte importante dos conceitos apresentados resistirá a soluções de acesso tipo Internet.

De seguida supomos que o sistema de informação em causa está organizado em módulos, tendo cada módulo utilizadores diferentes, uma equipa responsável pelo desenvolvimento e documentação própria. Neste caso, tratando-se de módulos de um só sistema haverá necessidade de normas de interface e manutenção dos componentes de interligação. No caso de não existirem módulos, ou no caso de se optar por descrever globalmente o sistema, basta substituir a palavra *módulo* por *sistema* nas descrições seguintes.

Na sequência da organização dos anexos técnicos ao contrato, cada módulo deverá manter o seguinte conjunto de documentos, mais detalhados de seguida:

- PA: Plano de Actividades, incluindo agendas e actas de reuniões técnicas.
- MUTn: Manual ou Manuais de Utilização do módulo.
- MTR: Manual Técnico de Referência do módulo.
- AP: Apresentação de Progresso, inicial (APi), intermédia (APn) ou final (APf).

O Manual de Qualidade deverá ser igualmente mantido, sendo normalmente natural aplicar-se ao projecto ou ao sistema, não a cada um dos módulos.

- MQP: Manual de Qualidade do Projecto.

- 100 Documentos gerais:
 - 101 Contrato
 - 102 Especificações gerais
 - 103 Plantas e desenhos
 - 104 Listas de volumes e quantidades
 - 105 Organização e repartição de funções
- 200 Reuniões:
 - 201 Calendário de reuniões
 - 202 Reuniões internas do projecto
 - 203 Reuniões com outros órgãos da empresa
 - 204 Reuniões com o cliente
 - 205 Reuniões com fornecedores
- 300 Planificação:
 - 301 Planificação geral
 - 302 Gráficos de detalhe
 - 303 Programas de computador
 - 304 Descrição das actividades
 - 305 Diário de actividades
- 400 Aspectos financeiros:
 - 401 Previsões económicas
 - 402 Aquisições e compromissos
 - 403 Facturas
 - 404 Pagamentos
 - 405 Preços e tarifas
 - 406 Salários e prémios
 - 407 Caixa
- 500 Desenho e execução:
 - 501 Especificações de detalhe
 - 502 Planos
 - 503 Normas de desenho e de fabrico
 - 504 Desenhos
 - 505 Ordens de trabalho
 - 506 Subempreitadas
 - 507 Propostas
 - 508 Programas de construção ou de fabrico
- 600 Acompanhamento e controle:
 - 601 Controles de qualidade
 - 602 Controles de custos
 - 603 Controles de prazos
 - 604 Memorandos e informações periódicas
 - 605 Folhas de tempos e de actividades
 - 606 Controle de fornecedores
 - 607 Medidas correctivas
- 700 Administração do projecto:
 - 701 Assuntos do pessoal
 - 702 Mobiliário e logística
 - 703 Correspondência vária
 - 704 Telex, fax
 - 705 Viagens
 - 706 Segurança
- 800 e 900 Documentação técnica

Figura 1.23 Exemplo simplificado de codificação para numeração e arquivo de documentos de projectos ([Brand 1992], p. 186-7).

Obviamente que em cada momento deve existir sempre, em estado demonstrável, o último protótipo do sistema de informação que foi disponibilizado aos utilizadores. A existência de um tal protótipo, diferente do que está em evolução é fundamental para que apresentações ocasionais, por exemplo requeridas pela administração ou pelo departamento de Marketing, possam ser efectuadas de uma forma controlada, sem afectar os desenvolvimentos em curso:

PSIn: Protótipo do Sistema de Informação, na n-ésima versão ou iteração demonstrável.

De seguida apresentam-se os documentos normalmente produzidos no final de um projecto de sistemas de informação. Obviamente que a organização documental pode ser diferente, em particular tratando-se de um projecto de pequena dimensão.

PA - Plano de Actividades

1. CAPA: título, autores, versão, data; lista de conteúdos ou índice.
2. Plano de actividades realizado, contendo por exemplo:
 - G&R: Actividades de gestão, actividades que não se incluam nos tipos de actividades seguintes, e reuniões internas ou externas; indicar participantes (organizações ou pessoas) e datas efectivas.
 - D&D: Actividades de documentação realizadas; identificar documentos produzidos de acordo com a estrutura documental definida, e datas efectivas.
 - C&P: Actividades de concepção, programação e teste; identificar por exemplo de acordo com o plano de actividades, e arquitectura modular do sistema (secção 1.4.4), e datas efectivas
3. ANEXOS com agendas, actas e outros documentos de gestão.

MTM - Manual Técnico do Módulo

1. CAPA: título, autores, versão, data; lista de conteúdos ou índice.
2. Descrição sumária do problema e da solução apresentada pelo módulo, suas funcionalidades e arquitectura; principais utilizadores e casos de uso.
3. Descrição detalhada e organizada do sistema seguindo a arquitectura apresentada; por exemplo: (i) equipamento e aplicações base; (ii) componentes, sub-módulos, partes ou algoritmos mais relevantes (iii) nomes de ficheiros e directorias onde se encontram (iv) interfaces com utilizador; (v) interfaces com outros módulos e com outros.
4. Apresentação do modelo de classes globalmente e por sub-módulos.
5. Funcionalidades ainda não implementadas e outros comentários ou avisos importantes.
6. ANEXOS relevantes.

MUM - Manual de Utilização do Módulo

1. CAPA: título, autores, versão, data; lista de conteúdos ou índice.
2. Descrição sumária do problema e da solução apresentada pelo módulo, suas funcionalidades e arquitectura.
3. Processo de instalação e interligação aos outros módulos e sistemas; formas e contactos para obter apoio.
4. Exemplos de utilização mais comuns e descrição das várias funções disponíveis.
5. Problemas frequentes e funções a disponibilizar nas próximas versões.
6. ANEXOS relevantes.

AP: Apresentações de Progresso

1. CAPA: Título, autores, versão, data; conteúdos ou índice da apresentação.
2. Problema em estudo e principais objectivos propostos.
3. Apresentação dos resultados obtidos, com exemplos de objectivos atingidos.
4. Proposta para recuperação dos objectivos não atingidos.
5. Objectivos para a próxima versão, incluindo actualização de plano de apresentações intercalares.
6. ANEXOS: Planeamento actualizado do módulo ou outros elementos.

1.6 Conclusões e principais referências

Em cada situação concreta há que decidir qual a melhor organização a dar ao projecto de sistemas de informação. A evolução permanente das organizações e do conhecimento e experiência das pessoas tornam as melhores normas desactualizadas ou parcialmente inapropriadas. Por estes motivos há que ter sempre uma atitude crítica construtiva e adaptar da forma mais correcta os processos, modelos e normas existentes por forma a resolver com sucesso os problemas que se colocam. Obviamente que esta atitude deve considerar o ambiente da organização, e as normas existentes em vigor, e deve haver uma clara vantagem relativamente ao recurso às normas actuais.

A organização de um projecto de sistemas de informação, e do respectivo contrato e anexo técnico, deve ser feita com a participação das partes envolvidas. Quanto maior for a experiência dessas partes, mais adequado será o contrato. Os capítulos seguintes não substituem a experiência, mas visam introduzir o leitor a alguns aspectos essenciais para projectar adequadamente sistemas interactivos suportados em bases de dados.

Os três capítulos seguintes, orientados respectivamente para os problemas da modelação da interface com o utilizador final, da modelação conceptual da informação do problema, e da modelação da base de dados relacional de suporte ao sistema de informação, visam permitir que as propostas contratualizadas tenham por base e origem um projecto adequado do ponto de vista técnico da arquitectura e engenharia do sistema de informação. Não se pretende nesses capítulos transmitir conhecimentos com vista à implementação propriamente dita dos sistemas de informação operacionais, com recurso a ferramentas informáticas comerciais. Esses conhecimentos e experiências ultrapassam claramente o nosso objectivo. À medida que

os sistemas de informação se tornam cada vez mais complexos, a sua programação envolve conhecimentos e experiências muito específicos com muitas tecnologias. Por exemplo, um programador tem de conhecer as ferramentas e linguagens de programação e configuração dos SGBD, os sistemas operativos, as tecnologias de interface com a Internet, outros sistemas e linguagens (em evolução permanente). No entanto alguma experiência ao nível dessas ferramentas é importante para permitir que as actividades de arquitectura e engenharia conceptual dos sistemas não sejam realizadas de uma forma que ignore os problemas concretos com que se debatem os técnicos que implementam e mantêm os sistemas. A elaboração de um contrato requer o envolvimento de técnicos com conhecimento e experiência dos problemas, dos métodos e das ferramentas.

Não só os arquitectos e engenheiros de sistemas devem compreender os problemas de utilizadores e programadores, como estes últimos devem perceber as propostas de soluções apresentadas antecipadamente. Assim como uma pessoa que adquire uma habitação deve conseguir através da planta ou da maquete concluir se o produto final será adequado às suas futuras necessidades, também o utilizador de um sistema deve poder pronunciar-se sobre os documentos de projecto.

Os métodos, técnicas e documentos aplicados a um projecto de sistemas de informação introduzidos neste capítulo devem servir não só à própria instituição que fornece ou constrói o sistema informático, mas devem servir para negociar o início, evolução e conclusão de um projecto sistemas de informação, orientando os seus clientes e fornecedores, e orientando quem programa e quem utiliza de facto os sistemas.

1.7 Principais referências

A apresentação deste capítulo baseia-se em três temas principais: métodos de gestão de projecto, modelos de processo de desenvolvimento de suportes lógicos e normas para organizar os projectos de sistemas de informação.

Os métodos e técnicas gerais para gestão de projectos são abordados em inúmeros textos. Refere-se por exemplo [Brand 1992], [Maylor 1996] e [Lowery 1994], este último sobre a ferramenta MS Project v4.0. Técnicas e sugestões relativas à elaboração de relatórios podem ser vistas em [Sussams 1983] ou [Blanco 2000].

Ao nível dos modelos de processo, Barry Bohem é um dos autores mais influentes, com muita experiência em grandes projectos, e com inúmeras publicações sobre diversos modelos de processo. No seu trabalho seminal *Software Engineering Economics* [Boehm 1981], Barry Bohem apresenta exaustivamente o modelo sequencial cascata, e o modelo COCOMO *CO*nstructive *CO*st *MO*del, este último utilizado para estimar a duração, os recursos necessários e o custo para um dado projecto. Estes modelos serviram de referência para a organização de um número considerável de projectos. Mais tarde, dadas as graves limitações e insucessos dos modelos Cascata e COCOMO, Bohem introduz o modelo de processo espiral [Boehm 1988] que continua a ser uma referência para os modelos evolutivos e orientados para os utilizadores.

As organizações que propõem normas nestas áreas de actividade sofrem normalmente de algum atraso relativamente às evoluções científicas mais recentes. De entre as várias

entidades que a nível nacional e internacional têm actividade de normalização salientam-se as seguintes associações profissionais e científicas:

IEEE, *The Institute of Electrical and Electronics Engineers*, a mais importante associação científica e profissional de âmbito internacional na engenharia electrotécnica. Inclui na sua organização a *IEEE Computer Society* que, em conjunto com a ACM, lidera a actividade associativa internacional em informática.

ACM, *Association for Computing Machinery*, a mais importante associação científica e profissional de âmbito internacional exclusivamente dedicada à informática.

ACM e IEEE publicam um número muito elevado de revistas científicas e de divulgação técnica. *Communications of the ACM* e *IEEE Computer* são os nomes das revistas de maior divulgação, distribuídas mensalmente a todos os associados. Em conjunto estas associações definem padrões para o ensino da informática.

Para além destas associações profissionais e científicas, são de salientar as seguintes organizações governamentais, de âmbito internacional:

ISO, *International Standards Organization*, a organização internacional de normalização dependente estatutariamente das Nações Unidas. São muito conhecidas e aplicadas as normas de qualidade ISO 9000: ISO 9001, ISO 9000-3, ISO 9004 e ISO 9126.

IEC, *International Electrotechnical Commission*, a organização internacional electrotécnica, responsável por normas de equipamentos eléctricos, electrónicos e de telecomunicações.

IFIP, *International Federation for Information Processing*, federação internacional para o processamento de informação.

ECMA, *European Computer Manufacturers Association*, organização europeia com sede em Geneva. Em particular, publicou conjuntamente com o NIST, as normas “Reference Model for Frameworks of Software Engineering Environments” (ECMA Technical Report TR/55, 1991).

ESI, *European Software Institute*, organização europeia sediada em Sevilha, dependente estatutariamente da Comissão Europeia, que efectua estudos em arquitectura e engenharia de suportes lógicos.

Devido ao grande desenvolvimento da informática nos EUA são ainda de referir os seguintes organismos aí sediados:

ANSI, *American National Standards*, a organização oficial EUA de normalização.

NIST, *National Institute of Standards and Technology*, organização sediada em Gaithersburg, Md., EUA. Em particular, publicou conjuntamente com a ECMA, as normas “Reference Model for Frameworks of Software Engineering Environments” (NIST Special Publication 500-201, 1991).

SEI, *Software Engineering Institute*, organização sediada na *Carnegie Mellon University* (desde 1984), estabelecida pelo Departamento de Defesa dos EUA para promover a qualidade da Engenharia de Suporte Lógicos, de forma a melhorar os prazos e custos de produção de sistemas. Em particular o SEI definiu o CMM®, *Capability Maturity Model*, que classifica o nível de qualidade das empresas fornecedoras de software para o governo dos EUA (<http://www.sei.cmu.edu/>).

DoD, *Department of Defense*, Departamento de Defesa dos EUA, responsável pelas normas MIL-STD.

OMG, *Object Management Group*, responsável pela definição de especificações e normas comerciais para a indústria de suportes lógicos; em particular adoptou o CORBA e UML (<http://www.omg.org/>).

Algumas normas relevantes

[ANSI/IEEE Std 830-1993] *IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications*. v+26 pp., ISBN: 1-55937-395-4.

[IEEE Std 830-1993] ver [ANSI/IEEE Std 830-1993].

[IEEE-CASE 1995] *IEEE Recommended Practice for the Adoption of Computer-Aided Software Engineering (CASE) Tools*, 1995, 44 pp.

[IEEE-SPEC 1996] *IEEE Guide for Developing System Requirements Specifications*, 1996, 32 pp.

[IEEE-Std 1994] IEEE - The Institute of Electrical and Electronics Engineers: *IEEE Standards Collection - Software Engineering*, 1994 Edition, Piscataway: IEEE Inc.; ISBN: 1-55937-442-X.

[ISO/IEC-12207 1995] *Information technology – Software life cycle processes*.