

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO
Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores



Sistema para Gestão Operacional de Processos
Uma Visão Global na Indústria e nos Serviços no Contexto dos
Sistemas de *Fluxo de Trabalho*

Dissertação de Mestrado em
Engenharia Electrotécnica e de Computadores de

Alexandre Manuel Tavares Bragança

Setembro de 1997

81.3(043)/32Pq/SIS
UNIVERSIDADE DO PORTO
Faculdade de Engenharia
BIBLIOTECA M
N.º 50862
CDU _____
Data 04.07.2000

cat

A abertura e conseqüente globalização da economia, ocorrida nos últimos anos, trouxe consigo uma crescente concorrência entre empresas. As empresas deixaram de estar inseridas em mercados nacionais protegidas do exterior. Neste contexto global as pressões a nível dos preços e da qualidade têm sido constantes.

Para conseguirem acompanhar este ritmo as organizações já não podem funcionar como antigamente. É fundamental uma gestão de grande rigor, qualidade e estratégia.

Assim, para atingirem estes objectivos, as organizações necessitam melhorar de forma consistente as suas actividades de índole operacional. Hoje em dia não é possível enfrentar o mercado exclusivamente pelo uso de ferramentas financeiras ou de *marketing*.

A investigação operacional tem sido, de facto, uma área de grande estudo e investigação, principalmente no sector industrial. Vários métodos e algoritmos têm surgido para resolverem um dos problemas mais graves na gestão da produção: o escalonamento da produção. Esses métodos têm sido aplicados ao planeamento da produção com relativo sucesso.

O problema é que cada vez mais o planeamento tem que ser reactivo. Existem demasiadas variáveis que são constantemente alteradas: falhas nas máquinas, absentismo nos operários, encomendas alteradas, etc.

Neste contexto são necessários sistemas que, para além de suportarem os métodos mencionados, permitam que o gestor da produção possa interagir a qualquer momento de forma a decidir sobre situações imprevistas que necessitem do seu conhecimento de perito na área.

Nos serviços esta pressão sobre o sector operacional das organizações têm-se diluído um pouco no alto valor acrescentado que incorpora cada uma das suas actividades. Sob a pressão do aumento concorrencial, mencionado acima, estas organizações já não se podem dar ao luxo de terem uma descuidada gestão das suas actividades operacionais pois, tal como para a indústria, estas são o suporte da sua continuidade.

Nesta dissertação analisamos aprofundadamente o problema descrito, sob o prisma industrial e dos serviços. Esta abordagem implicou o estudo detalhado, particularmente, do planeamento operacional da produção, na indústria, e dos sistemas de gestão de *fluxo de trabalho*, nos serviços.

Nesse contexto será apresentado o sistema desenvolvido para gestão operacional de processos de negócio.

Abstract

The overwhelming and consequent globalisation of the economy, occurring in the last few years, resulted in a rising competition between companies. They aren't any longer in national markets or protected from the outside. In this context, there has been a constant pressure in relation to prices and quality.

To be able to follow the rhythm, the organisation can't afford to work like they use to. It is fundamental to have a strict management, quality and strategy.

Therefore, to obtain those aims, the organisation needs to improve seriously their operational activities. Today it's impossible to deal only by the use of financial or marketing tools.

The operational investigation has been in fact an area of great study and investigation, especially in the industrial sector. Lots of methods and algorithms have been able to solve one of the biggest problem in production management: the scheduling of the production. Those methods have been applied with a relative success in production planning.

The problem is that, each time planning has to be even more reactive. There are too many variables which are in constant changing: machinery errors, absenteeism of workers, altered orders, etc....

There is an urge for systems that, beside supporting methods already mentioned, allow the production manager to interact at any time in a way to decide about unpredictable situations that need the knowledge of an expert.

In the services this pressure over the operational sector has been melting slowly in the high added value which incorporate each one of his activities. Under the pressure of the rising competition, mentioned above, those organisation can't no longer be careless about the management of their operational activities because, as for the industry, these ones are the support of their continuity.

In this dissertation, we have thoroughly analysed the problem described, particularly in the industry and services. This implied a detailed study, particularly about the operational planning of production in industry and systems managing of workflow in services.

In this context, we'll present the system developed for operational management of business process.

L'ouverture et la conséquente globalisation de l'économie de ces dernières années, apporta une croissante concurrence dans le milieu des affaires. De ce fait, les entreprises n'existent plus dans les marchés nationaux protégés de l'extérieur. Dans ce contexte, les pressions au niveau des prix et de la qualité deviennent une constante.

Pour réussir à accompagner ce rythme, les organisations ont un besoin de rendre meilleur et d'une façon consistante ces activités opérationnelles. Aujourd'hui, il est impossible de faire face à un marché en utilisant exclusivement des outils financiers ou de marketing.

L'investigation opérationnelle fût, en effet, un secteur de grandes études et investigations, notamment dans le secteur industriel. De nombreuses méthodes et algorithmes ont surgit pour résoudre un des problèmes les plus graves dans la gestion de la production: l'escalonnement de la production. Ces méthodes furent appliquées dans le planning de la production avec un certain succès.

Le problème réside dans le fait que, de plus en plus, le planning doit être reactif. Il existe trop de variables qui sont constamment en alternance: erreurs des machines, absentéisme des ouvriers, commandes modifiés, etc...

De ce fait, il est nécessaire des systèmes qui, en plus de faire l'essentiel, puissent permettre le gérant de la production d'intégrer à tout moment, de façon à pouvoir résoudre des situations qui nécessitent de ces connaissances sur le sujet.

Dans les services, cette pression sur le secteur opérationnel des organisations est en train de se diluer un peu dans la grandeur des valeurs qu'incorporent chacune de ces activités. Sous la pression de l'augmentation concurrentielle, ces organisations ne peuvent plus se donner au luxe d'avoir une gestion malmenée de ces activités opérationnelles car, tout comme pour l'industrie, elles sont le support même de la continuité.

Dans cette dissertation, nous avons analysé le problème décrit, sous un oeil industriel et des services. Cet abordage implica une étude détaillée, tout en particulier, du planning opérationnel de la production dans l'industrie, et des systèmes de gestion du flux de travail dans les services.

Dans ce contexte, nous présenterons le système développé pour une gestion opérationnelle des procédures de négociés.

A realização de um trabalho da índole de uma dissertação de mestrado é sempre algo que exige um esforço pessoal e uma dedicação fora do comum. Esta dissertação não foge à regra.

O trabalho desenvolvido foi, e continua a ser, deveras motivador.

Apesar de pessoal, esta dissertação não é um acto isolado. Para a realização deste trabalho muitas pessoas estiveram directa e indirectamente ligadas. O teor prático do sistema desenvolvido nesta dissertação aumentou ainda mais esse envolvimento.

Antes de mais desejo agradecer profundamente o apoio, sacrifício e carinho da minha esposa e família, sem os quais esta dissertação concerteza não teria existido.

Para o desenvolvimento deste trabalho tivemos a colaboração de três organizações: o Centro de CIM do ISEP, a DIC - Desenvolvimento Informático e Consultadoria Lda e a I2S Informática - Sistemas e Serviços, S.A.

O Centro de CIM do ISEP e a DIC estiveram presente no trabalho de aplicação prática do sistema desenvolvido à indústria. Relativamente à aplicação aos serviços contamos com o Centro CIM do ISEP e com a I2S.

Desde já agradeço, colectivamente, a estas organizações, sem as quais teria sido difícil, ou até impossível, o desenvolvimento de um trabalho de aplicação prática imediata.

Agradeço, ainda, ao Instituto Superior de Engenharia do Porto, instituição onde trabalho, pelo facto de ter possibilitado este acção de formação no âmbito do programa PRODEP.

A concepção e desenvolvimento de um sistema para gestão operacional dos processos inerentes às actividades das organizações é, de facto, um projecto ambicioso. Sem a colaboração e motivação de diversas pessoas tal projecto dificilmente teria chegado ao ponto actual e muito menos motivado o autor para a sua continuação em termos de aplicação prática a casos concretos.

Assim deixo os meus mais sinceros agradecimentos:

aos meus orientadores Prof^ª. Zita Vale e Prof. Carlos Ramos pelo apoio, ensinamentos e disponibilidade demonstradas durante a realização deste trabalho, assim como pela leitura desta dissertação,

ao José Marinho, meu colega de mestrado, pelas horas de trabalho conjunto e ajuda mútua,

ao Eng.º Luis Paupério, por acreditar no projecto, nas pessoas, e pela sua visão do futuro,

ao Eng.º José Timóteo, pelos vários anos de trabalho conjunto e, em particular, pelos seus ensinamentos,

a todos as pessoas da I2S, que directa ou indirectamente, permitiram este trabalho,

a todos os colegas do ISEP, em especial do Centro de CIM, por todo o apoio prestado e pelos agradáveis momentos de convívio,

finalmente a todas as pessoas que tornaram possível este trabalho, o meu mais sincero agradecimento.

Porto, 23 de Setembro de 1997

O autor,



Alexandre Manuel Tavares Bragança

Capítulo 1

Introdução

1.1 Mote.....	1
1.2 Apresentação.....	1
1.3 Motivação.....	2
1.4 Estrutura da dissertação.....	4

Capítulo 2

Considerações sobre Gestão da Produção

2.1 Enquadramento histórico.....	7
2.2 A produção na era da informação.....	9
2.3 Modelo actual de unidade produtiva.....	12
2.3.1 Classificação das unidades produtivas.....	13
2.3.2 Funções de uma unidade produtiva.....	15
2.3.3 Engenharia dos produtos e processos.....	19
2.3.4 Planeamento e controlo.....	20
2.3.5 Produção.....	21
2.3.6 Os sistemas de informação.....	21
2.3.7 O conceito de produção integrada por computador.....	22
2.4 Resumo.....	25

Capítulo 3

Planeamento Operacional

3.1 Introdução.....	27
3.2 Estratégia de uma empresa.....	28
3.3 Planos de execução.....	31
3.4 Plano de produção.....	31
3.4.1 Plano director de produção.....	32
3.4.2 Planeamento da capacidade.....	33
3.5 Gestão de materiais e de capacidade.....	35
3.5.1 Considerações sobre necessidades independentes.....	36
3.5.2 Necessidades dependentes.....	38
3.5.2.1 MRP.....	39
3.5.2.2 MRP II.....	39
3.6 Planeamento operacional e controlo.....	41
3.6.1 Escalonamento e controlo por tipos de produção.....	43
3.6.2 O problema do escalonamento.....	44
3.7 Resumo.....	47

Capítulo 4	
<i>Fluxo de Trabalho</i>	
4.1 Introdução	49
4.2 Perspectiva histórica	51
4.3 Tipos de sistemas de <i>fluxo de trabalho</i>	52
4.4 Sistemas de trabalho em grupo e de mensagens	54
4.5 <i>Fluxo de trabalho</i> como suporte à reengenharia	55
4.6 Aspectos teóricos do <i>fluxo de trabalho</i>	57
4.7 <i>Fluxo de trabalho</i> na actualidade	60
4.8 Resumo	64
Capítulo 5	
Indústria e Serviços: Semelhanças	
5.1 Introdução	65
5.2 Indústria ou serviço?	66
5.3 Particularidades dos serviços	71
5.4 Pontos comuns	74
5.5 Gestão operacional numa organização	76
5.6 Resumo	79
Capítulo 6	
Um Sistema para Gestão Operacional de Processos	
6.1 Introdução	81
6.2 Conceitos inerentes à gestão de processos	82
6.3 Arquitectura do sistema proposto	84
6.4 Engenharia e gestão	90
6.4.1 Engenharia ou concepção	91
6.4.1.1 Processos	96
6.4.2 Planeamento e controlo	104
6.4.2.1 Escalonamento	111
6.4.2.2 Fundamentos do <i>interface</i> gráfico	113
6.4.2.3 Características do <i>interface</i> gráfico	115
6.5 Estruturas de suporte	120
6.6 Utilização do sistema na indústria	122
6.7 Utilização do sistema nos serviços	127
6.8 Outras aplicações do sistema	133
6.9 Resumo	134
Capítulo 7	
Conclusões	
7.1 Introdução	135
7.2 Dificuldades encontradas	136
7.3 Conclusões a retirar do trabalho	138
7.4 Desenvolvimentos futuros	138
Referências	141

Anexos

Anexo A

Uma Linguagem de Especificação de Comportamentos

A.1 Introdução	145
A.2 Uma linguagem de programação.....	146
A.3 Gramática	149
A.4 Especificação técnica.....	149
A.4.1 <i>Parser</i> e geração de código	150
A.4.2 Código binário gerado.....	150
A.4.3 Formato do ficheiro binário do programa.....	151
A.4.4 Formato do ficheiro binário de dados.....	152
A.4.5 Máquina virtual de execução	152
A.4.6 Funções, extensões e respectivo protocolo	153
A.4.7 Funções do utilizador	153
A.4.8 Tabela de símbolos	154
A.4.9 Arquitectura de funcionamento.....	154
A.5 Exemplo de um programa.....	155
A.6 Desenvolvimentos futuros	159
Referências e bibliografia	159

Anexo B

A Actividade Seguradora

B.1 Introdução.....	161
B.2 Breve história da actividade seguradora	162
B.3 Intervenientes na actividade seguradora	165
B.4 Processos e documentos da actividade seguradora.....	168
B.4.1 Apólice (vida).....	169
B.4.2 Indemnização/reembolso (vida)	170
B.4.3 Recibo/estorno (vida)	171
B.4.4 Apólice (não vida).....	172
B.4.5 Recibo/estorno (não vida).....	173
B.4.6 Indemnização/reembolso (não vida).....	174
B.4.7 Processos da actividade seguradora	175
B.5 Aplicações informáticas para as funções do negócio	177
B.6 Necessidade da gestão dos processos.....	178
B.7 Projecto a desenvolver.....	180
Referências e bibliografia	181

Anexo C

Gestão Electrónica de Documentos

C.1 Introdução.....	183
C.2 Conceitos	184
C.3 História	187
C.4 Classificação das aplicações de GED	189
C.5 Constituição de um sistema GED.....	190
Referências e bibliografia	191

Anexo D	
I2Sdoc	
D.1 Introdução	193
D.2 Constituição do sistema.....	194
D.3 Utilização do sistema.....	196
D.3.1 Expediente	199
D.4 Configuração e administração do sistema	200
D.4.1 Configuração dos percursos	202
D.5 Conclusões.....	203
Referências e bibliografia	204
Anexo E	
O Projecto Xcam	
E.1 Introdução.....	205
E.2 Descrição geral.....	206
Anexo F	
Aspectos Técnicos do Sistema Desenvolvido	
F.1 Introdução	207
F.2 Considerações sobre a base de dados	208
Referências e bibliografia	209
Anexo G	
Apontamentos sobre <i>Fluxo de Trabalho</i>	
G.1 Introdução	211
G.2 Termos e conceitos	212
G.3 Constituição de um sistema de <i>fluxo de trabalho</i>	227
G.4 Interligação de diversos sistemas	219
G.5 Análise de alguns sistemas.....	220
Referências e bibliografia	222
Bibliografia.....	225

Figuras

2.1 - Áreas funcionais de uma organização.....	12
2.2 - Processo simplificado de concepção de um produto.....	16
2.3 - Áreas funcionais de uma unidade produtiva.....	17
2.4 - Sistema de Informação de uma empresa industrial.....	24
3.1 - Visão estratégica e gestão operacional de uma empresa.....	29
3.2 - Factores críticos de sucesso.....	30
3.3 - Plano director de produção.....	33
3.4 - Enquadramento do MRP na gestão da produção.....	42
4.1 - Organização hierárquica.....	56
4.2 - Organização anárquica.....	57
4.3 - Organização cooperativa com direcção centralizada.....	57
4.4 - Directrizes de negócio.....	60
4.5 - Utilização actual de tecnologias emergentes.....	62
4.6 - Utilização futura de tecnologias emergentes.....	62
5.1 - Indústria versus Serviços.....	66
5.2 - Representação simplificada de uma organização sob o ponto de vista dos seus processos operacionais.....	77
6.1 - Arquitectura genérica do sistema.....	84
6.2 - Implementação do Sistema nos Serviços.....	86
6.3 - Implementação do Sistema na Indústria.....	87
6.4 - Diagrama de blocos do sistema proposto.....	89
6.5 - Janela de informação do SEGPro.....	90
6.6 - Janela principal do SEGPro.....	92
6.7 - Diagrama dos objectos principais da aplicação.....	93
6.8 - Janela de recursos.....	94
6.9 - Menu de contexto da janela de recursos.....	95
6.10 - Janela de edição das propriedades de um recurso.....	95
6.11 - Janela de edição das propriedades de uma operação.....	96
6.12 - Menu de contexto de um processo.....	97
6.13 - Barra de ferramentas do diagrama do processo.....	97
6.14 - Janela de edição das propriedades de um processo.....	98
6.15 - Janela de especificação do diagrama de um processo.....	98
6.16 - Exemplo de definição gráfica de um processo.....	99
6.17 - Janela das propriedades de um processo no âmbito do seu diagrama.....	100
6.18 - Janela das propriedades de uma tarefa no âmbito de um processo.....	101
6.19 - Janela de consulta do programa associado a uma tarefa.....	102
6.20 - Janela de edição do programa associado a uma tarefa.....	103
6.21 - Janela de trabalho de um cenário.....	106
6.22 - Exemplo de um processo.....	107
6.23 - Exemplo de um cenário.....	108
6.24 - Menu de contexto da janela do cenário.....	108
6.25 - Janela de criação de um novo expediente no cenário actual.....	109

6.26 – Janela de selecção da data limite do novo expediente.....	109
6.27 – Cenário com dois expedientes do mesmo processo.....	110
6.28 – Janela de edição das propriedades de um cenário.....	115
6.29 – Janela do perito de escalonamento.....	116
6.30 – Janela inserção de expediente do perito de escalonamento.....	117
6.31 – Janela de configuração de algoritmo de escalonamento.....	117
6.32 – Exemplo de manipulação directa do escalonamento.....	119
6.33 – Exemplo de comparação de cenários.....	119
6.34 – Classes relativas à concepção ou engenharia.....	120
6.35 – Classes relativas ao planeamento e controlo.....	121
6.36 – Processo para fabricação de peça de confecção.....	125
6.37 – Definição de processo para peça de confecção.....	126
6.38 – Planeamento de fabrico de peça de confecção.....	126
6.39 – Alteração ao planeamento de fabrico de peça de confecção.....	127
6.40 – Exemplo de processo para criação de novo seguro.....	131
6.41 – Definição de processo para tratamento de seguro de vida.....	132
6.42 – Planeamento de expediente relativo à criação de seguro de vida.....	132

Figuras (Anexos)

A.1 – Arquitectura geral da linguagem.....	148
A.2 – Gramática da linguagem.....	149
A.3 - Exemplo de um programa na linguagem desenvolvida.....	157
A.4 - Exemplo de funções definidas pelo utilizador.....	158
B.1 – Actividade seguradora.....	165
B.2 – Estados de uma apólice do ramo Vida.....	169
B.3 – Estados de uma indemnização/reembolso do ramo Vida.....	170
B.4 – Estados de um recibo/estorno do ramo Vida.....	171
B.5 – Estados de uma apólice de ramos não Vida.....	172
B.6 – Estados de um recibo/estorno de ramos não Vida.....	173
B.7 – Estados de uma indemnização/reembolso de ramos não Vida.....	174
B.8 – Intervenientes no contrato de seguro.....	175
B.9 – Principais processos entre a Seguradora e o Agente.....	175
B.10 – Principais processos entre a Seguradora e o Cliente.....	176
B.11 – Principais processos entre a Seguradora e a Co-seguradora.....	176
B.12 – Principais processos entre a Seguradora e a Resseguradora.....	177
C.1 – Um sistema de gestão electrónica de documentos.....	187
C.2 – Evolução no processamento da informação.....	188
C.3 – Classificação dos sistemas de GED.....	189
D.1 – Configuração usual do I2Sdoc.....	195
D.2 – Janela principal dos postos de consulta.....	196
D.3 – Janela de consulta de um documento.....	197
D.4 – Janela de visualização de uma página de um documento.....	198
D.5 – Janela de digitalização de páginas.....	198
D.6 – Janela de criação de expediente.....	199
D.7 – Janela de tratamento de expediente.....	200
D.8 – Janela principal de administração do sistema.....	201

D.9 – Janela de definição de tipos de documentos	201
D.10 – Janela de definição de tipos de imagens	202
D.11 – Janela de definição de percursos	202
D.12 – Janela de definição do programa associado a uma etapa do percurso.....	203
E.1 – Diagrama de blocos do módulo de gestão da produção do Xcam	206
G.1 - Relações entre a terminologia básica	215
G.2 - Estrutura genérica de um produto de fluxo de trabalho.....	218
G.3 - Modelo de referência de fluxo de trabalho.....	219

Tabelas

2.1 - Exemplo de actividades.....	13
3.1 - Tempos de tarefas para sequenciamento ent. e duas máquinas.....	46
3.2 - Sequenciamento resultante da aplicação da regra de Johnson	46
6.1 – Ferramentas do diagrama do processo e respectivo significado	99
6.2 – Operações para fabrico de peça de confecção	124

Tabelas (Anexos)

A.1 – Formato do código binário gerado.....	151
A.2 – Exemplo do código binário gerado	151

Síglas

API	<i>Application Programming Interface</i>
BPR	<i>Business Process Reengineering</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CAE	<i>Computer Aided Engineering</i>
CAM	<i>Computer Aided Manufacturing</i>
CAPP	<i>Computer Aided Process Planning</i>
CAQ	<i>Computer Aided Quality</i>
CIM	<i>Computer Integrated Manufacturing</i>
CNC	<i>Computer Numeric Controller</i>
COM	<i>Common Object Model</i>
CORBA	<i>Common Object Request Broker Architecture</i>
CRP	<i>Capacity Requirements Planning</i>
DCOM	<i>Distributed Common Object Model</i>
DDE	<i>Dynamic Data Exchange</i>
DIP	<i>Document Image Processing</i>
DLL	<i>Dynamic Linking Library</i>
EDI	<i>Electronic Data Interchange</i>
EIS	<i>Executive Information System</i>
FMS	<i>Flexible Manufacturing System</i>
GED	<i>Gestão Electrónica de Documentos</i>
JIT	<i>Just-in-Time</i>
MAPI	<i>Mail Application Programming Interface</i>
MIME	<i>Multipurpose Internet Mail Extension</i>
MRP	<i>Material Requirements Planning ou Manufacturing Resources Planning</i>
NC	<i>Numeric Controller</i>
OCR	<i>Optical Character Recognition</i>
ODBC	<i>Open Database Connectivity</i>
OLE	<i>Object Linking and Embedding</i>
PC	<i>Personal Computer</i>
PDP	<i>Plano Director de Produção</i>
PME	<i>Pequenas e Médias Empresas</i>
PPC	<i>Production Planning and Control</i>
RAD	<i>Rapid Application Development</i>
ROM	<i>Read Only Memory</i>
RPC	<i>Remote Procedure Call</i>
SGBD	<i>Sistema Gestor de Bases de Dados</i>
SOM	<i>System Object Model</i>
WAN	<i>Wide Area Network</i>

Introdução

"I wouldn't want to belong to any club that would accept me as a member."
- Groucho [Julius Henry] Marx

Este capítulo vai tentar situar o leitor no contexto envolvente que define as linhas mestres que guiaram a produção deste documento. Nele o autor vai tentar cativar o leitor para uma leitura abrangente e, supomos, inovadora da área de actividade em estudo. Será feita uma análise conceptual e bastante pragmática do objecto deste documento e do trabalho realizado. Apresentam-se também os capítulos seguintes que dão forma à dissertação apresentada.

1.1 Mote

Nos últimos tempos temos vindo a presenciar um fenómeno curioso. As empresas tradicionalmente do sector produtivo/industrial têm vindo a flexibilizar e diversificar os seus produtos assim como os seus processos no sentido de disponibilizar ao cliente um serviço personalizado. Por outro lado, o sector terciário dos serviços tem evoluído no sentido de definir de forma precisa os seus serviços tornando-os em produtos especiais de forma a melhorar os meios de distribuição e atingir o maior número possível de clientes finais. É interessante observar, segundo esta óptica como mundos, por definição distintos, cada vez mais se aproximam na forma e concepção do seus produtos/serviços e, ainda mais importante, na forma de definição e gestão dos seus processos.

1.2 Apresentação

Encontramo-nos numa época de alterações profundas no que respeita à nossa vivência. Para além das alterações políticas recentes que levaram a um novo equilíbrio global, muitas outras se vêm produzindo e afectando de forma irreversível a nossa forma de viver. Algumas vêm-se revelando de forma imperceptível para a maioria das pessoas, embora essas sejam as que provavelmente se revelarão mais importantes no futuro.

Podemos observar o que se passa hoje em relação à tecnologia. A *internet* vem alterar o modo de vida das pessoas (como é que estas trabalham, como trocam informação entre elas, como se relacionam). A televisão do futuro com a interactividade corresponde a outra evolução tecnológica que alterará a vida das pessoas: a televisão digital, a realidade virtual...

Toda esta evolução tecnológica aparece em paralelo com as alterações políticas e globais, como por exemplo, a alteração dos blocos e forças de poder a nível planetário; a criação de novos super-grupos económicos; a globalização da economia, etc.

Assim sendo, estes diversos aspectos da actualidade estão ligados à evolução tecnológica e ao conceito de mercado aberto. Sendo, sem dúvida, esta a grande força impulsionadora da humanidade no final do século XX (para melhor ou para pior...)

Sendo próprio da Humanidade a evolução contínua, a procura do saber, do conhecimento e do bem-estar, tentaremos definir que transformações envolvem o processo produtivo, seja ele no sector primário, indústria ou serviços. No âmbito dessas transformações será definido o objecto do nosso estudo, apresentados cenários, analisados casos e tentaremos apresentar abordagens, eventualmente, soluções.

Não é no entanto objectivo deste documento definir um conjunto de conceitos abstractos não tangíveis na realidade que nos é mais próxima como as nossas organizações inseridas no nosso contexto local (embora dependendo cada vez mais de terceiros) e com problemas próprios. Pelo contrário, o principal objectivo desta dissertação é o de estudar e analisar o problema da gestão dos processos de negócio das mais diversas actividades, do ponto de vista operacional, e tentar desenvolver uma solução o mais abrangente possível.

1.3 Motivação

No contexto em que vivemos a maioria das organizações industriais tradicionais gerem o dia-à-dia. A gestão desse dia-à-dia é, como se deve imaginar, complexa, visto as suas variáveis estarem em constante alteração: a matéria-prima que não chega a tempo; a encomenda que é alterada; a máquina que avaria, etc. Todos estes eventos têm de ser resolvidos em tempo real de forma a perturbarem o mínimo possível o planeamento efectuado.

No geral, as organizações que hoje em dia oferecem produtos e/ou serviços enfrentam problemas de capacidade limitada.

Por forma a mais facilmente entendermos e resolvermos problemas reais/materiais, temos tendência a criar modelos matemáticos e outros que são simplificados através de variáveis ilimitadas. No entanto, na prática, essas variáveis nunca têm a característica de serem ilimitadas. A capacidade dos recursos, visto não serem eternos, é sempre uma variável limitada bem como o tempo.

Assim sendo as organizações dependem de um planeamento adequado de forma a poderem continuar a fornecer os seus produtos e/ou serviços de qualidade satisfatória aos seus clientes. Além disso só um planeamento e uma gestão adequada das suas actividades permitirá o melhoramento contínuo, nomeadamente ao nível do binómio custo(preço)/qualidade.

É então neste contexto de crescente aproximação das actividades de organizações das áreas produtivas tradicionais e dos serviços, e na questão fundamental do planeamento e gestão operacional que recai o estudo apresentado nesta dissertação.

Do trabalho desenvolvido durante a dissertação resultou este documento bem como o sistema e estudo desenvolvido e que suporta a mesma.

Assim este trabalho é suportado por duas vertentes. A primeira é desenvolvida em colaboração com o Centro de CIM¹ do ISEP² e com a empresa DIC³. Aqui o sistema desenvolvido insere-se no âmbito do Sistema XCam⁴ particularmente na parte que diz respeito à gestão da produção para PMEs⁵ (indústria). A segunda, vertente prática, desenvolve-se em colaboração com a I2S⁶ no sentido da aplicação do trabalho à actividade seguradora (serviços). Neste caso o objectivo principal é o de dotar o Sistema GIS⁷ de capacidades inerentes a sistemas de *fluxo de trabalho*⁸.

Salienta-se o facto de no sector da actividade seguradora, a I2S ser líder nacional em termos de soluções informáticas e ter iniciado projectos de internacionalização. Tornou-se então possível a participação dos clientes finais do sistema durante o desenvolvimento deste.

O projecto de implementação do sistema desenvolvido numa companhia de seguros, encontra-se neste momento em fase de estudo. Nesta vertente, tal como é mencionado num dos anexos à tese, o sistema de gestão e planeamento de processos foi desenvolvido e implementado a par de um sistema de gestão electrónica de documentos: o I2Sdoc.

¹ *Computer Integrated Manufacturing*

² Instituto Superior de Engenharia do Porto

³ Desenvolvimento Informático e Consultadoria, Ltda. Responsáveis pelo projecto: Eng^o Nuno Escudeiro e Eng^o Carlos Mora

⁴ *Extended Computer Integrated Manufacturing*

⁵ Pequenas e Médias Empresas

⁶ Informática - Sistemas e Serviços, S.A. Responsável pelo projecto: Eng^o Luis Paupério

⁷ Gestão Integrada de Seguros

⁸ Do termo anglo-saxónico *workflow*

1.4 Estrutura da dissertação

No capítulo 2 serão apresentados e discutidos, brevemente, os principais conceitos e técnicas usados na gestão das actividades de uma organização e em particular na gestão da produção. Conceitos como o JIT⁹, técnicas como o MRP¹⁰ e a análise detalhada da gestão das operações numa organização do tipo industrial serão objecto de estudo e apresentação.

O capítulo 3 resulta de um estudo mais detalhado ao nível do planeamento e gestão operacionais. Nele se apresentam algumas técnicas usadas para esse efeito. Este capítulo é já de alguma forma dirigido para uma análise de semelhanças entre a área industrial e a dos serviços.

O capítulo 4 vem fundamentar ainda mais as semelhanças apontadas no capítulo anterior entre serviços e indústria. Neste capítulo são fundamentados os conceitos fundadores dos sistemas de *fluxo de trabalho* assim como as suas ligações à reengenharia de processos (BPR¹¹).

O capítulo 5 fundamenta o trabalho realizado nesta dissertação. Neste capítulo são fundamentadas as semelhanças e diferenças entre a indústria e os serviços. São apontadas algumas das técnicas desenvolvidas durante décadas no sector industrial com o objectivo de aumentar o seu desempenho (produtividade e qualidade) e a sua possível aplicação nos serviços.

O capítulo 6 apresenta a solução proposta: um conjunto de conceitos e um modelo para a gestão e planeamento de processos aplicável à indústria tradicional e aos serviços. Apresenta-se também o sistema (arquitectura) desenvolvido para suportar o modelo proposto. Serão feitas algumas observações sobre a sua aplicação e mostrados alguns casos que serão analisados em pormenor em anexo à dissertação.

No capítulo 7 apresentam-se algumas das conclusões passíveis de retirar durante a realização desta dissertação. Faz-se também um ponto da situação do estado do sistema e uma leitura dos casos implementados. Apontam-se evoluções futuras do sistema e da sua implementação prática e projectam-se os desenvolvimentos futuros.

Nos anexos apresentados no final desta dissertação são abordados alguns temas de suporte ao trabalho desenvolvido mas que não constituem o seu tronco principal.

⁹ *Just-in-Time*

¹⁰ *Material Requirements Planning*

¹¹ *Business Process Reengineering*

No primeiro anexo o leitor poderá seguir a descrição do modo de funcionamento e dos detalhes de implementação da linguagem de especificação de comportamentos (fundamental para a implementação bem sucedida dos processos ao nível dos sistemas de *fluxo de trabalho*) e da sua arquitectura.

Apresentaremos, no anexo B, com algum detalhe casos de modelação de processos da actividade seguradora e a sua implementação operacional.

No anexo C apresentaremos algumas das características dos sistemas de gestão electrónica de documentos seguida, no anexo D, pela apresentação da solução I2Sdoc, onde abordaremos algumas das suas características ao nível da implementação e utilização.

No anexo E abordaremos brevemente o sistema XCam e a sua interligação com o sistema desenvolvido, no âmbito da aplicação à indústria.

O leitor poderá igualmente observar no anexo F algumas considerações de nível técnico sobre o sistema desenvolvido, nomeadamente ao nível da arquitectura de objectos, sistema de mensagens, etc.

O trabalho de investigação desenvolvido ao nível dos sistemas de *fluxo de trabalho* também estará disponível no anexo G, relativo aos mais recentes desenvolvimentos técnicos e propostas nesta área.

Considerações sobre Gestão da Produção

“You can automate the production of cars but you cannot automate the production of customers.”
Walter Reuther

Neste capítulo abordaremos genericamente a questão da gestão da produção desde a sua génese até à actualidade. Focaremos técnicas e metodologias utilizadas. A análise e a abordagem destes aspectos terão sempre como ideia base a gestão operacional dos processos como núcleo de qualquer organização, quer ao nível industrial quer ao nível dos serviços.

2.1 Enquadramento histórico

Abordar a gestão da produção com alguma profundidade implica que se tenha um conhecimento adequado da evolução que esta actividade teve ao longo dos tempos, no sentido de melhor a compreender.

Se recuarmos no tempo, podemos verificar que a necessidade da produção advém da limitação dos recursos naturais. O facto de não existirem, na natureza, alimentos em abundância suficiente levou ao aparecimento da agricultura e da criação/domesticação de animais selvagens para consumo. Este facto induziu necessariamente ao trabalho. O Homem passa a ser obrigado a trabalhar, ou seja a realizar operações, para sobreviver.

Inicialmente o trabalho era basicamente manual embora rapidamente o Homem tenha desenvolvido ferramentas e utensílios que o ajudaram em algumas operações. Melhoraram igualmente certos processos com a utilização dessas ferramentas e, por exemplo, a utilização da força de trabalho dos animais domésticos.

Até algum tempo atrás a organização central do trabalho era a família. Esta organizava-se de modo a ser auto-suficiente, subsistindo pelos seus próprios meios. É claro que como existiam necessidades (a maior parte delas primárias) e algumas famílias poderiam ter excesso de uns produtos e insuficiência de outros, começaram a estabelecerem-se trocas. Aqui o valor dos

produtos, tal como em qualquer economia de mercado livre, era dado pela sua necessidade e custo, que nessa altura era basicamente a mão-de-obra.

Surge então um comércio e um mercado de produtos com as respectivas cotações. O facto de as pessoas já se poderem dedicar à produção de bens (produtos ou serviços) adquirindo os restantes bens de que necessitassem, levou ao aparecimento de novas especialidades e ao desenvolvimento de diferentes tipos de artesãos. Ao nível da agricultura e pecuária é então possível alguma produção em massa.

Com o aparecimento da máquina a vapor (primeira máquina realmente utilizável que não precisava da força humana ou animal como fonte energética) torna-se possível o desenvolvimento de novas indústrias e o melhoramento da produção no sector primário. Observam-se igualmente melhorias a nível de transporte e comunicação.

Estas novas indústrias vêm essencialmente operar em áreas fora da alimentação como o têxtil, o vestuário, a exploração de minas, a siderurgia, a construção, etc. Como permitiam uma melhoria considerável da produtividade e necessitavam ainda de operários, começaram a cativar as pessoas do sector primário para a indústria criando assim um novo tipo de aglomerados habitacionais, de cidades. A produção aumenta e o consumo também (grande parte dos consumidores eram as mesmas pessoas que trabalhavam nas fábricas e viviam nas cidades).

A revolução industrial aparece então como uma grande onda de desenvolvimento. É neste contexto que se iniciam alguns estudos sobre processos de produção e gestão de operações. É de notar que a questão do *marketing* também já se evidencia (o mercado e o comércio como troca de bens). Na época da industrialização salienta-se igualmente a questão das finanças/capital como parte da necessidade de financiamento destas novas actividades fabris.

Estamos então nos finais do século XIX, início do século XX.

Henry R. Towne apresenta um artigo intitulado "The engineer as an economist" à American Society of Mechanical Engineers (ASME). Neste artigo ele afirma que "a gestão dos negócios é tão importante como a engenharia". Com o despoletar destes estudos cresce um grande interesse pela gestão, nomeadamente a gestão operacional.

Towne inspira Frederice W. Taylor (membro da ASME), que em 1906 apresenta o artigo originalmente intitulado "On the art of Cutting Metals" em que afirma que a gestão tem 4 grandes áreas:

- desenvolver uma ciência de gestão para cada elemento do trabalho de forma a substituir os métodos empíricos

- seleccionar o melhor trabalhador para cada tarefa e fornecer aos trabalhadores o treino de forma a desenvolver as suas capacidades
- desenvolver uma cooperação saudável entre a gestão e as pessoas que executam o trabalho
- dividir o trabalho entre gestores e trabalhadores em partes iguais, cada um fazendo aquilo para que está melhor habilitado

Mais tarde e pelos seus estudos Taylor é considerado o pai da gestão científica, dando origem àquilo que hoje em dia é designado “Taylorismo” por vezes com um sentido negativo face à realidade actual.

Taylor não trabalhou sozinho. Por exemplo, Henry L. Gantt trabalhou com ele e inventou o conhecido Mapa de Gantt para escalonamento de trabalho e acompanhamento do progresso conforme o planeado.

Os primeiros estudiosos da gestão científica reconheceram o factor humano na gestão e estudaram os aspectos psicológicos em alguns artigos.

Vários estudos de psicologia e antropologia começaram a ser integrados também em estudos de eficiência de trabalho.

Durante e após a segunda guerra mundial, e no âmbito da ciência da gestão, nascem as técnicas e modelos matemáticos que hoje conhecemos como investigação operacional.

A ciência da gestão tem a ver com a aplicação de teoria matemática e estatística a situações de negócio. Envolve o uso de modelos para descrever e providenciar o conhecimento dos problemas e as suas soluções alternativas. O objectivo ideal é a obtenção da solução óptima.

2.2 A produção na era da informação

É discutível afirmar-se quando é que começou a chamada era da informação. Será que é no início do século XX com o cinema, a rádio a televisão e o telefone? Será que é com o aparecimento do primeiro computador comercial? Ou será que é com o aparecimento da micro-informática com aplicação a nível mundial por volta de 1980?

Recordemos que é por volta de 1975 que começam a aparecer os primeiros microprocessadores. A Intel com o seu 4004 seguido do 8008 e mais tarde do 8088. Lembra-se que nesta altura uma outra empresa que prometia dar que falar nos microprocessadores era a Zilog. É com alguma saudade que se recorda o famoso Z80, um processador de 8 bits da Zilog.

Eram impressionantes as maravilhas que se podiam fazer com um processador destes. Nessa altura (início dos anos 80), um grande visionário e impulsionador da democratização da informática na Europa foi Sir Clive Sinclair com as suas pequenas máquinas baseadas no Z80. Estas máquinas podiam-se ligar a um vulgar televisor doméstico, tinham 48Kb de memória central, e o armazenamento persistente de dados podia ser feito através de um vulgar gravador de cassetes.

Apesar da sua grande aplicação se ter dado através de programas de entretenimento, era uma máquina que além de ter em ROM¹ um interpretador de basic (que usava parte dos 48Kb), podia ainda correr ambientes de desenvolvimento.

No entanto a máquina era pouco estável, em parte por causa da sua fragilidade (tendo as dimensões de um livro), o que não permitiu a sua forte aplicação em áreas fora do entretenimento.

Mesmo assim foi o responsável pela criação de uma geração de técnicos e engenheiros informáticos que se viram 'obrigados' a desenvolver programas espantosos em *assembly* nos poucos recursos de que a máquina dispunha.

Do outro lado do atlântico a aplicação desta inovação foi consideravelmente melhor sucedida a nível comercial.

Refere-se, portanto, a dupla Intel-Microsoft, hoje conhecida como *wintel*. Com a introdução dos computadores pessoais (PCs) e a sua democratização assistiu-se a uma revolução a nível de escritórios e de empresas. O PC tornou possível aplicações pessoais que vieram melhorar significativamente a produtividade a este nível.

No entanto, muitas das aplicações usadas no ramo industrial ainda continuam a necessitar de computadores extremamente caros: o *software* de apoio à engenharia de novos produtos (ex: CAD²) que necessita de estações de trabalho caras e geralmente pouco compatíveis entre si; os sistemas de gestão da produção que continuam a necessitar de correr em *mainframes*; bem como os sistemas de planeamento e controlo da produção. Vemos deste forma como as redes de computadores a nível industrial continuam a ser bastante dispendiosas e sem standards.

No que respeita aos escritórios, as coisas evoluíram num sentido mais aberto, o que teve efeitos positivos, principalmente nos serviços e na utilização pessoal. Acompanhando esta evolução na informática verificou-se um salto enorme no mundo das telecomunicações e redes de informação.

Este desenvolvimento levou, naturalmente, à globalização das economias e das operações. Sendo que grande parte das empresas começam a operar globalmente.

Outra das consequências naturais foi o aumento do poder³ das pessoas dentro (e fora) das organizações, e o "emagrecimento"⁴ destas.

¹ *Read Only Memory*

² *Computer Aided Design*

³ Do termo original *empowerment*

⁴ Do termo original *downsizing*

Esta globalização também trouxe consequências a nível da concorrência. Esta tornou-se muito mais forte e com ela apareceram novas técnicas de gestão como o JIT.

O ritmo da mudança tem crescido acentuadamente nos últimos tempos obrigando as organizações a serem mais flexíveis. O mesmo se passa com as pessoas, os empregos deixaram de ser para toda a vida. Pode-se dizer que a única constante tem sido a mudança.

Uma mudança gradual tem sido a do crescimento do sector dos serviços. De facto, com todos estes avanços tecnológicos a nível das operações, os sectores primário e secundário têm-se tornado cada vez mais automatizados sendo que a população activa se tem transferido para o sector terciário dos serviços, com exigências médias superiores ao nível das qualificações profissionais e onde a automatização não tem conseguido entrar tão facilmente como na indústria.

Com a globalização e concorrência crescente, as próprias empresas industriais começam a encarar a sua actividade como uma prestação de serviço a um cliente. Tentam assim acompanhar o cliente e fidelizá-lo. O mesmo se passa com os grandes grupos económicos. Actualmente já não há companhias isoladas, sendo mais frequente elas se inserirem em grupos. Dai que, cada vez mais faz sentido a essas organizações tratarem globalmente os seus clientes⁵.

Apesar de todas estas alterações no meio operacional, existem ainda pequenas e médias empresas industriais às quais não é possível o investimento necessário para obterem as mais valias que as grandes empresas conseguem com os seus sistemas informáticos. Neste ponto há ainda lugar para uma democratização, ou seja, há que fazer o *downsizing* de certas técnicas para poderem ser aplicadas a PME's na área industrial.

Nos serviços, os mais recentes desenvolvimentos e estudos apontam para a possibilidade de aumentos de produtividade e melhoria do serviço aos clientes através da adopção de algumas técnicas da gestão operacional. Vamos ver mais à frente que nos estamos referindo, em particular, aos sistemas de gestão de *fluxo de trabalho*.

⁵ É um pouco neste sentido que têm surgido recentemente técnicas de descoberta de conhecimento (*data mining*), armazém de dados (*data warehouse*) ou EIS (*Executive Information Systems*).

2.3 Modelo actual de unidade produtiva

Como já vimos atrás, a economia e a sociedade em geral têm sofrido enormes transformações nos últimos tempos. A unidade produtiva e as organizações em geral também têm sofrido grandes alterações.

Qualquer organização produtiva depende essencialmente de um sector operacional. Além do sector operacional é usual uma organização ter também uma área financeira e uma área de *marketing*.



Figura 2.1 - Áreas funcionais de uma organização

Em princípio, podemos dizer que a base é a área produtiva a que diz respeito às operações. Este é um sector fundamental em qualquer organização. Quando uma empresa se propõe produzir sapatos, a sua preocupação principal é arranjar uma forma de o fazer. Quando uma empresa se propõe prestar um serviço de saúde, a sua preocupação é a de operacionalmente ter os conhecimentos, materiais e pessoas qualificadas para prestar o serviço. Quando o estado se propõe implementar um sistema judicial adequado, a sua principal preocupação é a de ter pessoas qualificadas, um serviço operacional eficaz e prestar um bom serviço aos seus clientes (fazer justiça de acordo com a lei em vigor). Quando um comerciante inicia a sua actividade a sua grande preocupação é a de operacionalmente poder servir da melhor forma os seus clientes e assim vender os seus produtos.

Resumindo, a preocupação primária de uma organização foi e sempre será uma preocupação de ordem operacional, ou seja, aquela área da actividade da qual advém, em grande parte, o valor acrescentado de cada negócio.

É claro que além da questão operacional, que tem a ver directamente com o negócio, é também necessário um suporte financeiro para o negócio e uma área de *marketing*/comercial encarregue da comercialização.

Estes são os pilares base de qualquer empresa. Na prática eles terão de se interligar - tal como é possível observar na figura 2.1 - de forma a que a empresa funcione de forma saudável. A estes três grandes pilares podem-se juntar outros conforme a actividade, ou serem subdivididos em áreas específicas.

Vamos ver, nas secções seguintes deste capítulo, duas questões: por um lado, a necessidade da interligação entre os três pilares principais, por outro lado a subdivisão destes em áreas funcionais.

Durante este trabalho vamos observar também que existem tendências actuais para grupos de trabalho que atravessam horizontalmente as organizações e as suas diversas áreas funcionais.

2.3.1 Classificação das unidades produtivas

Se observarmos atentamente a divisão tradicional das actividades económicas, verificamos a sua divisão em três sectores: primário, secundário e terciário. Destes, os dois primeiros correspondem ao que também se costuma designar tradicionalmente de sectores produtivos e o terceiro de serviços.

Tomemos alguns exemplos de actividades passíveis de serem enquadradas nessa classificação:

Actividade	Sector
Produção agrícola de cereais	Primário
Pesca	Primário
Indústria de conserva de pesca	Secundário
Panificação	Secundário
Restauração	Terciário
Jornal diário	Terciário
Estação de serviço de combustíveis	Terciário
Fábrica de sapatos	Secundário
Gabinete de advogados	Terciário
Gabinete de arquitectura	Terciário
Software house	Terciário
Supermercado	Terciário
Retalhista	Terciário
Mediador de seguros	Terciário
Balcão de um banco	Terciário
Oficina de reparação de automóveis	Terciário
Seguradora	Terciário
Delegação do registo predial	Terciário
Câmara municipal	Terciário
Escola secundária	Terciário
Centro de saúde	Terciário

Tabela 2.1 - Exemplo de actividades

Se repararmos com algum cuidado, chegamos à conclusão que todas estas actividades têm algo em comum - todas são actividades de valor acrescentado para o seu beneficiário (usualmente será o cliente, ou seja, a pessoa que paga ou suporta esse serviço ou produto).

Podemos ver também que estas actividades têm como finalidade a disponibilização de um produto ou de um serviço. Para todos os efeitos podemos dizer que disponibilizam um bem que será adquirido pelo cliente.

Retomaremos esta linha de raciocínio mais à frente.

É também usual a classificação das organizações cujo objecto da sua actividade é a produção de um produto (relativamente ao tipo de funcionamento operacional) em três grandes classes:

- oficinas (*job shops*)
- produção por lotes (*batch manufacturing*)
- produção continua (*repetitive manufacturing*)

No caso das oficinas, a produção de uma grande variedade de produtos é feita em pequenas quantidades (no limite por projecto). A produção continua, por seu lado, diz respeito a empresas que fabricam continuamente poucos produtos em grandes quantidades. Entre estes dois tipos de produção, temos a produção por lotes.

Relativamente às empresas cuja actividade é a prestação de serviços, estas são essencialmente classificadas como:

- serviços normalizados
- serviços específicos

Os serviços ditos normalizados são aqueles cuja actividade é quase invariante, como por exemplo uma sala de cinema ou um museu. Enquadram-se na classificação de serviços específicos todos os outros cujo grau de especificação relativamente ao cliente é grande, como por exemplo uma clinica de saúde ou uma oficina de reparação automóvel.

O valor acrescentado para uma dada actividade pode ser dado pela seguinte fórmula:

$$\text{Valor Acrescentado} = \frac{\text{desejo do bem}}{\text{custo do bem}}$$

O numerador pode ser melhorado se ao nível operacional se conseguir um bem com qualidade e funcionalidade que atraia o cliente (repare-se que este desejo também pode ser induzido pelo *marketing*). O denominador, como se trata em grande parte de um custo operacional, pode ser reduzido através da melhoria dos processos usados para fornecimento desse bem, assim como através da reorganização do sistema produtivo ou da empresa no seu todo.

Em resultado a todas estas considerações, podemos concluir que um dos factores críticos de sucesso de uma organização é o seu sector produtivo e particularmente a parte operacional.

Faremos mais adiante uma análise, não muito detalhada, do estado da arte do sector produtivo de uma empresa. Embora esta análise seja genericamente aplicável a qualquer área, ela é feita dando ênfase ao sector industrial.

2.3.2 Funções de uma unidade produtiva

Tal como observamos na figura 2.1, existem basicamente três unidades funcionais numa empresa. Dessas unidades funcionais vimos também que a produtiva era a nuclear. Vamos então observar em maior detalhe esta área.

Quando uma empresa ou organização, inicia a sua actividade esta, antes de mais, tem de escolher que bem é que vai fornecer aos seus clientes e, claro está, que clientes constituem o seu mercado alvo. Resumindo, podemos dizer que a empresa tem de estabelecer uma estratégia. Este aspecto será analisado mais detalhadamente no próximo capítulo.

Após definida uma estratégia para a empresa é então necessário definir em detalhe os produtos e/ou serviços a fornecer. Aqui já estamos a falar na gama de produtos a fornecer no caso da indústria. Para cada produto é necessário definir as suas características: a sua funcionalidade, a sua forma, os materiais a utilizar, etc.

No caso dos serviços é também necessário definir as características do serviço a fornecer. Por exemplo, um restaurante pode fornecer serviços de pequeno-almoço, almoço e jantar. Além disso pode também ter um serviço de bar. Pode ter um parque de estacionamento para comodidade dos seus clientes. É também usual o serviço de marcação de reservas.

É comum designar-se esta tarefa como engenharia do produto. Relacionada com a engenharia do produto esta a chamada engenharia do processo. A engenharia do processo consiste basicamente na definição da melhor forma de fabricar um produto ou prestar um serviço. Em termos industriais, ela está bastante dependente da engenharia do produto. Não é difícil entender que o método de fabricação de um produto possa depender das suas formas geométricas ou dos materiais utilizados.

Depois da definição dos bens a fornecer e dos métodos a seguir para o fabrico dos produtos ou prestação dos serviços, é necessário planear essas actividades.

Tal como já foi referido no capítulo anterior, na prática uma empresa tem que trabalhar com recursos limitados: a capacidade de armazenamento de

produtos da fábrica; o número de mesas do café; o horário de trabalho do funcionário; a capacidade de fornecimento de matéria-prima; a capacidade de processamento do computador da fábrica; etc.

Torna-se portanto evidente que, por exemplo, face a um pedido de um cliente, uma empresa tenha que ter algum plano de actividades que vise a satisfação desse pedido. Ao efectuar esse plano a empresa poderá verificar se pode responder ao cliente num intervalo de tempo satisfatório. Poderá ainda fornecer ao cliente o estado do serviço que está a ser efectuado; como por exemplo no caso da reparação de um automóvel.

Na figura seguinte podemos observar o processo usual de introdução de um novo produto numa unidade produtiva.

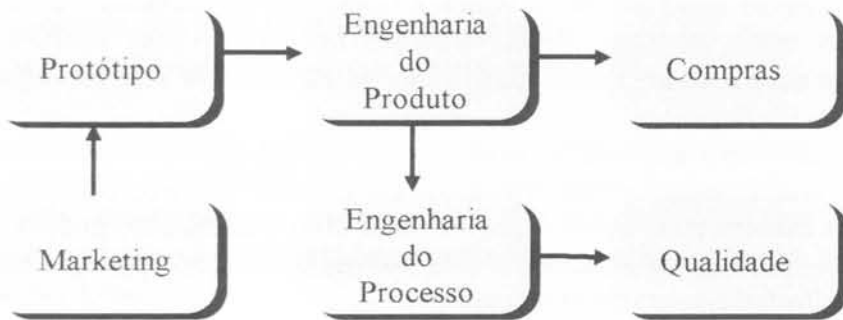


Figura 2.2 - Processo simplificado de concepção de um produto

Note-se que o diagrama está simplificado. De qualquer forma, é possível observar-se a seqüência usual de introdução de um novo produto.

Por norma, o *marketing* e a direcção da empresa a determinam a necessidade do novo produto assim como as suas principais características, seguindo-se, eventualmente a concepção de um protótipo.

Na fase da engenharia do produto é que este é concebido com todas as suas características reais. Aqui escolhem-se os materiais a usar, definem-se volumetrias, especificam-se componentes, etc. É natural que haja necessidade de consultar a parte operacional para verificação da possibilidade real de fabricação do novo produto (por questões de simplificação essa ligação não aparece especificada no diagrama). Parte-se do princípio que o bloco Engenharia do Produto dispõe de toda a informação relativa a todos os recursos da fábrica, e como tal, pode-se fazer a verificação neste ponto sem necessitar de consultas externas. Após esta fase, ou porventura em paralelo a ela, temos a definição do processo de fabrico. Aqui determina-se principalmente qual é a melhor seqüência de operações para fabricar o produto. Devem-se ter em conta questões como tempo total para fabricar uma unidade, os custos associados ao processo, a percentagem de unidades defeituosas resultantes do processo, a qualidade final do produto, etc.

O bloco correspondente às compras diz respeito a componentes e matérias-primas a usar e às suas respectivas características.

Outro aspecto essencial, que deve permanecer inerente a todo o processo de concepção de um novo produto é o da qualidade. De facto, para garantirmos qualidade no produto final temos que garantir qualidade no processo. No entanto, o próprio processo pode ficar limitado devido a opções feitas anteriormente na engenharia do produto que por sua vez pode ter sido induzida em concepções inferiores pelo *marketing*. A qualidade não deve ser uma preocupação a ter só no final, pelo contrário, a qualidade do produto deve estar presente desde o início, ou seja, desde a identificação da sua necessidade.

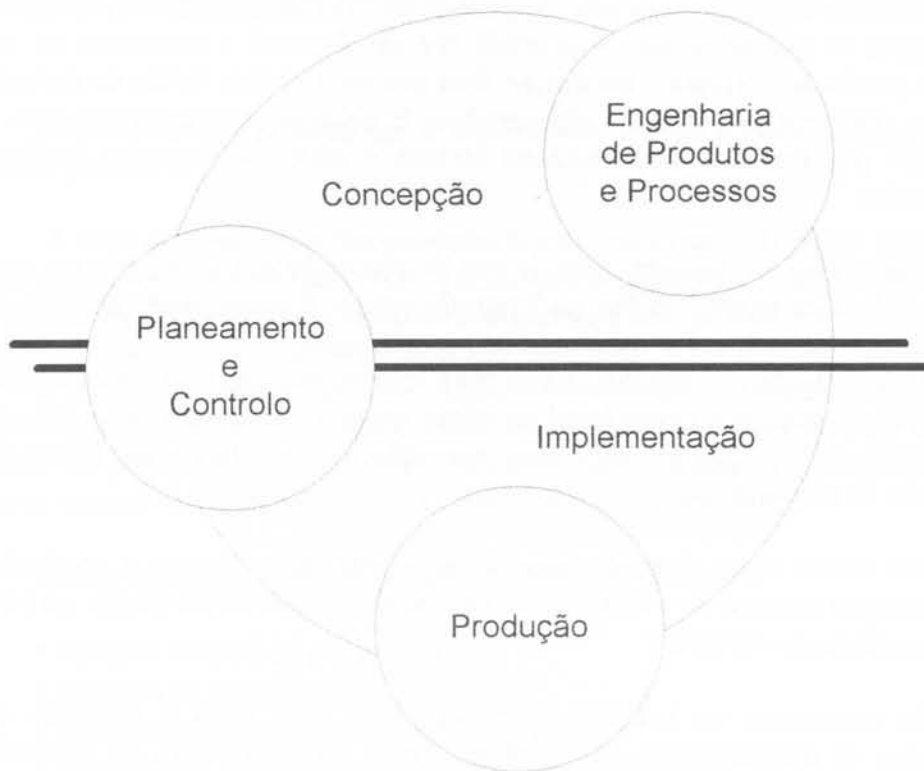


Figura 2.3 - Áreas funcionais de uma unidade produtiva

Repare-se na figura 2.3. Para além da área da engenharia de produtos e processos que acabamos de discutir, contamos com o planeamento e controlo e com a produção.

Note-se também a divisão entre uma parte relativa à concepção e outra à implementação, ou seja, a execução operacional. Esta divisão nem sempre tem contornos nítidos, sendo uma fronteira por vezes difusa. Assim não se devem considerar as fronteiras estanques relativamente aos três círculos; havendo sempre alguma interacção entre eles.

Quando nos referimos a Planeamento e Controlo referimo-nos à actividade de planeamento e controlo operacional de tarefas. Salienta-se ainda o facto de esta actividade se encontrar em sobreposição na fronteira que separa a concepção da implementação.

Tomemos o exemplo de uma oficina de produção de móveis por encomenda. Após recepção de uma encomenda para um conjunto de móveis que equipará uma sala, é necessário verificar se estes são de um modelo já fabricado, e portanto já conhecido tecnicamente (tanto o produto como o processo). Se não for esse o caso é necessário concebê-los (engenharia de produtos e processos).

Passada esta fase, torna-se necessário verificar se é possível entregar a encomenda ao cliente na data requisitada por ele. Para tal, é necessário ter em conta a produção corrente e em função dela planear a melhor forma de cumprir o prazo. Estamos já a falar de planeamento. É necessário acompanhar toda a produção por forma a se detectarem atrasos e assim se tomarem medidas correctoras.

Além disso só com um controlo real da produção é que se pode ter uma noção real da carga de trabalho ao longo do tempo, e assim poder em face de uma encomenda verificar a viabilidade da sua produção.

Esta é de facto uma das áreas mais importantes de uma organização. Repare-se na diferença operacional existente entre o serviço prestado por um consultório médico que funciona com marcação de consultas e um banco de urgências de um hospital.

Em último lugar, mas não menos importante, encontramos a produção. Por produção entenda-se o conjunto de operações que permitem chegar ao bem que a organização fornece.

Se pensarmos na indústria transformadora, será todo o conjunto de operações de transformação das matérias-primas e componentes no chamado produto final. Se pensarmos no serviço de transporte de correio, serão todas as actividades que fazem com que uma carta que uma pessoa coloca num marco de correio chegue ao seu destinatário. Se pensarmos num processo civil em tribunal então são todas as actividades desde o início do processo até ao seu final.

Tal como já se referiu anteriormente estas divisões são muito difusas. Não é assim tão fora do comum a alteração de um processo a meio do seu percurso. Cada vez mais assistimos a actividades onde isso se verifica. Várias vezes, isso tem a ver com o próprio *empowerment* das pessoas. Outras vezes é algo que é implícito à actividade.

Ou seja, assistimos cada vez mais a processos globalizantes em que as pessoas no limite têm que saber conceber, planear e operar. Ao mesmo tempo,

o conceito de trabalhador tal como é caracterizado pela maioria das pessoas tende a desaparecer (no que diz respeito à utilização redutora das pessoas como simples operadores); as fabricas tendem a ser automatizadas, os escritórios tendem a transformar as suas actividades em actividades de alto valor acrescentado.

Após esta análise global à unidade produtiva, vamos abordar cada uma das áreas mencionadas com o detalhe necessário ao enquadramento nos capítulos seguintes.

2.3.3 Engenharia dos produtos e processos

Podemos desde já observar a importância dos três grandes blocos da unidade produtiva.

A nível da engenharia dos produtos e processos vimos de modo genérico o que é que este conceito quer dizer. Tal como a designação o indica, esta etapa ou função da empresa tem a ver com a engenharia dos produtos ou processos do negócio, ou seja, com a sua concepção.

O resultado desta função do negócio é usualmente a especificação das características técnicas do produto assim como do processo a usar para o seu fabrico. Se pensarmos em termos de culinária, será o conjunto de ingredientes com as respectivas características e a receita para elaborar o prato.

Outros exemplos de engenharia que podem ser dados:

- desenho técnico de peças a fabricar
- projecto de arquitectura de uma casa
- configuração de um novo tipo de seguro
- composição de uma fórmula química para uma tinta
- concepção de um novo prato num restaurante
- definição do processo de fabricação de um novo móvel em função das peças desenhadas
- definição de um programa para um robot ou uma máquina NC⁶

⁶ *Numeric Controller*

2.3.4 Planeamento e controlo

Depois da definição técnica dos produtos e dos processos para fabrico é necessário planear a produção. Referimo-nos à questão da determinação de quando e de que forma se devem realizar as operações que conduzem à satisfação dos pedidos dos clientes.

Este plano, como vamos ver no capítulo seguinte, pode ter vários horizontes temporais, desde o plano para o momento até ao plano a longo prazo (um ou mais anos). Quanto mais longo o prazo, maior é a incerteza e mais se tem que entrar com previsões.

Os planos a muito longo prazo visam estabelecer linhas de orientação para a empresa. Permitem, por exemplo, detectar a necessidade de aumentar a capacidade através da construção de uma nova unidade fabril.

No que diz respeito aos planos a mais curto prazo, eles tentam resolver as situações mais imediatas e que dizem respeito a alguns dos seguintes pontos:

- determinação dos produtos a fabricar para satisfazer os pedidos dos clientes
- determinação dos meios a usar para satisfazer esses pedidos
- determinação da capacidade para satisfazer pedidos
- acompanhamento da produção
- controlo da produção

Todo este processo de planeamento e controlo é bastante complexo. Tal como já foi referido, tem-se feito uma investigação profunda nesta área. Até algum tempo atrás, parte dessa investigação tinha por objectivo determinar métodos óptimos. Vamos ter a oportunidade de ver durante esta dissertação que as soluções para esse objectivo têm-se revelado como não aplicáveis. Isto levou a que os estudos mais recentes se tenham virado também para heurísticas que tentam encontrar boas soluções. De facto, se a aplicação de métodos de planeamento e a sua utilização não for simples é bastante difícil que se consiga uma aplicação generalizada às PME.

As bases para o planeamento provêm da engenharia dos produtos e processos. O detalhe técnico do produto permite que o planeamento obtenha as peças a produzir ou comprar. O detalhe do processo para fabricar o produto permite determinar os recursos necessários. Tendo esta informação e sabendo qual o estado actual da produção - que vem do controlo da mesma - é possível planear a resposta a uma encomenda.

Um aspecto bastante importante é o controlo já que permite saber a cada momento o estado da produção, e com essa informação determinar o cumprimento do planeado e se necessário proceder a acções correctivas.

É também usual usar-se informação do planeamento e controlo para reengenharia dos produtos e processos. Pode-se, por exemplo, por análise de dados provenientes do acompanhamento, concluir que determinadas alterações técnicas no produto permitiriam a simplificação de operações.

No âmbito do planeamento e controlo (porque não dizer da gestão) têm surgido algumas técnicas e filosofias que abordaremos no capítulo seguinte. De entre essas novas técnicas salientamos o MRP e o JIT.

2.3.5 Produção

Voltemos à figura 2.3. Além do círculo do planeamento e da engenharia encontramos o da produção.

Por produção consideramos todo o trabalho operacional em contrapartida aos outros círculos relativos a trabalhos de gestão (concepção e planeamento). É importante lembrar o quanto essa fronteira é difusa. O controlo está tão próximo do operacional que se torna extremamente difícil a sua separação. Por outro lado, cada vez mais se automatizam operações e a questão operacional (como trabalho humano) tende a desaparecer, sendo que as pessoas passarão a funções mais 'ricas' no âmbito da gestão e concepção, mesmo que fisicamente se encontrem próximas do local onde se efectuam as operações.

2.3.6 Os sistemas de informação

Salientou-se no primeiro capítulo a importância da informação e dos sistemas de informação. Estes têm alterado de forma significativa o mundo em que vivemos. Penso que é de esperar que também alterem significativamente a indústria.

Além das aplicações dos sistemas de informação que hoje já existem no ramo industrial, é necessário que essas se tornem universais, ou seja, que as suas vantagens não estejam só acessíveis às grandes empresas. Este aspecto será crucial nos tempos mais próximos, e não restam dúvidas que técnicas como as que abordaremos nesta dissertação se tornarão acessíveis tanto ao nível do preço como da sua utilização. Assim tem acontecido no que respeita a sistemas pessoais. Hoje em dia, temos computadores pessoais acessíveis que nos permitem fazer tarefas impensáveis há uns anos atrás. De tal modo que

podemos trocar informação potencialmente com qualquer computador do mundo.

2.3.7 O conceito de produção integrada por computador

Segundo Scheer [Scheer90] a produção integrada por computador (CIM⁷) consiste nos requerimentos de processamento integrado de informação necessários às tarefas técnicas e operacionais de uma empresa industrial. É usual referirmos as tarefas operacionais como sistema de planeamento e controlo (PPC⁸), e as tarefas mais técnicas pelos vários conceitos CAX⁹.

O conceito de CIM é introduzido em 1973 por Harrington [Harrington79].

Podemos então dizer que o CIM consiste num conjunto de técnicas, para a área industrial, suportadas por um sistema computacional ou sistema de informação. Estas técnicas são basicamente as que foram abordadas nas secções anteriores. A grande vantagem do CIM tem a ver com o factor integração. De facto algumas das técnicas mencionadas existiam por si só, sem estarem interligadas. O CIM é toda uma arquitectura que, baseada num sistema computacional, permite a interligação dos diversos componentes, obtendo-se um todo melhor que a soma das partes.

Relativamente à engenharia de produtos, hoje em dia é já bastante comum empresas industriais utilizarem sistemas de CAD para concepção dos seus produtos. Genericamente todo o *software* que se enquadra na engenharia de produtos é designado de CAE¹⁰. Enquanto o CAD tem a ver com aspectos geométricos e de desenho o CAE tem a ver com aspectos funcionais.

Da engenharia de produtos pode ser retirada informação valiosa para a engenharia de processos, normalmente designada por CAP ou CAPP¹¹. De facto a forma como uma peça é concebida pode ter implicações na determinação do seu processo de fabricação. Assim, o CAE e o CAP estão bastante interligados.

A parte relativa ao planeamento e controlo é normalmente designada por PPC. Tal como foi mencionado anteriormente, o PPC tem a ver com todas as tarefas relacionadas com o planeamento e controlo de processos, ou seja, com tarefas organizacionais ou de gestão. Essas tarefas de grande carácter operacional permanecem ligadas com o que se passa na fabrica. Têm também uma forte relação com a engenharia, já que os dados provenientes do PPC podem ser de extrema importância para melhoramentos a nível de produtos ou

⁷ *Computer Integrated Manufacturing*

⁸ *Production Planning and Control*

⁹ CAD (*Computer Aided Design*), CAE (*Computer Aided Engineering*), etc.

¹⁰ *Computer Aided Engineering*

¹¹ *Computer Aided Process Planning*

processos. Por outro lado, o sistema de PPC pode ser uma óptima ferramenta de simulação.

Outra sigla que costuma aparecer na bibliografia é o CAM¹², termo este que anda associado ao CAD. Até há uns tempos atrás era comum associar-se o CIM a um simples sistema envolvendo CAD/CAM. Esta ligação tem a sua lógica pelo facto do CAM ter a ver com procedimentos de fabricação que normalmente são gerados desde a especificação técnica do produto. Assim como exemplos de CAM podemos ter programas para máquinas NC ou programas de manipulação para robots. Note-se também o relacionamento com o CAPP.

Tal como em qualquer actividade a qualidade deve estar presente. O termo empregue para o processo de qualidade no âmbito do CIM é o CAQ¹³. Este último anda normalmente associado ao controlo da qualidade na fabricação. No entanto, o processo da garantia da qualidade tem que ser global a toda a organização, desde a engenharia ao planeamento e à produção.

Além das questões referidas, outras têm que ser tidas em conta em todo o processo (o transporte, o armazenamento e o *stock*). Apesar de poderem ser consideradas actividades de suporte de uma empresa industrial, o caso é que elas quase sempre existem.

Com o objectivo de responder à crescente necessidade de flexibilização que se mencionou no primeiro capítulo, apareceu um novo conceito designado de célula de fabrico flexível (FMS¹⁴). A ideia base é a de se conceberem células de fabrico, idealmente autónomas, que sejam capazes de realizar diversas tarefas. Estas células interligadas a um sistema de controlo global (que é um dos objectivos do CIM) permitiriam a uma dada organização um alto grau de flexibilidade ao nível da produção, tanto da variedade dos produtos como dos processos.

Todos estes aspectos mencionados devem estar interligados entre si, com as outras partes da organização e com o exterior da própria organização. A informação relativa ao acompanhamento e controlo é de crucial importância para a parte financeira de uma organização, por exemplo para análise de custos.

O *marketing* também deve estar em permanente ligação com a produção para, por exemplo, decidir de forma mais realista a introdução de novos produtos no mercado, ajudar a engenharia a definir algumas características dos novos produtos, etc.

Na figura seguinte pretendemos demonstrar uma visão evolucionista do conceito de CIM, ou melhor, do conceito de um sistema de informação global para uma empresa tendo como base a produção. Note-se que o sistema

¹² *Computer Aided Manufacturing*

¹³ *Computer Aided Quality*

¹⁴ *Flexible Manufacturing System*

informativo centrado na produção deve ir abrangendo todos os anéis do centro para a periferia.

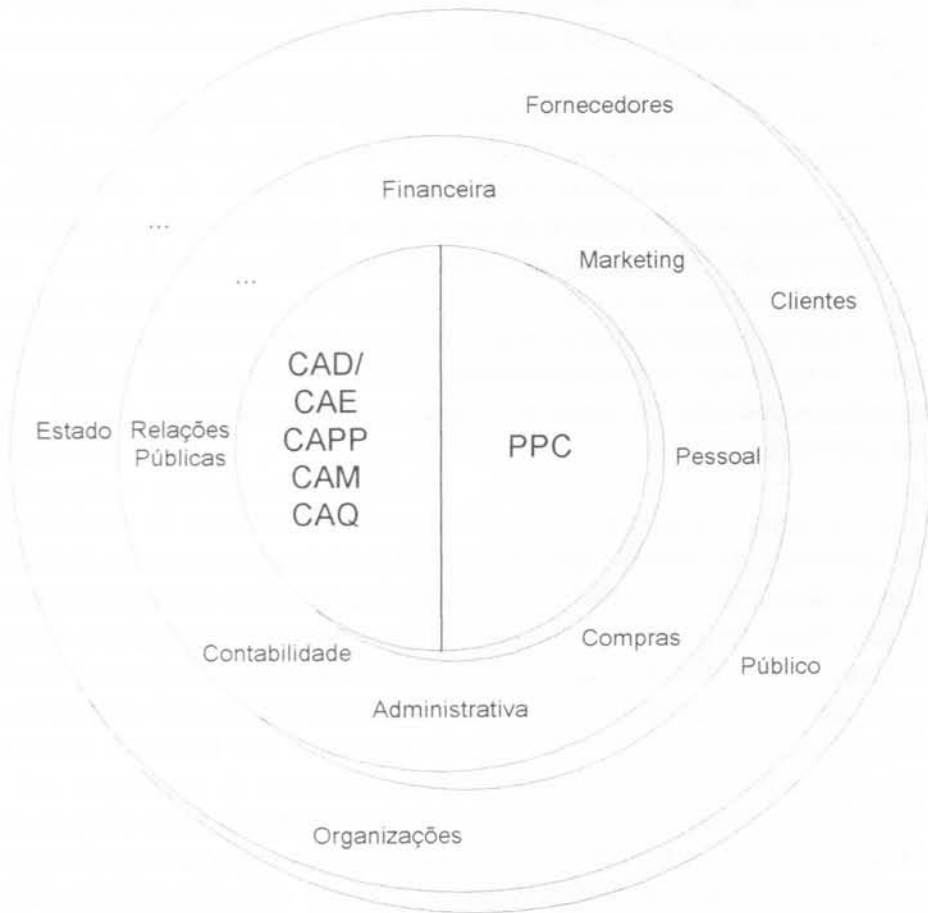


Figura 2.4 - Sistema de Informação de uma empresa industrial

2.4 Resumo

Neste capítulo abordamos questões relativas à gestão da produção de uma forma bastante genérica.

Começamos por dar um enquadramento histórico à questão da produção desde os tempos da economia familiar até aos tempos actuais. Fizemos algumas considerações sobre evoluções futuras.

Abordamos também o modelo actual de unidade produtiva e os diferentes tipos ou classificações das actividades produtivas.

Foram igualmente analisadas com algum pormenor as áreas funcionais de uma empresa, em particular de uma empresa industrial. Nesta análise vimos a questão da engenharia dos produtos e processos, planeamento e controlo e a área operacional.

Por fim, vimos como os sistemas de informação e a tecnologia em geral têm efectuado transformações profundas nas unidades produtivas. Relativamente a este ponto abordamos a questão do CIM.

Todo este capítulo se centrou numa observação do ponto de vista operacional.

No capítulo seguinte, e após esta abordagem genérica, iremos ver em detalhe a situação actual ao nível da gestão operacional. Esta análise será ainda muito focalizada para o sector industrial.

Planeamento Operacional

“It is a mistake to look too far ahead. Only one link in the chain of destiny can be handled at a time.”

Sir Winston Churchill

Neste capítulo abordaremos os conceitos e técnicas mais recentes utilizados na gestão das empresas. A um nível superior, esta análise será feita genericamente para qualquer actividade. Ao nível da gestão mais operacional apresentaremos técnicas usadas no sector industrial. A análise e estudo detalhado destas últimas técnicas permitirá, nos capítulos seguintes, uma abordagem geral da gestão operacional para a generalidade das áreas de actividade.

3.1 Introdução

Todas as empresas, do sector industrial ou não, baseiam o seu negócio num conjunto de operações que envolvem transformações. Na indústria, essas transformações visam trabalhar um conjunto de entradas através de operações para se obterem determinados resultados. Assim, a montagem de um automóvel envolve um conjunto de entradas - as peças - e um conjunto de operações de montagem com o objectivo de se obter um determinado modelo de automóvel como saída. É na obtenção do automóvel, ou do produto, obedecendo a determinadas características e normalmente numa determinada data e para um determinado cliente, que consiste o núcleo de um negócio. Esta é a condição necessária para que uma empresa possa continuar a desenvolver a sua actividade e assim atingir os seus objectivos: distribuição de resultados pelos accionistas; criação de emprego; criação de riqueza na região onde se encontra implantada; criação de fundos para investimento; etc.

Dada a competição que hoje em dia se faz sentir (acentuada pela globalização da economia de mercado) cada vez mais são necessárias actividades de suporte à função base das empresas. De facto, não basta que uma empresa esteja apta para fabricar um determinado produto. Esta tem que fazer chegar os seus produtos aos clientes, procurar a inovação antes que os seus

concorrentes o façam, fidelizar os seus clientes, perspectivar evoluções de mercado de forma a organizar melhor a sua produção, etc.

Ao longo deste capítulo iremos observar os métodos que uma empresa pode utilizar para melhor se organizar, desde um ponto de vista global e a longo prazo até ao operacional a curto prazo.

3.2 Estratégia de uma empresa

Qualquer organização, ou empresa, cada vez mais tem que considerar factores externos. Esta não pode mais considerar-se isolada de factores externos que muitas vezes são de difícil previsão e ainda de menor controlo. Vários factores contribuem para esta dificuldade: o facto de se ter de operar em mercados externos, com legislação por vezes bastante diferente; os mercados serem instáveis; os avanços tecnológicos de difícil acompanhamento; a existência de milhares de potenciais concorrentes; etc. Mesmo as grandes empresas perdem a liderança em cada grande ciclo de tecnologia ou mercado. Repare-se o que aconteceu com o aparecimento dos computadores pessoais com a IBM a perder a liderança para a Microsoft. Repare-se ainda no esforço dantesco da Microsoft por forma a não perder a liderança na nova era da rede global.

Embora nada esteja provado, a verdade é que de tempos a tempos alterações profundas nos mercados permitem que empresas sem significado ou inexistentes tomem a liderança. Veja-se o exemplo dado e o que recentemente aconteceu com a Netscape. À parte destas grandes convulsões de mercado, existem e sempre existirão milhares de possibilidades em aberto para os chamados nichos de mercado. São estas camadas ou fatias de mercado onde as grandes multinacionais ou empresas globais não podem chegar (por causa da especificidade destes mercados), mas que abrem possibilidades a organizações activas e com iniciativa.

Note-se que muitas destas questões são determinadas, ou pelo menos influenciadas por factores externos à empresa.

É neste âmbito que as empresas devem estabelecer uma estratégia ou plano estratégico. Um plano que indique as linhas mestre da empresa e os seus objectivos de fundo e que permitirá objectivar melhor as suas funções ainda mais quando deparadas com todos estes envolventes externos. Através de um plano estratégico, os gestores de topo avaliam a relação com o ambiente externo e estabelecem direcções base para a empresa.

A um mais alto nível, podemos ainda considerar a missão da organização. Esta, uma vez definida, raramente é alterada embora, cada vez mais possamos afirmar que a única constante é a mudança. Na figura seguinte podemos ver um resumo daquilo que mencionamos até aqui.

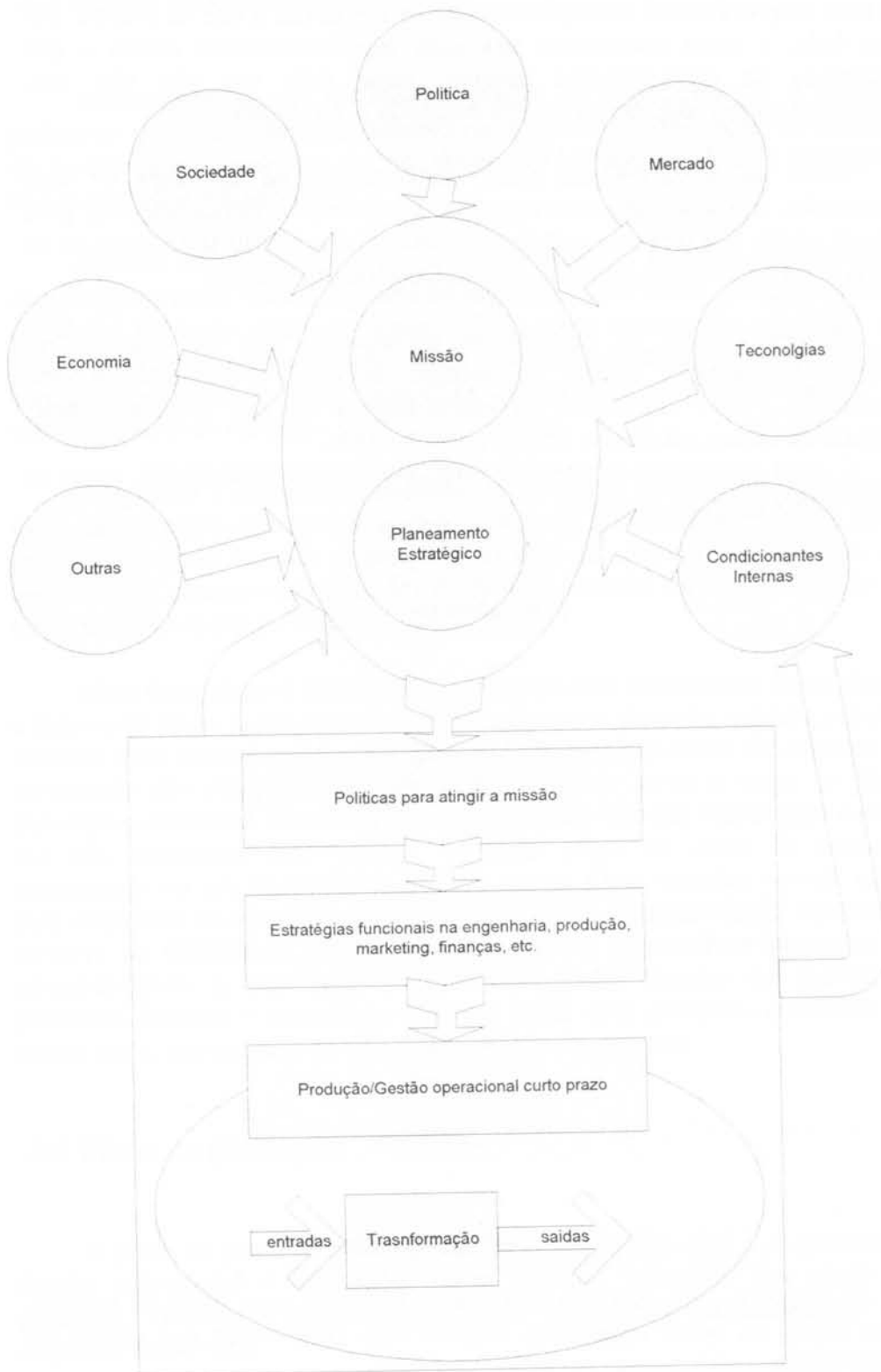


Figura 3.1 - Visão estratégica e gestão operacional de uma empresa

Podemos ver na figura 3.1 que a parte operacional é um factor crucial mesmo a nível da missão estratégica da empresa. Esta é a parte da empresa que

produz ou fornece os serviços que o cliente compra. Sem esta função decerto que uma empresa nunca conseguirá atingir os objectivos a que se propõe. Por outro lado, a parte operacional influencia significativamente aquilo a que designamos de condicionantes internas, tanto mais que são elas que, normalmente, mais contribuem para os custos da organização.

Sendo as operações um factor determinante na estratégia de uma organização, nunca nos devemos esquecer que é sempre melhor trabalhar para fornecer aquilo que o cliente realmente deseja, do que trabalhar na tentativa de levar o cliente a comprar aquilo que produzimos ou fornecemos.

Chegamos assim às medidas de performance que são usadas para descrever os factores críticos de sucesso ao nível operacional de uma organização e que conduzem ao melhoramento da sua competitividade: eficiência de custos, qualidade, serviço e flexibilidade.

É usual observarem-se este 4 factores, em diversas bibliografias, como os quatro vértices de uma pirâmide.

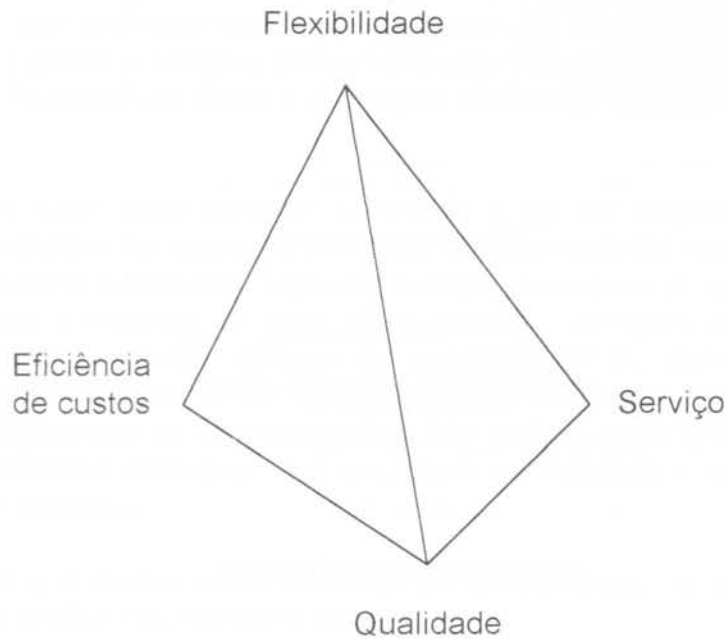


Figura 3.2 - Factores críticos de sucesso

É frequente uma empresa tentar especializar-se num deles. É também muito difícil, ou quase impossível, estar-se bem posicionado nos quatro ao mesmo tempo.

3.3 Planos de execução

Associada à questão do estabelecimento de uma estratégia, a empresa poderá ter que fazer previsões, nomeadamente previsões de vendas. Só assim, e em função da estratégia que definiu, ela poderá ter alguma ideia da viabilidade da sua estratégia a longo prazo.

Baseada nas previsões, a empresa pode formular planos de investimento assim como orientar outros aspectos do negócio. Desta forma, muitas empresas definem o chamado plano de negócio. Este plano consiste na expressão em termos de valores monetários do que é planeado acontecer no futuro. Como exemplos, podemos considerar o nível de vendas em contos, o investimento de capital e o nível de receitas.

Este plano é efectuado trimestral, semestral ou anualmente conforme a forma de operação da empresa, podendo visar um horizonte temporal de cinco anos (este período depende da área de actividade da empresa). Neste plano são considerados aspectos ou operações de elevada duração como a construção de novas unidades fabris ou edifícios.

Além deste plano a longo prazo, a empresa tem necessidade de ter planos a mais curto prazo. Estes devem ser coerentes com o plano do negócio, ter uma vertente mais operacional e coordenarem os diversos sectores da empresa na persecução dos objectivos da mesma. A este plano dá-se o nome de plano industrial e comercial. Este é obtido em reuniões de carácter tipicamente mensal que são efectuadas para detalhar o médio prazo do plano de negócio, costumando ter um horizonte de dezoito meses. Estas reuniões servem ainda para coordenar as decisões operacionais e os planos a médio prazo nos vários sectores ou funções do negócio. Nestas reuniões devem estar presentes os administradores e, pelo menos, os directores das funções de *marketing*, produção, finanças e engenharia. Poderão ainda estar presentes directores de outras áreas, dependendo do tipo e organização da empresa.

3.4 Plano de produção

A parte do plano de médio prazo do negócio pelo qual é responsável a função operacional é designado, numa empresa industrial, por plano de produção. Também é designado por plano operacional, particularmente nas empresas de serviços.

O plano de produção indica, em termos gerais, a quantidade a produzir para cada período do horizonte de planeamento. O valor pode ser expresso em quantidade monetária, toneladas, unidades de pseudo-produto (equivalente normalmente à média dos produtos da empresa), etc.

Como este plano é expresso em quantidades globais não é suficientemente específico para servir de base à compra de matérias primas ou ao escalonamento da produção para os diversos produtos.

3.4.1 Plano director da produção

Tal como acabamos de referir o plano de produção não é base suficiente para se poder planear operacionalmente a produção. Este deve ser detalhado no que se designa por plano director da produção (PDP), que especifica quais os produtos a serem fabricados e quando.

O PDP tem que ser elaborado com alguma antecedência, pois desde que um produto se começa a produzir até estar concluído leva um determinado intervalo de tempo. Logo, se desejamos obter um produto numa determinada data, temos que o planear com pelo menos uma antecedência um pouco superior ao seu tempo de produção. Esse intervalo de tempo é usualmente referido na bibliografia anglo-saxónica por *lead-time*.

Como esse tempo é influenciado por diversos aspectos, tal como a demora da entrega das matérias primas e partes pelos fornecedores, as empresas empregam um tempo superior ao ciclo de produção do produto mais demorado como intervalo de tempo necessário para decisão de produção. Uma vez decidida a data na qual se deseja um produto, a determinação ou programação das tarefas necessárias para a sua obtenção é feita da data prevista de entrega para a data presente.

Saliente-se que uma vez iniciadas as actividades conducentes à produção de um determinado produto a capacidade e possivelmente os materiais disponíveis para os outros produtos são afectados. Assim, e no limite, a produção deve começar quando o intervalo de tempo até à data de entrega está próximo do *lead-time* do produto mais demorado, sob pena de não se cumprirem os prazos planeados.

Resumindo, o PDP vai então especificar o que deve ser produzido em termos de produtos finais, quanto e quando devem estar prontos esses produtos.

Na figura seguinte podemos observar um resumo daquilo que foi referido até aqui.

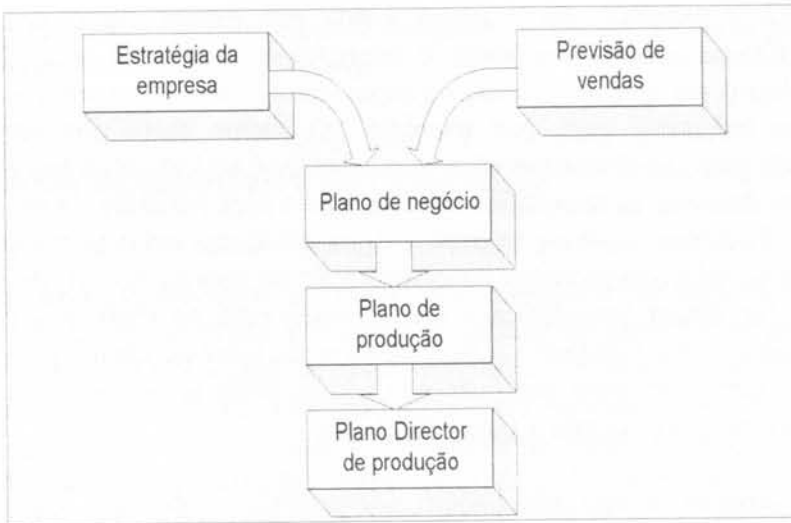


Figura 3.3 - Plano director de produção

O plano da produção indicará para grandes períodos, por exemplo trimestres, qual a produção por famílias de produtos. O plano director da produção indicará para todos os produtos finais, por semana e durante os meses seguintes qual irá ser a produção.

3.4.2 Planeamento da capacidade

Após a elaboração do plano director da produção, é necessário verificar se na empresa existe capacidade para o cumprir. Existe uma técnica bastante usada para efectuar essa verificação assim como para ajudar a determinar a melhor forma (normalmente a que implica menos custos) para cumprir o PDP. A essa técnica dá-se o nome de planeamento agregado.

O planeamento agregado é o processo de agregar todos os requerimentos de capacidade para cada período no horizonte imediato, e determinar a melhor forma de providenciar a capacidade necessária. Este é tanto mais necessário quanto mais variável for a produção. Por exemplo, se o mercado de uma empresa for sazonal, como acontece com a indústria de gelados em Portugal, então o planeamento agregado de capacidade é de vital importância. No caso de indústrias cuja produção é estável ao longo do tempo, o planeamento agregado da capacidade não é tão importante.

Existem várias formas para se ajustar a capacidade requerida num dado período. Essas várias hipóteses dividem-se em duas grandes opções. A primeira é tentar alisar a capacidade ao longo do tempo. A segunda é absorver o pico da capacidade na altura em que ela é necessária.

Quanto à primeira, ela é muito usada por grande parte das nossas indústrias. Basicamente o alisamento é conseguido através da produção para *stock* nas alturas em que há excesso de capacidade. Esta é uma solução viável para muitas indústrias mas, por exemplo, na maior parte dos serviços é impossível de praticar. Outra hipótese, que se coloca muitas vezes aos serviços, é a de tentar deslocar as necessidades dos clientes para períodos de excesso de capacidade. Podemos observar exemplos desta estratégia pelas promoções que as empresas de telecomunicações ou distribuição de energia fazem, de forma a tentar deslocar algum consumo dos seus clientes para os chamados períodos ‘mortos’. Ainda outra hipótese é a de simplesmente dizer ao cliente para ‘voltar mais tarde’. Como se pode imaginar esta última pode ter consequências não desejáveis, como por exemplo a perda do cliente.

Relativamente à segunda opção, que implica a absorção do pico da procura na altura em que ela acontece pode ser por vezes de difícil execução, nomeadamente em Portugal. Uma das hipóteses é a contratação da capacidade excessiva só na altura necessária. Se for o caso da contratação temporária de funcionários, a legislação em muitos países é pouco aberta a estas situações por questões de protecção social. Existem outras soluções, como a sub-contratação de uma terceira empresa que absorva a procura excessiva, ou ainda a solução do trabalho extraordinário.

Independentemente das diversas formas de se encarar a resolução do problema da falta de capacidade a verdade é que esta tem que ser descoberta a tempo de forma a se ter tempo para encarar as diversas soluções possíveis. Chegamos de novo à necessidade da técnica do planeamento agregado da produção.

Para se implementar esta técnica considera-se um pseudo-produto que deve ser uma imagem de toda a linha de produtos da qual a empresa deseja planear a capacidade. Uma medida da capacidade necessária pode ser dada pela multiplicação do número de produtos fictícios a produzir no período pelas horas de trabalho necessárias a uma unidade.

Existem vários métodos [Dilworth93] que aplicam os conceitos do planeamento agregado e que podem ter em conta todas as variáveis mencionadas acima. De entre esses métodos salientamos o método “tentativa-e-erro” e a programação linear.

Note-se que, mesmo efectuando o planeamento agregado de capacidade, podem aparecer problemas de capacidade após desagregação, mesmo quando existe capacidade para o pseudo-produto correspondente. Nestes casos é sempre possível continuar a aumentar o detalhe da análise de capacidade de forma a poder detectar possíveis problemas de capacidade para alguns produtos ou centros de trabalho. Essa análise, a um nível inferior, pode depois ser agregada para permitir a comparação com o PDP e decidir os ajustes a fazer.

Este tipo de análise mais detalhada é designada pela bibliografia anglo-saxónica como *Rough-Cut Capacity Planning*.

3.5 Gestão de materiais e de capacidade

Até agora observamos os aspectos a considerar na elaboração de uma estratégia para uma empresa. Observamos igualmente aspectos de planeamento necessários para tentar atingir os objectivos ditados pela estratégia da empresa. Verificamos que a nível da produção se tornava necessário a definição de um plano global de alto nível, o qual se designava de plano director da produção. Vimos ainda alguns métodos para validação do planeamento contra a capacidade global da empresa.

Vamos agora entrar no detalhe operacional. Deixando de tratar com pseudo-produtos ou planeamento agregado, e analisando as questões operacionais do dia-a-dia das empresas. Começaremos então, por analisar quais os aspectos a considerar para que uma empresa consiga atingir o seu objectivo: satisfazer os clientes.

Nas empresas em geral, e na indústria em particular, isso implica fornecer o produto ou serviço ao cliente, segundo determinadas especificações e numa determinada altura. Numa empresa industrial, as suas actividades operacionais têm todas que ver com produtos e operações sobre estes.

Qualquer que seja a área de actividade de uma dada empresa é quase impossível que esta não possua qualquer tipo de inventário. Mesmo nos serviços isto acontece, quanto mais não seja o inventário de produtos de suporte à actividade.

Nas empresas industriais, o inventário que mais nos importa considerar é aquele que está directamente ligado à actividade produtiva, quer sejam as matérias primas, os produtos semi-acabados ou o *stock* de produtos finais.

Se repararmos com algum cuidado, verificamos que a actividade principal das empresas industriais é a gestão de produtos, desde as matérias primas (ou entradas) que sofrerão transformações, até à obtenção dos produtos finais (ou saídas). Entre as entradas e as saídas existem os processos usados na fabricação que têm de ser geridos. A grande diferença entre todos estes tipos de produtos envolvidos na fabricação é que normalmente temos grande dificuldade em determinar as necessidades de produtos finais já que dependem de terceiros. Mas, uma vez determinadas as necessidades de produtos finais, é relativamente fácil (embora trabalhoso) chegarmos às necessidades dos outros produtos, já que podem ser obtidas a partir dos primeiros.

A bibliografia anglo-saxónica costuma referir-se à procura de produtos acabados por entidades exteriores à organização (clientes) como procura ou necessidade independente. À procura de produtos ou materiais necessários para

a obtenção dos produtos finais é usual designar-se procura ou necessidade dependente.

De seguida iremos abordar os dois tipos, sendo que a procura independente será abordada de uma forma mais superficial já que sai um pouco do âmbito desta dissertação.

3.5.1 Considerações sobre necessidades independentes

O grande problema associado às necessidades independentes é o facto de que como não dependem directamente da vontade da empresa, temos que nos limitar a tentar prevê-las e, nalguns casos, podemos até tentar controlá-las ou pelo menos induzir comportamentos (por exemplo, através de acções de *marketing*).

Existem algumas formas de se tentar prever o comportamento da procura independente. Podemos tentar analisar o comportamento do mercado analisando o passado e tentando dessa forma inferir o seu comportamento no futuro. Este é talvez o método mais comum. Mas podemos também, por exemplo, analisar o comportamento de mercados de alguma forma relacionados. Assim, o mercado para peças de automóveis quase de certeza que subirá se a perspectiva do mercado de venda de automóveis aumentar.

Estas análises de comportamento de mercado quase sempre se servem de métodos estatísticos, e mais recentemente de técnicas informáticas como os sistemas de descoberta de conhecimento que, basicamente, permitem encontrar relações entre dados e daí extrair informação útil. Se considerarmos uma base de dados de um banco, ou de uma grande superfície de comercialização, com informação sobre os seus clientes e todas as transações com a empresa, rapidamente chegamos à conclusão da riqueza desses dados e da possibilidade enorme de aí se poderem retirar informações. Essas informações podem, por exemplo, levar à introdução de novos produtos, a introduzir inovações em produtos existentes, a detectar padrões de comportamento em nichos de mercado, etc.

Como se pode verificar, cada vez mais os negócios estão dependentes da informação, mesmo aqueles que à partida não lidam directamente com ela, como é o caso da maioria das empresas do sector industrial.

Mesmo após a aplicação das técnicas referidas, para previsão e análise de mercado, uma empresa terá, na maioria dos casos, de trabalhar com *stocks* de produtos acabados para fazer face a essa procura independente. No limite, se a empresa só trabalhar por encomenda, então não necessitará de *stock* de produtos acabados.

Os *stocks* serão a forma mais imediata de solucionar questões de procura independente a curto prazo. É claro que, o óptimo seria as empresas adoptarem

uma filosofia JIT que lhes permitisse diminuir os *stocks*, mantendo ou até melhorando o serviço aos seus clientes. Para tal as empresas necessitariam de ter fortes ligações com os seus clientes e com os seus fornecedores. Ora, para as empresas que lidam directamente com o público em geral, tendo um universo enorme de potenciais clientes e por vezes nenhuma ligação directa com eles, o objectivo será quase impossível. Mesmo nas empresas em que tal é possível, muitas vezes estas continuam com o *stock* optando pela filosofia do *just-in-case* (em caso de necessidade...).

De qualquer das formas muitas empresas têm tentado implementar o mais possível o conceito JIT. Para tal, têm que estabelecer laços fortes com os fornecedores, com o objectivo da entrega das matérias primas, ou partes, ser óptima e segundo as características definidas, de forma a garantir um mínimo valor de perdas ou material defeituoso. Se tal não for possível, voltamos à situação da necessidade de *stock*.

Essa ligação com o fornecedor também é benéfica para este, pois é uma forma de garantir encomendas regulares (resolvendo assim o seu problema de procura independente).

Muitas vezes, para se atingir este tipo de relacionamento, é necessário que tanto a empresa como o fornecedor sejam envolvidos na engenharia do produto, conseguindo assim que a sua especificação seja decidida por ambos e a qualidade das partes seja garantida. Além disso, as economias podem ser elevadíssimas já que vários estudos mencionados em diversa bibliografia apontam para que 70% dos custos controláveis da produção sejam estabelecidos pela concepção do produto.

A evolução tecnológica também tem vindo a permitir que as empresas encarem o JIT como algo possível de implementar. Uma das aplicações tecnológicas que tem permitido o avanço do JIT em algumas áreas de actividade é a troca electrónica de documentos: o chamado EDI¹. Este permite que os documentos mais correntes, que são trocados entre cliente e fornecedor, o passem a ser via rede de dados com integração automática nos sistemas computacionais de ambas as empresas, diminuindo assim tempos de actividades de suporte ao negócio.

No outro extremo temos a relação da empresa com os seus clientes. No caso da empresa que não lida directamente com o cliente final, esta passa a ser encarada como fornecedor e aplica-se a análise feita acima. No caso do cliente final, especialmente se for o público em geral, tal como já referimos a questão é complexa, sendo que a tendência actual é para uma tentativa de fidelizar os clientes, estabelecendo algum tipo de relação estável com eles. Este tipo de relação é muitas vezes conseguido, ou tentado, através de serviços extra, como a emissão de cartões de cliente. Através da utilização desses cartões, o cliente tem acesso a serviços especiais. Por exemplo, nas estações de serviço, o consumo de combustíveis pode dar direito a lavagens de automóveis. Na

¹ *Electronic Data Interchange*

comercialização de automóveis o serviço pós-venda gratifica clientes fieis. Na banca o cliente, ao atingir determinado nível, tem acesso a atendimento personalizado e descontos em novos produtos.

Apesar de todas estas considerações permanece o facto de muitas empresas necessitarem de ter *stock*. Estas empresas vão ter necessidade de gerir da melhor forma o seu *stock*. Para estes casos inevitáveis existem diferentes métodos que devem ser utilizados de acordo com a situação [Dilworth93].

3.5.2 Necessidades dependentes

Até agora abordamos a questão das necessidades independentes. Vamos nesta secção abordar os aspectos relacionados com outro tipo de necessidades: as necessidades dependentes. A designação de dependentes advém do facto de, uma vez determinadas as necessidades independentes de produtos acabados, podermos achar as necessidades dos componentes uma vez que estes dependem dos produtos acabados.

Tal como já vimos, uma das principais actividades de uma empresa é a engenharia dos produtos e processos. Esta função determina, entre outras coisas, quais os componentes necessários para fabricar uma unidade de produto final, quais as suas características e como devem ser trabalhados, ou seja, qual o processo que conduz ao fabrico de uma unidade de produto final. Se tivermos essa informação, e sabendo qual a quantidade de produtos finais a fabricar (por exemplo para a reposição do *stock* mencionado acima), poderemos calcular os componentes necessários, e até a altura em que serão necessários, já que poderemos fazer uma análise da data de necessidade do produto final para trás. Com a informação sobre o processo podemos também obter informação sobre os recursos - sem serem componentes - que serão necessários para a fabricação do produto final. Poderemos, por exemplo, saber quais são as máquinas ou centros de fabrico necessários. Desta forma é também possível determinar se existe capacidade operacional para fabricar o produto.

Vamos analisar de seguida uma técnica que tem sido bastante utilizada para efectuar estes cálculos e que se tem dado à implementação em computador, dado que requer grande poder de cálculo e de tratamento de dados. Essa técnica designa-se por MRP.

3.5.2.1 MRP

Na sua forma mais básica, o MRP é uma técnica permitindo que a partir das quantidades e datas finais especificadas no PDP se determinem, trabalhando da frente para trás (ou do futuro para o presente) em termos temporais, os componentes necessários para satisfazer o PDP. Os componentes determinados podem ser componentes a fabricar ou a adquirir dos fornecedores.

É claro que esta técnica base do MRP abre possibilidades para resolução de outras questões. Já que se calcula a data na qual os componentes são necessários, porque não calcular as necessidades de capacidade e proceder à sua marcação? E já agora porque não servir de mecanismo de controlo e acompanhamento da produção?

Quando o MRP trata destas questões é usual usar-se o termo MRP II² para identificar a diferença.

3.5.2.2 MRP II

Vimos que podemos estender o MRP para calcular a capacidade necessária e os recursos a utilizar. O MRP pode assim servir como base para o escalonamento e despacho para o *shop-floor*. Se o MRP for recebendo informação da fábrica e dos fornecedores então, além de servir para planeamento, será uma óptima ferramenta para controlo.

É fácil verificar que toda a informação gerada aqui será de valor incalculável para a empresa e permitirá: fazer análises de custos por centros de trabalho; detectar focos de mau desempenho; pontos onde investir; necessidades de mão-de-obra, etc. Obter-se-á então informação indispensável para a área financeira e de *marketing*. Será uma óptima fonte de informação para alimentar um armazém de dados³ de forma a que se possam fazer análises aos dados com o intuito de obter informação.

Segundo Dillworth [Dilworth93] o MRP efectua três funções principais:

- planeamento e controlo de ordens (quando emitir ordens e para que quantidades)
- planeamento e controlo de prioridade (como é que a data esperada de disponibilidade se compara com a data de entrega para cada item)
- pode ser a base para o planeamento das necessidades de capacidade e para o desenvolvimento de planos gerais de negócio.

Dillworth também afirma que embora o MRP possa ser usado em diversas situações, a sua aplicação principal é a empresas que efectuem produção e montagem de produtos standard.

² *Manufacturing Resource Planning*

³ ou armazém de dados

O PDP contém informação sobre a quantidade dos vários produtos finais que se planeia ter disponíveis num determinado horizonte temporal. Nele se incluem tanto encomendas de clientes como previsões de vendas. À medida que novas encomendas são recebidas, estas devem substituir as previsões. Encomendas superiores às previsões devem ser resolvidas usando os diversos métodos já referidos quando abordamos os problemas inerentes à capacidade global da empresa: sub-contratação de uma empresa terceira, aumento do número de turnos, etc. Se as encomendas forem menores que as previsões, então estas foram mal feitas e devem-se corrigir. Um possível resultado deste facto será o aumento de *stock*. O PDP serve então de base ao MRP.

A informação relativa aos componentes e operações de cada produto (gama operatória) dará ao MRP a informação necessária para que este, dada a sua informação sobre os produtos acabados oriunda do PDP, possa determinar os componentes a fabricar ou comprar e em que datas.

Na figura 3.4 podemos observar o MRP constituindo a parte central de todo o processo de gestão da produção numa empresa.

No final do MRP obtemos as necessidades liquidadas, que dizem respeito a produtos a comprar ou a fabricar.

No caso dos componentes a comprar, essa informação segue para o sector de compras. Neste caso, para que o ciclo fique completo a informação vinda do fornecedor deve alimentar a base de dados do inventário que por sua vez é acedida pelo MRP. No caso de componentes a fabricar, deve seguir a informação necessária para o processo que usualmente é designado CRP⁴ ou cálculo das necessidades de capacidade. Neste processo o que se verifica é a existência de capacidade na empresa para cumprir as ordens de fabrico. Esta verificação da capacidade é muito mais precisa que aquela que é feita aquando do PDP.

Este módulo de cálculo da capacidade necessita de saber qual o processo para fabricação de cada componente, ou seja, qual a sequência de operações, e o centro de trabalho que vai efectuar cada uma das operações, de forma a poder verificar a viabilidade dos prazos calculados no MRP. Com a informação do tempo de duração standard de cada operação, o CRP pode verificar se os centros de trabalho tem capacidade para cumprir o planeado. Caso sejam detectadas situações de não cumprimento, então essa informação pode alimentar de novo o PDP de forma a se tentarem acções correctivas, como por exemplo o atraso de alguma ordem menos prioritária. Ao nível do cálculo da capacidade podem-se sempre tentar alternativas como a de deslocar operações para centros de trabalho com capacidade livre e aptos para efectuarem essas operações.

Vamos ver mais a frente que muitas destas situações só são detectadas e corrigidas na realidade quando entramos no planeamento e controlo operacional.

⁴ *Capacity Requirements Planning*

3.6 Planeamento operacional e controlo

O resultado do MRP, no que diz respeito à produção, deve ser um conjunto de ordens de fabrico. Essas ordens de fabrico terão agora de ser executadas da melhor forma para se atingirem os seguintes objectivos:

- cumprir a data de entrega
- atingir o objectivo anterior utilizando os recursos de forma racional, tentando minimizar os custos.

Outra das questões a considerar é que o MRP, apesar de tomar em conta dados operacionais, e dada a quantidade de informação, não é executado em tempo real. É usual ser executado, por exemplo, semanalmente, embora esse período dependa da situação.

O planeamento operacional deve tratar destas situações. Além destes casos existem muitos outros que podem ocorrer, como por exemplo:

- alteração de uma ordem de fabrico
- avaria de uma máquina
- falta de um operário,

Todos estes acontecimentos devem ser respondidos em tempo oportuno, e não podem esperar pela resposta do MRP. Além disto, para responder aos dois pontos mencionados acima, o planeamento operacional deve resolver dois grandes problemas:

- sequenciar operações para o mesmo recurso
- despachar as operações para o recurso mais adequado

Para complicar todo o cenário, é sabido que na prática o critério que estabelece o que é um bom escalonamento é vago e que pode variar com o tempo e o contexto.

Assim sendo, o planeamento e controlo operacional devem constituir o coração da fábrica, enviando mensagens para despoletar acções em momentos precisos (em tempo real e segundo um plano geral) e recebendo sinais respeitantes à evolução da produção, podendo desta forma estabelecer um controlo real.

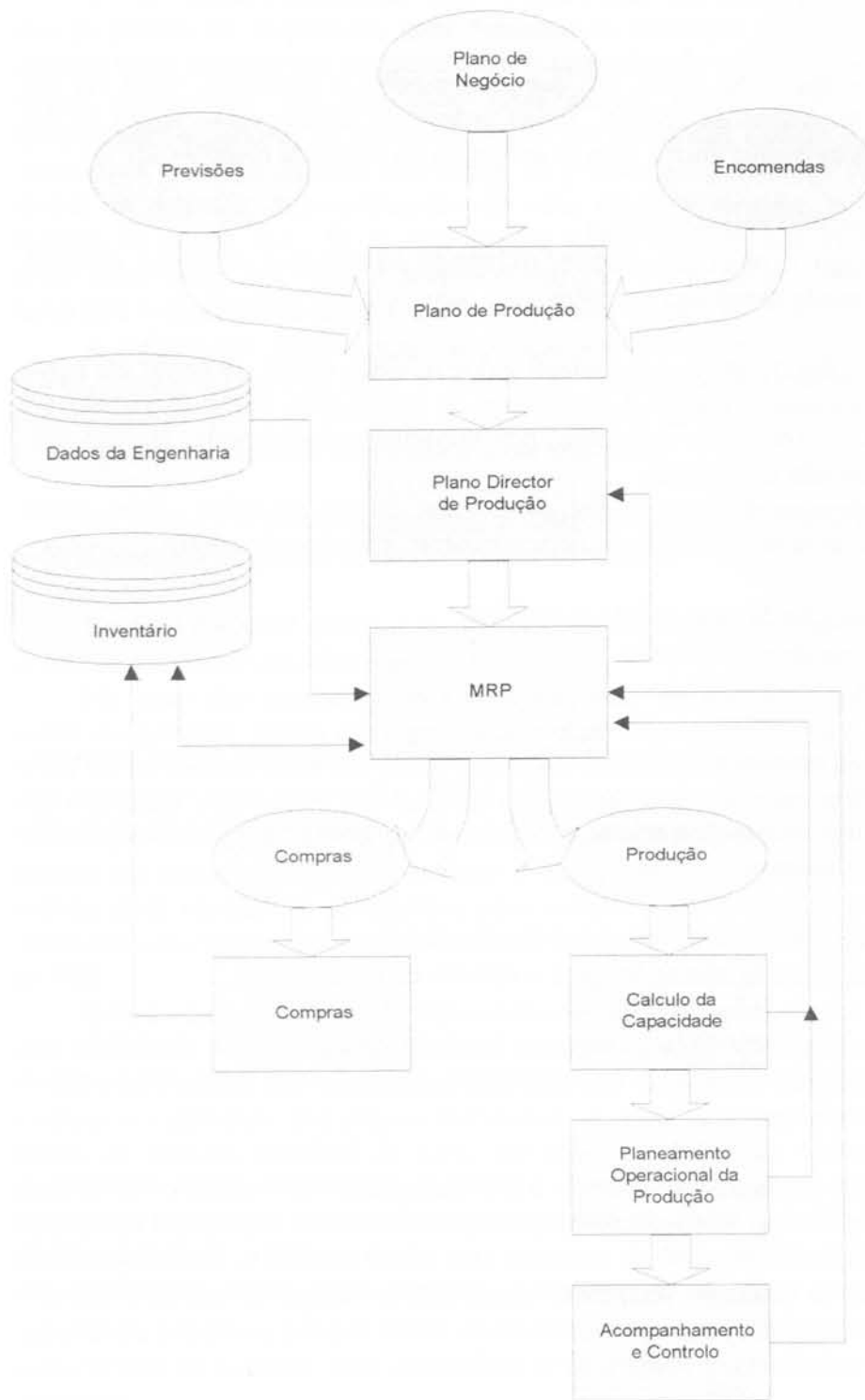


Figura 3.4 - Enquadramento do MRP na gestão da produção

3.6.1 Escalonamento e controlo por tipos de produção

Como é de esperar, as necessidades de escalonamento e controlo variam por actividade e tipo de produção. Em termos industriais e para os tipos mais usuais de produção podemos fazer as seguintes considerações:

- **Produção repetitiva/série**

Como a produção é repetitiva a necessidade de escalonamento é quase inexistente. A produção é feita em cadeia segundo um processo pré-estabelecido. A taxa de produção normalmente mantém-se e a diversidade de produtos é pouca.

- **Produção por lotes**

Na produção por lotes os tipos de produtos são conhecidos, embora possa variar a sua produção. Enquanto que na produção repetitiva/série esta é contínua e quase sempre dos mesmos produtos neste caso a produção pode variar, sendo que as máquinas, e genericamente todos os recursos, podem ser reservados a tarefas diferentes conforme o lote em produção. Neste caso existe já a necessidade de escalonar os diversos lotes em produção pelos diversos recursos de forma a cumprir as datas estabelecidas pelo MRP.

- **Oficina**

Neste tipo a produção é tão diversificada que cada encomenda funciona quase como um projecto. É usual neste casos o cliente especificar as características do produto e por vezes do próprio processo. Assim, cada produto de uma encomenda, no limite, pode levar à necessidade de um processo completo da sua engenharia, passando por toda a sequência referida na figura 2.2. Neste caso o planeamento é crítico e deve ser efectuado caso a caso. Como em princípio a empresa não responderá a uma só encomenda de cada vez, toda a necessidade de escalonamento referida para o ponto anterior se mantém.

Independentemente do tipo de produção um bom planeamento do processo do produto (na fase da sua engenharia) é essencial dado que poderá ter influências enormes ao nível de preços ou custos de produção e tempos necessários ao fabrico.

3.6.2 O Problema do escalonamento

O resultado do MRP determina que produtos ou itens devem ser fabricados num determinado período. Pode até determinar a carga que tal produção implica por centro de trabalho. Por todos os aspectos levantados na secção 3.6 estes valores serão sempre aproximações do real.

Do ponto de vista de cada centro de trabalho, ou conjunto de máquinas, é depois necessário decidir como é que se devem executar as operações por forma a dar resposta ao planeado pelo MRP⁵. A este nível inferior terá de ser efectuado um planeamento operacional. Esse planeamento operacional tem que determinar qual a melhor forma de organizar a produção num determinado período. Isto prende-se com o facto de os recursos serem limitados, ou seja, várias ordens de fabrico vão competir para o uso dos mesmos recursos.

Como exemplo desta situação podemos considerar a existência de diversas transformações diferentes a serem executadas num determinado intervalo de tempo. Cada transformação pode envolver várias operações que têm que ser efectuadas em diversos recursos. Esses recursos podem ser os mesmos para várias operações. Chegamos à questão de se determinar o que se deve fazer primeiro, ou antes, qual a melhor sequência de operações para um determinado recurso.

Este tipo de problemas de sequenciamento para n operações possíveis num recurso têm $n!$ soluções. De facto se tivermos 4 operações, temos 4 hipóteses possíveis para primeira operação. Para segunda operação ficamos com 3 possibilidades, para terceira com duas e depois só uma. Assim uma sequência de 4 operações tem $4*3*2*1$ soluções = 24 soluções. Um problema de 10 operações tem $10!=3.628.800$ soluções possíveis.

Achar todas as sequências possíveis e escolher a melhor num ambiente real é uma opção pouco viável.

Na prática o que se costuma fazer é utilizar-se regras ou heurísticas. Algumas delas são de senso comum. Isto implica que provavelmente não se chega a uma solução óptima, mas muitas das vezes conseguem-se soluções boas e em tempo útil.

Uma heurística possível pode ser, por exemplo, executar primeiro a tarefa cuja data de entrega está mais próxima. Pode-se ainda entrar em consideração com o tempo de duração da tarefa. Uma tarefa pode estar mais próxima da data de entrega mas a sua duração ser inferior a outra, o que implica que relativamente a outra está mais próxima da data de entrega.

Além do problema do sequenciamento das tarefas para um dado recurso, existe ainda o problema de se determinar a que recursos são atribuídas as tarefas

⁵ Repare-se que até podem existir empresas que fazem todo o seu planeamento, mesmo aquele mais operacional e do dia-a-dia, através do MRP.

ou operações. Relativamente a este problema as soluções encontradas levam normalmente em conta a taxa de ocupação do próprio recurso, o tipo de operações que o recurso consegue realizar, e o custo. Como se pode imaginar outras heurísticas podiam ser definidas.

Salienta-se o facto que na maior parte das vezes estas questões dependem de situação para situação, e as heurísticas utilizadas são definidas conforme essas situações. Uma heurística que serve para uma indústria de montagem pode não ser a mais adequada para uma indústria química. O essencial quando se tenta desenvolver uma ferramenta informática para a resolução deste tipo de problemas é que esta seja o mais configurável e dinâmica possível de forma a adaptar-se às diversas situações possíveis. Mais tarde nesta dissertação voltaremos a abordar este assunto.

Voltando ao problema do sequenciamento, muito trabalho de investigação tem sido desenvolvido nessa área procurando soluções óptimas ou apenas heurísticas. Desses trabalhos saliento o desenvolvido por S. M. Johnson [Johnson54] que veio a ser conhecido por regra de Johnson. Esta regra permite a determinação da solução óptima para o sequenciamento de tarefas entre duas máquinas. A regra de Johnson consiste basicamente nas seguintes etapas:

1. Listar os tempos de processamento de todas as tarefas para as duas máquinas.
2. Para as tarefas não escalonadas, seleccionar aquela com o menor tempo de processamento em qualquer das máquinas.
3. Se o tempo mais curto é para a primeira máquina, colocar a tarefa o mais cedo possível na porção livre da sequência de tarefas. Se o tempo mais curto é para a segunda máquina, colocar a tarefa o mais tarde possível na porção livre da sequência de tarefas.
Se o tempo da tarefa mais rápida é igual para as duas máquinas, ela pode ser colocada ou o mais cedo possível ou o mais tarde possível.
Se o tempo de processamento para a primeira máquina de uma tarefa é igual ao tempo de processamento de outra tarefa na segunda máquina, então, colocar na primeira porção livre a tarefa relativa à primeira máquina e na última porção livre a tarefa relativa à segunda máquina.
4. Retirar a tarefa seleccionada no passo 2 e repetir os passos até todas as tarefas estarem escalonadas.

Podemos observar no quadros seguintes um exemplo muito simples de escalonamento utilizando a regra de Johnson.

Tarefa	Tempo de processamento para a máquina 1	Tempo de processamento para a máquina 2
1	2	1.5
2	3	4
3	1	3
4	3.5	3
5	2.5	2.5

Tabela 3.1 - Tempos de tarefas para sequenciamento entre duas máquinas

tarefa 3 escalonada	3				
tarefa 1 escalonada	3			1	
tarefa 5 escalonada	3	5		1	
tarefa 2 escalonada	3	5	2	1	
tarefa 4 escalonada	3	5	2	4	1

Tabela 3.2 - Sequenciamento resultante da aplicação da regra de Johnson

Repare-se que este tipo de soluções são muito restritas, aplicando-se a situações com que raras vezes nos deparamos na vida real. Para a regra de Johnson já se consegue alargar a sua aplicação a problemas de sequenciamento entre três máquinas. De qualquer das formas, este tipo de soluções óptimas continuam a ter uma aplicação prática limitada. Sobre esta questão, Ana Almeida [Almeida95] refere que as decisões de escalonamento têm que ser tomadas diariamente em tempo útil. Esse tipo de escalonamento é referido como escalonamento dinâmico.

3.7 Resumo

Neste capítulo começámos por analisar o funcionamento geral de uma empresa. Observámos igualmente alguns aspectos no que respeita à estratégia e gestão de topo, partindo depois para uma análise da gestão no sector de produção de uma empresa.

No seguimento da lógica desta dissertação, apresentámos mais detalhadamente a gestão da produção a um nível operacional. As necessidades independentes e a gestão de *stocks* foram abordadas de modo superficial. A nível das necessidades dependentes analisámos, com algum pormenor, as várias técnicas associadas, nomeadamente o MRP.

No final apresentámos, genericamente, o estado da arte relativo ao escalonamento da produção e aos problemas associados a este último.

Terminámos este capítulo com uma visão abrangente do que se passa na gestão da produção no sector industrial. O pormenor da apresentação efectuada para a gestão mais operacional permitirá efectuar algumas análises comparativas quando, no capítulo seguinte, abordarmos o conceito que mais se aproxima destas questões a nível dos serviços: o *fluxo de trabalho*.

Fluxo de Trabalho

“Competition means decentralised planning by many separate persons”
- Friederich August von Hayek
The Use of Knowledge in Society, in Individualism and Economic Order
1948

Neste capítulo vamos analisar a gestão de processos de negócio do ponto de vista dos serviços, em particular a nível dos escritórios. Assim, entre outros conceitos e ferramentas abordaremos, em particular, os sistemas de *fluxo de trabalho* como a solução que se tem imposto para a gestão de processos de negócio. No âmbito de uma abordagem o mais abrangente possível iremos às raízes dos sistemas de *fluxo de trabalho* e apresentaremos as suas ligações a conceitos como a reengenharia de processos de negócio.

4.1 Introdução

Os sistemas de *fluxo de trabalho* surgem recentemente como ferramentas que permitem a definição, acompanhamento e controlo do tratamento dos documentos nos escritórios.

Na prática os sistemas existentes e implementados são muitas vezes puros sistemas de mensagens, produtos de trabalho em grupo ou sistemas de arquivo de documentos com funcionalidades de gestão de *fluxo de trabalho*. A verdade é que estes sistemas potencialmente vêm revolucionar o escritório, pois permitem obter uma integração de recursos e trabalho coordenado usando os sistemas com que as pessoas estão habituadas a trabalhar. No entanto a definição de *fluxo de trabalho* é bastante lata, e porventura é assim que deve permanecer. Senão vejamos algumas definições:

«A gestão do *fluxo de trabalho* consiste na automação de procedimentos ou fluxos de trabalho nos quais documentos, informação e tarefas são passados de participante em participante de uma forma que é controlada por regras ou procedimentos» *The Workflow Management Coalition* [WfMC96]

«Na sua forma mais básica, a automação via sistemas de *fluxo de trabalho* consiste num dispositivo de encaminhamento computadorizado» *Which Computer* [WComp93]

«Na sua forma mais simples os sistemas de *fluxo de trabalho* permitem que os utilizadores definam regras para encaminhamento, e na sua forma mais complexa estes sistemas tornam-se uma ferramenta para a total reengenharia dos processos das organizações» *IBM System User* [IBMSU93]

«É um conjunto de ferramentas para a análise activa, compreensão e automação de tarefas e actividades baseadas em informação» *Thomas Koulopoulos* [Koulopoulos95]

«Um sistema de gestão de *fluxo de trabalho* é um sistema activo para a gestão de tarefas definidas num ou mais procedimentos» *SODAN* [SODAN94]

Como se pode verificar, muitas definições de sistemas de *fluxo de trabalho* utilizam a palavra automação, o que nos leva a pensar que um dos objectivos destes sistemas é a automação de processos. Essa automação é estabelecida, segundo algumas definições, via regras ou procedimentos. Outras definições referem o *fluxo de trabalho* como mecanismo de encaminhamento, não obedecendo forçosamente a um caminho pre-estabelecido. As definições também referem os sistemas de *fluxo de trabalho* como sendo sistemas activos, dando a ideia de dinamismo. Note-se que uma das definições refere explicitamente os sistemas de *fluxo de trabalho* como ferramentas para a reengenharia da totalidade dos processos de uma organização.

Destas definições podemos observar duas grandes tendências. Uma diz respeito a reengenharia dos processos de uma organização, que normalmente está associada ao *empowerment*: a elevação do individuo na organização. A outra grande tendência tem que ver com o factor automação. Quem diz automação diz controlo e melhoria pela especialização, ou seja, uma visão Taylorista e um pouco redutora.

Embora à partida estas duas tendências possam parecer exclusivas, na verdade, elas complementam-se e permitirão uma melhoria substancial do trabalho, libertando as pessoas de tarefas menos nobres ao mesmo tempo que melhoram as organizações tornando o todo melhor que a soma das partes. Voltaremos a esta questão durante este capítulo e ao longo de toda esta dissertação, em especial no capítulo seguinte.

De seguida abordam-se os sistemas de *fluxo de trabalho* numa perspectiva histórica, enquadrando as questões levantadas e as diversas definições dadas.

4.2 Perspectiva histórica

Grande parte dos autores defende que os sistemas de *fluxo de trabalho* surgem por necessidades práticas. Embora se possa concordar com esta visão, também é verdade que este actualmente tem raízes bastante sólidas, suportadas por teorias testadas.

Os sistemas de *fluxo de trabalho* nascem nos escritórios como resposta à necessidade de automatizar as suas tarefas através do uso intensivo dos novos sistemas de informação. Estes trouxeram a esperança de se conseguir uma automação completa dos escritórios, seguindo a tendência da indústria com a robótica, as máquinas CNC¹, o CIM, etc.

No entanto, apesar de algumas tentativas, especialmente nos anos setenta, este objectivo nunca foi alcançado com êxito. Tal facto deveu-se à existência de grande quantidade de informação que continuava a residir fora dos sistemas de informação². Este objectivo só se tornou viável quando foi possível retirar o papel de cima das secretárias.

Nos anos oitenta assistiu-se a uma grande evolução ao nível do *hardware*: computadores pessoais, impressoras laser, monitores de alta resolução, placas gráficas acessíveis, *scanners*, tecnologia óptica de armazenamento, etc. Esta evolução tornou acessível *hardware* até então apenas disponível para grandes sistemas, ou até inexistente. Esta evolução ao nível do *hardware* tornou possível aplicações até então inviáveis. Uma dessas soluções foi o aparecimento dos sistemas de arquivo electrónico de documentos. Estes sistemas permitiram que se trabalhasse com cópias electrónicas do papel, atingindo-se desta forma o objectivo de retirar o papel de cima das secretárias. É o chamado "*paperless office*".

A introdução desta tecnologia deu-se, em grande força, naquelas organizações cuja actividade era suportada basicamente pela manipulação do papel, como por exemplo a banca e os seguros.

Surgindo inicialmente estes sistemas como sistemas de arquivo de documentos rapidamente evoluíram para funcionalidades acrescidas. Houve necessidade de expandir as suas capacidades básicas. A necessidade de manipulação de qualquer documento electrónico, quer a sua origem fosse externa ou não ao sistema de informação. A necessidade de interligar com sistemas de fax, por exemplo. A pouco e pouco também foi surgindo a

¹ *Computer Numeric Controller*

² Segundo diversas fontes ligada à gestão electrónica de documentos nos finais dos anos 80 mais de 90% da informação das organizações residia em papel, fora dos sistemas informáticos.

necessidade de interligar os intervenientes nos processos de negócio, visto estes passarem a ser suportados a quase 100% pelo sistema de informação.

Nesta altura surgiram duas tendências básicas. Uma no sentido da utilização dos sistemas existentes de correio electrónico para ligar os intervenientes, ou seja, utilizando recursos exteriores aos sistemas GED³. Outra vem no sentido da expansão dos sistemas GED, incluindo neles capacidades básicas de encaminhamento de documentos.

Começam também a aparecer novos desenvolvimentos ao nível do *software*. A computação distribuída começa a dar os seus primeiros passos. São as bases de dados distribuídas, os sistemas de componentes de *software* (por exemplo com o OLE⁴), os sistemas para trabalho em grupo⁵, as linguagens orientadas para objectos, os sistemas de objectos (COM⁶, CORBA⁷) e as bases de dados de objectos. Todas estas evoluções vêm potenciar tecnicamente o aparecimento de sistemas de *fluxo de trabalho* de funcionamento autónomo. De facto, tal como já foi referido na introdução, um sistema de *fluxo de trabalho* deve funcionar quase como uma cola de diversos componentes de um sistema informático, permitindo uma interligação graciosa de componentes a utilizar em cada etapa dos processos de uma organização.

Chegamos a um estado no qual nem os sistemas de mensagens nem os GED preenchem todos os requisitos para um verdadeiro sistema de gestão de *fluxo de trabalho*.

Não nos podemos esquecer da terceira tendência [Ramage94]. Esta é a tendência mais purista do *fluxo de trabalho* e aquela que hoje em dia começa a ser aceite globalmente. Esta tendência nos seus limites quase que vê os sistemas de *fluxo de trabalho* não só como uma ferramenta mas como uma cultura ou filosofia. Vejam-se as ligações existentes entre o *fluxo de trabalho* e a reengenharia de processos. Esta relação será aprofundada mais à frente. Além desta ligação ao BPR, os sistemas de *fluxo de trabalho* têm retirado algum suporte teórico, mesmo que muitas vezes de forma pouco 'consciente', à gestão científica, à análise de sistemas e à investigação operacional.

4.3 Tipos de sistemas de *fluxo de trabalho*

Embora não exista nenhuma classificação oficialmente estabelecida para os sistemas de *fluxo de trabalho*, existem alguns aspectos diferenciadores. Esses têm a ver com aspectos técnicos adoptados pelos diversos sistemas.

³ Gestão Electrónica de Documentos

⁴ *Object Linking and Embedding*, da Microsoft Corporation.

⁵ Do termo anglo-saxónico *groupware*

⁶ *Common Object Model*, da Microsoft Corporation.

⁷ *Common Object Request Broker Architecture*, do Object Model Group.

concepção versus tempo de execução

Assim, podemos considerar que a nível conceptual existem dois extremos, relativamente à especificação do encaminhamento. Um deles corresponde aqueles sistemas que definem o encaminhamento durante a engenharia dos processos, não permitindo a sua alteração em tempo de execução. Nestes sistemas todas as hipóteses de encaminhamento têm de ser previstas à partida. Assim, os nós do processo não têm qualquer autonomia.

No outro extremo podemos considerar os sistemas de correio electrónico. Nestes, o encaminhamento é feito ponto a ponto, não estando pré-estabelecido nenhum encaminhamento. Mas os sistemas de correio electrónico, ou melhor, os sistemas puros de mensagens, muito dificilmente se podem encaixar na designação de sistemas de *fluxo de trabalho*. Na realidade, alguns sistemas de *fluxo de trabalho* permitem de facto algum dinamismo sobre a especificação original de encaminhamento. Estes permitem, por exemplo, a alteração ou escolha de caminhos alternativos em função de acontecimentos ou eventos que ocorrem durante o processo. Outro tipo de dinamismo é a possibilidade de despoletar novos processos ou até, alterar a definição do próprio processo em tempo de execução.

correio electrónico versus bases de dados

Em termos de implementação os sistemas de *fluxo de trabalho* têm que se apoiar sobre alguma infra-estrutura. De facto estes têm que, pelo menos, fazer o encaminhamento do *fluxo de trabalho*. Assim, estes vão ter que ligar (estabelecer o *interface* com) diversos componentes e aplicações em cada etapa de um processo e terão que transmitir, pelo menos, alguma informação entre cada etapa. Relativamente a este aspecto, o que acontece é que alguns sistemas se têm apoiado sobre sistemas de mensagens para implementar o fluxo de informação inerente aos processos. Outros sistemas têm partido de uma abordagem mais centralizadora e suportam a comunicação entre as diversas etapas de um processo através de uma base de dados central. Esta segunda abordagem surgiu inicialmente muito ligada aos sistemas de GED que acrescentaram capacidades de gestão de *fluxo de trabalho*, continuando a utilizar a base de dados já existente.

documentos versus processos

Uma terceira distinção entre os sistemas de *fluxo de trabalho* tem a ver também com a sua génese. Esta distingue os sistemas entre aqueles que centralizam os processos em documentos de escritório, sofrendo tratamentos específicos conforme o seu tipo, e outros que definem os processos independentemente da existência de um ou mais documentos a tratar. Estes últimos são mais puristas na sua concepção, visto que definem o processo como base para o *fluxo de trabalho*, libertando assim o sistema de limitações impostas por factores que realmente são exteriores e, muitas vezes, de origem técnica. A

opção centrada nos documentos surge naturalmente com a evolução dos sistemas GED que armazenavam os documentos e passam também a implementar os processos que envolvem os documentos. Note-se que muitos outros sistemas, que não têm origem na GED, continuam a basearem-se bastante no documento como pelo menos forma de despoletar um processo, ou ainda, como elemento informacional que acompanha o fluxo do processo. Alguns destes sistemas evoluíram para sistemas que utilizam formulários electrónicos como forma de ir ‘construindo’ e passando informação ao longo de um processo. Não nos podemos esquecer que os sistemas de *fluxo de trabalho* nascem para resolver problemas no escritório.

4.4 Sistemas de trabalho em grupo e de mensagens

Muitas vezes tendemos a confundir o conceito de trabalho em grupo com o de *fluxo de trabalho* e, ainda mais, confundir aplicações ou sistemas de trabalho em grupo com sistemas de *fluxo de trabalho*.

De facto o termo ‘trabalho em grupo’ está associado a *software* que permite ou facilita o trabalho em grupo. Esse tipo de *software* consiste essencialmente em sistemas de correio electrónico, agendas electrónicas (endereços, calendarização de reuniões) e bases de dados partilhadas e/ou distribuídas. Nesse sentido estes sistemas têm sido muito utilizados como sistemas de replicação. Resolvem problemas como o do ‘famoso’ comercial que em deslocação no final do dia liga o seu portátil aos sistema central da companhia - via *modem* conectado ao telefone do hotel - para actualizar os seus catálogos e carregar o sistema central com os contactos estabelecidos durante o dia. É claro que estes sistemas têm evoluído com o tempo. Alguns têm acrescentado características novas como é o caso dos formulários electrónicos. Uma das maiores evoluções tem sido no sentido da sua abertura à programação e interligação com outros sistemas. Esta abertura faz com que estes se tornem óptimas plataformas para suportarem sistemas de *fluxo de trabalho* ou interligarem com sistemas de *fluxo de trabalho* já existentes. Por exemplo o Keyflow⁸ integra com o Exchange Server⁹. Note-se que alguns dos sistemas de *fluxo de trabalho* têm também ligações ao Notes¹⁰. Este tipo de interligação é bastante natural já que estes sistemas apresentam-se com boas características para se tornarem alicerces de sistemas de *fluxo de trabalho*. Só o facto de serem servidores de mensagens torna-os óptimos para aqueles sistemas de *fluxo de trabalho* baseados em mensagens (ver secção 4.3).

Contudo são ainda sistemas conceptualmente diferentes dos sistemas de *fluxo de trabalho*. O seu objectivo é suportar o trabalho em grupo de forma

⁸ Sistema de *workflow* da Keyfile Corporation.

⁹ Servidor de Correio electrónico/*groupware* da Microsoft Corporation.

¹⁰ Sistema de *groupware* da Lotus Development Corporation.

muito pouco coordenada. Por seu lado, os sistemas de *fluxo de trabalho* modelizam processos que usualmente atravessam toda uma organização e no limite podem ir para além da organização. Assim, não se limitam a suportar o trabalho nos diversos grupos de uma organização. Estes vão além disso e suportam uma visão global de um processo e sua coordenação e controlo.

Alguma confusão que tem surgido nesta área advém do facto referido de os sistemas de trabalho em grupo estarem cada vez mais abertos suportando o desenvolvimento de aplicações sobre a sua infra-estrutura. Alguns casos de implementações de *fluxo de trabalho* têm sido desenvolvidas sobre essa infra-estrutura. De forma idêntica ao desenvolvimento do LN:DI¹¹, que é um sistema de gestão electrónica de documentos desenvolvido sobre a infra-estrutura do Notes.

4.5 Fluxo de trabalho como suporte à reengenharia

Sendo que os sistemas de *fluxo de trabalho* são ferramentas que permitem a modelação de processos, em especial processos de negócio, eles podem ser usados como suporte à própria reengenharia das organizações.

Repare-se que Hammer e Champy em “Reengineering the corporation: A manifesto for business revolution” [Hammer '94] afirmam que a tecnologia da informação é um suporte essencial para que as organizações consigam efectuar a reengenharia dos seus processos de negócio. Esta situação deve-se ao facto da maior parte das organizações depender, hoje em dia, dos seus sistemas de informação suportados na referidas tecnologias de informação. Por um lado os sistemas de informação foram desenvolvidos, na maioria dos casos, sem preocupações organizacionais, por outro lado, as empresas foram gradualmente aumentando a sua dependência dos seus sistemas informáticos. Estas duas evoluções colocam as tecnologias de informação e os sistemas de informação no fulcro da questão.

As empresas tradicionalmente informatizavam partes funcionais do seu negócio: a contabilidade, o *marketing*, a engenharia, etc. Muitas destas aplicações levaram vários anos a serem desenvolvidas e consolidadas e, portanto, é de todo lógico que se aproveite de novo esse esforço. Nesse sentido, têm aparecido inovações tecnológicas que permitem, ou facilitam, a interligação de sistemas heterogêneos: os sistemas de objectos distribuídos (COM, CORBA, SOM¹², etc.), os sistemas de mensagens (como por exemplo o *interface* MAPI¹³), os standards de acesso a bases de dados (como por exemplo

¹¹ Lotus Notes Document Imaging, da Lotus Development Corporation.

¹² System Object Model, da IBM Corporation

¹³ Mail Application Programming Interface, da Microsoft Corporation

o ODBC¹⁴), etc. Estas evoluções permitem as interligações entre aplicações faltando a cola para dar unidade ao todo. É aqui que os sistemas de *fluxo de trabalho* entram, permitindo uma visão global das organizações.

Assim, o *fluxo de trabalho* pode-se tornar no elemento base propiciador da reengenharia das organizações: promovendo a interligação de componentes já existentes, gradualmente alterando a organização através da reengenharia dos seus processos. O melhor é que tudo isto pode ser feito mantendo as tecnologias e soluções actuais.

Podemos observar na figura 4.1 a representação de uma estrutura hierárquica. Nesta aparecem vários níveis de decisão e a divisão da empresa por áreas funcionais. Na figura 4.2 está representado o outro extremo: uma organização totalmente anárquica. Nesta, os elementos interligam-se livremente entre si sem nenhum controlo. Na figura 4.3 está representada uma organização horizontal mas com um ponto central de controlo.

Esta ligação entre o *fluxo de trabalho* e a reengenharia têm sido tão intensa que recentemente foi criada uma organização para lidar com todos os aspectos referidos: a WARIA - Workflow And Reengineering International Association [WARIA].

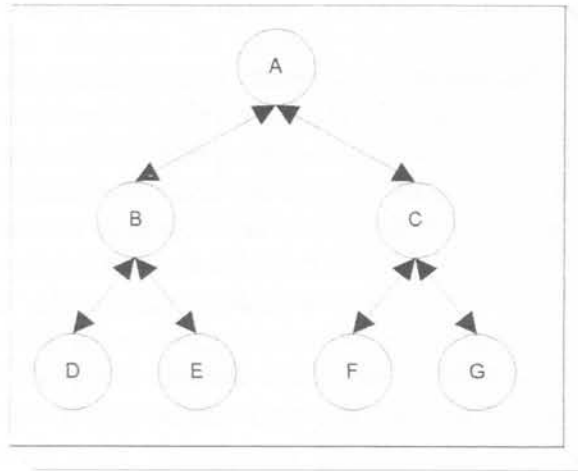


Figura 4.1 - Organização hierárquica

¹⁴ Open Database Connectivity, da Microsoft Corporation

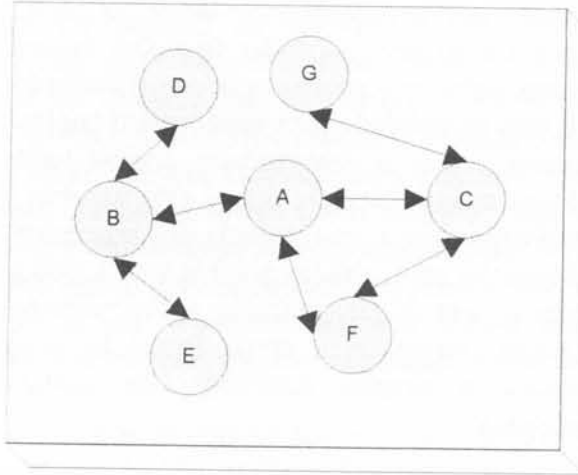


Figura 4.2 - Organização anárquica

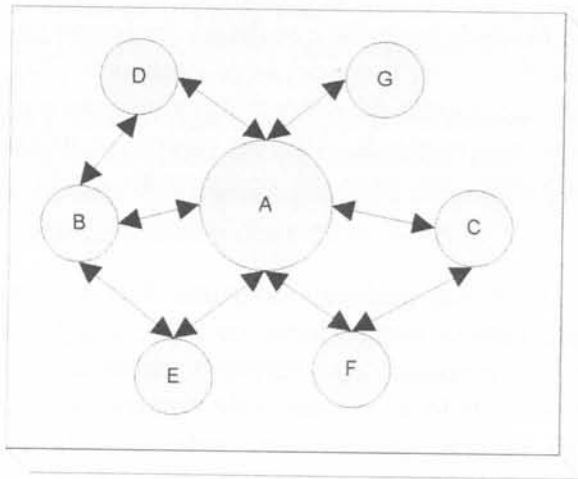


Figura 4.3 - Organização cooperativa com direcção centralizada

4.6 Aspectos teóricos do *fluxo de trabalho*

Vimos já aspectos relacionados com a evolução histórica dos sistemas de *fluxo de trabalho*. Discutimos o *fluxo de trabalho* como ferramenta propiciadora da reengenharia. Nesta secção vamos abordar os aspectos teóricos que fundamentam o *fluxo de trabalho* ou que estão relacionados com ele.

Quando falamos na reengenharia, falamos indirectamente numa consequência da reengenharia: o *empowerment*. A reengenharia liberta uma organização dos níveis hierárquicos intermédios, tornando-a mais horizontal, implementando ou alterando os processos de forma a que atravessem departamentos. Nesse sentido, vai trazer mais poder para as pessoas que operacionalmente mantêm o negócio de uma organização, ou pelo menos, é

esse um dos resultados que a reengenharia devia ter, como refere Champy [Champy94] relativamente ao novo papel das direcções das organizações: “estas devem procurar o empowerment - providenciar aos trabalhadores a informação, treino, autoridade e responsabilidade para melhorarem constantemente”. O que acontece é que, muitas vezes a reengenharia apenas tende a melhorar os processos, tornando-os mais eficientes. Sobre este aspecto bastantes autores [Davenport⁹⁰] consideram que a reengenharia dos processos vai buscar muito suporte às teorias de gestão apresentadas por Taylor. Outros autores vão até ao limite de considerarem que a reengenharia aplica métodos da engenharia industrial e investigação operacional, como forma de otimizar processos, diminuindo as pessoas a simples recursos, sem qualquer autonomia e responsabilidade individuais.

O *fluxo de trabalho* por seu lado é uma ferramenta que pode ter como efeito a valorização do indivíduo, já que o coloca como entidade com capacidade de decisão no meio dos processos de uma organização. Claro está que, num sistema de *fluxo de trabalho* que defina em tempo de concepção todas as hipóteses, o papel da pessoa fica um pouco diminuído. No entanto, o *fluxo de trabalho* deve ser visto como um sistema de orientação e ajuda na execução dos processos. Sobre esse ponto de vista ele valoriza o utilizador, tornando-o parte activa e significativa no todo da organização e não peça funcional e redutora.

Como conclusão o que podemos constatar é que de facto, existe uma relação muito grande entre a reengenharia, ou BPR, e o *fluxo de trabalho*. O *fluxo de trabalho* traz consigo duas vertentes antagónicas: por um lado o *empowerment*, por outro lado mecanismos de controlo e possível redução do indivíduo a simples recurso passivo nos processos da organização. Esta ambivalência é salutar. Devemos encarar o *fluxo de trabalho* como uma ferramenta que facilita o alcançar dos nossos objectivos. Esses objectivos são o melhoramento dos processos da organização, ou seja, o melhoramento da organização pela melhoria dos seus processos operacionais de negócio.

Esta ferramenta deve ser utilizada com o equilíbrio adequado: nem ceder à tentação do controlo e da pura reengenharia industrial que esquece o indivíduo, nem ceder ao outro extremo que pode levar à total anarquia. A figura 4.3 simboliza uma solução intermédia equilibrada.

Relativamente a esta questão um relatório recente da Price Waterhouse [Waterhouse95], faz o seguinte comentário relativamente aos acrónimos: “No início do ano, muitas empresas reivindicaram sucesso por terem sucedido na alteração da forma como as coisas eram feitas, em vez de automatizarem o que já estava a ser feito. Esta utilização da tecnologia de informação foi intitulada com as letras BPE (Business Process Engineering). Contudo, semanas mais tarde, uma facção rival, ansiosa por enfatizar a nova aparência dada a um velho negócio pela técnica, baptizou-a de BPR (Business Process Reengineering). Mesmo assim, nem toda a gente estava contente com o termo, e pelo Outono já se utilizava a sigla BPT (Business Process Transformation). Infelizmente, o ano terminou antes que o BPM (Business Process Metamorphosis) pudesse ganhar

adeptos suficientes. De qualquer das formas, três acrónimos para uma única técnica é um recorde que demorará algum tempo até ser batido.”. Esta transcrição é talvez um exagero mas tem como objectivo mostrar que muitas vezes as pessoas gastam demasiados recursos a tentar baptizar técnicas ou filosofias em lugar de as compreender, transmitir e aplicar. O fundamental é que as pessoas consigam comunicar ideias e não símbolos. Isto vem a respeito de que muitos acrónimos têm desaparecido tão rapidamente como apareceram. Na realidade o que interessa é que os conceitos fiquem e que o saber fazer seja enriquecido. De facto até o próprio Hammer afirma que o BPR já era implementado com sucesso por algumas empresas antes de ele introduzir o conceito.

Já que estamos a falar de conceitos e princípios, interessa focar aqui outra das observações que o relatório da Price Waterhouse refere relativamente às recentes alterações na forma de fazer negócio. Estas alterações, que segundo o relatório se manterão no futuro mais próximo, serão as linhas mestre para as organizações nos próximos tempos. Estes dados vão ao encontro das linhas gerais apontadas no primeiro capítulo desta dissertação e serão reforçadas nos próximos capítulos.

Na figura 4.4 podemos observar o que o referido relatório constata como diferenças na forma de organização das empresas relativamente ao passado. Voltaremos a abordar esta questão no próximo capítulo com maior ênfase e já enquadrado no âmbito do trabalho desta dissertação.

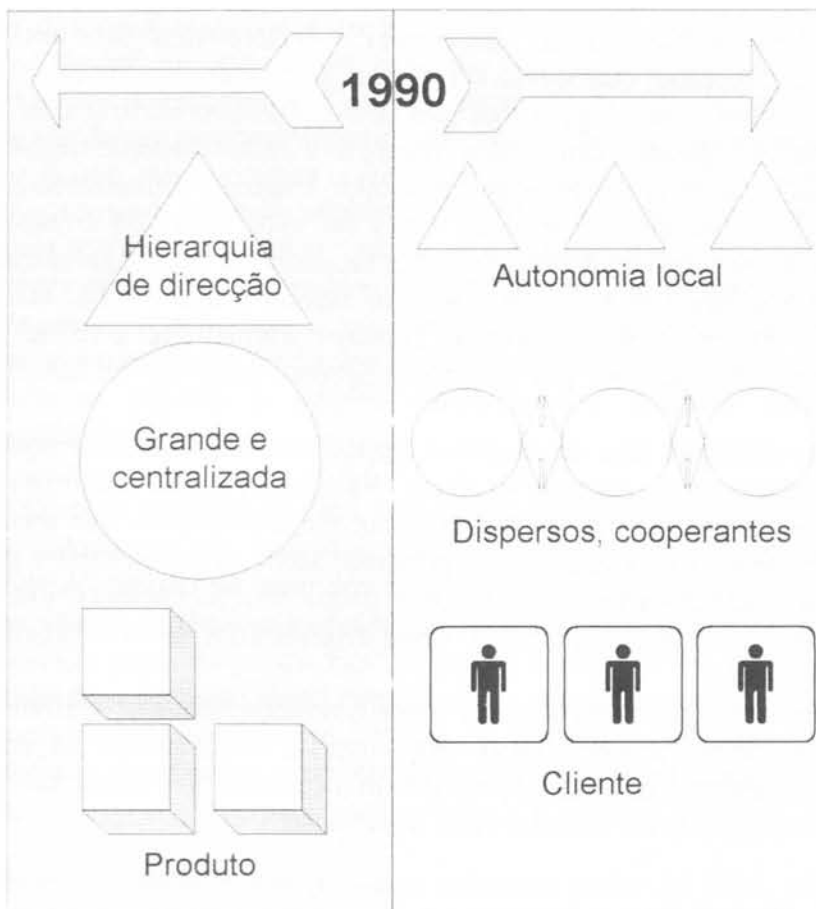


Figura 4.4 - Directrizes de negócio

4.7 Fluxo de trabalho na actualidade

A utilização desta tecnologia, em Portugal, tem sido bastante lenta, e os responsáveis das empresas têm mostrado alguma relutância na sua adopção. Contudo, esta situação vai começar a alterar-se lentamente. Em primeiro lugar, porque os sistemas de *fluxo de trabalho* têm estado bastante ligados aos sistemas de GED, que só recentemente sofreram grande impulso devido à legislação que permite que os documentos armazenados em disco óptico tenham validade legal. Assim, é de esperar que as instalações de soluções GED comecem a crescer e por arrasto após algum tempo as soluções de *fluxo de trabalho*. Em segundo lugar, as soluções de *trabalho em grupo* e correio electrónico têm sido introduzidas sem grande resistência pelos utilizadores. Sendo sistemas que, não implicando forçosamente alterações ao funcionamento das organizações, têm conseguido alguma aceitação. À medida que os utilizadores se vão habituando a trabalhar com estas soluções vai ser possível implementar sobre estas outras soluções de maior valor acrescentado, como é o caso do *fluxo de trabalho*. O terceiro ponto tem a ver com o facto de as instalações de *fluxo de trabalho* efectuadas até agora, apesar de visarem a

alteração para melhor dos negócios, estarem a operar como que em paralelo com os sistemas actuais das empresas e não com eles, formando assim uma equipa para atingir os objectivos. Esta situação tende a melhorar com a experiência de negócio, ganha pelas equipas encarregues da instalação destas soluções. Só dominando o negócio e fornecendo um sistema o mais transparente possível se conseguirão soluções de *fluxo de trabalho* com sucesso. Os representantes destes sistemas já deveriam ter interiorizado a impossibilidade de se venderem ‘pacotes’ de *fluxo de trabalho*.

Nos Estados Unidos e no resto da Europa o cenário é bastante diferente. Observem-se as figuras 4.5 e 4.6. Estas representam dados apresentados no relatório da Price Waterhouse, relativamente a tecnologias de informação para 1994/95 [Waterhouse95]. Estes dados referem-se a cerca de 1000 empresas do Reino Unido com 5 ou mais pessoas no departamento de processamento de dados. As empresas da amostra são representativas da economia local. A figura 4.5 diz respeito à percentagem de empresas que utilizam actualmente alguns tipos de tecnologias emergentes. Assim, podemos observar que quase 60% faz desenvolvimento tipo cliente-servidor. A segunda tecnologia é também na área do desenvolvimento: são as designadas ferramentas de desenvolvimento rápido de aplicações (RAD¹⁵). Em terceiro lugar de utilização aparece o grupo dos sistemas de processamento de documentos em forma de imagem (DIP¹⁶), ou gestão electrónica de documentos, e do *fluxo de trabalho*.

A figura 4.6 apresenta o gráfico relativo à ordem das tecnologias que serão utilizadas no futuro pelas empresas. Neste gráfico a dupla DIP/Workflow já aparece em primeiro lugar.

¹⁵ *Rapid Application Development.*

¹⁶ *Document Image Processing.*

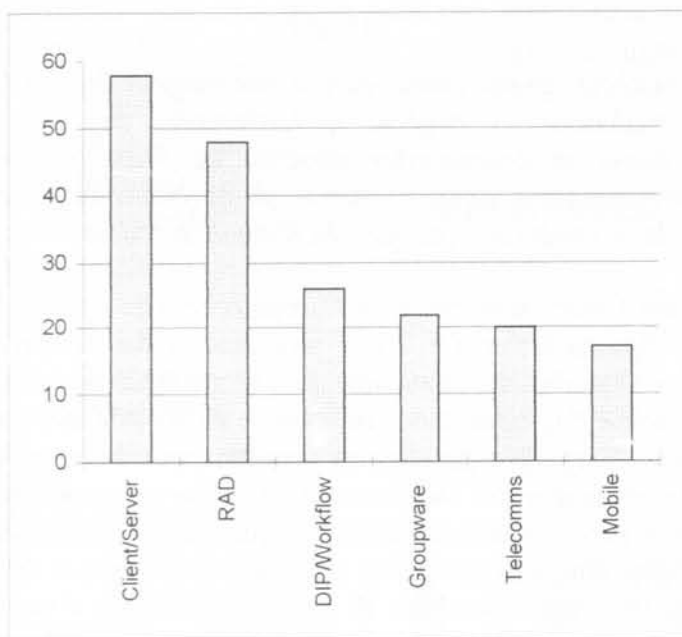


Figura 4.5 - Utilização actual de tecnologias emergentes
 Fonte: Price Waterhouse/ Computing Opinion Surveys - 1994/95 - Reino Unido

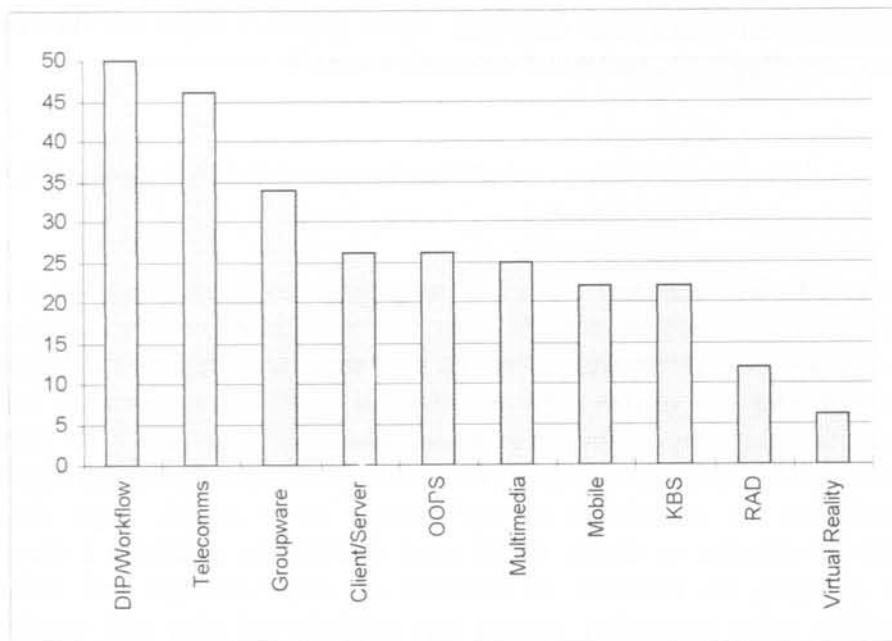


Figura 4.6 - Utilização futura de tecnologias emergentes
 Fonte: Price Waterhouse/ Computing Opinion Surveys - 1994/95 - Reino Unido
 (Nota: OOPS - Object Oriented Programming Systems, KBS - Knowledge Based Systems)

Relativamente a estes dados, o relatório refere que se nota uma convergência. A convergência é apontada ao nível dos computadores e das comunicações digitais. O relatório acrescenta que a sondagem mostra que a convergência está a dar-se realmente no mundo dos negócios, envolvendo as tecnologias das quais se esperam os maiores benefícios. De facto, as imagens são digitalizadas pela tecnologia DIP, e os documentos e tarefas são encaminhados nas organizações através dos sistemas de *fluxo de trabalho*. Os produtos de *trabalho em grupo* permitem que grupos de trabalho geograficamente separados comuniquem e partilhem bases de dados de documentos. Muitos destes desenvolvimentos dependem de computadores de secretária cada vez mais poderosos, ligados a redes cliente-servidor. Essa complexidade está a levar à adopção de tecnologia RAD para o desenvolvimento de novas aplicações. E, claro que os sistemas de telecomunicações de alta velocidade e grande largura de banda permitem que o enorme volume de dados, envolvido nestas soluções, possa ser transferido entre sistemas a velocidades aceitáveis.

Todos estas factos apontam para um enorme crescimento do uso do *fluxo de trabalho*, não só como mais um pacote de *software* mas, e talvez de forma mais marcante, como uma ferramenta ou filosofia (veja-se a ligação ao BPR) para melhorar os processos ligados às actividades das organizações.

Note-se que até o próprio *boom* da *internet* vem potenciar o *fluxo de trabalho*, facilitando a sua expansão para além das organizações. A maioria dos sistemas actuais de *fluxo de trabalho* já estão aptos a esta abertura e existem já soluções cuja raiz é a própria *internet* [ViewStar].

Como se observou durante este capítulo a utilização do *fluxo de trabalho* não é muito pacífica. O *fluxo de trabalho* tende a mexer na totalidade de uma organização: o seu sistema de informação, a sua organização, a lógica dos seus processos, a forma como as pessoas trabalham e se relacionam.

Algum detalhe maior é dado no anexo G a esta dissertação, nomeadamente ao nível dos sistemas actuais de *fluxo de trabalho*, como funcionam e quais as suas principais características. São apresentadas também algumas das organizações internacionais que têm surgido ligadas ao *fluxo de trabalho*. Serão apresentados e analisados os trabalhos que têm sido realizados no sentido de tentar estabelecer standards, nomeadamente no sentido de permitir a interligação dos diversos sistemas.

4.8 Resumo

Neste capítulo tentamos dar uma visão geral do que se passa em termos de escritório, nomeadamente nos serviços, ao nível da gestão dos seus processos com os sistemas de *fluxo de trabalho*.

Fizemos uma breve introdução às raízes destes sistemas. Apresentamos uma classificação possível para estes sistemas. Analisamos algumas das suas ligações a outras tecnologias, como o *trabalho em grupo* e os sistemas de correio electrónico. Tentamos apontar as diferenças e clarificar mal entendidos.

Numa segunda parte abordamos conceptualmente o *fluxo de trabalho* e os seus fundamentos teóricos, em especial, a ligação ao BPR. Abordamos também algumas das suas implicações ou consequências nas organizações. Finalmente vimos qual o estado actual desta tecnologia e as suas perspectivas futuras.

No final deste capítulo, e desta primeira parte da dissertação, onde abordamos o estado actual de dois mundos possivelmente convergentes, espera-nos uma segunda parte que diz respeito ao trabalho desenvolvido nesta dissertação. Este trabalho tenta ligar o melhor de dois mundos, a indústria e os serviços, de forma a conseguir ajudar significativamente as organizações a atingirem os seus objectivos: um melhor serviço para os seus clientes ao menor custo possível. Este objectivo deve ser conseguido através de um desenvolvimento harmonioso e de acordo com os princípios abordados até agora. Nesta segunda parte da dissertação espera-se então uma abordagem menos pacífica.

Indústria e Serviços: Semelhanças

“We may agree that all businesses are in the service business, to some degree”

- James B. Dilworth

Production and operations management.

McGraw-Hill, 1993

Neste capítulo abordaremos globalmente as actividades inerentes aos sectores industrial e de serviços. Tentaremos distinguir conceptualmente os dois sectores. Eventualmente chegaremos a uma situação de distinção bastante ténue, tal como já foi indicado no primeiro capítulo desta dissertação. Partindo deste ponto analisaremos ambos os sectores com o objectivo de encontrar pontos comuns e de utilizar aquilo que podemos encontrar de melhor em ambos.

Finalmente, apresentaremos os conceitos comuns e as suas possíveis aplicações aos dois sectores de actividade. Estas serão as bases para o capítulo seguinte onde apresentamos uma solução para a gestão de processos operacionais.

5.1 Introdução

Muito se tem falado sobre a indústria e todos os processos a ela associados. Desde os desenvolvimentos na engenharia dos produtos e dos processos até ao próprio planeamento e controlo da produção. Muitos dos desenvolvimentos e automações que se têm conseguido em termos de indústria devem-se ao facto dos seus produtos e processos serem à partida bem definidos e não serem muito dinâmicos. O que se passa relativamente a algumas indústrias, e em particular aos serviços, é que muitas vezes o factor incerteza está presente: não se sabem as características do produto/serviço pois este depende do cliente. Não se tendo esta informação é bastante difícil conseguir-se automatizar o que quer que seja.

Antes de analisarmos em pormenor as características das diversas actividades, tentaremos globalmente chegar a uma distinção conceptual entre a indústria e os serviços.

Uma das grandes distinções a que facilmente podemos chegar é a de que, na indústria a actividade vai no sentido da produção de um item ou produto que

será adquirido pelo cliente. Nos serviços, em princípio, o objectivo não é o de fabricar um produto tangível que será consumido pelo cliente mas o de efectuar certas actividades a favor do cliente. Podemos observar esta distinção na figura 5.1.



Figura 5.1 – Indústria versus Serviços

Para além desta distinção genérica outras se podem observar:

- a natureza intangível dos serviços torna difícil obter medidas de desempenho de uma actividade baseada em serviços comparativamente com uma actividade industrial.
- medidas de qualidade são mais difíceis de estabelecer e medir nos serviços.
- o contacto do cliente com o fornecedor do serviço é mais provável do que acontece relativamente à indústria.
- os serviços normalmente não podem utilizar *stock* como forma de resposta à procura instável.

5.2 Indústria ou serviço?

Da distinção genérica apresentada na secção anterior vejamos na prática como podemos catalogar algumas actividades.

- Hospital.
Um hospital tem como objectivo principal o de prestar o serviço de cuidado médico. Os seus clientes (que na maior parte das vezes são os pacientes) valorizam um hospital pela qualidade da equipa médica e dos serviços auxiliares prestados. Um hospital presta basicamente um serviço à comunidade, sendo nítida a ligação entre organização e cliente, tal e qual é mostrada na figura 5.1.
No entanto, a evolução desta actividade tem sido no sentido de alguma especialização das unidades, assim como da privatização pelo

menos de alguns serviços que até podemos considerar auxiliares. Assim, novas clínicas surgem com algum tipo de especialização: maternidade, fisioterapia, etc. Não é também raro que certas unidades ofereçam os seus serviços como pacotes bem definidos e dirigidos a mercados ou nichos de mercado específicos. Só desta forma estas unidades se conseguem desenvolver numa economia moderna e aberta. Tem-se observado esta evolução ligada à própria actividade seguradora com o aparecimento de seguros que dão acesso aos serviços de certas unidades hospitalares.

Mesmo neste tipo de serviços são usadas técnicas oriundas da indústria, veja-se o exemplo apresentado por Sauer [Sauer '97] relativamente à utilização de técnicas de escalonamento industrial num hospital.

- Unidade de montagem de automóveis.

Tipicamente é um exemplo de uma actividade industrial. No entanto, podemos verificar que cada vez mais, e apesar de não haver contacto directo com o cliente, a montagem de um automóvel é efectuada de acordo com especificações do cliente. Cada vez mais o cliente tem a possibilidade de escolher o seu automóvel: se tem ABS, *airbag*, tipo de estofos, cor, ar-condicionado, etc.

Se pensarmos globalmente numa marca de automóveis, então o conceito do serviço prestado ao cliente ainda é mais visível. Desde a venda do automóvel ao serviço de pós-venda, às garantias do próprio veículo, à oferta de promoções aos clientes da marca, aos *mailings* específicos para os clientes, à possibilidade de aceder a serviços que a marca estabelece com outras empresas, temos todo um processo que visa fidelizar o cliente através da venda não só do produto mas de vários serviços de valor acrescentado.

- Fábrica de moldes.

A própria designação leva a pensar que estamos perante uma actividade industrial. E na realidade uma fábrica de moldes é uma unidade industrial. Mas se pensarmos na sua actividade, por exemplo no fabrico de moldes para a indústria automóvel, podemos chegar à conclusão que mesmo aqui estamos perante algum tipo de serviço. De facto, uma unidade deste tipo terá que fabricar moldes de acordo com as especificações dos seus clientes, por exemplo, uma marca de automóveis. Numa filosofia orientada para o JIT, terá que existir uma cooperação muito grande entre os dois intervenientes e neste caso em especial na engenharia/especificação do molde. Estamos então perante uma actividade que já apresenta características de serviço. Só uma posição neste sentido permite que esta relação entre cliente e fornecedor seja fortalecida no sentido até de trabalharem em conjunto para desenvolvimentos futuros.

- Seguradora.

Uma seguradora exerce uma actividade que usualmente tem sido classificada como um serviço.

A actividade de uma seguradora é a de assumir riscos que normalmente as pessoas teriam que suportar. Nesse sentido são estabelecidos contratos entre os clientes e a companhia. Embora estes contratos possam ter cláusulas específicas, é usual serem contratos de adesão.

É regra comum as companhias estabelecerem verdadeiros produtos de seguros. Exemplos de designações desses produtos são: “multi-risco habitação”, “automóvel vip”, “multi-risco comércio”, “poupança reforma segura” e “saúde total”. Apesar da companhia estar a prestar um serviço ao cliente, ela apresenta esse serviço com a forma de um produto e este é comercializado por canais idênticos aos canais usados para outras indústrias.

O próprio produto passa por um processo inicial de engenharia que determina a sua viabilidade, características, mercado alvo, canais de distribuição, processo de produção, etc. Para o cliente final o serviço associado ao seguro aparece mais ligado ao mediador ou sociedade correctora de seguros que são as entidades com as quais normalmente o cliente contacta.

- Banco.

A actividade bancária está muito ligada à actividade seguradora, sendo o seu funcionamento bastante semelhante.

Os bancos também estabelecem os seus produtos: diversos tipos de contas à ordem, aplicações financeiras, cartões de crédito/débito por perfil de cliente, etc. Só desta forma conseguem chegar a grandes mercados através dos seus canais de distribuição/comercialização (normalmente os seus balcões). É claro que o factor serviço continua a estar presente, nomeadamente através dos balcões e de figuras como os gerentes de conta.

Estes serviços cada vez mais tendem a ser prestados aos clientes através de pacotes ou produtos bem definidos. Só desta forma os bancos conseguem atingir maiores fatias de mercado.

- Fábrica de materiais para a construção civil.

Embora seja um exemplo típico de actividade industrial, tal como diz o mote deste capítulo, até certo ponto todos os negócios são actividades de serviços.

As considerações que fizemos para a indústria de moldes são aplicáveis também a esta indústria.

Neste tipo de indústria, o corrente é fabricarem-se produtos fixos para a construção civil como por exemplo tijolos e vigas. No entanto, o princípio de ligação com o cliente, salientado na terceira diferença entre indústria e serviços, citada no final da secção 5.1, também se aplica. Algumas construções exigem produtos específicos como por

exemplo vigas para construir pontes, placas de betão específicas para a construção de edifícios, etc.

Um exemplo já no limite corresponde às empresas de construção de piscinas, que além de as construírem, implantam-nas no local à escolha do cliente, com os respectivos serviços de estudo de luz, temperatura, etc. Nestes casos além da produção do próprio produto, segundo as especificações do cliente, temos todo o serviço de instalação e até de manutenção ao longo do tempo de vida da piscina. O mesmo se passa na construção de pré-fabricados, habitações em madeira, etc.

- *Software house.*

Relativamente às *software houses* existe uma grande diversidade de modos de actuação. Temos empresas que desenvolvem soluções para clientes, ou seja, o objectivo é mais a prestação de um serviço que o desenvolvimento de *software*. Neste caso o desenvolvimento de *software* pode constituir apenas um detalhe no serviço prestado.

No outro extremo, temos *software houses* que desenvolvem produtos/pacotes de *software*. Mesmo nestes casos é frequente que além do produto a companhia forneça serviços de suporte, formação, actualização, fórum de discussão, etc.

- Hipermercado.

Ao falarmos das grandes superfícies, da distribuição e do comércio em geral, estamos a falar de um serviço em si que é o de fazer chegar produtos aos clientes finais.

Este tipo de actividade é muito dinâmica, tal como o mostra o passado recente com o enorme aumento do número de grandes superfícies a ameaçar o comércio tradicional. O problema deste tipo de actividades é o de acrescentar muito pouco, ou nenhum, valor acrescentado aos produtos, logo serem actividades muito sensíveis. Relativamente a esta questão Bill Gates [Gates95] afirma: “Sabemos que, quando a auto-estrada (da informação) ligar directamente compradores e vendedores isso irá pressionar as pessoas que estão actualmente a agir como intermediários. Trata-se do mesmo tipo de pressão que os comerciantes de massas já provocaram nas lojas tradicionais”. É pois natural que este tipo de actividade venha a incorporar cada vez mais valor acrescentado aos seus serviços sob pena de desaparecer.

- Restaurante.

Um restaurante presta um serviço: prepara e serve refeições. No entanto se repararmos no seu funcionamento, ele não é muito diferente de uma fábrica. Existe o produto, os pratos, que são confeccionados por ordem do cliente. O serviço propriamente dito está no atendimento e ambiente prestado ao cliente.

Repare-se que muitas das recentes cadeias mundiais de *franshising* aplicam técnicas idênticas às dos bancos ou seguradoras ao

especificarem produtos a serem comercializados globalmente. Também no caso dos restaurantes, só assim eles conseguem estabelecer níveis de serviço e qualidade idênticos em todo o mundo. Muito do serviço prestado pelo restaurante não tem forçosamente que ver com a refeição. Pode ser na forma do parque de estacionamento para os clientes, no serviço de marcação de mesas, no serviço específico de preparação de festas de aniversário, no atendimento rápido, no *drive-in*, no atendimento cuidado, etc.

Também aqui podemos encontrar técnicas comuns à indústria. Por exemplo, as encomendas dos clientes do Pizza Hut são transmitidas automaticamente e escalonadas para o forno mais apropriado.

- Escola.

A escola e o ensino em geral têm como objectivo a prestação de um serviço: educar e formar.

Neste caso também temos as duas vertentes. Por um lado, os cursos são apresentados como produtos com determinadas características: conjunto de cadeiras, programa das cadeiras, exames, professores, instalações, diplomas finais, saída profissional dos alunos formados, etc.

Por outro lado, há também o aspecto de serviço. A formação e a educação como conceitos não são produtos e, além desse facto, as próprias escolas tentam desenvolver um serviço o mais possível personalizado por aluno. O acompanhamento pedagógico, as cadeiras de selecção segundo o perfil do aluno, o programa actualizado das cadeiras segundo as necessidades do mercado, e a formação quase autodidacta do aluno possível através das novas tecnologias são apenas alguns exemplos do factor serviço na escola.

- Estação de rádio.

Uma estação de rádio, tal como uma estação de televisão, são actividades de prestação de serviços. Normalmente os programas são transmitidos para um público que directamente não paga o serviço. Quem paga esse serviço são os anunciantes. Esta característica torna este tipo de actividade um pouco particular.

Actualmente tanto as estações de rádio como de televisão tendem a fornecer pacotes de canais orientados a diversos tipos de audiência que está disposta a pagar por estes. Por exemplo, estações de rádio digitais destinadas à transmissão em bares, animação de locais públicos, estações especiais para centros comerciais ou cadeias de lojas. Mesmo a nível do público em geral, este tipo de segmentação já começa a aparecer com estações específicas por gostos musicais, desporto, etc. Relativamente às estações de televisão, a evolução é idêntica. Tudo isto é possível devido à evolução tecnológica a nível da transmissão digital e por satélite. Esta evolução vai no sentido da apresentação dos programas como produtos destinados a públicos específicos.

- Empresa de telecomunicações.

As empresas de telecomunicações prestam um serviço aos seus clientes. Inicialmente esse serviço era basicamente o da transmissão de voz. Actualmente os serviços diversificam-se com a transmissão de fax, as redes digitais para transmissão de dados (incluindo também a voz), serviços de vídeo-conferência, *internet*, rede móvel, etc.

Apesar de ser uma actividade de prestação de serviços, muitos desses serviços são apresentados e vendidos como pacotes de produtos. Veja-se o exemplo recente dos pacotes lançados para acesso à *internet*. Sem ser desta forma seria fisicamente impossível um alargamento tão grande do mercado servido.

Muitos outros exemplos de actividades poderiam ser dados. Pensamos que independentemente de novos exemplos chegaríamos sempre à conclusão que cada vez mais as actividades ganham um carácter de serviço. Este carácter de serviço permite que as empresas acrescentem valor à sua actividade ou produto. Por outro lado, muitas empresas tradicionalmente enquadráveis no sector dos serviços tendem a incorporar algumas características da indústria como por exemplo a actividade seguradora, a banca, a restauração e as telecomunicações.

5.3 Particularidades dos serviços

Na introdução a este capítulo observámos as grandes diferenças dos serviços relativamente à indústria. Nesta secção vamos tentar detalhar mais essas diferenças.

Uma das grandes diferenças dos serviços relativamente à indústria está no facto evidenciado na figura 5.1: o resultado dos serviços não é um produto com características bem determinadas à partida. Assim um cliente só no final da prestação do serviço é que pode aferir da qualidade deste. É por causa disto que determinados serviços funcionam por referência. Uma pessoa experimenta um novo restaurante porque um amigo deu boas referências relativamente ao seu serviço ou à qualidade da comida. É por esta razão que os grandes restaurantes multinacionais tentam estabelecer produtos e serviços *standard* que as pessoas possam encontrar em qualquer parte do mundo.

Outra dificuldade associada aos serviços é a que, na maior parte das vezes, é difícil quantificar o valor acrescentado do serviço visto ele ter diversas facetas. Na indústria é normalmente fácil, por 'desmontagem' do produto final, determinar o valor acrescentado que foi incorporado. Tal como vimos, muitas empresas industriais tendem a aumentarem o factor serviços por forma a aumentarem, no cômputo geral, o valor acrescentado da sua actividade. Um exemplo extremo aconteceu nas empresas informáticas a nível do *hardware*. O valor acrescentado que o mercado lhe atribuía desceu tanto que muito desse *hardware* começou a ser vendido sem margem no pagamento a pronto. Isto

porque o valor acrescentado de se montarem uns componentes para formar um PC é muito reduzido. Aliás muitas empresas já começam a montar o computador pessoal na altura da compra e segundo as especificações do cliente. Nos serviços esta percepção do valor acrescentado é muito mais difícil e por vezes pode dificultar inicialmente as actividades. É claro que muito se pode fazer nos serviços para que, mantendo a qualidade do serviço prestado, se diminua o custo associado à sua prestação.

A solução proposta no capítulo seguinte vai no sentido de se melhorarem os processos de negócio das empresas e dessa forma diminuir custos, tentando melhorar o desempenho e a qualidade. O objectivo é a reengenharia de processos e o melhoramento contínuo.

Outra grande diferença entre a indústria e os serviços é que nas actividades que envolvem serviços é muito provável que o cliente esteja envolvido no próprio acto do serviço. Num restaurante e até num banco isto acontece. Nestes casos a própria actividade operacional sobrepõe-se o *marketing*, o que é menos plausível na indústria. Muitos serviços têm o chamado *backoffice*¹ que normalmente nunca chega a entrar em contacto com o cliente (o contrário do *frontoffice*²). Esta divisão permite trabalhar a imagem do serviço perante o cliente no *frontoffice* enquanto que no *backoffice* as empresas podem tentar melhorar o desempenho e custos sem se preocuparem com a imagem que o cliente poderá ter do processo. Podemos encontrar vários exemplos desta situação. Um deles pode ser o tratamento de um sinistro por uma seguradora. Neste caso o *frontoffice* será um mediador ou um balcão da própria companhia que receberá os dados relativos ao acidente. Todo o processo de tratamento do sinistro será feito em *backoffice* por um gestor do sinistro. No trabalho de *backoffice*, mesmo que seja necessário por questões operacionais que o gestor de processo trate primeiro um processo de sinistro que chegou depois essa alteração não deve afectar a imagem que o cliente tem da companhia. O que será desejável manter é o tempo médio de resolução deste tipo de processos.

Muitos outros serviços têm esta divisão entre *frontoffice* e *backoffice* como por exemplo os restaurantes. Aqui o *frontoffice* é desempenhado pelos serventes. A confecção dos pratos na cozinha é o *backoffice*. Certos restaurantes mantêm a cozinha à vista dos clientes por forma a que estes possam apreciar o *backoffice* a trabalhar. Esta é uma questão de prestígio e qualidade já que ao permitir que o cliente observe todo o processo este consegue dar valor ao serviço (a questão do valor acrescentado que foi abordada acima) assegurando ao cliente toda a higiene na confecção dos pratos.

Outro serviço que também funciona com *frontoffice* e *backoffice* é o serviço de justiça prestado pelos tribunais. O problema é que este, tal como a maioria dos serviços públicos, sofre de alguns problemas a nível da prestação de serviços. Assim, esta actividade tem sofrido várias acções no sentido de se modernizar, nomeadamente através da formação e educação de funcionários e

¹ Termo anglo-saxónico que usualmente identifica a parte do escritório das empresas à qual o cliente não tem acesso

² Termo anglo-saxónico que identifica a parte do escritório das empresas à qual o cliente tem acesso, muitas das vezes referido como balcão.

respectiva valorização. No global, e em particular nos tribunais, apesar das deficiências do *frontoffice*, que normalmente se reflectem depois no *backoffice*, o problema está no *backoffice*. Toda a quantidade de processos é gerida manualmente e utilizando papel até ao limite do impensável. Mesmo que os processos civis e criminais por si só já sejam complexos, a complexidade aumenta exponencialmente com o tratamento manual dos processos. Estas questões poderiam ser bastante melhoradas por uma gestão adequada dos processos operacionais. Um exemplo magnífico nesta área é apresentado por Ramage [Ramage94] como um dos maiores projectos de BPR: a reengenharia de toda a economia do Chile durante o governo de Allende. Note-se ainda que Fernando Flores, criador do sistema de *fluxo de trabalho* ActionWorkflow, foi ministro da economia do Chile durante esse projecto.

Existem serviços que são tão personalizados que não têm esta distinção entre *frontoffice* e *backoffice*. É o caso dos serviços médicos em que o paciente (cliente) assiste e é parte integrante da grande parte dos serviços. Imaginemos um dentista para o qual em 90% dos casos o cliente está presente durante o serviço e pode avaliar da sua qualidade e valor acrescentado.

Outra das particularidades dos serviços tem que ver com a procura não uniforme³. Como já foi referido nos serviços não se pode contar com o *stock*. Não é então possível usá-lo para fazer face à procura não uniforme. Existem algumas estratégias usadas pelas empresas de serviços para tentar influenciar a procura com o objectivo de a nivelar. Algumas soluções são:

- utilização de um sistema de marcação
- atrasar o fornecimento do serviço
- incentivar os clientes a procurar horários menos sobrecarregados (as companhias de telecomunicações e energia usam muito esta técnica)

Se as empresas não conseguem nivelar a procura existem sempre mecanismos para fazer face a este tipo de procura. Esses mecanismos não são, no global, muito diferentes dos usados na indústria. Assim temos:

- contratação de trabalho em tempo parcial
- sub-contratar capacidade
- ter funcionários com boa formação que possam efectuar várias tarefas (desse modo estes podem ser deslocados para a área de maior sobrecarga)
- implementar sistemas de *self-service*

³ Ver as considerações sobre necessidades independentes no capítulo 3.

5.4 Pontos comuns

Vimos já que, grande parte das actividades de serviços têm aquilo a que chamamos *backoffice* e que permite separar a actividade do contacto directo com o cliente, ou seja, consegue algo de bastante semelhante ao que acontece com os produtos relativamente à indústria. Por exemplo, na banca e nos seguros começam a aparecer serviços automatizados, como as caixas automáticas, o serviço telefónico e a *internet*. Ou seja, existe um “balcão” a atender os pedidos do cliente e um *backoffice* a trabalhar para o cliente. Na realidade esse *backoffice* é constituído por uma série de processos despoletados para responder aos serviços pedidos pelos clientes, tal como existem processos para fabricar os produtos na indústria. Sobre este ponto de vista, e no limite, poderíamos considerar que a indústria, tal como é definida, é um caso particular dos serviços.

Existe para os serviços, tal como vimos para a indústria, a necessidade da engenharia dos seus processos operacionais. Assim como na indústria do calçado se utilizam sistemas de CAD para desenhar os diversos modelos e determinar qual é o melhor processo de fabrico (CAPP), nos serviços passa-se a mesma coisa. Por exemplo, na actividade seguradora, a introdução de um novo produto de seguros é precedida de uma engenharia que permite estudar a sua viabilidade, características, processo de produção, etc. Repare-se que o processo para a venda de um seguro de viagem ou transporte é diferente do processo para um seguro automóvel, habitação, saúde ou vida. Cada um tem especificidades concretas e como tal processos de tratamento diferentes.

Imaginemos um seguro industrial. Se o cliente declarar que a indústria não é poluidora nem tem químicos perigosos então o tratamento é mais simplificado, caso tenha alguma destas características pode implicar a inspecção do local por peritos para avaliação do risco. Num seguro de vida ou doença passa-se o mesmo.

Segundo este ponto de vista toda e qualquer actividade é constituída por um conjunto de processos operacionais que a suportam. Por operacionais queremos dizer todos os processos que constituem a actividade base de um negócio. Relativamente a uma indústria, inclui as actividades necessárias para o fabrico dos seus produtos. Actividades de suporte em princípio não estão incluídas, mas no limite também podem estar. É uma questão muito relativa. As actividades comerciais e de *marketing* assim como as de administração e financeiras, embora cada vez mais importantes, não são por definição operacionais, pelo menos no sentido que desejamos dar ao termo.

Relativamente aos serviços, as actividades operacionais são, basicamente, aquelas que são originadas pela prestação do respectivo serviço. Por exemplo, na actividade seguradora serão todas aquelas que são despoletadas pelo

contacto entre o cliente e a seguradora⁴: uma proposta para um novo seguro, a participação de um sinistro, um pedido de cotação, etc.

Note-se que o processo de fabrico de um produto é, no limite, um serviço que está a ser prestado ao cliente. Esse processo é constituído por uma série de acções efectuadas segundo uma ordem e utilizando determinados recursos, e que visa a obtenção do produto no final do processo. Nos serviços a situação é idêntica.

Voltando à actividade seguradora, a criação de um novo contrato de seguro entre uma companhia de seguros e um cliente é também um processo que consiste numa série de acções que visam a constituição desse acordo entre as duas partes. Num caso os recursos envolvidos podem ser máquinas industriais, pessoas e matérias-primas, no outro são aplicações informáticas, pessoas e documentos.

Estas definições de fabrico de produto e de criação de seguro e muitas outras, enquadram-se perfeitamente nas definições de *fluxo de trabalho* que vimos no capítulo anterior.

O que usualmente encontramos na indústria é uma parte de planeamento bastante forte, nomeadamente utilizando métodos como o MRP e muita investigação a nível do planeamento operacional e escalonamento. No que respeita aos serviços, começam-se a definir os processos operacionais, nomeadamente através de *software de fluxo de trabalho*, mas muito no sentido do acompanhamento e algum controlo. Este tipo de sistemas costuma ser um pouco pobre no que toca ao planeamento/escalonamento.

Neste contexto, o principal objectivo deste trabalho é o de desenvolver uma ferramenta que permita a definição de processos operacionais inerentes a diversas actividades – quer da indústria, quer dos serviços – e o planeamento/escalonamento das tarefas inerentes a esses processos. A ferramenta deve ser fácil de utilizar e dinâmica. Um dos objectivos propostos inicialmente foi o da ferramenta (na sua aplicação para planeamento industrial) permitir que um engenheiro da produção pudesse alterar o resultado do escalonamento de uma forma simples além de se poderem usar métodos automáticos de planeamento.

Foi igualmente necessário conceber toda a arquitectura de funcionamento da ferramenta. Pode-se até dizer, de forma mais correcta, que a solução idealizada constitui todo um sistema suportado numa arquitectura. No capítulo seguinte teremos oportunidade de detalhar todas estas considerações.

⁴ No anexo B tentaremos dar uma ideia de todo o fluxo de informação na actividade seguradora, dado que grande parte deste trabalho consistiu no estudo da actividade seguradora. Estudo esse que foi proporcionado pela I2S e pela análise de alguns casos nos seus clientes.

Note-se que existem muitas actividades nos seguros que não dizem directamente respeito ao cliente e que têm que ver com outras entidades como mediadores, corretores ou outras companhias de seguros.

5.5 Gestão operacional numa organização

Podemos encarar uma organização (indústria ou serviço) como sendo uma entidade cujo funcionamento base e interligações estão representados, de uma forma muito simplificada, na figura 5.2. Note-se que esta figura não é muito diferente da figura 2.4. Enquanto que na figura 2.4 se representa uma organização industrial, a figura 5.2 tenta apresentar um modelo genérico de uma organização.

Os canais de distribuição/comercialização estão representados a tracejado pois podem não existir. Na área referente ao *backoffice* estão representados os processos necessários à condução das actividades da empresa.

Entre os processos representados podemos ter, no caso de uma indústria:

- processos de fabrico necessários à obtenção dos produtos finais que a empresa comercializa
- processos de engenharia de novos produtos
- processos de orçamento
- processos de especificação técnica de produtos para fornecedores

No caso dos serviços, por exemplo nos seguros:

- processos de pedidos de cotações
- processos de aceitação/criação de novos seguros
- processos de tratamento de sinistros
- processos de expedição de documentos

Estas actividades, de duas áreas diferentes, encaixam no modelo de organização apresentado na figura 5.2. Muitos destes processos estão interligados dentro da organização e até fora desta. O processo de concepção de um novo produto pode ter sido originado por um cliente, entra em engenharia na organização e pode dar origem a especificações para fornecedores. Uma vez completa a fase de concepção, esta dá origem a um processo bem definido para fabrico do novo produto. Mesmo relativamente à fase de concepção se podem definir vários tipos de processos que suportam diversas necessidades em termos de engenharia de novos tipos de produtos.

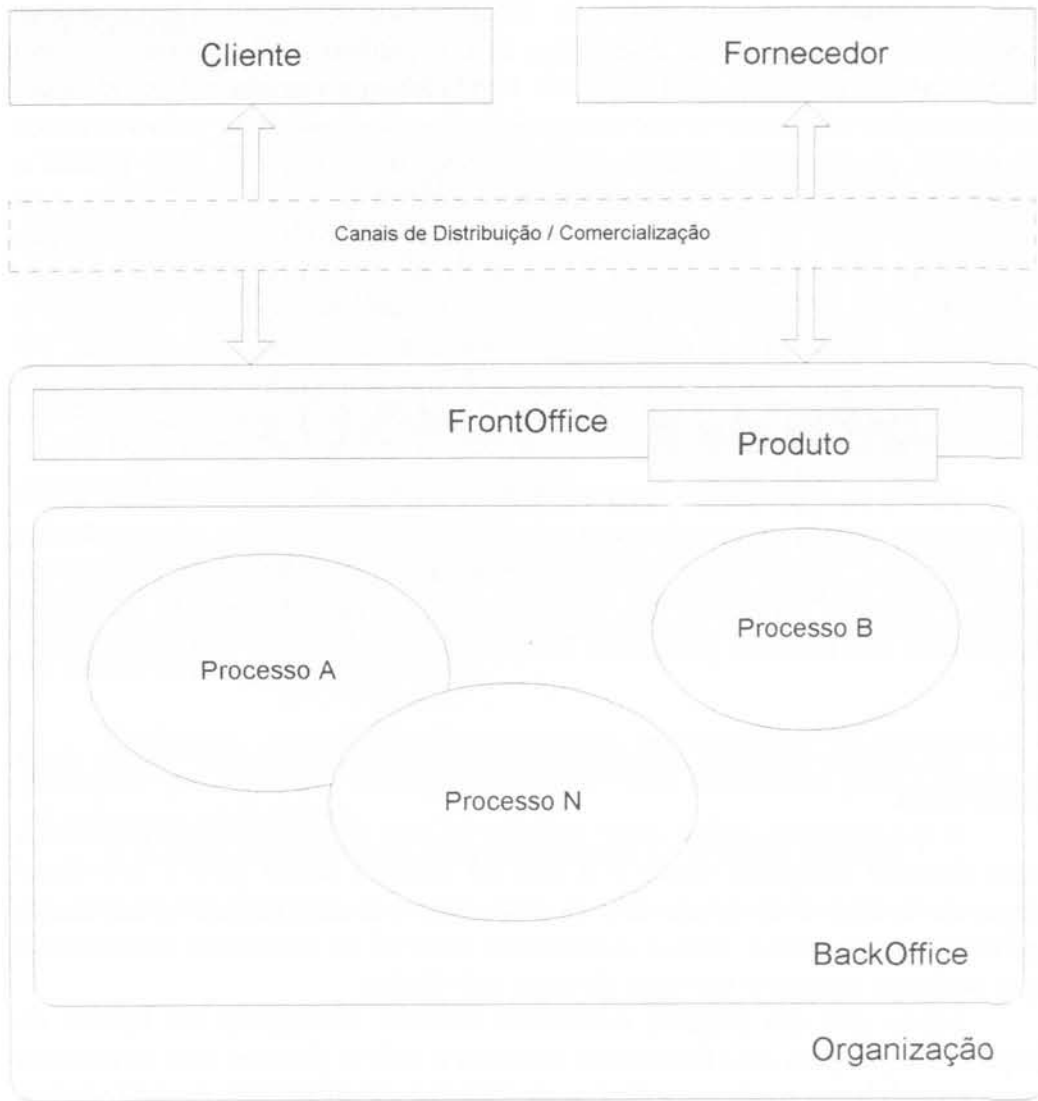


Figura 5.2 – Representação simplificada de uma organização sob o ponto de vista dos seus processos operacionais

Os próprios papéis das diversas entidades representadas na figura 5.2 alteram-se quando vistos por outros prismas: sob o ponto de vista do cliente a organização é um fornecedor, e sob o ponto de vista do fornecedor a organização é um cliente. É natural que os próprios processos extravasem a organização [Amberg '97]. Assim o trabalho que tem sido desenvolvido na I2S visa a criação de um conceito de organização virtual, neste caso para a actividade seguradora. Nesta actividade existem diversas entidades envolvidas que visam objectivos comuns. Existem os clientes que dialogam normalmente com os seus mediadores ou corretores, mas também podem dialogar directamente com a companhia. Os mediadores e corretores por sua vez dialogam com as companhias de seguros. Estas têm necessidade de estabelecer contactos com outras companhias (por exemplo no caso do co-seguro e do resseguro) e com as suas próprias delegações. Toda esta actividade é por sua

vez coordenada pelo Instituto de Seguros de Portugal. Como muitas companhias de seguros são delegações de companhias multinacionais, ou são associadas a companhias multinacionais, têm também necessidade de estabelecer comunicações com estas. A par de tudo isto, com a constituição cada vez maior de grupos de empresas, as companhias de seguros começam a estar ligadas a grupos económicos. Estes grupos são normalmente liderados por bancos, e as companhias usam os balcões destes como canal de produção/comercialização (angariação de novos contratos). No âmbito de um grupo económico existe toda uma série de informação que deve circular, além daquela que legalmente é obrigatória, como é o caso das contas consolidadas dos grupos económicos. Tal como na actividade seguradora, em muitas outras actividades se faz sentir esta evolução provocada, em grande parte, pela globalização da economia.

Todos estes processos, quer os internos à organização quer aqueles que a extravasam, devem ser devidamente concebidos, implementados, acompanhados e controlados. Desta forma conseguir-se-ão diversas vantagens competitivas, como a melhoria da gestão dos recursos disponíveis, a diminuição do tempo consumido nos diversos processos, localização de pontos de estrangulamento, etc.

No capítulo seguinte apresentaremos a vertente de desenvolvimento desta dissertação.

O que tentámos definir neste trabalho foi uma arquitectura que suportasse uma situação complexa como é a que foi descrita acima para a actividade seguradora. Depois de criado esse modelo, tentou-se conceber um sistema que permitisse implementar toda a diversidade possível de processos operacionais que podemos encontrar nas mais diversas actividades.

Sendo este um projecto demasiado extenso, avançamos em termos de implementação para uma ferramenta essencial a todo o sistema: uma ferramenta para a modelação e planeamento/escalonamento de processos ou actividades. Podemos dizer que fomos recolher inspiração para todo o sistema de suporte a técnicas e conceitos usados no *fluxo de trabalho*. À engenharia industrial e às técnicas de gestão da produção fomos buscar conceitos relativos a planeamento, escalonamento e controlo.

5.6 Resumo

Neste capítulo começamos por analisar as diferenças básicas entre a indústria e os serviços. Identificadas as diferenças conceptuais, analisámos várias actividades com o objectivo de identificarmos em que categoria encaixavam. Chegamos a uma situação de distinção ténue entre os serviços e a indústria. De um certo ponto de vista, todas as actividades têm uma vertente de serviço. Nessa vertente analisámos em pormenor algumas particularidades e partimos para os pontos comuns entre serviços e indústria.

Todo o estudo e análise foi efectuado sobre a perspectiva da gestão dos processos inerentes às diversas actividades.

Durante o texto, diversas vezes surgiram referências relativas tanto a conceitos de gestão e planeamento industrial como de *fluxo de trabalho* e reengenharia de processos que havíamos apresentado nos capítulos referentes ao estado da arte nestas áreas.

Finalmente, enquadrado neste contexto, apresentámos os conceitos e princípios que suportam a solução proposta nesta dissertação para a gestão de processos operacionais.

A solução implementada será apresentada no próximo capítulo.

Um Sistema para Gestão Operacional de Processos

“Penso que vivemos numa altura maravilhosa. Nunca houve tantas oportunidades de fazer coisas impossíveis anteriormente.”

- Bill Gates: *The Road Ahead*. Viking Penguin 1995

Após a abordagem efectuada, no capítulo anterior, à forma de funcionamento operacional de diversas actividades, apresentaremos um sistema concebido para a gestão dos processos inerentes a essas mesmas actividades. Como teremos oportunidade de demonstrar, para a concepção deste sistema fomos buscar inspiração à investigação operacional na área industrial e aos sistemas de *fluxo de trabalho*, e conceitos associados, nos serviços.

6.1 Introdução

Tendo em conta as considerações do último capítulo, referentes aos pontos comuns encontrados relativamente a diversos ramos de actividade, pareceu-nos de todo implementável um sistema que suportasse a gestão de processos (em princípio de índole operacional) de negócio de uma forma genérica. Por processos de negócio queremos dizer as actividades inerentes a um negócio. Quando focamos os processos operacionais queremos dar ênfase a uma aplicação àqueles processos nucleares dos negócios que têm a ver com o dia-a-dia de uma organização. Ou seja, não é objectivo principal deste sistema a implementação de processos a níveis hierárquicos mais altos das empresas, o que não implica que tal não possa ser feito. Se repararmos em exemplos de *fluxo de trabalho* vemos que estes atravessam uma organização independentemente da hierarquia e, tal como referimos no capítulo 4, são óptimas ferramentas para implementar (na prática) processos de reengenharia de organizações.

Cada organização é composta por vários elementos que representam determinados papéis nas suas diversas actividades. De entre os elementos referidos qualquer empresa tem pessoas, máquinas, matérias primas, materiais consumíveis, edifícios, *software*, etc. As actividades de uma empresa podem ser descritas como processos envolvendo esses elementos. Estes processos podem

ir desde situações totalmente *ad hoc*¹, passando por actividades de escritório típicas dos sistemas de *fluxo de trabalho*, até processos rígidos de fabrico industrial.

O sistema proposto é um sistema informático que deve poder modelar as diversas actividades de uma organização. Além de permitir modelar/conceber os processos, deve permitir o seu planeamento. Uma vez instanciados, os processos devem poder ser geridos (acompanhamento e controlo).

Outro dos aspectos importantes foi o de tentar dar alguma autonomia conceptual a alguns elementos de uma organização (pessoas, máquinas e *software*). Esses elementos não devem ser considerados como simples recursos pois, entre outras coisas, têm alguma autonomia para tomarem decisões. Nos sistemas de *fluxo de trabalho* é muito comum o termo *Actor* para referir este tipo de elementos. Amberg [Amberg 97] refere que o termo actor é usado genericamente para representar pessoas, máquinas ou computadores.

Uma das vertentes que tivemos o cuidado de ponderar foi a interligação com outros sistemas, visto que o objectivo é fazer algo de aplicável a diversas áreas de actividade. Desde a industria até aos serviços, o sistema teve que ser concebido tendo em conta diversas interligações, no âmbito do centro CIM do ISEP e em colaboração com a empresa DIC, como núcleo de um sistema de gestão da produção (enquadrado no sistema Xcam da DIC). Mas Também no âmbito da I2S, como sistema de *fluxo de trabalho* a integrar com o sistema GIS e o I2Sdoc.

O núcleo do sistema desenvolvido é comum às diversas aplicações. Algumas partes, que se prevêem específicas, são os *interfaces* com os componentes, a nível do acompanhamento e controlo, devido à sua natureza diversa: numa aplicação são essencialmente máquinas enquanto que na outra são pessoas, computadores e *software*.

6.2 Conceitos inerentes à gestão de processos

Tendo como ponto de partida uma concepção globalizante a diversas áreas de actividade, chegamos a um conjunto de conceitos oriundos quer da gestão da produção quer das teorias associadas ao *fluxo de trabalho*.

De seguida apresentamos uma breve descrição da semântica dos termos usados neste trabalho.

• Recurso

Máquinas, Programas (*software*), Pessoas, etc.

Os recursos são divididos em recursos activos e recursos passivos.

¹ Situações descritas no capítulo 4 como as mais aptas para os sistemas de trabalho em grupo e mensagens.

Os recursos activos são aqueles que efectuam operações.

Os recursos passivos podem participar em operações mas não são responsáveis por elas. Podem servir apenas para efeitos contabilísticos.

Os recursos são várias vezes referidos nos sistemas de *fluxo de trabalho* como actores [WfMC96].

- **Operação**

Actividade que pode ser desenvolvida por um recurso.

- **Processo**

Programa das tarefas a serem efectuadas para atingir algum objectivo na organização.

- **Expediente**

Instância de um processo.

- **Tarefa**

Actividade realizada por um recurso numa etapa de um processo. Pode ser vista como uma instância de uma operação efectuada por um recurso numa determinada etapa de um processo.

- **Acção**

Actividade básica, ou elementar, desenvolvida pelos recursos no âmbito de uma tarefa.

- **Agenda**

Contém as marcações de períodos de actividade e períodos livres dos recursos.

6.3 Arquitectura do sistema proposto

O sistema desenvolvido irá suportar-se sobre a arquitectura genérica que está representada na figura 6.1.

Os grandes módulos constituintes da solução (Concepção/Modelação de Processos, Planeamento, Acompanhamento e Controlo) serão distribuídos pelos diversos elementos representados na figura.

Os recursos são dos elementos principais do sistema, pois são estes que suportam o funcionamento de uma organização. Propositadamente, representamos os recursos como caixas indistintas, visto estes serem a parte do sistema que varia entre implementações. A parte restante do sistema, em princípio, permanecerá idêntica entre implementações, embora possa ser bastante configurável, como teremos oportunidade de ver mais adiante.

O servidor centralizará toda a informação relativa ao sistema, desde a sua configuração até à informação relativa aos diversos processos activos num determinado instante (expediente). Deste modo, este será o elemento central de toda a solução.

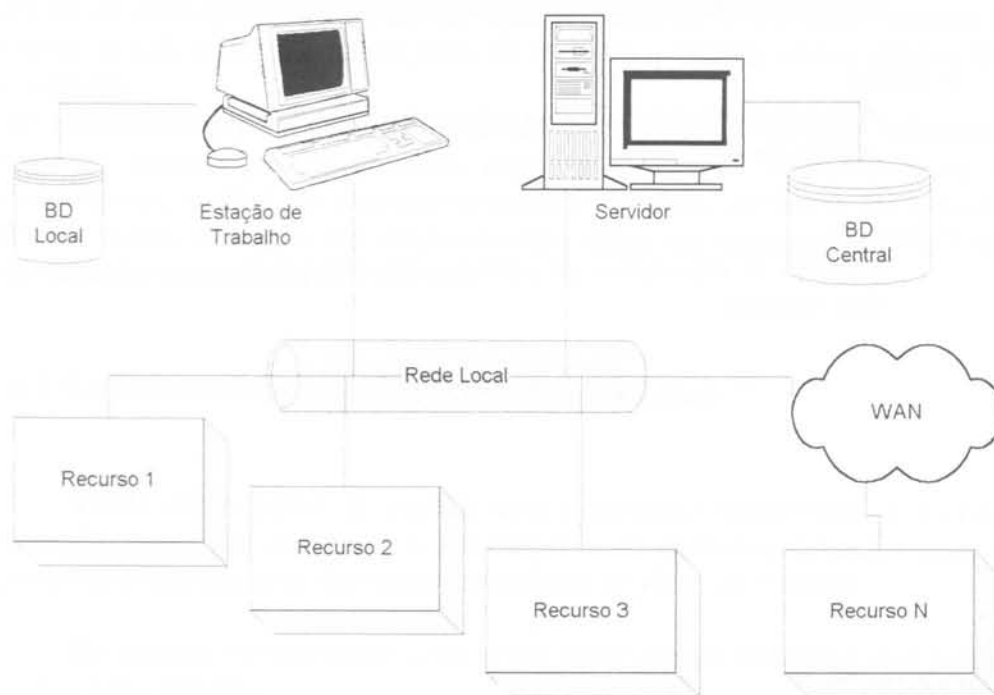


Figura 6.1 – Arquitectura genérica do sistema

A estação de trabalho permite a manipulação de quase todo o sistema em termos de engenharia (configuração de todo o sistema) e de gestão (basicamente o planeamento, acompanhamento e controlo).

Para efeitos de simplificação a figura 6.1 e as seguintes só apresentam uma estação de trabalho embora, como é evidente, possam existir mais. O mesmo se pode dizer em relação ao servidor, embora a existência de mais que um seja pouco provável em ambientes normais.

Em termos de engenharia temos, entre outras coisas:

- especificação dos recursos
- especificação das operações
- especificação dos processos

Em termos de gestão temos, entre outras:

- especificação de novos expedientes
- especificação de algoritmos de escalonamento a utilizar
- escalonamento automático, manual e semi-automático.
- alteração do planeado (controlo)
- simulação
- acompanhamento (comparação do real com o planeado)

Uma utilização comum do sistema consistirá nas seguintes etapas:

1. Engenharia de um novo processo numa estação de trabalho. A estação de trabalho pode descarregar² do servidor da especificação dos elementos necessários do sistema para a concepção do novo processo (recursos, operações, etc.).
2. Carga³ do processo, já definido, no servidor.
3. Escalonamento de expedientes que utilizem o novo processo pelo servidor. Os novos expedientes podem ser lançados numa estação de trabalho ou por outro elemento que esteja ligado ao servidor. O servidor fará o despacho das tarefas pelos recursos que tenham sido escolhidos pelo algoritmo de escalonamento.
4. Os recursos recebem as ordens de trabalho relativas às suas tarefas, efectuam-nas, e no final notificam o servidor.
5. Após o término das tarefas, o servidor despacha trabalho para novos recursos em função da especificação do processo. O sistema volta ao ponto anterior até ao término do expediente.

Por uma questão de concepção global, e também para facilitar o desenvolvimento parcelar de todo o sistema, optamos por uma arquitectura de rede do tipo assíncrono em que as partes estão ligadas entre si mas não necessitam de ligações ‘quentes’⁴ para funcionarem. Por exemplo, a estação de trabalho tem uma base de dados local que é uma imagem, ou subconjunto, da base de dados do servidor. Só quando se termina a configuração de um novo processo, e se deseja que ele seja utilizado, é que se dá uma ligação ao servidor

² Em termos informáticos é usual a utilização do termo *download* para designar esta operação

³ Em termos informáticos é usual a utilização do termo *upload* para designar esta operação

⁴ Por ligações ‘quentes’ queremos dizer ligações que se mantêm constantes ao longo do tempo

para carregar o novo processo no servidor. Este é apenas um exemplo do tipo de ligação que foi concebida para ligar todos os elementos do sistema. Tal como é representado na figura 6.1, é possível que partes do sistema estejam ligadas através de uma rede WAN⁵, que até pode ser a *internet*. Uma ligação do tipo assíncrona, como a mencionada, permite que mesmo nesta última situação o sistema se comporte de forma aceitável. Esta é uma das grandes razões pela qual os sistemas de *fluxo de trabalho* são implementados sobre sistemas de mensagens como o Exchange ou o Notes. Por outro lado, uma situação destas facilita a interligação com outros sistemas. Numa implementação do tipo *fluxo de trabalho*, na área dos serviços, torna-se fundamental pois existe a necessidade de utilizar e interligar com aplicações existentes, que possivelmente não foram concebidas prevendo esta facilidade. Na maior parte das vezes a interligação terá que ser feita sem alteração das aplicações existentes.

No anexo F teremos oportunidade de detalhar em termos mais técnicos o sistema implementado.

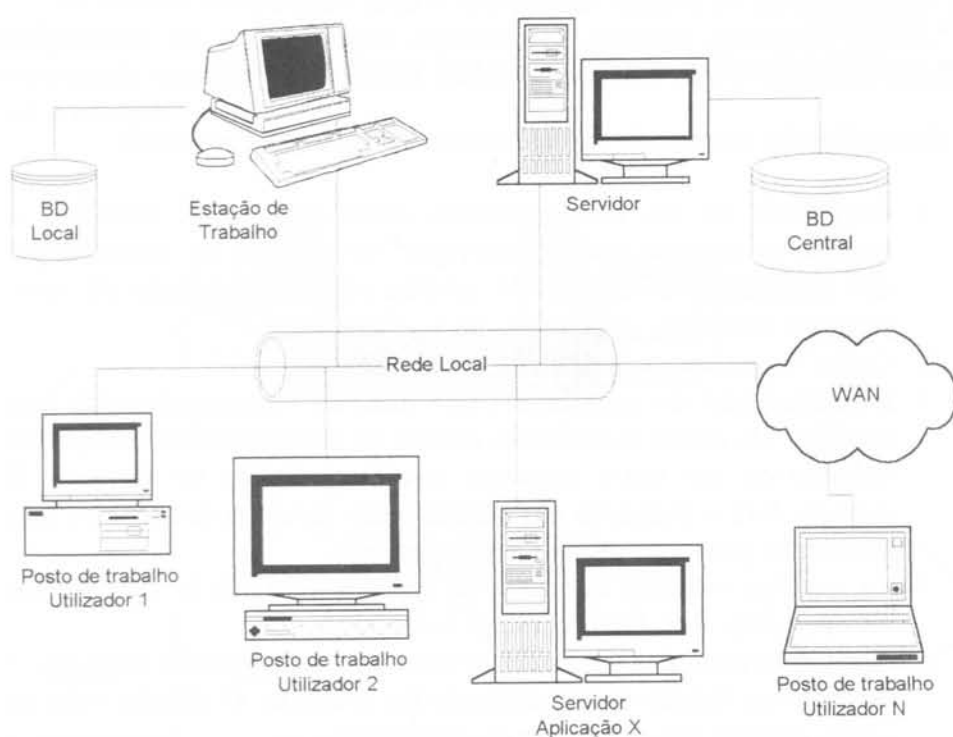


Figura 6.2 – Implementação do Sistema nos Serviços

Nos serviços, o sistema toma uma forma idêntica à apresentada na figura 6.2. Aqui podemos observar que os recursos são basicamente computadores a funcionarem como postos de trabalho de utilizadores ou a executarem aplicações informáticas.

Já vimos que podemos modelar vários processos nos serviços para funcionarem segundo estes princípios. Na actividade seguradora, podemos

⁵ Wide Area Network

encontrar vários exemplos: o processo de criação de um novo seguro, o processo de tratamento de um sinistro, etc.

Na maioria das actividades de serviços a parte técnica já se encontra informatizada (por exemplo nos seguros ou na banca). No entanto, o que existe informatizado são as diversas funções da empresa por sectores e não o *fluxo de trabalho*. Essa informatização, na maior parte dos casos, já existe há alguns anos e foi desenvolvida em sistemas de médio e grande porte cuja reconversão para sistema mais abertos e pequenos é complicada (o chamado *downsizing*). A implementação de um sistema destes tem que interligar com os recursos existente: as referidas aplicações técnicas do negócio, as novas aplicações de escritório e computação pessoal e as próprias pessoas que efectuem o trabalho. Só essa interligação vai permitir que se implementem os fluxos de trabalho inerentes aos processos do negócio que atravessam ‘horizontalmente’ as empresas, ou seja, atravessam a divisão sectorial das empresas.

Hoje em dia a evolução tecnológica e a sua democratização para sistemas mais acessíveis (por exemplo redes de micro-computadores) torna possível a implementação de soluções que não deitam fora o passado e valorizam as aplicações existentes com a inclusão de maior valor acrescentado. Tecnologias como o OLE (COM e DCOM⁶) e o CORBA permitem a reutilização de componentes de origens diversas de uma forma bastante integrada. Estas tecnologias, associadas a um sistema como o proposto, permitem, entre outras coisas, que as empresas possam evoluir gradualmente sem deitarem fora o sistema de que dispõem actualmente.

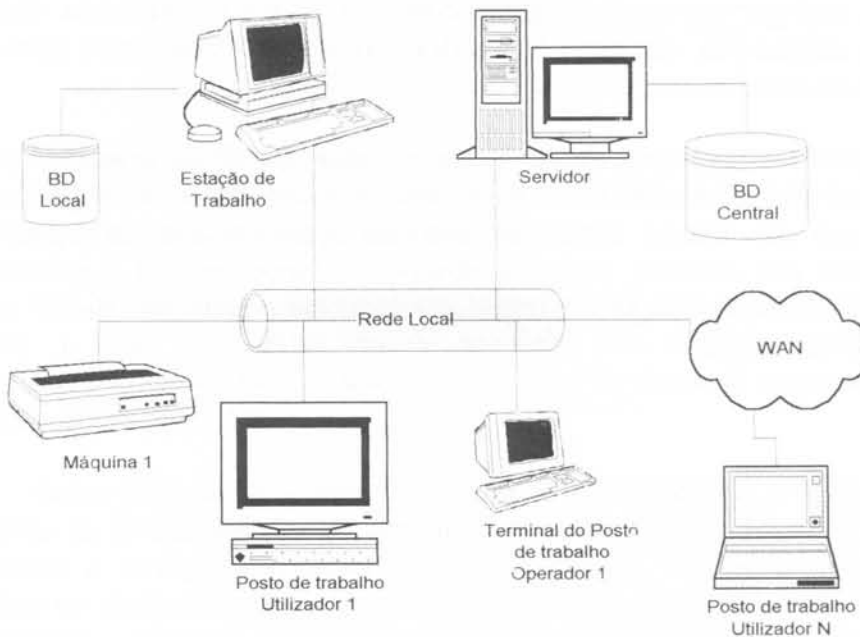


Figura 6.3 – Implementação do Sistema na Indústria

⁶ Distributed Common Object Model

Numa aplicação do sistema em termos de indústria a grande diferença reside no facto de grande parte dos recursos serem máquinas e operários. Aqui, podemos continuar a usar o sistema para aqueles processos típicos de escritório, como a engenharia de novos produtos ou processos de orçamentação. É claro que um dos principais objectivos que presidiu à concepção deste sistema foi a sua aplicabilidade ao planeamento da produção. É nossa convicção que tal é possível visto que conceptualmente não existem diferenças. A única diferença é que nos processos de produção estão normalmente envolvidos muitos recursos que são máquinas e não pessoas. Esta característica ainda torna a gestão mais simples visto as máquinas serem mais previsíveis.

Tal como já havíamos referido, a grande diversidade está nos tipos de recursos. Por exemplo, enquanto um operário pode receber em papel a lista das tarefas a efectuar, uma máquina de controlo numérico já tem um tipo de protocolo diferente com o sistema. Uma aplicação informática que faça parte de um processo terá outro tipo de interligação. Isto implica que não se possa garantir que não seja necessário desenvolver programas específicos para interligar determinados recursos. O que se tentou fazer foi minimizar o impacto desses desenvolvimentos, nomeadamente através da arquitectura que foi concebida para suportar todo o sistema.

Relativamente ao despacho, acompanhamento e controlo, ou seja, à parte que diz respeito aos recursos, está previsto no âmbito da aplicação do sistema à actividade seguradora o desenvolvimento de uma aplicação cliente. Esta aplicação será instalada nos postos relativos aos recursos, e fará a interligação entre estes e o servidor. O servidor fará os despachos das tarefas para estas aplicações, que por sua vez interligarão com os recursos propriamente ditos: aplicações, utilizadores, etc. Estas aplicações cliente funcionarão como agentes em relação ao servidor.

A figura 6.4 apresenta, de forma esquemática, os blocos principais que constituem o sistema concebido. A parte relativa à engenharia diz respeito ao elemento que nas figuras anteriores aparecia como estação de trabalho. Relativamente aos recursos, podemos observar o bloco relativo à aplicação cliente. Tal como a aplicação de engenharia, também a aplicação cliente tem uma base de dados local.

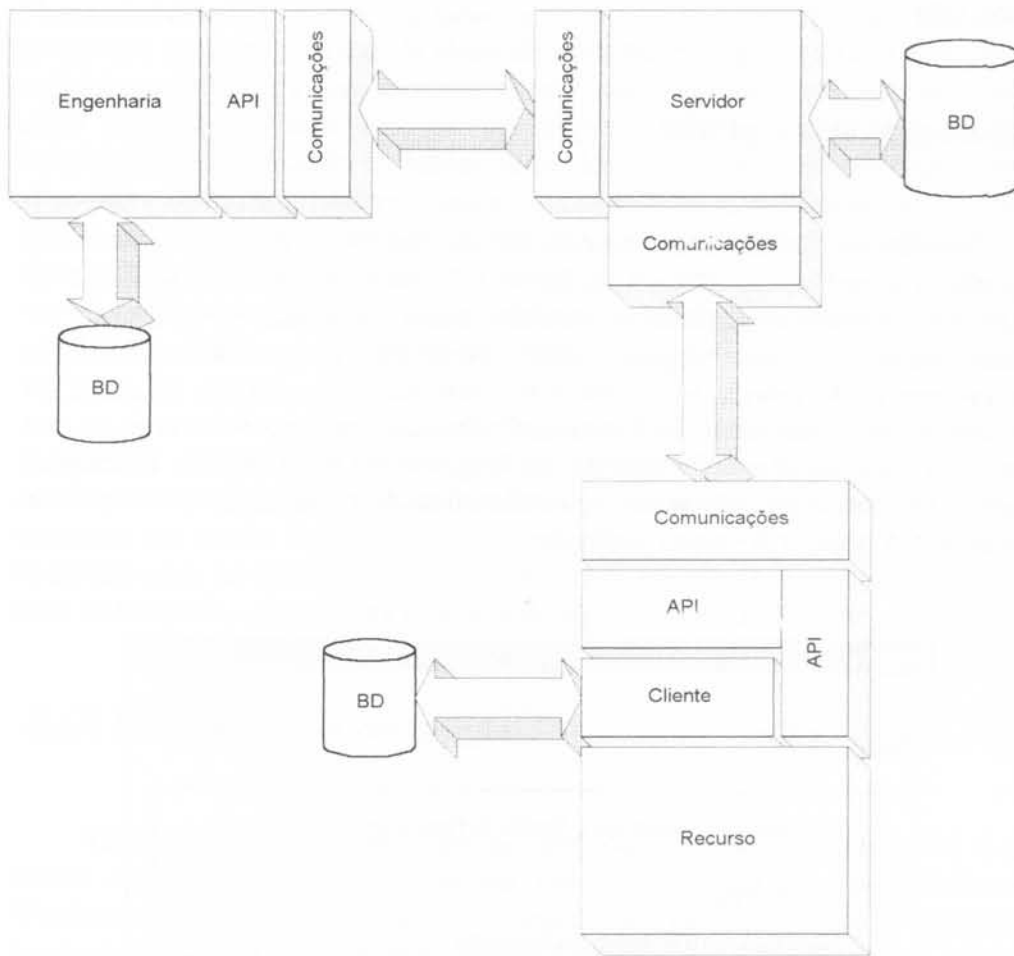


Figura 6.4 – Diagrama de blocos do sistema proposto

Esta base de dados permitirá, entre outras coisas, manter localmente a agenda relativa ao recurso, bem como, hipoteticamente, a história ou o estado dos processos onde o recurso participa.

Um dos objectivos que se tentou alcançar com esta arquitectura foi o de seguir, o mais possível, o modelo proposto pela *Workflow Management Coalition* [WfMC94] para aplicações nesta área. No anexo G apresentamos um resumo destas propostas.

Outro dos princípios seguidos foi o da utilização de uma API⁷ para acesso a todas as funcionalidades do sistema. Uma das funções dessa API é a de esconder o serviço de transporte ou comunicações, utilizado. Este serviço poderá ser implementado de diversas maneiras conforme as necessidades, desde a simples utilização de sistemas de correio electrónico até APIs de

⁷ *Application Programming Interface*

comunicações, como os *sockets* ou até modelos de mais alto nível como RPC⁸ ou DCOM.

6.4 Engenharia e gestão

Decidiu-se iniciar a implementação do sistema pela parte relativa à engenharia e gestão, identificada na figura 6.1 como estação de trabalho, e na figura 6.4 só como engenharia. A decisão recaiu sobre este módulo visto ser aquele que, uma vez implementado, permitiria termos uma ideia do funcionamento do sistema no global. Por outro lado, este módulo tal como foi concebido, pode funcionar de forma autónoma do resto do sistema e até, no limite, ser usado como ferramenta de engenharia e gestão de processos, interligando com outros sistemas e/ou aplicações. Além disso, poderá constituir um óptimo protótipo de todo o sistema.

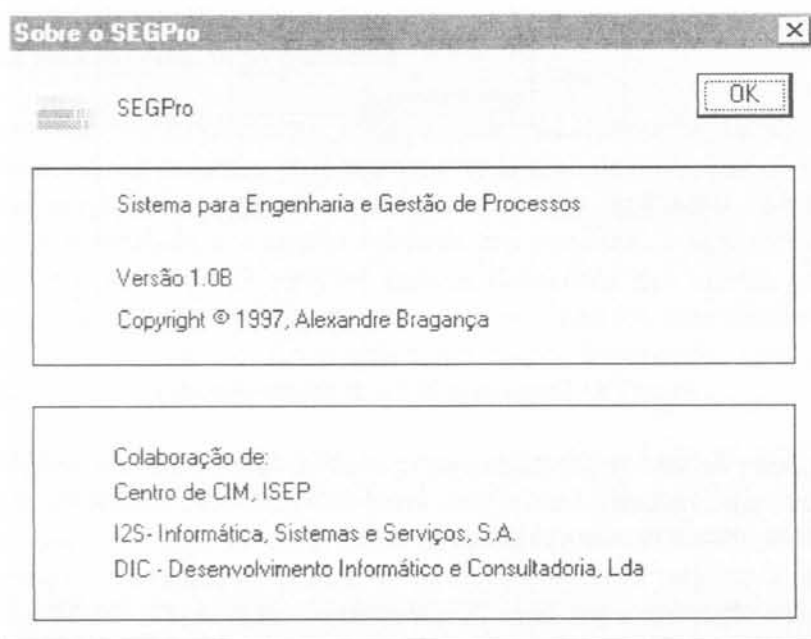


Figura 6.5 – Janela de informação do SEGPro

Optou-se também pelo desenvolvimento inicial deste módulo do sistema uma vez que devido à extensão do sistema, seria bastante difícil a sua implementação total no intervalo de tempo estabelecido para o trabalho de dissertação. Assim, era de todo essencial o desenvolvimento inicial deste módulo, já que ele permite termos uma ideia bastante aproximada do comportamento geral do sistema mesmo sem a sua implementação total. É

⁸ *Remote Procedure Call*

ainda de salientar que o âmbito deste trabalho não se limita a esta dissertação. Nomeadamente em relação aos serviços, existe um projecto de fundo que visa a integração de características de *fluxo de trabalho* nas aplicações da I2S para a actividade seguradora cujo desenvolvimento tem decorrido em paralelo com o desta dissertação, mas que se prolongará após o término da mesma. Relativamente à aplicação ao sector industrial, esta também se prolongará para além desta dissertação, estando neste momento o projecto dependente de uma versão *beta* do sistema para se tentar uma instalação piloto, interligando ao sistema Xcam.

Mais à frente neste capítulo teremos oportunidade de analisar estas duas vertentes do sistema, o seu estado de desenvolvimento e a sua aplicação prática.

A figura 6.5 apresenta a janela de informação da aplicação desenvolvida. A aplicação designa-se SEGPro, significando Sistema para Engenharia e Gestão de Processos. Esta designação constitui o nome de código da aplicação enquanto em estado de protótipo ou versão *beta*. Como aplicação, ou sistema, integrado com as aplicações da I2S - no caso dos serviços - ou da DIC - no caso da indústria - certamente terá uma designação oficial diferente.

6.4.1 Engenharia ou concepção

Dado que um dos objectivos que presidiu ao desenvolvimento foi o de tornar acessível a PME's um sistema deste tipo, optou-se pela plataforma Windows como ambiente de desenvolvimento e execução. Assim, a aplicação foi desenvolvida para os sistemas operativos Windows 95 e Windows NT 4.0 ou superior. Esta plataforma tem todas as características técnicas para suportar o sistema e permite uma grande abertura relativamente a ligações com outras plataformas ou aplicações. Outro factor a favor foi a abundância de informação técnica e de suporte para o desenvolvimento.

Dos elementos componentes do sistema e representados na figura 6.4, o servidor estará num NT Server, a aplicação relativa à engenharia ou estação de trabalho num Windows 95 ou NT Workstation e os recursos (e aplicação cliente) poderão, por exemplo, ser implementados no Windows 95 (caso sejam aplicações ou utilizadores com terminais ou computadores pessoais).

A aplicação de engenharia e gestão utiliza um modelo de *interface* gráfico muito comum no Windows e noutras plataformas gráficas, que é orientado ao conceito de documento. Para suportar este modelo inclui-se um conceito novo que se comportasse, relativamente a esta aplicação, como documento. Para tal introduzimos o conceito de plano. Sobre um plano é possível definir todos os elementos do sistema (engenharia) e efectuar a sua gestão.

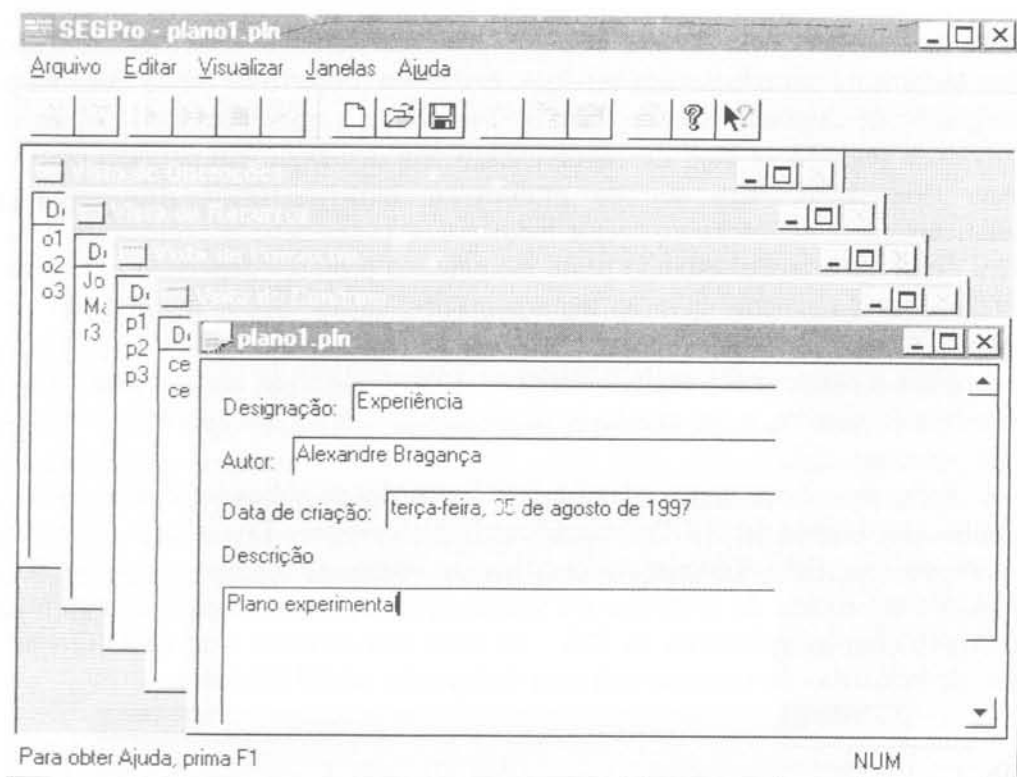


Figura 6.6 – Janela principal do SEGPro

Na figura 6.6 podemos observar o aspecto da aplicação após a abertura de um plano. A janela, que se pode observar, diz respeito a algumas das características ou propriedades gerais do plano, como sejam o autor e a data de criação. Podemos também observar que ao abrir-se um plano tem-se acesso a quatro janelas além da respeitante ao próprio plano: janela de operações, janela de recursos, janela de processos e janela de cenários. As três primeiras dizem respeito à engenharia do sistema e a última à sua gestão (planeamento, acompanhamento e controlo).

Na figura 6.7 apresentamos um diagrama bastante simplificado dos objectos principais existentes num plano. A área mais clara do diagrama diz respeito à engenharia e a outra à gestão. Os recursos, as operações e os processos são os objectos principais para a engenharia do sistema.

Tal como já referimos, conceptualmente dividimos os recursos em dois tipos: recursos activos e recursos passivos. Só os recursos activos é que podem executar operações. Os recursos passivos podem ser usados nas operações. Por exemplo, para executarmos uma operação de perfuração numa peça metálica necessitamos de um operário, uma máquina de perfurar e a própria peça. Neste caso podemos considerar que o operário é o recurso activo, a máquina e a peça são recursos passivos. Os recursos passivos muitas das vezes só são especificados para posterior contabilização.

Outra das características dos recursos (pelo menos dos activos) é o facto de puderem ter uma agenda que especifica as suas marcações em termos de tempo: horas de laboração, férias, manutenção (no caso de máquinas), etc.

As agendas têm a ver com a configuração ou engenharia do sistema, mas também com o seu planeamento e gestão, já que é nelas que são marcadas operações ou reservados os recursos, em função do expediente activo ou lançado.

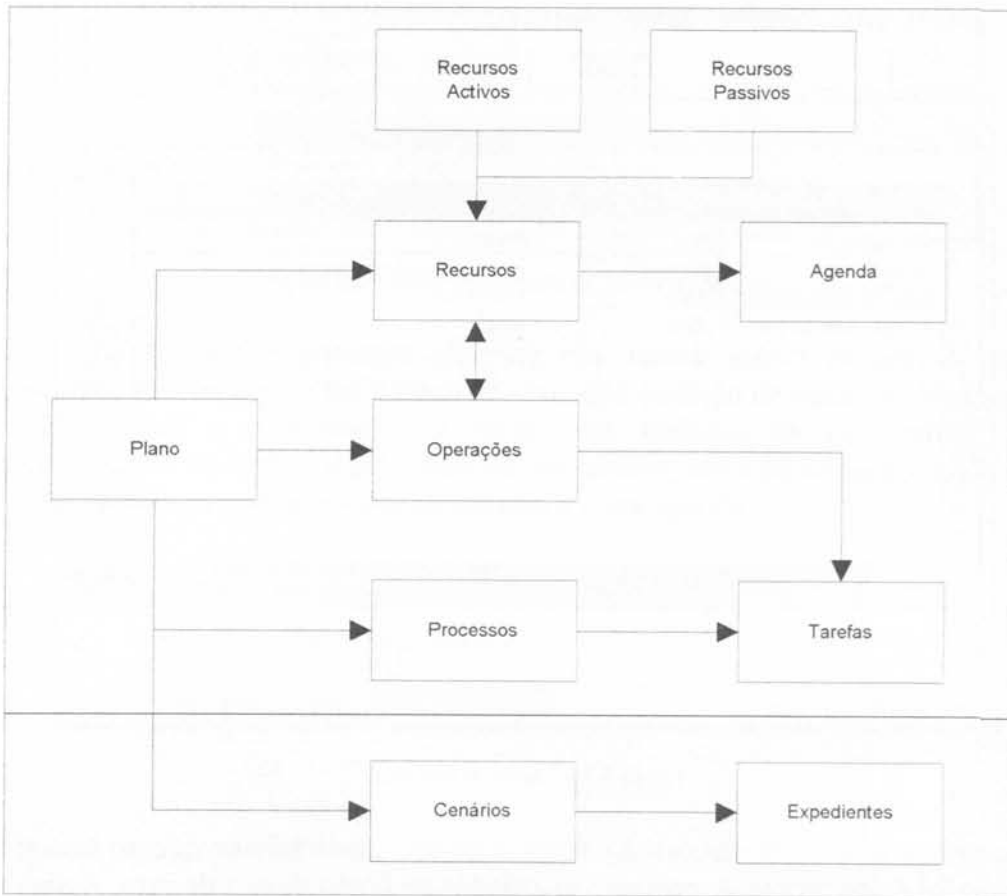


Figura 6.7 – Diagrama dos objectos principais da aplicação

Para definirmos um processo é necessário definirmos as operações que vão ser efectuadas nas suas diversas etapas, e os recursos que vão ser utilizados. Como veremos mais à frente, a definição dos recursos não é obrigatória pois os algoritmos de escalonamento podem fazer a escolha do recurso mais adequado para efectuar uma determinada operação no âmbito de um determinado processo, e num determinado cenário. O conceito de cenário foi introduzido para suportar o planeamento, acompanhamento, controlo e simulação. Mais à frente, quando for tratada a parte da aplicação, designada por gestão, veremos em pormenor este conceito.

Relativamente à engenharia ou configuração de todo o sistema, o *interface* é semelhante para todos os conceitos identificados na figura 6.7.

Na figura 6.8 podemos observar a janela da aplicação relativa à manipulação dos recursos. O *interface* da aplicação a este nível é sempre idêntica. Os objectos aparecem numa lista identificados pelos seus atributos principais. Na figura 6.8 vemos algumas das propriedades dos recursos que aparecem na janela: designação, tipo e endereço.

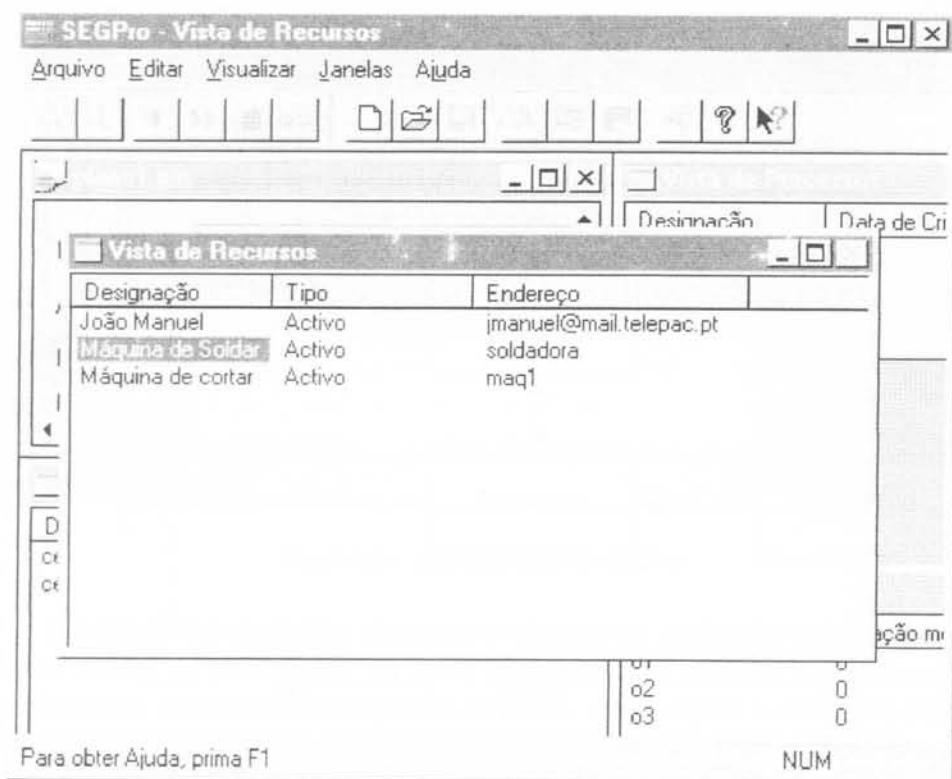


Figura 6.8 – Janela de recursos

Uma das características do novo *interface* do Windows que se tentou seguir foi a dos menus de contexto associados ao botão direito do rato. Assim, em qualquer janela que o utilizador se encontrar, e sobre qualquer objecto gráfico, seleccionando o botão direito do rato fará aparecer um menu com as opções possíveis para a janela em questão ou para o objecto seleccionado. Na figura seguinte podemos observar essa situação para a janela de recursos e para um recurso seleccionado.

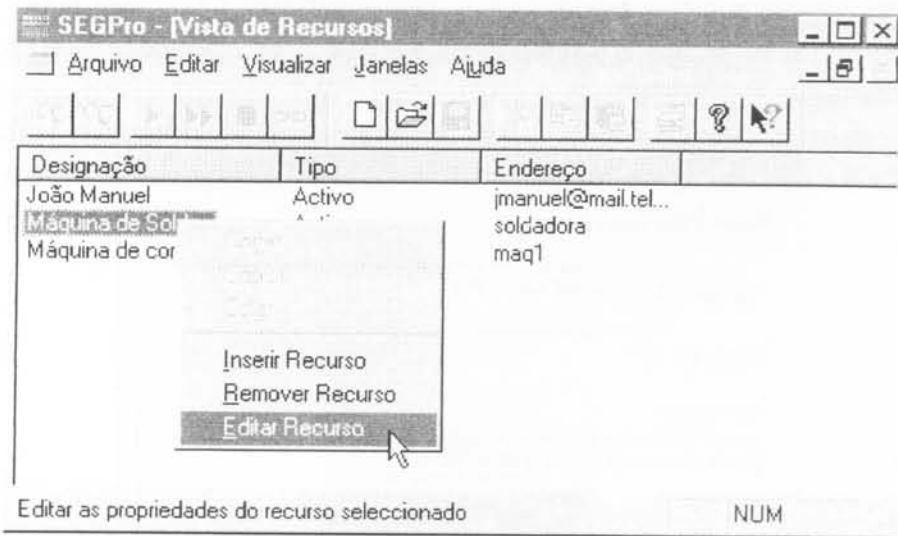


Figura 6.9 – Menu de contexto da janela de recursos

Na figura 6.9 podemos observar que temos acesso às acções mais comuns, que neste caso são a inserção, remoção e edição de recursos. Na figura 6.10 vemos o ecrã relativo à edição dos atributos de um recurso. As propriedades ou atributos principais de um recurso, além da designação, tipo e endereço são as operações que ele efectua e a sua agenda.

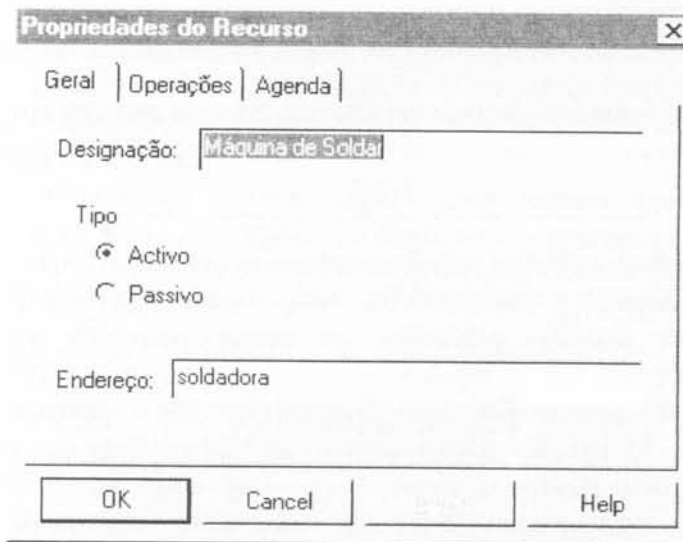


Figura 6.10 – Janela de edição das propriedades de um recurso

Já foi feita a distinção conceptual entre um recurso activo e um passivo. Como, em princípio, um recurso passivo é do tipo 'consumível', este não tem agenda nem efectua directamente operações. Por tudo isto também não necessita de endereço.

Na figura 6.11 podemos ver a janela relativa às propriedades das operações. Tal como aparece referido na figura 6.7, as operações referenciam os recursos que as efectuam.

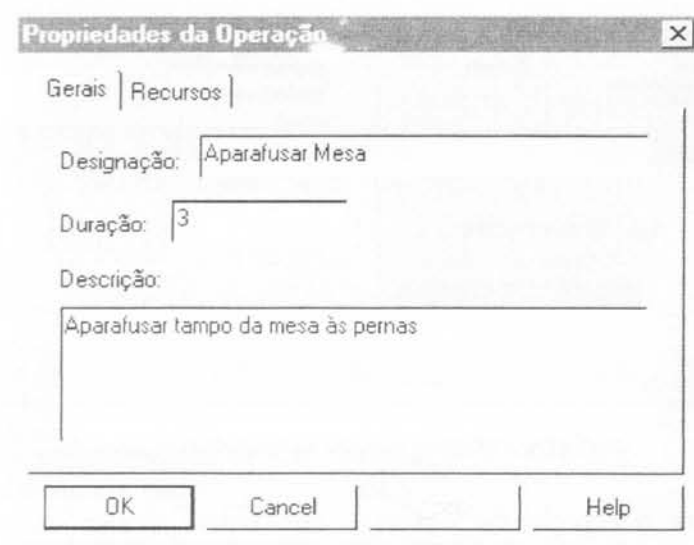


Figura 6.11 – Janela de edição das propriedades de uma operação

6.4.1.1 Processos

Depois de definidos os recursos disponíveis e de estarem configuradas as operações, pode-se partir para a definição dos processos operacionais de uma organização.

Para a especificação dos processos optou-se por desenvolver um *interface* gráfico que facilitasse a especificação, assim como a leitura visual, de um processo. Neste domínio usaram-se os desenvolvimentos que têm sido efectuados nesta área em aplicações recentes de *fluxo de trabalho*. Assim, o *interface* consiste basicamente num diagrama de fluxo constituído por nós ligados entre si. As ligações especificam visualmente o fluxo do processo. Em cada nó do diagrama efectua-se aquilo que se designa na figura 6.7 por tarefa.

Em termos de *interface* base, tal como para os recursos e para as operações, também existe uma janela com a lista de todos os processos definidos. Os processos são manipulados da mesma forma que os outros objectos. O botão direito do rato dá acesso às operações que podem ser efectuadas sobre o processo que estiver seleccionado na janela dos processos.

Pode-se observar na figura 6.12 o menu de contexto de um processo. Este é bastante semelhante aos menus dos outros objectos, estando a diferença na última opção que permite editar graficamente o diagrama do processo. A opção de editar o processo dá acesso à janela que se pode observar na figura 6.14 e que é em todo semelhante às janelas de propriedades dos outros objectos já discutidos.

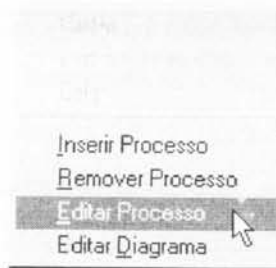


Figura 6.12 – Menu de contexto de um processo

As propriedades de base de um processo resumem-se, praticamente, à sua designação e a uma pequena descrição do processo. Como seria de esperar, grande parte das características do processo são especificadas através do seu diagrama.

A opção de edição do diagrama do processo seleccionado dá acesso à janela que se pode observar na figura 6.15. Esta janela consiste na área de trabalho onde se especifica graficamente o processo de uma forma semelhante à sua especificação em papel. Para facilitar a especificação do processo existe uma barra de ferramentas com as opções mais comuns que incluem, por exemplo, a criação de nós ou etapas no diagrama do processo e a sua ligação (figura 6.13).



Figura 6.13 – Barra de ferramentas do diagrama do processo

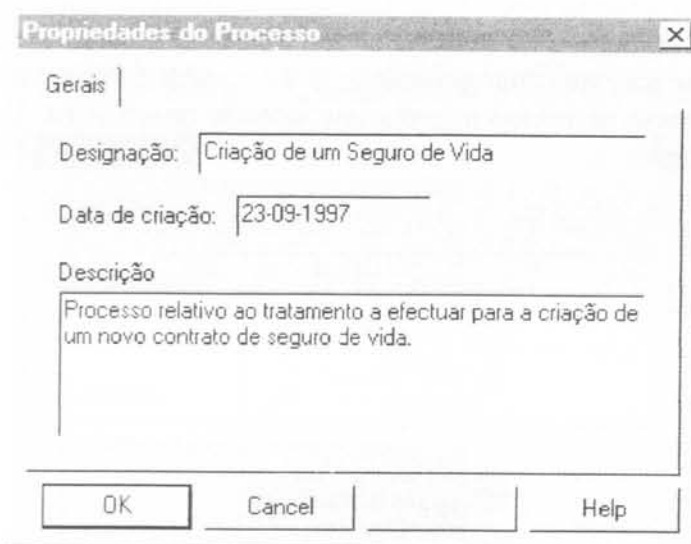


Figura 6.14 – Janela de edição das propriedades de um processo

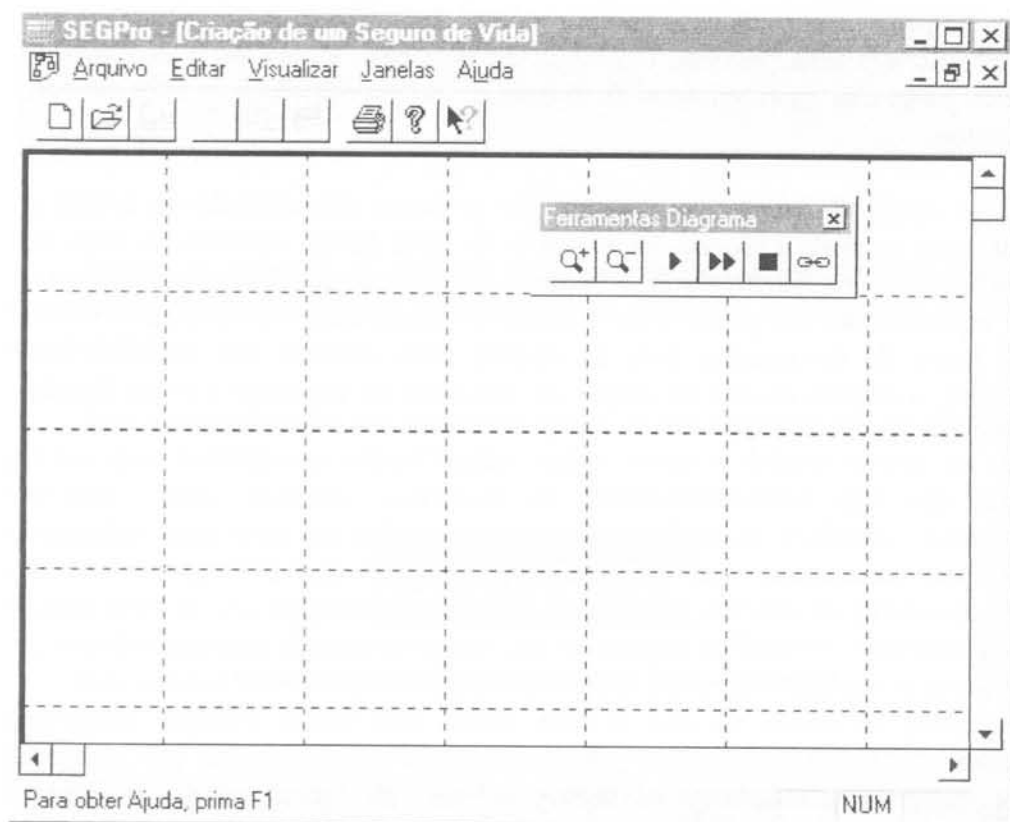


Figura 6.15 – Janela de especificação do diagrama de um processo

A construção do diagrama de um processo é efectuada através da utilização da referida barra. Por exemplo, para a introdução do primeiro nó num processo, ou seja, da primeira tarefa que vai ser efectuada por qualquer

expediente futuro relativo a esse processo, basta seleccionar o símbolo correspondente e posicionar o rato no local do diagrama onde se deseja esse nó.

Os símbolos existentes na barra de ferramentas, assim como o seu significado, aparecem na tabela seguinte.

Símbolo	Significado
	Aumentar o detalhe da vista
	Diminuir o detalhe da vista
	Inserir um nó inicial no diagrama
	Inserir um nó normal no diagrama
	Inserir um nó final no diagrama
	Ligar dois nós

Tabela 6.1 – Ferramentas do diagrama do processo e respectivo significado

Na figura seguinte podemos observar o resultado da definição de um processo muito simples, através da utilização do *interface* descrito anteriormente.

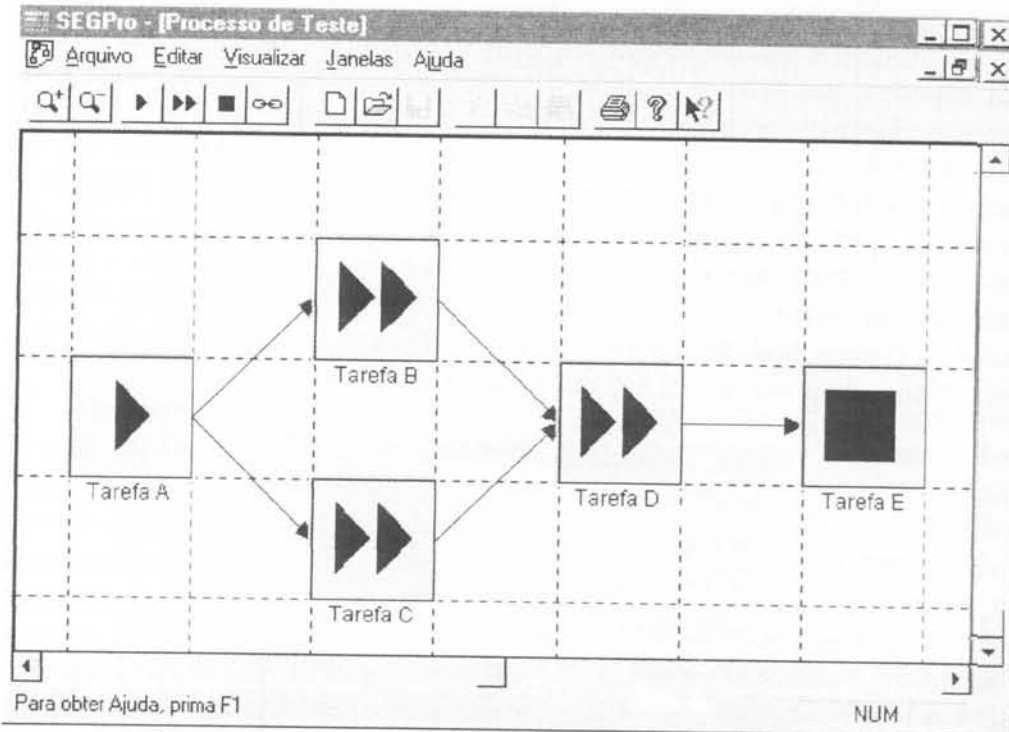


Figura 6.16 – Exemplo de definição gráfica de um processo

A lógica de um processo é muito mais simples de especificar através da utilização deste paradigma de *interface*. No exemplo da figura anterior, e só pela observação do diagrama do processo, fica-se a saber que a tarefa A é a primeira a ser executada. A seguir a esta podem-se iniciar as tarefas B e C. Em principio será necessário que as tarefas B e C terminem para que se inicie a D. A seguir à tarefa D é efectuada a tarefa E, que é a última do processo.

É claro que existem processos que não se podem especificar na totalidade exclusivamente de forma gráfica. Voltemos ao exemplo da figura 6.16. Vamos supor que as tarefas B e C eram duas alternativas a seguir à tarefa A, e que eram executadas segundo determinadas condições. Por exemplo, a tarefa B era executada se a tarefa A tivesse demorado menos de 3 minutos e, a tarefa C se tivesse demorado mais. Embora este seja um exemplo simples de um processo com alguma lógica associada, mesmo assim já é bastante difícil a sua especificação exclusivamente de forma gráfica. Existem situações bastante mais complexas que esta, em especial na actividade seguradora e noutras actividades de serviços, que são impossíveis de especificar totalmente sobre a forma gráfica. Para colmatar esta situação, foi implementada uma linguagem de programação, a mais simples possível, que nos permitisse uma liberdade total para responder a qualquer situação nova que apareça. A referida linguagem de programação encontra-se descrita no anexo A (mais à frente neste capítulo, quando abordarmos a utilização deste sistema nos serviços, e em particular na actividade seguradora, voltaremos a esta questão). Na indústria, e em particular para a especificação de processos de fabrico, não se coloca muito esta questão pois os processos são normalmente bastante rígidos. De qualquer das formas nada impede a utilização de características dos serviços na indústria. Aliás esse é um dos objectivos principais do trabalho desta dissertação.

A nível do *interface*, as funcionalidades existentes continuam a ser as mesmas que foram descritas anteriormente. O botão direito do rato continua a dar acesso a um menu de contexto relativo ao objecto seleccionado ou à janela actual. No caso da janela onde se ‘desenha’ o processo, se usarmos o botão direito do rato sobre o fundo da janela temos acesso a um ecrã (figura 6.17) que permite a configuração de alguns aspectos gráficos da vista além da edição das propriedades do processo, tal e qual aparecem na figura 6.13.

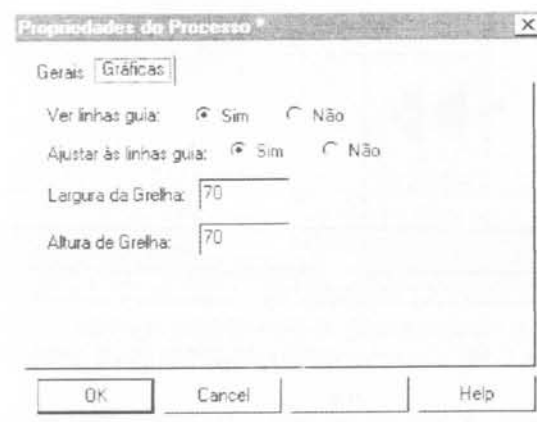


Figura 6.17 – Janela das propriedades de um processo no âmbito do seu diagrama

Relativamente ao *interface* tentou-se desenvolver algo que fosse o mais intuitivo possível. Assim, entre outras coisas, o utilizador pode arrastar livremente os símbolos das tarefas pelo ecrã. A ligação entre duas tarefas, a especificar a sua sequência ou precedência, também é efectuada graficamente por arrasto de uma linha física entre as duas tarefas.

Se utilizarmos o botão direito do rato sobre uma tarefa seleccionada temos acesso a um menu de contexto idêntico aos que foram descritos anteriormente. Uma das opções desse menu dá acesso a um ecrã no qual se podem editar diversas propriedades da tarefa. Podemos observar esse ecrã na figura 6.18.

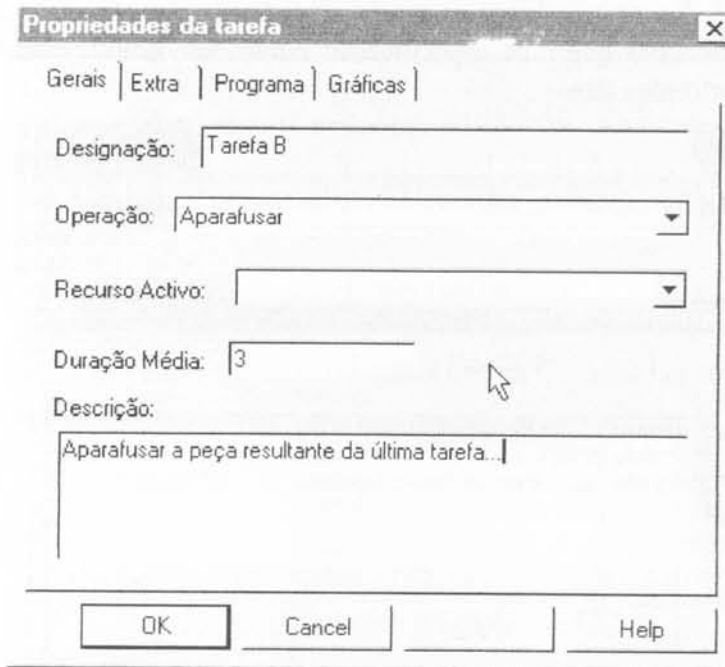


Figura 6.18 – Janela das propriedades de uma tarefa no âmbito de um processo

De entre as propriedades da tarefa que se podem editar por este processo, as mais importantes são as da classe 'Gerais' e as da classe 'Programa'. Em 'Gerais' podemos especificar a designação da tarefa, que é a mesma que aparece depois no diagrama, por baixo do símbolo associado à tarefa. Uma propriedade essencial é a operação que será realizada nesta tarefa. Esta operação é seleccionada de uma lista contendo as operações definidas no sistema. Não é obrigatório especificar o recurso que vai executar a tarefa visto que este pode ser escolhido automaticamente, como se verá mais à frente, pelo algoritmo de escalonamento. A duração da tarefa pode ser especificada e, entre outras coisas, pode ser usada pelo algoritmo de escalonamento para atribuição da tarefa ao recurso que a vai executar e reserva de tempo na agenda do referido recurso.

As propriedades gráficas têm a ver com os aspectos do *interface*, como por exemplo, o tipo de símbolo a usar para representar a tarefa no diagrama.



Este pode ser qualquer imagem em formato *bmp*. O grupo de propriedades 'Extra' está pensado para permitir a especificação de informação adicional, quer para uso no escalonamento quer para uso futuro em termos de contabilizações e análises de dados. Pode-se prever a sua utilização para especificar recursos adicionais que serão consumidos na execução da tarefa, como por exemplo, energia, matérias, etc. Esta informação, uma vez registada para todos os processos efectuados numa organização, poderá, por exemplo, alimentar um armazém de dados para posterior análise. A análise a este tipo de informação, além do tempo de execução da tarefa e de todo um processo, terá importância fundamental para processos de reengenharia como os mencionados nos capítulos 4 e 5.

A secção das propriedades da tarefa identificada por 'Programa' permite resolver as limitações que uma especificação puramente gráfica pode trazer, e que já foram referidas atrás.

O exemplo que se vê na próxima figura refere-se ao processo representado na figura 6.16. O botão Editar permite que se tenha acesso a um ecrã de edição de programas, idêntico ao representado na figura 6.20.

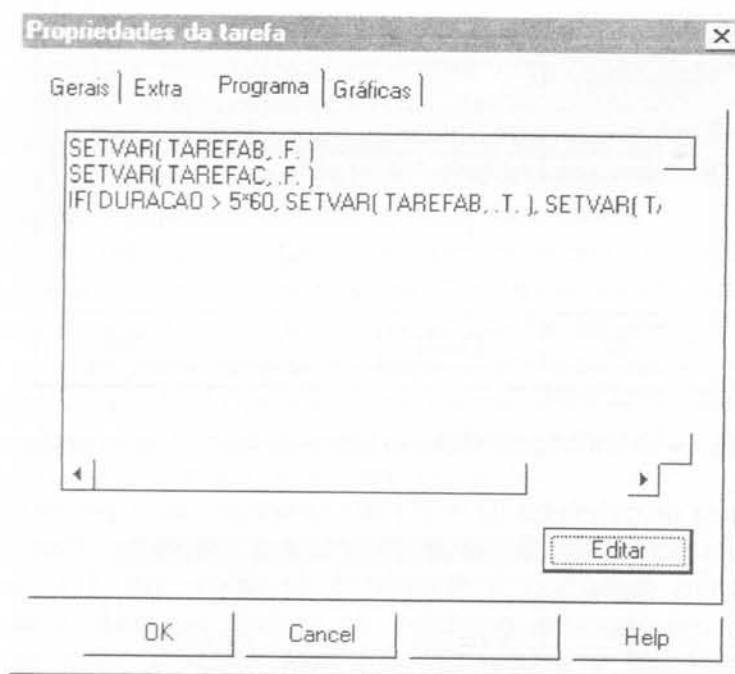


Figura 6.19 – Janela de consulta do programa associado a uma tarefa

Nesta figura podemos observar como, de uma forma bastante simples, se especifica um fluxo opcional entre duas tarefas. No caso em questão, o fluxo continuaria para a tarefa B se a duração de execução da última tarefa tivesse sido maior que 5 minutos ou para a tarefa C no caso contrário (maiores detalhes são dados sobre esta linguagem no anexo A).

Note-se que devido às experiências bastante positivas referentes à utilização da referida linguagem, não são postas de parte novas aplicações desta, tal como a sua utilização para a especificação dos próprios algoritmos de escalonamento e para troca de informação entre os intervenientes nos processos (os recursos), neste caso mais ao nível dos serviços. Ainda relativamente ao programa associado a cada tarefa, este só será avaliado ou executado, quando, no âmbito de um expediente relativo ao processo, o recurso activo associado à tarefa tiver efectuado alguma acção. Tal como se pode observar do programa dado como exemplo, uma das consequências da execução de um programa pode ser a passagem para a próxima tarefa a executar. Tal como o leitor poderá concluir de uma leitura ao anexo A, a linguagem é bastante aberta e extensível, permitindo uma fácil evolução e adaptação do sistema a novas situações que possam surgir.

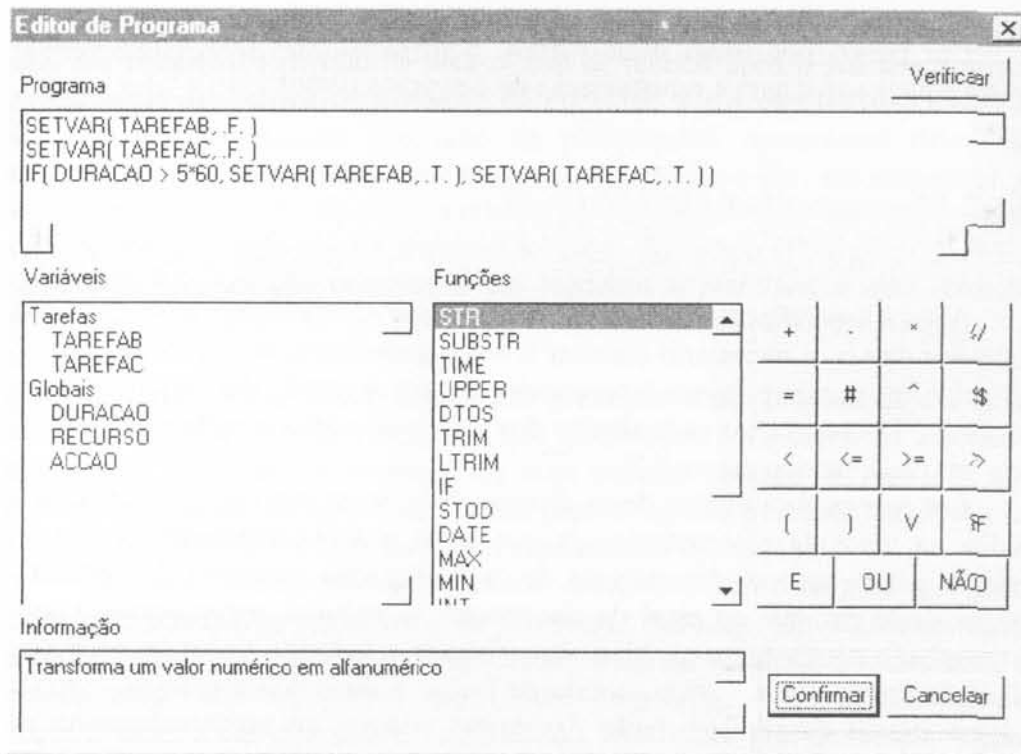


Figura 6.20 – Janela de edição do programa associado a uma tarefa

Uma das contrapartidas de toda esta flexibilidade permitida (pela linguagem, é a do aumento da dificuldade do planeamento exacto dos expedientes e das cargas associadas aos recursos (ou seja, das suas agendas). Este problema já tinha sido abordado no capítulo 4, quando se referiram os tipos de sistemas de *fluxo de trabalho* e foram discutidos os sistemas que eram especificados em tempo de concepção *versus* aqueles que o eram em tempo de execução. O sistema proposto está no meio termo entre os dois extremos discutidos. No limite, este pode ser usado com características completamente especificadas em tempo de concepção (como será o caso da maior parte das

situações na área industrial) ou, no outro extremo, com as opções concretas do processo a só serem conhecidas em tempo de execução pois dependem do que for acontecendo durante o expediente. Repare-se que segundo a arquitectura do sistema, especificada na figura 6.4, nada impede o próprio recurso de utilizar a API para definir novos processos. Uma operação de uma tarefa de um processo pode inclusive consistir na especificação de um novo processo. Relativamente a estas situações, que embora extremas sobre o ponto de vista industrial, acontecem nos serviços, seguiram-se as especificações da WFMC, uma organização que, entre outras coisas, está a tentar estabelecer normas na área do *fluxo de trabalho*. Relativamente a este problema, tal como pode ser verificado pela leitura do anexo G, já existem algumas propostas que se tentaram seguir. Escusado será dizer que, dentro dos limites do possível, foi tentado que o sistema seguisse as normas propostas. Esta nossa opção por seguir normas não limitou em nada o trabalho, dado que as propostas da WFMC vão no sentido de estabelecer normas para a interligação de sistemas de *fluxo de trabalho* diversos e não para a sua homogeneização.

Um pouco por todas estas razões, pode-se afirmar que a linguagem implementada serve para a especificação de comportamentos.

6.4.2 Planeamento e controlo

Após a especificação/modelação dos processos, relativamente às diversas instâncias destes, é necessário efectuar o seu planeamento, acompanhamento e controlo. Por outras palavras é necessário efectuar a gestão das instâncias dos processos. Denominamos as instâncias dos processos como expedientes⁹, como pode ser observado na figura 6.7.

Em termos de trabalho desta dissertação a nossa preocupação principal residiu na parte de planeamento já que tanto o acompanhamento como o controlo estão bastante dependentes de cada aplicação específica do sistema. Apesar deste enfoque ao nível da dissertação, o trabalho que continua a ser desenvolvido agora, tanto ao nível da aplicação à indústria como ao nível da aplicação aos serviços, vai no sentido de fechar o desenvolvimento de todo o sistema através da implementação das partes relativas ao acompanhamento e controlo.

A ideia base do planeamento é a de definir a melhor forma de sequenciar as tarefas inerentes aos diversos expedientes activos assim como determinar quais os recursos a utilizar para a execução das referidas tarefas, ou seja, efectuar o escalonamento do expediente.

Segundo Sauer [Sauer⁹⁷] a gestão da produção é crucial para se atingir uma execução dos processos industriais de produção de uma forma atempada e a custos reduzidos. Embora o autor refira especificamente os processos

⁹ Optamos pelo termo expediente em detrimento de ordem de fabrico dado que é mais abrangente e possível de aplicar à indústria e aos serviços sem perda do seu significado.

industriais, nesse mesmo texto este apresenta uma solução por ele concebida em que aplica conceitos e técnicas desenvolvidas para a indústria a serviços médicos, demonstrando, na prática, a viabilidade desta abordagem.

O problema base do planeamento centra-se no escalonamento do expediente. Relativamente a este problema, diversos autores têm vindo a estudar e apresentar métodos que visam a obtenção de soluções óptimas. Vimos na secção 3.6.2 que a obtenção de soluções óptimas exige grande poder computacional e assim não é razoável a sua utilização prática. Foram também observados casos em que se conseguiam encontrar soluções óptimas sem recorrer ao cálculo sistemático de todas as possibilidades. O problema destes métodos é que só se podem aplicar a casos bem determinados que muito dificilmente se encontram em situações reais, pelo que a sua aplicação é também pouco provável. O problema que se coloca é que na prática os sistemas muito dificilmente mantêm as premissas necessárias aos métodos de escalonamento que encontram a solução óptima. Algumas das situações que podem ocorrer são, por exemplo: alteração de uma ordem de fabrico após o seu lançamento, avaria numa das máquinas, alteração de prioridades dos expedientes, etc. Por estas razões um sistema adequado de planeamento operacional deve dar respostas às questões práticas que se apresentam no dia-a-dia das empresas. A este respeito Dilworth refere que o critério para o que constitui um bom ou mau escalonamento é algo vago e alterável ao longo do tempo [Dilworth93]. Além disso uma boa solução encontrada em segundos é preferível a uma solução óptima encontrada em horas.

Por todas estas questões uma das premissas desta dissertação foi a de encontrar soluções viáveis e razoáveis que garantissem a aplicação do sistema a casos reais. Esta ideia é desenvolvida num trabalho recente [Ramos 97] que defende o conceito de aplicações viradas para o suporte à decisão, ao invés de se procurarem soluções óptimas para o planeamento operacional.

Segundo estes princípios, tentamos desenvolver um *interface* que para além de permitir a utilização de diversos métodos de escalonamento, essencialmente permitisse que o utilizador pudesse manipular totalmente o planeamento até ao limite de poder especificar individualmente o sequenciamento das operações, manipulando o *interface* gráfico desenvolvido. O objectivo que pretendemos atingir foi o de ter um sistema que a nível do planeamento operacional pudesse funcionar ao mesmo tempo:

- automaticamente: através da utilização de métodos de escalonamento determinasse soluções que o utilizador apenas tinha que confirmar ou recusar.
- semi-automaticamente: encontrando soluções mas permitindo que o utilizador alterasse as situações que considere menos satisfatórias
- manualmente: permitindo, no limite, que o utilizador especificasse recurso a recurso as operações a serem efectuadas e a sua ordem.

Esta flexibilidade introduzida na aplicação implica que, em princípio, os métodos usados no escalonamento não busquem soluções óptimas por uma questão de tempo de resposta do sistema. Como veremos à frente a aplicação não impõe essa restrição, visto que os métodos apenas têm que seguir um determinado protocolo para poderem ser usados pela aplicação. Se tivermos disponível um método que obtenha soluções óptimas e obedeça ao referido protocolo, este pode ser utilizado.

Para suportar toda esta flexibilidade introduzimos o conceito de cenário. Um cenário pode ser considerado como uma vista sobre a carga de trabalho (expediente) existente na empresa, e também pode ser visto como um conceito que permite fazer simulações usando configurações diferentes (recursos, métodos de escalonamento, processos, etc.) e assim verificar qual das opções é a mais favorável.

Outro aspecto que o conceito de cenário está apto a suportar é o do acompanhamento e controlo. Além da manipulação do expediente planeado, os cenários foram concebidos de forma a suportar o acompanhamento da parte do expediente que está na realidade a acontecer. Como a parte relativa ao acompanhamento e controlo depende da implementação (tipo de indústria ou serviço) e não é objecto fundamental do estudo desta dissertação, nesta altura não nos é possível apresentar esta faceta do sistema.

A nível de *interface*, tal como para os outros conceitos manipulados na aplicação, também para os cenários existe uma janela onde se pode visualizar uma lista com todos os cenários criados. O tipo de *interface* e a sua funcionalidade continua a ser o mesmo. O que se pode observar na figura 6.9 para os recursos também se aplica para os cenários. Por sua vez o menu de contexto é idêntico ao menu que se pode observar na figura 6.12 para os processos. Uma das opções desse menu permite abrir a janela de trabalho relativa ao cenário, que em termos básicos se assemelha bastante a um diagrama de Gantt.

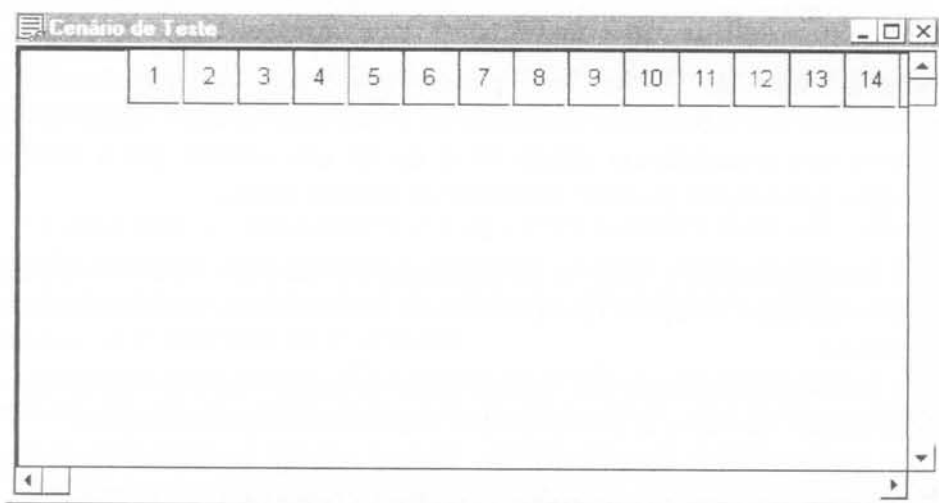


Figura 6.21 – Janela de trabalho de um cenário

Na figura 6.21 podemos observar a janela de um cenário que foi acabado de criar. Por defeito, a janela aparece quase completamente em branco. Como se disse atrás esta janela funciona na sua forma mais básica como um diagrama ou tabela de Gantt. Foi este o tipo de *interface* escolhido já que parece ser o mais intuitivo para o utilizador final e também porque tem uma longa vida e continua a ser o *interface* de eleição para este tipo de aplicações.

Assim o que se pode observar no topo da janela é o eixo relativo ao tempo que está representado em unidades temporais inteiras não realistas¹⁰. No lado esquerdo da janela e na vertical devem aparecer os recursos que serão utilizados para efectuar as tarefas relativas aos expedientes lançados no cenário. Na parte central da janela são representadas as tarefas que cada recurso vai executar na linha horizontal relativa ao recurso e com uma posição horizontal equivalente ao tempo de início e término da tarefa. Podemos dizer que a linha de tarefas de cada recurso representa a agenda desse recurso.

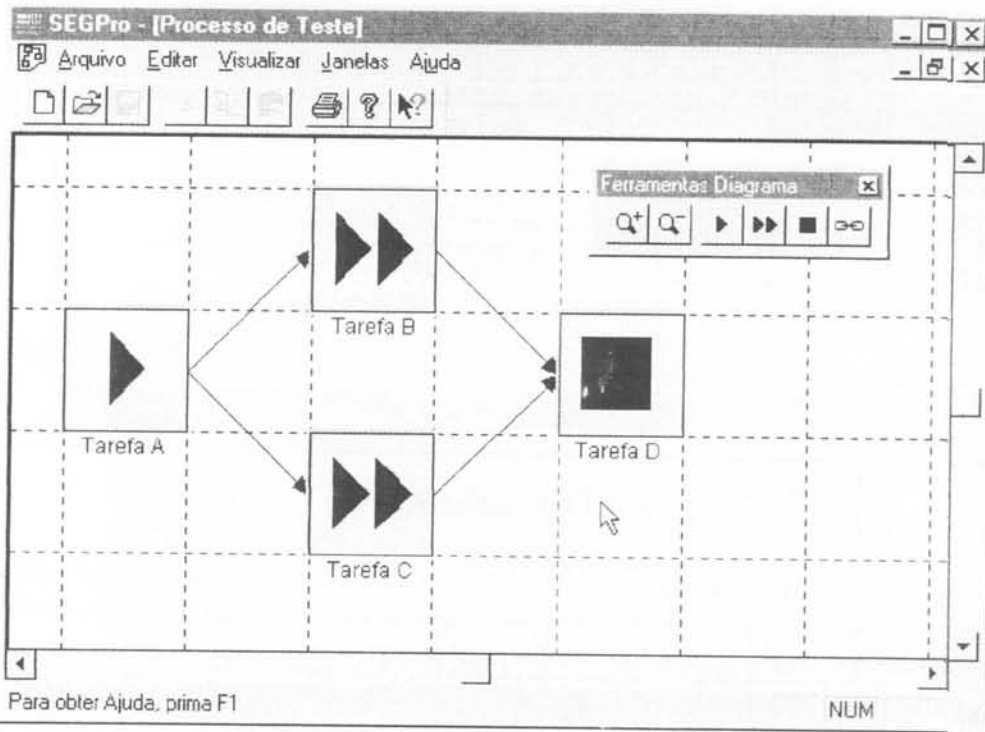


Figura 6.22 – Exemplo de um processo

¹⁰ No trabalho de desenvolvimento para esta dissertação não foi fundamental começar imediatamente com a utilização de um calendário real, até porque, como se verá mais à frente, os algoritmos utilizados para o escalonamento também estão, nesta altura, a utilizar o mesmo tipo de medida temporal. É claro que para uma aplicação do sistema a um caso real terá que se trabalhar com calendários reais o que do nosso ponto de vista não trará dificuldades de maior pois consiste apenas numa rotina que converta valores entre os dois sistemas de medida temporal.

Na figura 6.23 podemos ver o resultado da criação de um expediente relativo ao processo cuja definição se pode observar na figura 6.22. Repare-se que o 'João Manuel' deve efectuar a tarefa 'Tarefa A' e começá-la no período 1. Como a tarefa 'Tarefa A' tem que ser efectuada antes das tarefas 'Tarefa B' e 'Tarefa C' estas só podem começar depois da tarefa 'Tarefa A' ter terminado.

Como se observa na figura 6.22 a tarefa 'Tarefa B' e a tarefa 'Tarefa C' podem ser executadas em paralelo. É o que se pode observar na janela do cenário onde estas são executadas por dois recursos diferentes ao mesmo tempo. A tarefa 'Tarefa D' só pode ser executada após as tarefas 'Tarefa B' e 'Tarefa C', logo ela só é iniciada após o término da sua precedente mais longa.

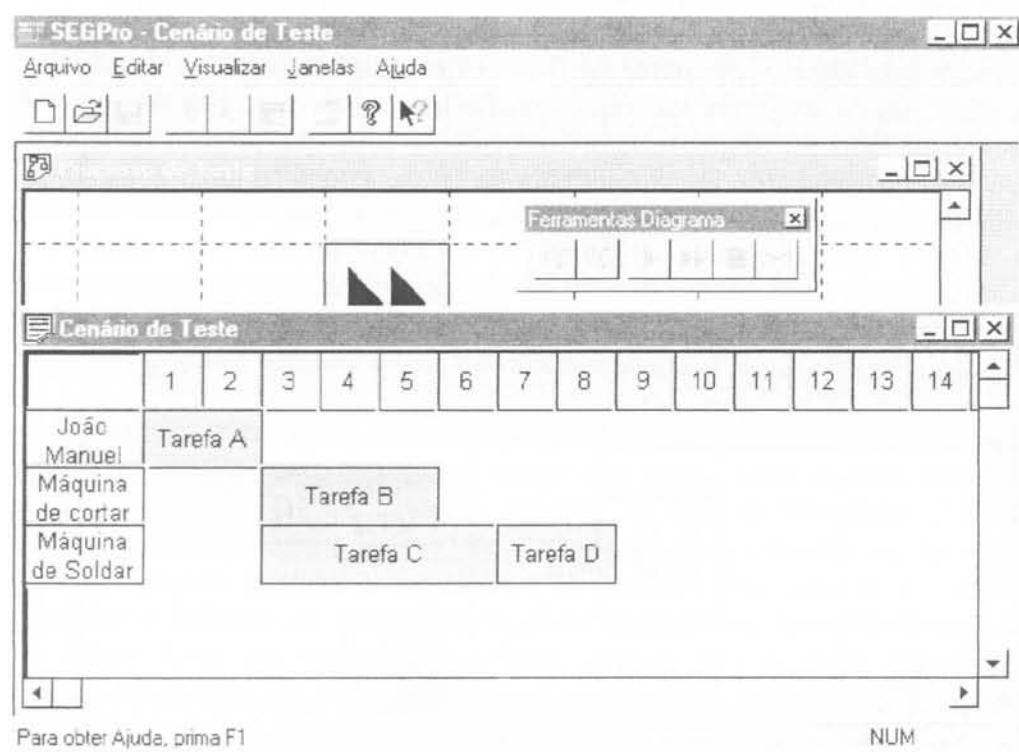


Figura 6.23 – Exemplo de um cenário

A maior parte das operações possíveis de efectuar num cenário estão acessíveis via um menu de contexto que pode ser obtido através do botão direito do rato. Na figura 6.24 podemos observar o menu de contexto de um cenário quando se usa o botão direito do rato numa área em branco do cenário.

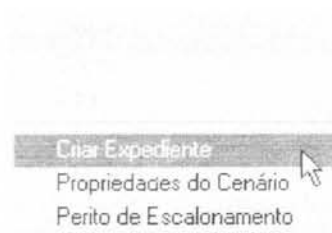


Figura 6.24 – Menu de contexto da janela do cenário

Para se criarem novos expedientes num cenário basta usar a opção respectiva que aparece no menu de contexto. Essa opção faz surgir a janela que se pode observar na figura seguinte. Nesta janela basicamente é necessário identificar o novo expediente e seleccionar qual o processo que o expediente vai usar, ou seja, de que processo é que vamos criar instâncias. Além disso, também se podem introduzir quantas instâncias do processo se desejam criar, e qual a data desejada de término dos expedientes. O botão que se pode observar ao lado do campo referente à data limite permite seleccionar uma data de um calendário real. Este pequeno pormenor é apenas uma experiência que fizemos no sentido de suportarmos calendários reais.

Criar Expediente

Gerais

Designação:

Data limite:

Quantidade:

Ordem:

Processo:

Figura 6.25 – Janela de criação de um novo expediente no cenário actual

Calendário

<< < **Agosto, 1997** > >>

Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb
27	28	29	30	31	1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

Figura 6.26 – Janela de selecção da data limite do novo expediente

Após a confirmação dos dados necessários à criação do expediente, é chamado o algoritmo base de escalonamento da aplicação, que no contexto do cenário actual e de toda a configuração relativa ao plano aberto (recursos, operações, processos, etc.) tenta determinar qual é a melhor sequência a dar às diversas tarefas do processo usado pelo expediente e quais os recursos mais adequados para as executarem. Isto é efectuado tendo em conta os expedientes que já foram lançados e escalonados anteriormente.

Na figura 6.27 podemos observar o resultado de criar um novo expediente sobre o cenário da figura 6.23.

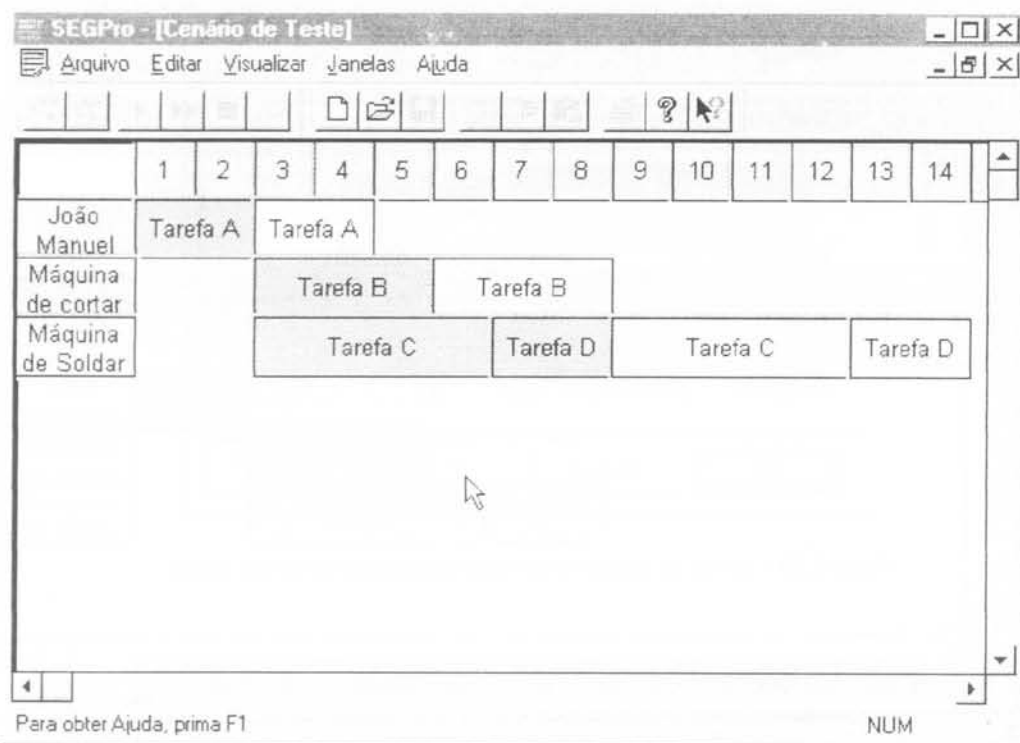


Figura 6.27 – Cenário com dois expedientes do mesmo processo

Note-se que este novo expediente criado utiliza o mesmo processo do expediente já existente (processo esse que se pode observar na figura 6.22). O resultado obtido mostra que o algoritmo tenta colocar sempre as tarefas o mais cedo possível, e que obedece as restrições de precedência impostas pelo processo.

6.4.2.1 Escalonamento

Segundo Sauer [Sauer⁹⁷], o escalonamento consiste na atribuição temporal de ordens (por exemplo, para o fabrico de produtos) a recursos ((por exemplo, máquinas), onde um certo número de objectivos e condições ((por exemplo, observar as datas de entrega ou usar apenas determinado tipo de máquinas) devem ser atingidos e respeitados. O mesmo autor defende ainda que o escalonamento deve incluir o escalonamento de novas ordens (escalonamento predictivo) e a adaptação de ordens já escalonadas, em função de eventos do ambiente de escalonamento (escalonamento reactivo).

Neste trabalho tentamos abordar estes dois problemas. Por um lado a aplicação já tem integrado um algoritmo de escalonamento e permite a inclusão de novos algoritmos que obedeçam a um protocolo estabelecido. Desta forma respondemos ao problema do escalonamento predictivo.

Por outro lado, desenvolvemos características a nível do *interface* gráfico que permitem responder eficazmente aos problemas que surgem com o escalonamento reactivo.

Dos diversos algoritmos existentes para escalonamento, grande parte deles ou é baseado numa estratégia centrada na ordem de fabrico (expediente) ou baseado numa estratégia centrada nos recursos [Almeida95]. Segundo Sauer [Sauer⁹⁷], estas duas estratégias consistem basicamente no seguinte:

Estratégia centrada nas ordens (expedientes)

```

ENQUANTO houver ordens para escalar
  seleccionar uma ordem
  seleccionar o encaminhamento para a ordem
ENQUANTO houver operações para escalar
  seleccionar operação
  seleccionar recurso
  seleccionar intervalo
  escalar operação
  FIM ENQUANTO
FIM ENQUANTO

```

Estratégia centrada nos recursos

```

seleccionar o encaminhamento para cada ordem
encontrar as operações de todas as ordens
ENQUANTO houver operações para escalar
  seleccionar recurso
  seleccionar operação
  seleccionar intervalo
  escalar operação
  FIM ENQUANTO

```

Relativamente às diversas etapas mencionadas acima existem diversos critérios a usar conforme a situação. Por exemplo:

Para a selecção de ordens

- tempo de início mais cedo
- tempo de processamento mais rápido
- número crescente de alternativas
- número crescente de intervalos de folga
- maior prioridade de utilizador

Para a selecção de operações

- número crescente da operação (primeira chegar, primeira servida)
- número decrescente da operação (última chegar, primeira servida)
- número crescente de recursos alternativos
- número decrescente de recursos alternativos

Para a selecção de recursos

- recurso mais simples primeiro
- recurso mais crítico primeiro

Para a selecção de intervalos

- a partir da data de início de fabrico
- da data de entrega para trás

O algoritmo de escalonamento implementado de base na aplicação segue as linhas gerais da estratégia de escalonamento centrada nas ordens. A seguir, podemos observar a lógica geral do algoritmo utilizando já a terminologia adoptada nesta dissertação.

```
ENQUANTO houver expediente para escalonar
  seleccionar um expediente
  usar o processo para esse expediente
  ENQUANTO houver tarefas para escalonar
    seleccionar tarefa
    seleccionar recurso
    seleccionar intervalo
    escalonar tarefa
  FIM ENQUANTO
FIM ENQUANTO
```

Embora o algoritmo descrito responda a grande parte das necessidades sentidas nas instalações previsíveis do sistema (nomeadamente nos serviços), é possível a integração de novos algoritmos. Foi o caso do método de escalonamento dinâmico, implementado e descrito em [Marinho97] e [Almeida95].

Para a instalação de um novo algoritmo basta que este seja implementado como uma DLL¹¹ para Windows de 32bits. Além de existir sobre este formato, é ainda necessário obedecer a alguns requisitos técnicos, como sejam, a utilização de estruturas de dados para representação dos objectos manipulados (de entre os representados na figura 6.7) compatíveis com as do sistema, e a implementação de algumas funções de *interface*. Um detalhe mais pormenorizado destas questões técnicas poderá ser encontrado no anexo F.

Uma vez instalado um algoritmo de escalonamento, ele poderá ser utilizado através de uma opção 'Perito de escalonamento' encontrada no menu de contexto da janela de um cenário.

6.4.2.2 Fundamentos do *interface* gráfico

A existência de um *interface* inteligente e adaptativo é uma característica muito importante de um sistema de apoio ao planeamento operacional [Ramos'97]. O *interface* deve ajudar o operador durante o escalonamento, acompanhamento e controlo do sistema de produção. Um sistema destes não deve substituir o utilizador (o engenheiro da produção ou o operador), mas ajudá-lo nas suas decisões. Estas últimas considerações, efectuadas no âmbito da indústria, aplicam-se genericamente a sistemas de gestão de processos, nos serviços ou a sistemas de *fluxo de trabalho*.

Tentamos seguir estas indicações durante todo o trabalho desta dissertação, e em particular, na parte relativa à gestão de processos.

Segundo Edmonds [Edmonds93], o termo *interface* inteligente é utilizado para designar *interfaces* que respondam flexivelmente a eventos de forma favorável. O termo inteligente, no contexto de um sistema informático, deve ser entendido como algo que contém conhecimento humano explícito, representado de alguma forma [Faria95]. Neste contexto, o que se pretendeu atingir no *interface* do sistema desenvolvido foi que esta fosse flexível e adaptável, indo de encontro às características que deve ter um *interface* para planeamento operacional. A nível do *interface*, um sistema como o que foi desenvolvido nesta dissertação, deve apresentar, entre outras, algumas das seguintes características [Ramos'97]:

- a possibilidade de, graficamente, aceder a qualquer informação referente a uma ordem de fabrico (cliente, produto, prioridade, etc.)
- a possibilidade de alterar essa informação (por exemplo, a data de entrega)
- a possibilidade de remover ordens de fabrico
- a possibilidade de incluir novas ordens de fabrico
- a possibilidade de visualizar todas as ordens de fabrico existentes
- a visualização de diagramas de Gantt relativos à situação actual

¹¹ *Dynamic Linking Library*

- a possibilidade de escolher o que é que deve ser representado nos diagramas de Gantt, assim como o intervalo de tempo que se deseja visualizar
- a possibilidade de seleccionar políticas de escalonamento
- a possibilidade de selecção de políticas para resolução de problemas de indecisão no escalonamento (por exemplo, mais do que uma solução)
- a possibilidade de poder interagir graficamente com a solução (por exemplo, mover uma operação de lugar) e visualizar as consequências
- a possibilidade de suportar níveis de detalhe
- a possibilidade de comparar o resultado do escalonamento com o que aconteceu na realidade
- a possibilidade de sinalização de ordens atrasadas, problemas com os recursos, etc.

Para se atingirem estes objectivos de flexibilidade e adaptabilidade existem, essencialmente, duas possibilidades [Thomas⁹³]:

- sistemas adaptáveis pelos utilizadores
- sistemas que se adaptam automaticamente

A primeira categoria diz respeito a sistemas que permitem que o utilizador vá especificando o comportamento e características que deseja do *interface*. O segundo caso diz respeito a *interfaces* que automaticamente, sem indicações explícitas do utilizador, se vão adaptando.

Veremos, de seguida, que pelas suas características o *interface* desenvolvido, em termos de adaptabilidade, se enquadra mais na primeira categoria.

Independentemente destas considerações, o objectivo essencial no desenvolvimento do *interface* para o sistema foi o de, por um lado a tornar o mais flexível e simples de utilizar, conseguindo atingir as características enunciadas acima e, por outro lado, conseguir um *interface* adaptado à funcionalidade do sistema e do perfil do utilizador final. Além disso, sempre que possível, tivemos o cuidado de desenvolver o *interface* de forma a que pudesse evoluir graciosamente para um *interface* de adaptação automática a situações e utilizadores por incorporação de alguma base de conhecimento que fosse 'aprendendo' com as interacções do utilizador e transmitisse as adaptações ao *interface*.

6.4.2.3 Características do *interface* gráfico

No sentido de se responderem aos objectivos expostos na secção anterior, assim como aos conceitos de escalonamento predictivo e reactivo expostos em 6.4.2.1, desenvolvemos algumas características no *interface* da aplicação, a nível do planeamento, que iremos detalhar de seguida.

Um dos conceitos introduzidos, e já referido, foi o de cenário. Este é o conceito base de suporte ao planeamento. Os expedientes (ou ordens de fabrico) são criados, ou lançados, no âmbito de um cenário. Como o sistema permite que se criem vários cenários para um mesmo plano, podemos desta forma, construir cenários correspondentes a soluções alternativas de planeamento. Esta característica permite que o utilizador escolha a solução final de planeamento que mais lhe convém de entre várias possibilidades. Dos vários cenários alternativos um deles pode corresponder a uma vista da realidade, ou seja, do plano que de facto se pretende por em prática na organização. Como também já referimos, um cenário tem uma representação gráfica bastante próxima de um diagrama de Gantt.

Uma das características que se introduziu no cenário, do ponto de vista da manipulação gráfica, é a necessidade de definir o intervalo temporal que se deseja manipular. Desta forma o utilizador pode especificar qual é o intervalo temporal que lhe interessa manipular, ao mesmo tempo que retira ao sistema o peso da representação gráfica de situações fora desse intervalo e portanto sem interesse para o utilizador.

Como podemos observar na figura 6.28, em qualquer altura da utilização de um cenário o utilizador pode alterar a janela temporal que deseja trabalhar bastando para tal que aceda às propriedades do cenário através do uso do botão direito do rato numa área livre do cenário.

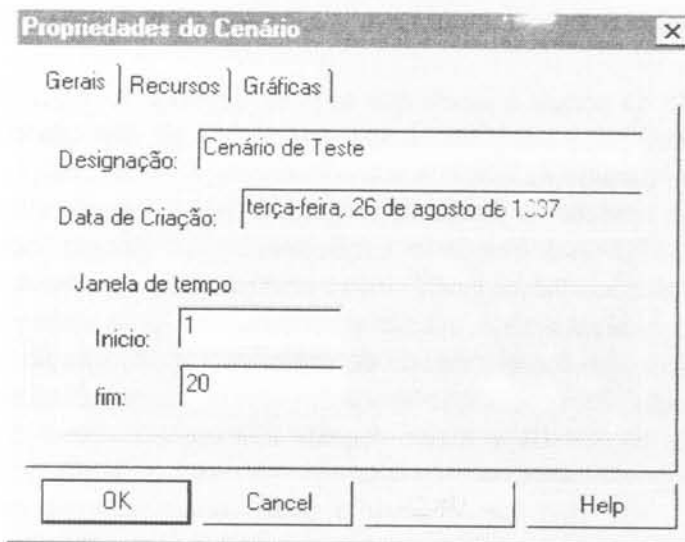


Figura 6.28 – Janela de edição das propriedades de um cenário

Para a criação de expediente num cenário existem duas hipóteses. Por um lado, a criação simples de um expediente, tal como aparece na figura 6.25. Através desta opção o utilizador pode criar um expediente sobre um determinado processo definido. O sistema, neste caso, utilizará o método de escalonamento descrito em 6.4.2.1. De seguida, o utilizador poderá manipular o resultado desse escalonamento para o ajustar como melhor entender. Repare-se que nesta situação, o sistema a nível de escalonamento não é parametrizável, limitando-se a escalonar obedecendo às restrições impostas pela configuração do processo e à agenda actual dos recursos. A segunda opção a nível de escalonamento é acedida através da opção perito de escalonamento (que pode ser observada na figura 6.24).

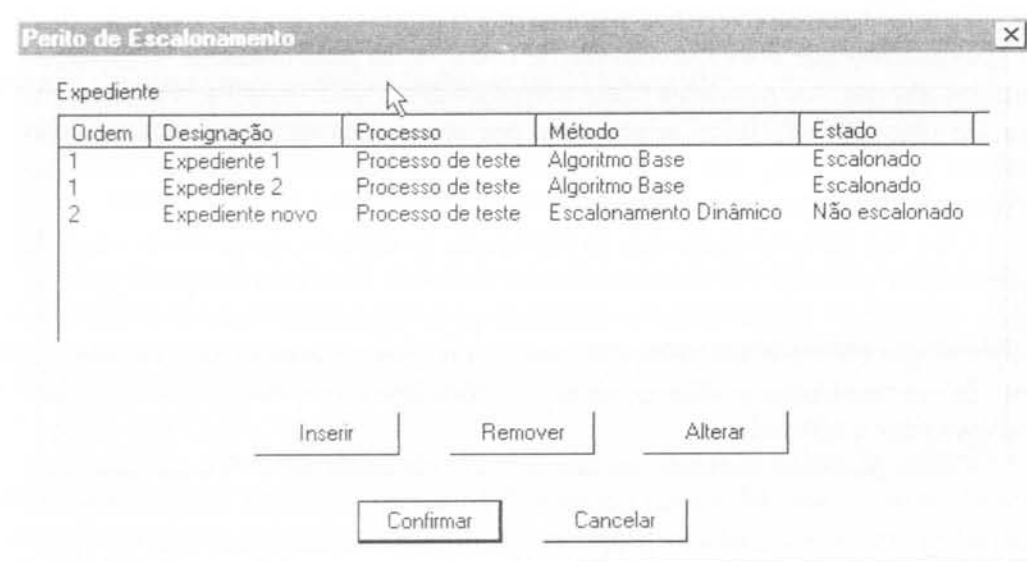


Figura 6.29 – Janela do perito de escalonamento

Esta opção dá acesso à janela que se pode observar na figura 6.29. Nesta janela o utilizador pode trabalhar todo o expediente de um cenário de forma global e bastante parametrizável.

A lista que aparece na janela diz respeito a todo o expediente do cenário, quer aquele que já está criado e escalonado, quer aquele que pode ser acrescentado e alterado nesta janela. Entre a informação que aparece por cada linha salienta-se o algoritmo a utilizar para escalonar o expediente relativo à linha em questão assim como o estado do expediente, por exemplo, se ele já foi ou não escalonado. Os botões que aparecem abaixo da referida lista permitem efectuar diversas acções. Estas dizem respeito à inserção de novo expediente na lista ou à alteração de expediente da lista.

Na figura 6.30 pode-se observar a janela correspondente ao botão de inserção.

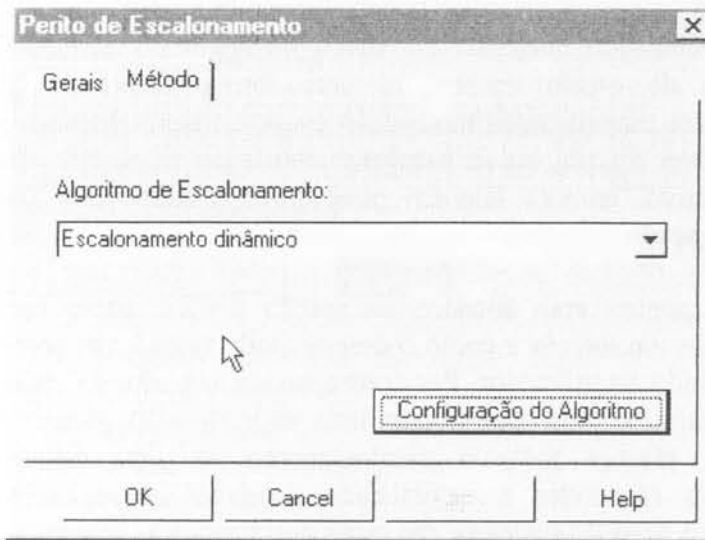


Figura 6.30 – Janela inserção de expediente do perito de escalonamento

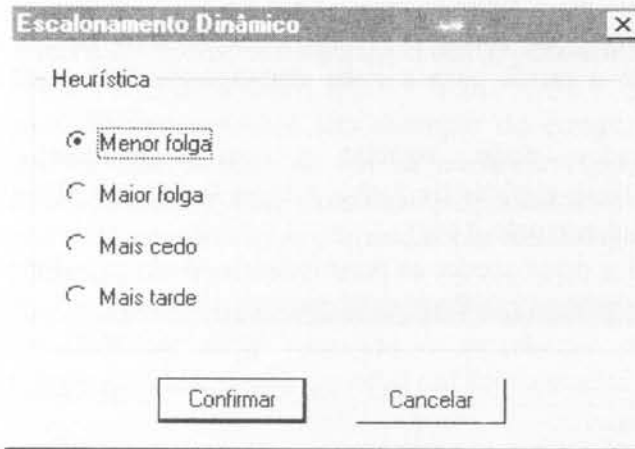


Figura 6.31 – Janela de configuração de algoritmo de escalonamento

Neste caso, para se inserir um expediente é necessário introduzir mais informação. Assim, além da informação que aparece na figura 6.25 é necessário seleccionar qual o método ou algoritmo de escalonamento a utilizar. Para o algoritmo seleccionado, na maioria dos casos, poder-se-á ter acesso a uma janela para configurar o comportamento do algoritmo. Essa janela é uma funcionalidade que deve ser implementada em todas as DLL de algoritmos instalados no sistema, tal como foi descrito na secção 6.4.2.1. A informação que aparece na referida janela é dependente do tipo de algoritmo e tipicamente recolherá informação de especificação do comportamento do algoritmo (por exemplo, como ele deve reagir em situações de mais que uma solução possível ou ainda se ele deve tentar escalonar as tarefas o mais cedo possível ou não). A informação recolhida será armazenada com cada expediente para ser passada, em tempo de escalonamento, ao respectivo algoritmo.

A figura 6.31 representa a janela de configuração relativa ao algoritmo de escalonamento dinâmico integrado do trabalho de Marinho [Marinho97].

O perito de escalonamento foi uma forma simples e global que encontramos para especificação flexível do escalonamento. Esta opção vai no sentido de resolver o problema do escalonamento essencialmente sobre o ponto de vista predictivo, embora também possa ser utilizado para alteração de expediente já lançado.

Um dos pontos mais focados na secção 6.4.2.2 como característica fundamental para um *interface* como o desenvolvido tinha a ver com o grau de liberdade permitido ao utilizador. Por contrapartida, o perito de escalonamento é uma funcionalidade que, permitindo uma especificação global e bastante parametrizável, efectua todo o escalonamento de uma forma bastante autónoma. Para responder à flexibilidade desejada introduzimos algumas funcionalidades a nível do *interface* das quais destacamos as seguintes:

- O utilizador pode alterar o escalonamento de uma tarefa, na agenda de um recurso, arrastando-a graficamente para o local desejado.
- O utilizador pode alterar o recurso utilizado para efectuar uma tarefa arrastando a tarefa para a linha correspondente à agenda de outro recurso.
- O utilizador pode associar a um expediente determinadas características gráficas de forma a mais facilmente identificar as suas tarefas (por exemplo a cor)
- O utilizador pode aceder às propriedades de um expediente a partir de qualquer das suas tarefas escalonadas.
- De forma semelhante o utilizador pode aceder ao diagrama do processo utilizado por um determinado expediente através de uma das suas tarefas.
- O utilizador pode seleccionar quais os recursos que deseja visualizar no âmbito de um cenário.

Estas características vão ao encontro das considerações efectuadas sobre escalonamento reactivo. Em particular, elas permitem que o *interface* incorpore no sistema funcionalidades essenciais ao sucesso de um sistema de suporte à decisão, como é o caso do sistema desenvolvido [Almeida 97].

Na figura 6.32 podemos observar um exemplo da referida flexibilidade. A figura representa a movimentação da tarefa T2, escalonada para o intervalo temporal 7 a 8, a ser movida para o intervalo 12 a 13. Note-se que, como seria de esperar, o sistema verifica se os diversos movimentos são possíveis, nomeadamente, verificando as precedências relativamente a outras tarefas do mesmo expediente. Por exemplo, não teria sido possível passar a referida tarefa para o intervalo de 1 a 2 visto que estamos a mover a tarefa T2 que deve ser efectuada após a tarefa T1 (se o processo tivesse sido definido desta forma) relativa ao mesmo expediente, que se encontra no intervalo 4 a 6.

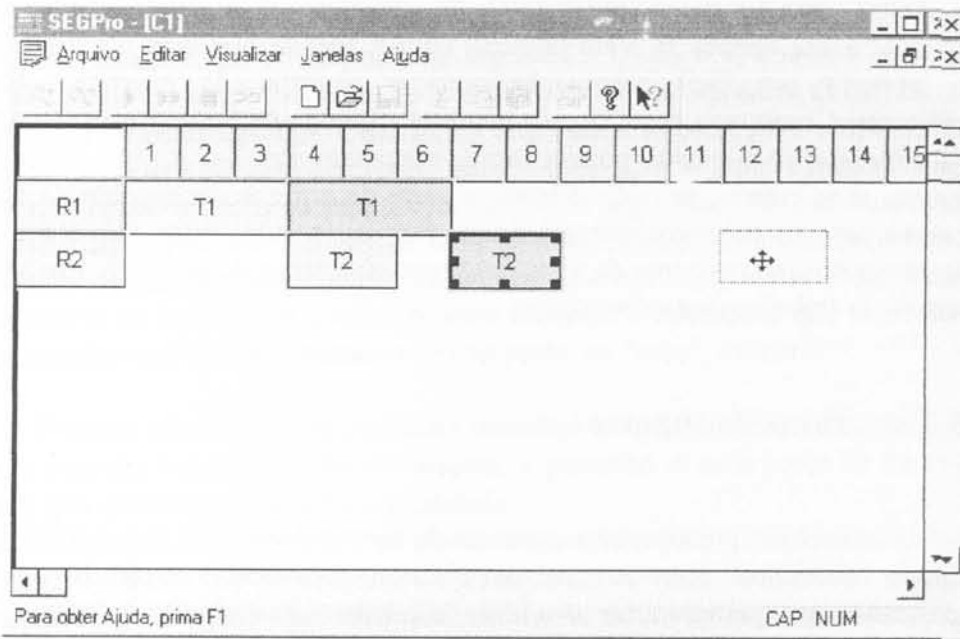


Figura 6.32 – Exemplo de manipulação directa do escalonamento

Na Figura 6.33 apresentamos um exemplo de comparação entre dois cenários alternativos. Pode-se observar que na janela correspondente ao cenário 2 criou-se mais um expediente. Este é um exemplo muito simples cujo objectivo é apenas demonstrar as possibilidades oferecidas por um *interface* flexível.

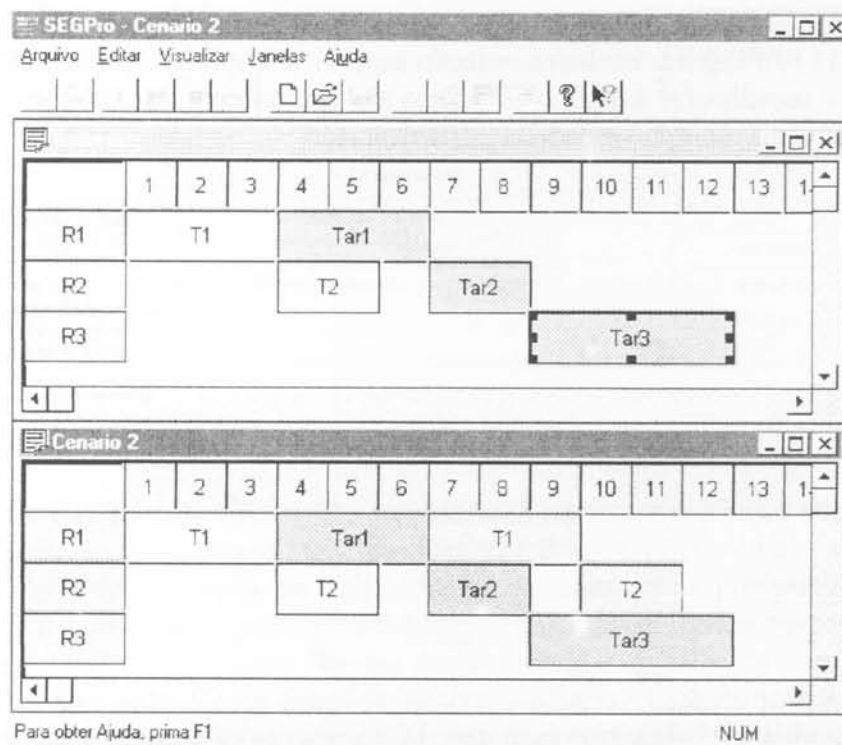


Figura 6.33 – Exemplo de comparação de cenários

Outra característica fundamental do *interface* é a possibilidade de apresentar a sua agenda real em paralelo com a agenda planeada do recurso, para permitir um fácil acompanhamento e controlo da execução dos expedientes. Como esta parte do sistema está dependente do contexto da sua aplicação não é no momento possível apresentar exemplos. Tal deve-se ao facto de, como já se referiu, ter sido deixada a parte do sistema dependente da sua aplicação para os desenvolvimentos finais. Por outro lado, estas aplicações a casos concretos, sob o ponto de vista do desenvolvimento de *software*, não são objectivo do trabalho desta dissertação.

6.5 Estruturas de suporte

Nesta secção apresenta-se a estrutura de classes do sistema que modela as principais entidades. Note-se que as classes apresentadas estão bastante simplificadas mas permitem ter uma ideia da estrutura que suporta o sistema, e em particular dos principais objectos que são armazenados na base de dados.

Na figura 6.34 podemos observar as classes relativas à engenharia ou concepção do sistema. As classes que contêm a seta grossa a apontar para o canto inferior esquerdo dizem respeito a classes cujos objectos são os pontos de entrada para a navegação por referência (veja-se anexo F sobre alguns pormenores da base de dados). As outras setas ligando classes são apenas uma indicação visual para o tipo de relacionamento existente entre elas.

Tirando estes pequenos detalhes, para efeitos de simplificação, as figuras 6.34 e 6.35 não seguem nenhuma notação específica. De facto estas figuras são um pouco semelhantes à figura 6.7, contando apenas com um detalhe maior, que as aproxima mais da verdadeira implementação.

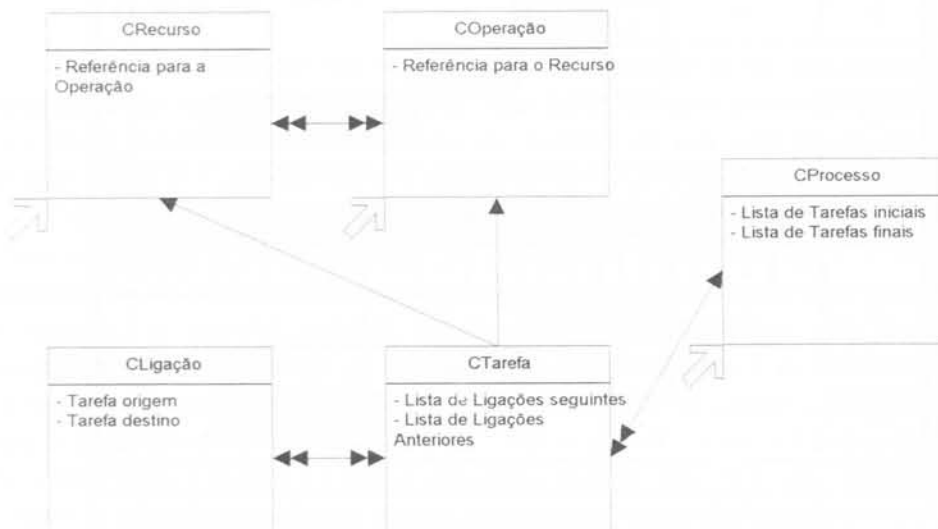


Figura 6.34 – Classes relativas à concepção ou engenharia

Assim, cada processo tem um conjunto de tarefas iniciais e um conjunto de tarefas finais. Estas correspondem, segundo a tabela 6.1, aos nós iniciais e aos nós finais do diagrama de um processo. As precedências entre as tarefas são representadas pelas ligações. Cada tarefa tem uma referência para a operação a efectuar e poderá ter uma referência para o recurso que a vai executar. Caso essa referência ao recurso não exista, então o algoritmo de escalonamento utilizado deve seleccionar o melhor recurso para executar a tarefa, de entre os universos de recursos que 'sabem' executar a operação relativa à tarefa. Pode-se observar na figura 6.34 a relação entre recursos e operações que representa as operações que um determinado recurso pode, ou 'sabe', executar.

Pode-se afirmar que as entidades descritas e representadas na figura 6.34 dizem respeito à configuração do sistema, e portanto, é uma parte da base de dados que apresenta uma certa estabilidade.

A figura 6.35 diz respeito às classes necessárias para a implementação da parte de aplicação que diz respeito ao planeamento e controlo. Como é natural, esta parte é muito mais dinâmica que anterior a, uma vez que constantemente estão a ser criadas e destruídas instâncias das classes.

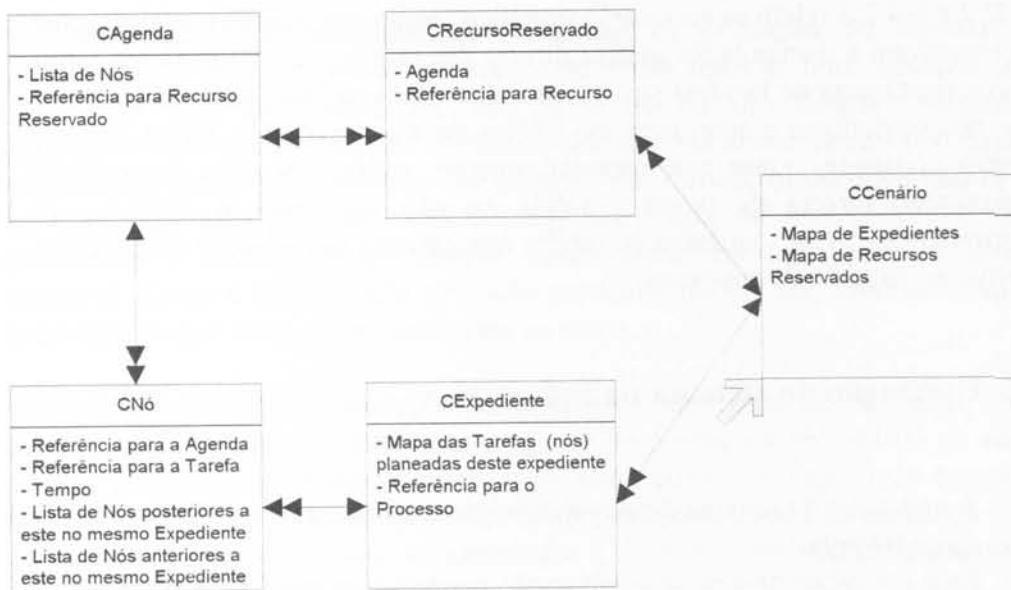


Figura 6.35 – Classes relativas ao planeamento e controlo

É a estrutura de informação representada na figura 6.35 que suporta as características mencionadas nas secções 6.4.2 e 6.4.2.3, como sejam a possibilidade de alteração do resultado do escalonamento por manipulação directa do *interface* gráfico. Pode-se afirmar que quase existe uma correspondência directa entre algumas destas classes e objectos de manipulação gráfica da aplicação. Como exemplo podemos observar a janela/documento de um cenário, representado na figura 6.21, tem uma correspondência directa com a classe de cenário da figura 6.35.

Da figura 6.35 também se retira que todas as classes representadas são dependentes do cenário e que apenas referenciam as classes de configuração, representadas na figura 6.34. Esta característica permite que se criem cenários alternativos e que, embora utilizando a mesma configuração, são distintos. Uma das possibilidades que este aspecto permite é a de se poderem lançar expedientes idênticos em cenários diferentes (ou semelhantes), utilizando os algoritmos de escalonamento desejados, para verificar as melhores soluções.

Pode-se observar na figura 6.35 que cada cenário tem um mapa com todos os seus expedientes assim como um mapa de todos os recursos reservados para efectuarem esses expedientes. O mapa de recursos reservados do cenário corresponde aos recursos que são usados para efectuarem alguma das tarefas inerentes aos expedientes. Este aspecto permite que a parte da aplicação que permite visualizar um cenário não se preocupe com recursos que não são usados no cenário.

Apesar de cada recurso teoricamente ter uma agenda, na prática esta só existe no âmbito de um cenário associada ao recurso reservado (que é uma 'cópia' de um recurso 'normal'). Desta forma pode-se manipular um cenário tal como este deve ser: independente de qualquer situação externa.

Para se poder implementar algumas das características referidas em 6.4.2.2 e 6.4.2.3 relativas ao *interface* gráfico, como por exemplo as operações que envolvem a manipulação gráfica directa das tarefas, cada expediente refere os nós (instâncias de tarefas) por si utilizados. Por seu lado, cada nó refere os seus nós posteriores e anteriores, no âmbito do seu expediente. Desta forma o sistema consegue, quase que instantaneamente, verificar se uma determinada manipulação directa de tarefa é válida ou não, ou seja, se obedece aos constrangimentos da sequência de tarefas especificada na definição do processo relativo ao expediente em causa.

6.6 Utilização do sistema na indústria

A aplicação do sistema desenvolvido à área industrial foi pensada logo no início deste trabalho.

Essa aplicação nasceu da colaboração existente entre a DIC e o centro de CIM do ISEP. Essa colaboração tem como objectivo o desenvolvimento pelo ISEP do módulo de gestão da produção do sistema Xcam da DIC. Pode-se consultar o anexo F para uma descrição mais detalhada deste projecto.

Neste contexto, o sistema desenvolvido fará parte do núcleo do módulo de gestão da produção que fará o planeamento operacional, acompanhamento e controlo. Assim toda a parte do sistema relativa à gestão de processos que foi descrita anteriormente será utilizada. Os processos em si poderão ser definidos pela parte de concepção do sistema. O sistema fará uso da parte de concepção dos processos para a consulta da definição dos processos, que poderão ser definidos no sistema desenvolvido ou importados/acedidos desde o sistema Xcam.

O sistema fará o planeamento operacional das ordens de fabrico, assim como o controlo em tempo real da produção.

Ao nível imediatamente superior o sistema fará *interface* com o resultado do MRP. Uma utilização comum consistirá em ter o MRP a calcular as necessidades líquidas em termos de produtos. Essas necessidades darão origem a ordens de fabrico de produtos. Sobre o ponto de vista do sistema desenvolvido as ordens de fabrico darão origem ao expediente. Uma vez lançado o expediente a utilização do sistema consistirá basicamente naquilo que já foi descrito nas secções anteriores deste capítulo.

Uma das características do sistema, que possivelmente terá pouca utilidade na grande parte das aplicações à indústria, é a questão da possibilidade de especificação de comportamentos nos processos através da especificação de programas tal como foi visto na secção 6.4.1.1. Estes permitem que a sequência de operações possa ser alterada em tempo real, após o lançamento da ordem de fabrico. Esta característica não é muito comum na indústria mas também não é obrigatória a sua utilização, logo não traz implicações à aplicação do sistema à indústria.

De seguida apresentaremos um exemplo de utilização do sistema à indústria. Este exemplo, embora baseado em dados reais de uma indústria de fabrico na área das confecções, não deixa de ter um carácter bastante académico, uma vez que não foi efectuado um teste em ambiente real (exemplo baseado em dados de [Praça96]). De qualquer das formas, o objectivo não é o de testar um ambiente real. O objectivo deste tipo de exemplos é o de demonstrar a viabilidade do sistema desenvolvido em aplicações na área industrial. Como é natural cada aplicação particular poderá ter, eventualmente, necessidades que terão de ser analisadas na altura.

Assim, tomemos o exemplo do fabrico de uma peça de vestuário. Na tabela seguinte podemos observar o conjunto de operações necessárias ao seu fabrico, máquinas ou operários necessários assim como os respectivos tempos médios de duração. Note-se que os dados apresentados, apesar de baseados em informações reais, não devem ser associados a nenhuma empresa em particular nem as durações são realistas.

Código	Operação	Recursos	Duração
201	Preparar etiqueta	Máq. C1A	2
202	Chulear pattina	Máq. C1A	1
203	Cravar pattina atras	Máq. Z1A	2
204	Cravar pattina aos lados	Máq. P1A	3
205	Aparar picas	Manual	1
206	Controlar pernas + aparar	Manual	1
207	Chulear pattina fr. + aparar	Máq. C1A	1
208	Unir motivo cinta fr. e tras	Máq. Z1A	4
209	Chulear ½ fr. + ½ tras	Máq. C2A	2
210	Aparar linhas + marcar motivo	Manual	2
211	Apontar motivo cinta	Manual	10
212	Frastalho frente e tras	Máq. Z	10
213	Aparar frastalho	Manual	3
214	Elasticar cinta	Manual	6
215	Controlar elastico	Manual	1
216	Aplicar etiqueta	Máq. P1A	3
217	Controlo + remate	Manual	5

Tabela 6.2 – Operações para fabrico de peça de confecção
(com base em [Praça96])

Na figura 6.36 está representada a sequência das operações para fabricação da referida peça de confecção. A figura representa o que na terminologia usada nesta dissertação foi designado como processo.

Nas duas figuras seguintes (figuras 6.37 e 6.38) podem-se observar tanto a definição do processo no sistema desenvolvido como o resultado do escalonamento de uma ordem de fabrico para a referida peça (tarefas cuja tonalidade é mais clara). Para as operações manuais definiram-se alguns operários. Como se pode observar esses operários aparecem no diagrama de Gantt do sistema ao lado dos outros recursos do tipo máquina usados para o fabrico desta peça. As operações relativas ao fabrico da peça são as que estão representadas a uma cor mais escura. As outras operações dizem respeito a outras ordens que na altura estavam lançadas.

Note-se que no exemplo apresentado na figura 6.38 foi utilizado o algoritmo de escalonamento base da aplicação. Se o utilizador ficasse insatisfeito com a solução poderia sempre optar por alterar os parâmetros do escalonamento através do perito de escalonamento (ver secção 6.4.2.3), eventualmente seleccionando outro algoritmo de escalonamento, e reescalando o expediente (ou ordem de fabrico). Outra hipótese que o sistema oferece é a de o utilizador (por exemplo, o engenheiro da produção) alterar, por interacção directa com o *interface* (diagrama de Gantt), o resultado do escalonamento. Por exemplo, seria possível mover a operação 201 da

máquina C1A para a máquina Z (se esta última máquina estivesse apta para efectuar a operação 201). O utilizador poderia ainda mudar a operação 2011 do intervalo 1-2 para o intervalo 6-7 da agenda da máquina C1A uma vez que, segundo a definição do processo (figura 6.37), a única restrição da operação 201 é ela ser executada antes da operação 216.

Podemos observar na figura 6.39 o resultado desta última alteração.

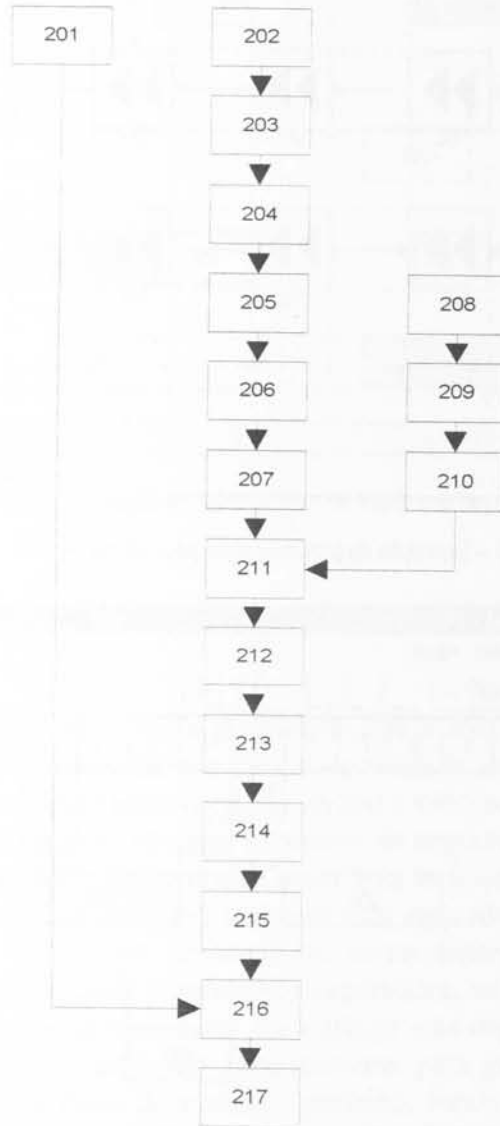


Figura 6.36 – Processo para fabricação de peça de confecção
(com base em [Praça96])

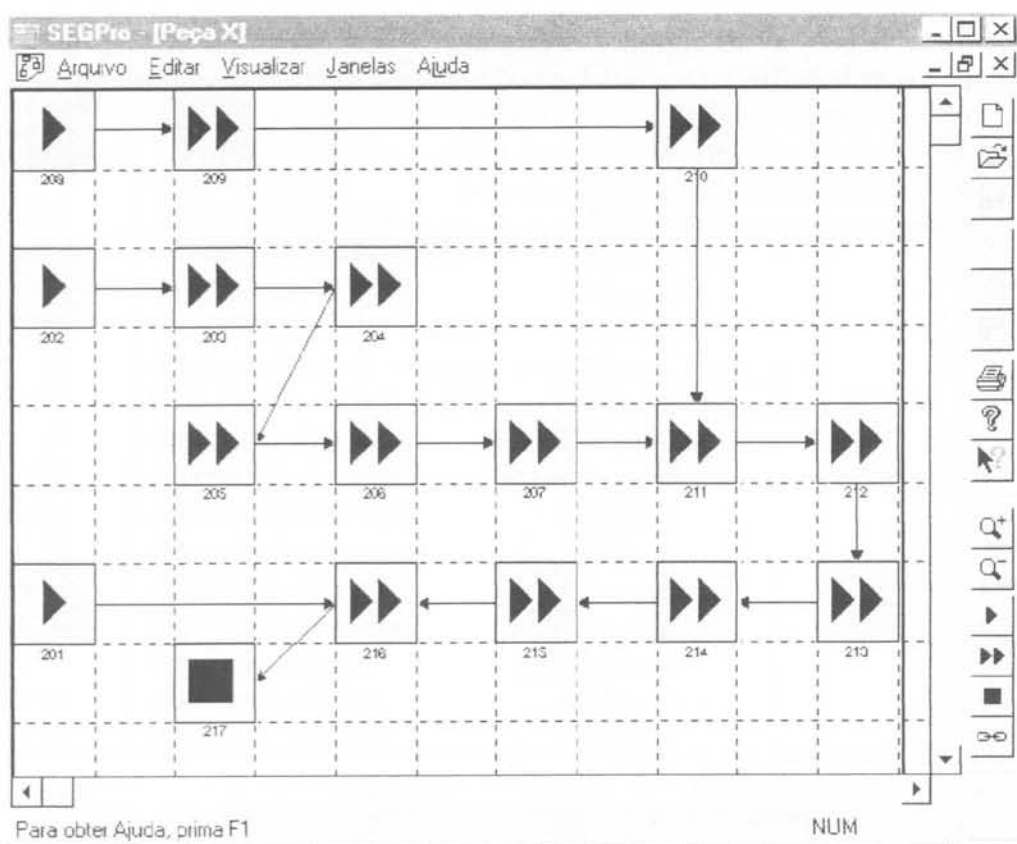


Figura 6.37 – Definição de processo para peça de confecção

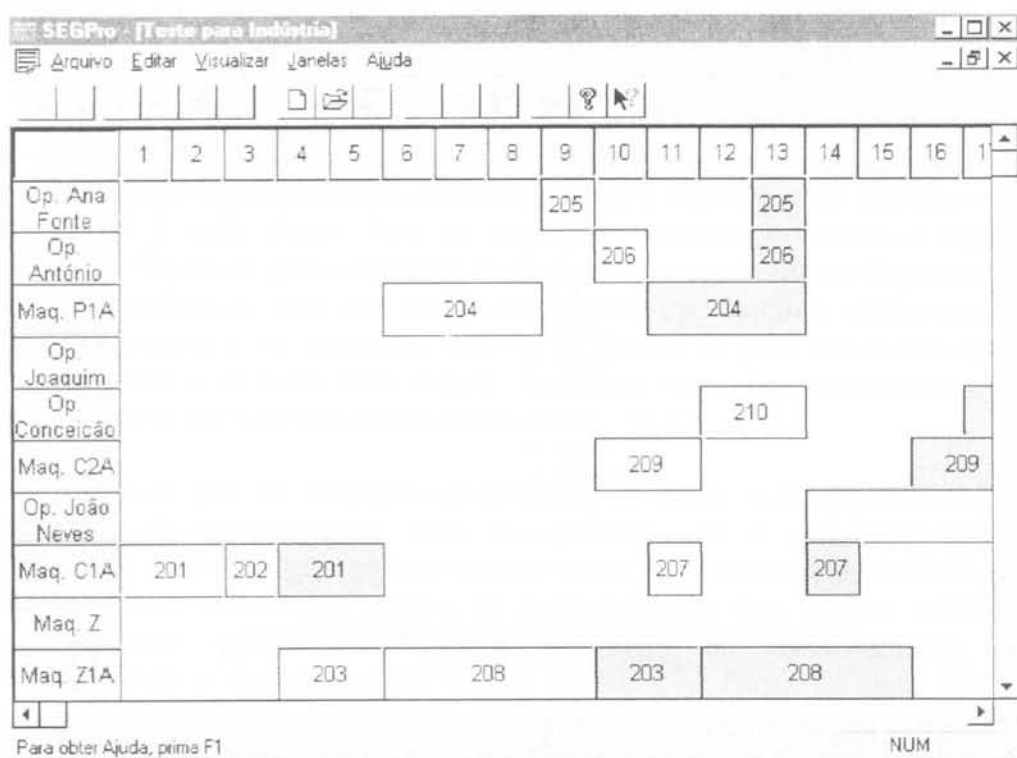


Figura 6.38 – Planeamento de fabrico de peça de confecção

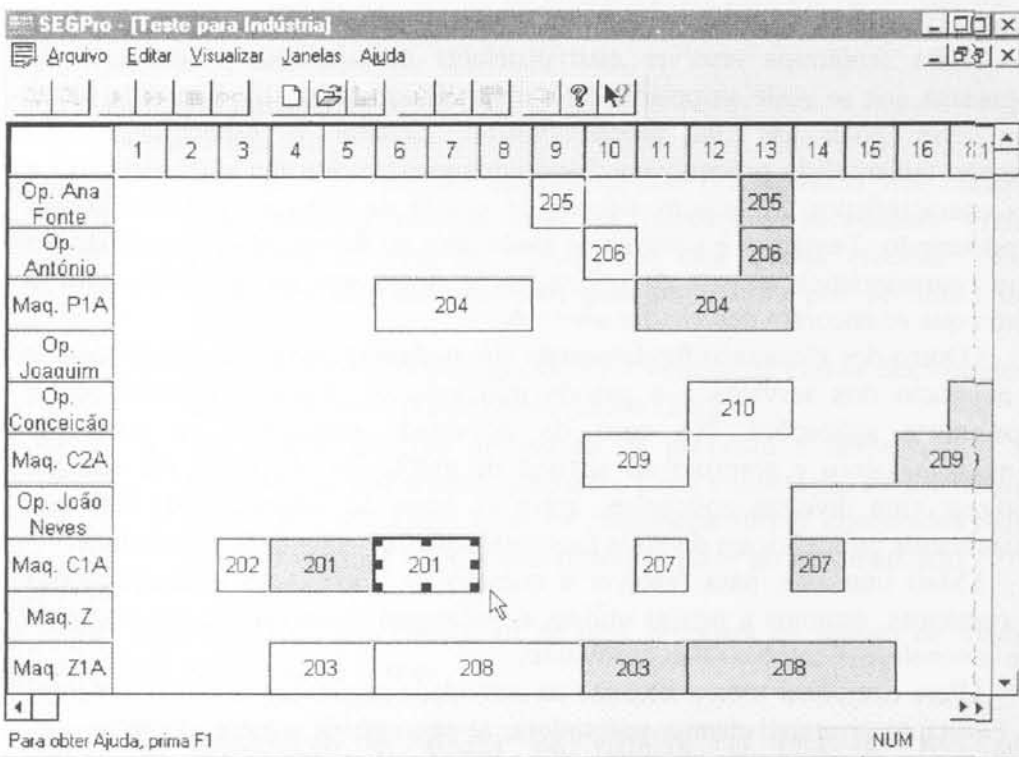


Figura 6.39 – Alteração ao planeamento de fabrico de peça de confecção

6.7 Utilização do sistema nos serviços

Foi referido no início desta dissertação que a área dos serviços onde nos foi possível desenvolver o sistema foi a da actividade seguradora. No anexo B desta dissertação apresentamos o estudo levado a cabo nesta área de actividade, em particular relativamente aos seus processos de negócio.

O trabalho prático desenvolvido nesta área terá sido algo mais elaborado que no sector industrial, uma vez que este está enquadrado num projecto que visa a utilização do sistema desenvolvido como sistema gestor de fluxo de trabalho ou expediente para a actividade seguradora, no âmbito das aplicações da I2S para gestão desta actividade. Para atingir este objectivo, e também para que o sistema pudesse funcionar genericamente para gestão de processos ou sistema de gestão de *fluxo de trabalho* genérico, foram estudados os sistemas de gestão electrónica de documentos (anexo C) e foi apresentado em particular o sistema desenvolvido pelo I2S (anexo D). Os sistemas de gestão de fluxo de trabalho também foram estudados. Os apontamentos recolhidos encontram-se no anexo G.

A actividade seguradora, tal como grande parte das actividades de negócio centradas no trabalho em escritório, tem a particularidade de que os seus funcionários, ao contrário da indústria, têm um elevado poder de decisão.

Isto advém também do facto de a maioria dos seus processos serem de natureza bastante dinâmica, o que aumenta a dificuldade da sua automatização.

Para tentarmos resolver este problema introduzimos o conceito de programa que se pode associar a cada etapa de um processo. Este programa, como se pode ver na secção 6.4.1.1 permite a especificação do 'comportamento' do processo em função dos eventos que vão surgindo. Esta é uma característica que alguns sistemas de gestão de fluxo de trabalho já vão introduzindo. Tentamos e tentaremos ainda mais no futuro, alargar a utilização desta característica através da utilização da linguagem desenvolvida para o efeito que se encontra descrita no anexo A.

Outro dos elementos fundamentais que podemos encontrar nos processos de negócio dos serviços é a grande utilização de sistemas informáticos e respectivas aplicações. No caso da actividade seguradora, a parte de acompanhamento e controlo do sistema de gestão de processos vai ter que dialogar com diversas aplicações, entre as quais as aplicações da I2S que actualmente informatizam diversas funcionalidades da actividade seguradora.

Mais uma vez, para resolver a questão da interligação com aplicações informáticas, estamos a pensar utilizar a linguagem desenvolvida em conjunto com tecnologias como o OLE ou o DDE.

Para complicar toda a situação na actividade seguradora os intervenientes são bastante diversos: cliente, seguradora, re-seguradora, agente, corretor, etc. (como se pode observar no anexo B). Neste caso o que está em causa é a interligação de todos estes intervenientes (locais dispersos, sistemas diferentes, etc.). Para resolver adequadamente este problema, concebemos um nível de comunicações (ver figura 6.4) que deve tornar transparente para os 'serviços' do sistema de gestão de processos (nível imediatamente superior), o problema do transporte. De forma pragmática pensamos que idealmente existirão duas hipóteses: implementação do nível de comunicações em *sockets* permitindo ligações em tempo 'real', e uma implementação usando um standard de correio electrónico (talvez MAPI) para ligações menos 'fortes', nas quais no limite, os dois pontos da comunicação não necessitam de estar activos simultaneamente.

De seguida tentaremos apresentar um exemplo da especificação e planeamento de um processo da actividade seguradora. Como se pode verificar no anexo B, vários exemplos poderiam ser dados. Pensamos, no entanto, que uma apresentação exaustiva sai fora do âmbito desta dissertação além de ser virtualmente impossível. Como veremos no exemplo seguinte, o mais usual é que a sequência das tarefas que conceptualmente pertencem a um processo não possa ser determinada à partida com exactidão. Nestes casos só é possível um planeamento adequado dos segmentos dos processos que não apresentam programas para especificação de decisões, ou seja, programas que determinam em tempo de execução qual o próximo passo a efectuar (não apresentam 'comportamentos').

Analisemos o caso do tratamento de uma proposta para um novo seguro.

Um cenário possível seria:

- A proposta é recebida usualmente num pré-impresso preenchido pelo possível cliente, com as indicações necessárias (em princípio) ao tipo de seguro que este deseja efectuar. Os impressos são desenvolvidos pela seguradora por produto de seguro.
- A proposta é digitalizada usando o sistema de gestão electrónica de documentos (por exemplo para o I2Sdoc)
- Em função do tipo de seguro da proposta é despoletado o processo de tratamento adequado. Com a utilização de software de OCR¹² adequado e se os impressos forem concebidos de forma a permitir o OCR este processo pode ser automatizado.

Um caso típico de processamento de uma proposta de seguro de vida pode consistir nas seguintes etapas:

- **Introdução de dados no sistema.** O processo arranca automaticamente no ecrã do GIS adequado à entrada da informação da proposta, e chama o I2Sdoc para consulta da imagem da proposta (que foi digitalizada anteriormente). A imagem da proposta serve de ajuda ao preenchimento dos dados no sistema informático. Eventualmente a utilização de OCR seria possível para preenchimento automático dos dados e validação do utilizador.
- **Validação do risco.** Em função dos dados introduzidos anteriormente, podem surgir situações em que o risco é demasiado e daí a proposta ter de ser estudada em promenor. O processo deve passar para um sector especial da companhia com autoridade suficiente para responder a estes casos (a terminologia anglo-saxónica para este conceito que foi adoptada em Portugal identifica este processo por *underwriting*). Nos casos em que o risco não é suportável a seguradora deve informar o cliente assim como expor a razão.
- **Cálculo do prémio a pagar pelo cliente.** Com base nos dados introduzidos o actuário calcula o prémio a pagar pelo cliente. Algumas aplicações, como é o caso do sistema GIS, após introdução dos valores da proposta apresentam automaticamente o valor do prémio, uma vez que a especificação das fórmulas de cálculo faz parte da engenharia de produtos existentes na aplicação.

¹² *Optical Character Recognition*

- **Criação da apólice.** Nesta etapa é criada a apólice no sistema informático. Para isto, tal como para a criação da proposta, pode-se recorrer à gestão electrónica de documentos.
- **Expedição.** São emitidos em papel a apólice e os documentos adicionais necessários (conforme o tipo de seguro) a enviar ao cliente.

O caso apontado é hipotético. Casos reais podem ser bastante mais complexos. As possíveis etapas associadas ao agente de seguros foram ignoradas propositadamente para simplificação. A etapa anterior à criação da proposta de contrato também foi ignorada. É cada vez mais comum, como no caso do GIS, existirem aplicações que permitem que o canal de comercialização dos produtos possa fazer simulações e estudos junto ao cliente, e que só depois dão origem a uma proposta do cliente para a companhia (esta proposta em princípio contém o cenário mais atractivo para o cliente de entre todos os estudos efectuados).

Estamos também a ignorar outros canais possíveis para a proposta, como é o caso recente da *internet*. De facto, actualmente já existem poucos impedimentos à criação de propostas pelos clientes através da *internet*. O único facto que persiste é que para que o contrato de seguro seja legalmente válido é necessária a assinatura do cliente num documento em papel. Hoje em dia começa a estar disponível via *internet* a possibilidade de se efectuarem simulações de contratos de seguros (como é o caso do sistema GIS).

Outra simplificação é o caso da expedição dos documentos para o cliente. Neste caso parte-se do princípio que os documentos são endereçados directamente ao cliente caso a caso. Na realidade o que as companhias fazem, ou pretendem fazer, é um pouco diferente. Por exemplo: agrupar propostas por código postal; agrupar toda a documentação que vai para um agente; expedir a correspondência toda agrupada em determinados dias; etc.

Outro dos aspectos um pouco simplificados é que, normalmente na análise de risco pode existir a hipótese, por exemplo, de pedir exames médicos ou análises ao segurado, no âmbito de seguros de vida ou saúde. Nesses casos a sequência do processo complica-se, podendo inclusive, dar origem a sub-processos.

Na figura 6.40 apresentamos o diagrama de fluxo correspondente ao processo descrito.

As figuras 6.41 e 6.42 dizem respeito, respectivamente, à definição do processo no sistema desenvolvido e a um cenário com expediente criado que utiliza o processo definido.

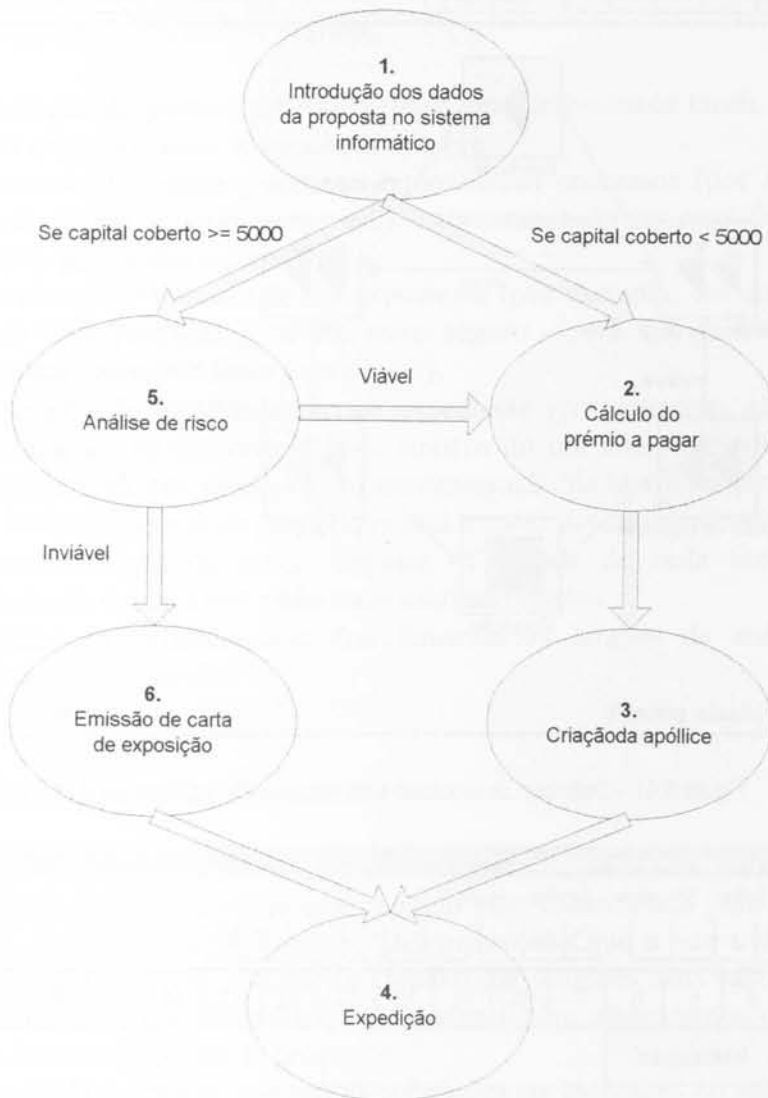


Figura 6.40 – Exemplo de processo para criação de novo seguro

Note-se que o sistema, a nível do acompanhamento, está a ignorar o comportamento do processo e planeia todas as etapas, mesmo que não se venham a verificar. Pelo menos em termos da aplicação do sistema à I29S, o sistema deverá ser alterado para só planear as actividades em segmentos exactos. No entanto, o planeamento nestes termos serve mais como indicativo da carga de trabalho afecto aos diversos recursos, assim como para acompanhamento e controlo, e não para determinar com exactidão quando é que as etapas vão ser executadas, no sentido de obedecer a alguma data limite ou de entrega, como é o caso da indústria.

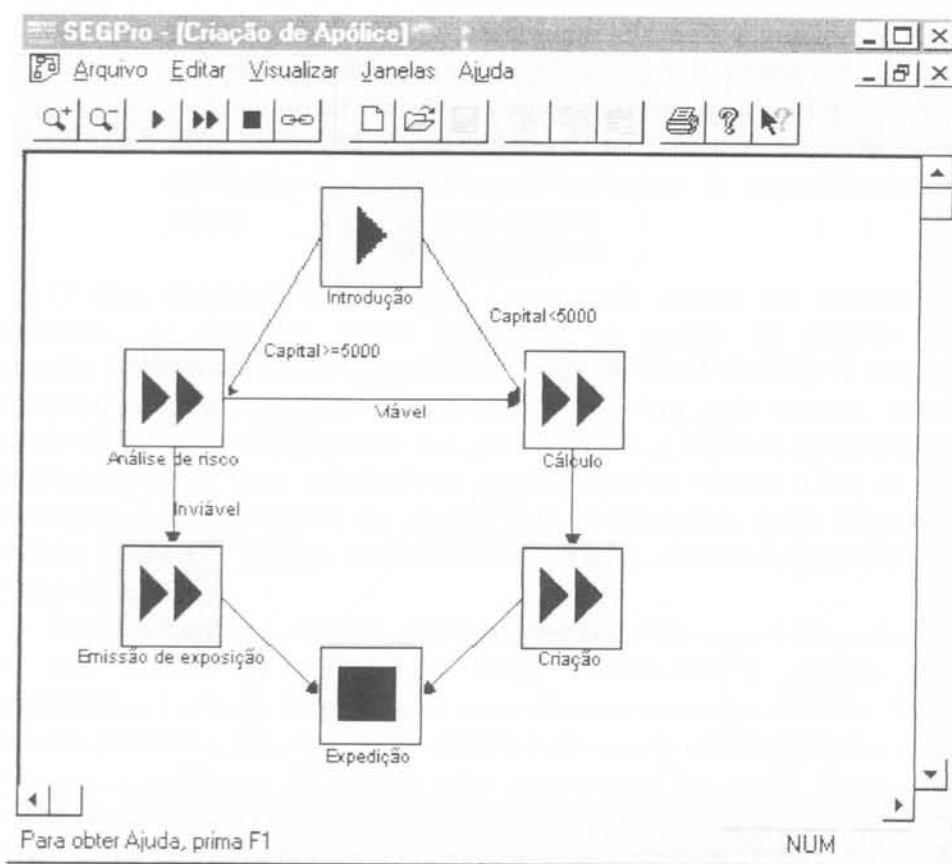


Figura 6.41 – Definição de processo para tratamento de seguro de vida

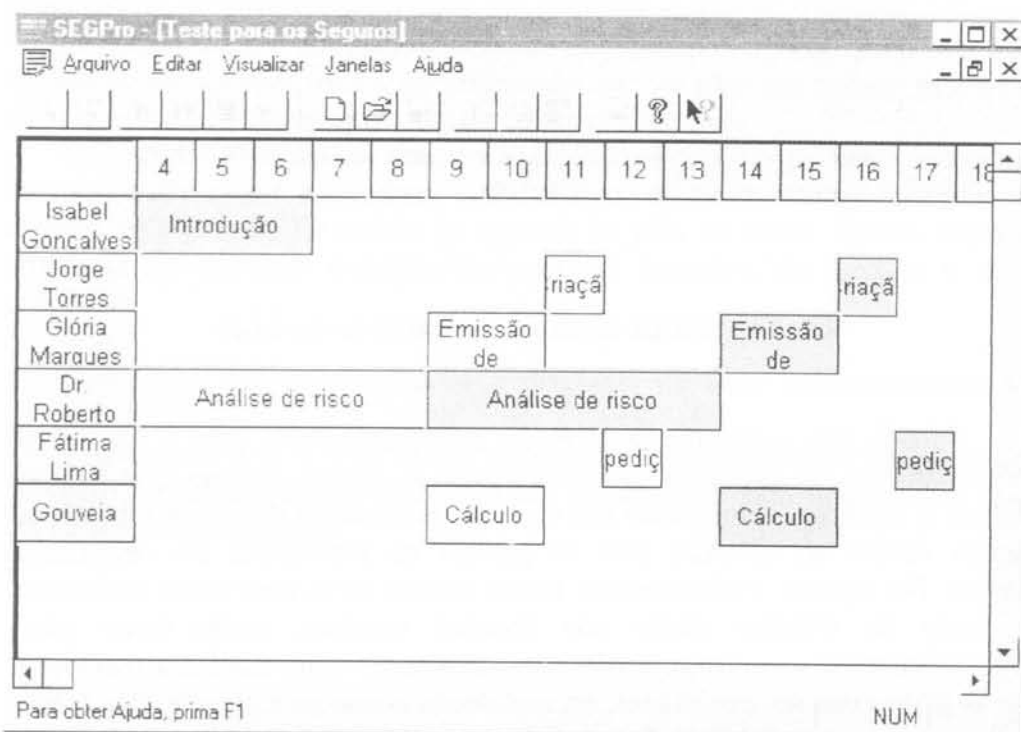


Figura 6.42 – Planeamento de expediente relativo à criação de seguro de vida

Note-se que as vantagens da aplicação de um sistema destes nos serviços são bastante significativas. Além de todos os aspectos abordados anteriormente, este sistema permite, em termos práticos:

- alteração da pessoa que está a tratar uma determinada tarefa no caso, por exemplo, desta se encontrar ausente,
- controlo do tempo gasto em determinados processos (por exemplo, quanto tempo demora em média o tratamento de um caso de sinistro numa companhia seguradora),
- verificação do estado de um expediente (por exemplo, em que estado está uma proposta para um novo seguro - será que já existe uma apólice correspondente à proposta?),
- alteração da prioridade de um expediente (por exemplo, adiantar o tratamento de um processo de sinistro de um cliente importante para a seguradora), por exemplo, por movimentação da tarefa respectiva para o início da agenda da pessoa que está a tratar desse expediente,
- balanceamento da carga 'imposta' à agenda de cada funcionário, aliviando aqueles que estão mais sobrecarregados,
- análise da produtividade dos funcionários através da análise das respectivas agendas,

6.8 Outras aplicações do sistema

O sistema descrito durante este capítulo está vocacionado para a gestão operacional de processos de negócio. Demonstrou-se que a sua utilização é viável, tanto em aplicações práticas no contexto de soluções mais vastas, como pela sua utilização como ferramenta independente para planeamento e apoio à decisão no âmbito da gestão de processos.

Pensamos, no entanto que outras aplicações ou extensões ao sistema são possíveis. Vemos a hipótese bastante viável de estender a sua utilização para análise dos processos modelados: custos associados, tempos gastos, etc. Essa análise poderia ser efectuada sobre todos os dados registados na execução dos processos. Num ambiente ideal em que a grande parte dos processos da organização passassem pelo controlo de um sistema destes teríamos uma ótima forma para possível reengenharia de processos (veja-se o capítulo 4 sobre *fluxo de trabalho*). No limite também vemos um sistema destes como ótima ferramenta de controlo.

Globalmente pensamos que só o decorrer do tempo poderá dar indicações mais precisas sobre o desenvolvimento de aplicações 'marginais' ao fundamento base do sistema.

6.9 Resumo

O trabalho prático resultante do estudo desenvolvido para esta dissertação foi apresentado neste capítulo.

Após uma abordagem teórica abrangente dos processos de negócio de diversas actividades quer no sector industrial quer na industria tivemos oportunidade de apresentar o sistema desenvolvido.

Sobre o ponto de vista da gestão dos processos das diversas actividades desenvolvemos um sistema genérico. Do ponto de vista da implementação vimos como foi possível incorporar técnicas e conceitos de diversas origens.

No sistema desenvolvido foi dada uma grande ênfase ao *interface* com o utilizador assim como aos aspectos ligados com o planeamento do expediente (em particular ao seu escalonamento) e com a concepção ou engenharia dos processos.

Apresentamos dois casos de utilização do sistema: um para a indústria tradicional de PME e outro para a actividade seguradora (serviços).

Parte importante deste capítulo foi reservada à explicação da arquitectura do sistema e da forma de implementação mais adequada para os dois sectores de actividade.

No capítulo seguinte teremos oportunidade de fazer um apanhado global de todo o trabalho desenvolvido para esta dissertação, com especial ênfase para uma análise em retrospectiva e perspectivando os desenvolvimentos futuros deste trabalho.

Conclusões

“Pessimism is only the name that men of weak nerves give to wisdom”

- - Bernard De Voto

Mark Twain: *The Ink of History*.

Address at the University of Missouri

1935

Este capítulo é o culminar de todo o trabalho desenvolvido nesta dissertação. Além da conclusão da praxe, aproveitaremos para apontar possibilidades de desenvolvimentos futuros do sistema assim como para fazer uma leitura, de perspectiva crítica, do trabalho desenvolvido.

7.1 Introdução

Não podemos deixar de começar este capítulo com a sensação sólida de termos construído algo de concreto. Apesar dessa sensação estar, de facto, bem presente, pensamos que antes de mais muito ficou por desenvolver.

É agradável verificar-se que o trabalho desenvolvido foi ganhando forma e consistência ao longo do tempo. Este começou com o objectivo de ser quase só um interface flexível e inteligente para o planeamento operacional da produção, e acabou por se constituir num sistema para engenharia e gestão operacional de processos de negócio. Entre o início deste projecto e a data actual muito se passou.

O trabalho inicial centrou-se no estudo e desenvolvimento de um interface inteligente e adaptativo para uma ferramenta de apoio à decisão no âmbito do planeamento operacional da produção. Este trabalho inicial foi desenvolvido em forte colaboração com a DIC, no contexto do seu sistema Xcam.

Durante esta fase primária, o trabalho foi essencialmente de estudo e concepção de um sistema para gestão da produção. Desse estudo resultou grande parte do conteúdo exposto nos capítulos 2 e 3.

Com o desenvolvimento do estudo na área industrial tornou-se visível a possibilidade de alargar a aplicação do sistema a desenvolver a outras áreas de actividade. Surgiu então a possibilidade de aplicar os conceitos e sistema

desenvolvidos à actividade seguradora através da I2S. Este ponto do projecto foi deveras fundamental, uma vez que implicava o desenvolvimento do sistema com a perspectiva real de aplicação em casos concretos de clientes da I2S (na maioria companhias de seguros).

O problema dos sistemas de gestão de produção na área industrial é que eles são geralmente bastante ‘pesados’ e pouco flexíveis. Apesar de existirem diversos algoritmos para escalonamento da produção, estes são bastante fechados e na maioria das situações não são os mais adequados à flexibilidade desejada para o planeamento operacional das nossas PMEs. É comum nos ambientes industriais diversas variáveis serem alteradas de forma imprevisível: encomendas canceladas, máquinas avariadas, operários ausentes, fornecedores atrasados, etc. Num ambiente destes é fundamental a existência de planeamento reactivo para além do predictivo. Uma hipótese para se tentar lidar com estes problemas é a de tornar o planeamento operacional flexível através de uma ferramenta de planeamento que forneça essa flexibilidade podendo-se comportar quase como um sistema de apoio à decisão. No sector industrial foi basicamente este objectivo que se propôs alcançar com o sistema desenvolvido.

Nos serviços, e em particular na actividade seguradora, o problema fundamental não está na utilização de algoritmos apurados de escalonamento das diversas tarefas inerentes aos processos. Uma das grandes necessidades a nível dos serviços é a de se conseguir um sistema que permita o acompanhamento e controlo adequado do expediente. Isto deve ser associado a um bom método de definição de processos, uma vez que estes têm tendência a serem mais complexos (maior flexibilidade) que os processos de fabrico de produtos na indústria.

Neste contexto tentámos abordar o problema da gestão de processos da forma mais abrangente possível, para assim desenvolvermos um sistema que, aliando características oriundas quer da indústria quer dos serviços, pudesse ser a base de futuras implementações de sistemas de gestão e planeamento operacional de processos nos dois sectores de actividade. Assim surgiu o sistema que apresentamos nesta dissertação.

7.2 Dificuldades encontradas

Qualquer projecto de desenvolvimento acarreta com ele dificuldades, que são acrescidas quando este tem uma componente prática significativa. O trabalho desta dissertação não foi excepção a essa regra.

Não se irá entrar em considerações sobre problemas técnicos surgidos na implementação prática do sistema (veja-se o anexo 6 sobre esta questão). O que importa salientar são as dificuldades encontradas no sistema em termos conceptuais.

A esse respeito os problemas identificados têm a ver, fundamentalmente, com algumas características que divergem entre os dois sectores de actividade. Uma das questões encontradas é a da utilização do conceito de lote na indústria.

Este conceito é bastante usado na indústria pois permite certas optimizações de planeamento. Nos serviços este conceito, tal e qual é definido na indústria, também é encontrado (o caso do gestor de processos de sinistro de uma companhia de seguros que trata lotes de sinistros). Mas o mais comum é que determinados processos possam avançar individualmente, deixando de pertencer ao lote.

Assim, nos serviços, cada processo, ou instância de processo, funciona por si só. A flexibilidade dos serviços, já mencionada atrás, dificulta então a utilização do conceito de lote.

Por esta razão, inicialmente o sistema desenvolvido não permitia o tratamento do conceito de lote, pois optou-se por implementar os conceitos e funcionalidades comuns. Esta lógica esteve presente durante todo o trabalho. As partes específicas serão desenvolvidas em aplicações concretas do sistema desenvolvido.

Outro facto que lamentamos foi o de não nos ter sido possível introduzir no sistema a utilização de calendários reais. Apesar de não implicar um desenvolvimento complexo, a verdade é que roubaria tempo a outras questões mais importantes. Desta forma deixou-se esta questão para futuros desenvolvimentos, sendo que os calendários e as unidades temporais utilizadas são abstractas.

A questão do acompanhamento e controlo, que é suportada pelo sistema desenvolvido, é outro dos aspectos que gostaríamos de ter demonstrado no final desta dissertação. Tal é no entanto impossível, uma vez que apesar do sistema permitir que cada recurso tenha a sua agenda planeada e uma agenda real não nos é possível 'alimentar' essa agenda real com informação de acompanhamento dos processos, uma vez que essa parte (possivelmente dependente de aplicação para aplicação) não está disponível (e sai fora do contexto desta dissertação a sua implementação).

Era também interessante que o utilizador do sistema pudesse definir toda a agenda de um recurso. Por exemplo, para o caso de pessoas, especificar as horas de trabalho diárias assim como os dias de férias. Para máquinas, por exemplo, poder-se pretender registar na agenda da máquina alturas de manutenção da mesma.

Uma questão que nos preocupou desde o início deste trabalho foi a da flexibilidade a incorporar no sistema. Essa flexibilidade está incorporada no sistema a vários níveis. Existe flexibilidade quando o utilizador define vários planos, em que cada plano tem a sua configuração de recursos, operações, processos, etc. A possibilidade de definir vários cenários de planeamento, do nosso ponto de vista, é uma das características mais importantes do sistema. Desta forma o utilizador pode analisar cenários de planeamento alternativos.

Ainda a nível da flexibilidade seria bastante interessante que o utilizador pudesse visualizar o planeamento a diversos níveis de detalhe. Em especial na indústria é interessante poder analisar, por exemplo, uma célula de fabrico ou grupo de máquinas como um todo (com a sua carga global de trabalho), ou então, visualizar o que acontece em cada máquina. O sistema desenvolvido foi

pensado mais no sentido de trabalhar cada recurso individualmente e não tem o conceito de grupo de recursos. Esta é uma das questões que deverá ser analisada em futuros desenvolvimentos.

7.3 Conclusões a retirar do trabalho

Pensamos que o nosso objectivo foi cumprido. O sistema desenvolvido permite conceber e planear processos de diversas áreas de actividade. Mas o que achamos essencial é podermos juntar o que de mais interessante existe na indústria e nos serviços. Referimo-nos, em particular, aos avançados algoritmos e heurísticas para escalonamento e planeamento na indústria e à flexibilidade e avanços encontrados nos serviços (ou escritórios) a nível da concepção de processos e seu controlo, com elevado grau de interligação de diversos sistemas e recursos. A nossa grande fonte de inspiração, neste caso, foram os sistemas de gestão de *fluxo de trabalho*.

Um aspecto fundamental no início deste trabalho foi a questão do *interface* gráfico a implementar no sistema. Este deveria ser flexível, adaptativo e com alguns aspectos inteligentes, tal como foi referido no capítulo 6.

Seguiram-se as características de interface gráfico que têm sido popularizadas pelos recentes sistemas operativos e aplicações informáticas. Neste contexto foram seguidas, em particular, as linhas do Windows 95/NT, uma vez que foi o sistema operativo seleccionado para suportar o sistema desenvolvido. Neste ponto pensamos que atingimos razoavelmente os nossos objectivos principalmente tendo em conta as aplicações práticas que se seguirão. Temos, no entanto, consciência que poderíamos fazer melhor. Em particular se introduzíssemos uma base de conhecimento mínima relativamente às interacções do utilizador com o sistema seria possível conseguir uma interface mais inteligente.

7.4 Desenvolvimentos futuros

O futuro é sempre incerto, no entanto, no final deste trabalho, é nossa natureza planear o seguimento a dar ao trabalho.

Existem evoluções diferentes do sistema desenvolvido em termos da sua aplicação prática: a indústria e os serviços.

A nível da indústria a aplicação prática deste sistema está enquadrada na colaboração existente com a empresa DIC. Como já foi referido, o sistema será integrado no projecto Xcam do DIC. A aplicação desenvolvida consistirá no núcleo do sistema de gestão da produção do Xcam. Ultrapassados os últimos teste no sistema desenvolvido este será finalmente integrado no sistema Xcam. Após esta integração a DIC prevê a instalação do sistema, como protótipo, numa ou duas PME industriais. Estamos conscientes que para que tal possa

acontecer algumas alterações ou evoluções terão de ser feitas, nomeadamente a nível do acompanhamento e controlo.

Relativamente aos serviços, a aplicação prática do sistema está a mais avançada. Nesta área, no âmbito da colaboração com a I2S o sistema a ser implementado como sistema de gestão de *fluxo de trabalho* na actividade seguradora (e eventualmente para a banca).

Este será integrado com o sistema de gestão electrónica de documentos da I2S (I2Sdoc), assim como se pretende uma interligação forte com todas as outras aplicações da I2S, em particular com o sistema GIS para companhias de seguros. Nesta fase do projecto o sistema está a ser integrado na gestão de expediente já existente no I2Sdoc de forma a aumentar as suas capacidades. Em desenvolvimento encontra-se a implementação do sistema de acompanhamento e controlo necessários para interligação com todo o sistema GIS.

Em termos práticos encontra-se neste momento em instalação o I2Sdoc numa companhia de seguros¹. Nesta fase estão a ser recolhidos todos os documentos da companhia para armazenamento óptico.

A fase seguinte implicará a implementação gradual dos processos de tratamento de documentos da companhia (propostas de seguros, sinistros, etc.). Nesta fase estarão interligados diversos sistemas: GIS, I2Sdoc e o sistema de gestão de *fluxo de trabalho* (sistema concebido nesta dissertação).

Saliente-se que este projecto implica o tratamento de todos os documentos existentes na companhia (muitas centenas de milhares de pastas contendo diversos documentos), assim como todos os novos documentos.

Em perspectiva encontra-se a aplicação do I2Sdoc à banca. Esta aplicação visa também a gestão de alguns processos através do sistema concebido nesta dissertação.

É nossa opinião que, se muito foi feito muito mais fica por fazer. Esta é uma característica que esteve sempre presente durante o desenvolvimento desta dissertação, uma vez que o trabalho desenvolvido tem um teor bastante pragmático. Estamos convictos que o desenvolvimento das ideias e conceitos apresentados nesta dissertação em casos concretos de certo trarão algum contributo para o conhecimento nas diversas áreas abarcadas.

¹ Lamentamos o facto de não pudermos identificar nenhuma das instalações descritas. Também cremos que tal não é o que de facto interessa. O que interessa é que as características do sistema permitem essas instalações e como tal o sistema deve ser avaliado por ele próprio.

- [Almeida95] Ana Almeida - *Escalonamento Dinâmico de Tarefas Industriais sujeitas a Prazos de Entrega*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores. FEUP, Porto, 1995.
- [Almeida97] Ana Almeida, Isabel C. Praça, Alexandre Bragança, Avelino Marinho, Carlos Ramos - *SAPBP: System for Planning and Line Balancing Support*. Artigo submetido a: 1. Open Workshop of the Intelligent Manufacturing Systems Working Group. Lausanne, Suíça, 1998.
- [Amberg97] Amberg M., Zimmermann F. - *Enabling Virtual Workplaces with Advanced Workflow Management Systems*. Igbaria M., Tan M. - *The Virtual Workplace*. Harrisburg, PA, EUA. Idea Group Publishing, 1997
- [Champy94] James Champy - *Time to re-engineer the manager*. Financial Times, 14/1/1994, p.17
- [Davenport90] Thomas Davenport, James Short - *The New Industrial Engineering: Information Technology and Business Process Redesign*. Sloan Management Review, Verão, 1990.
- [Dilworth93] James B. Dilworth - *Production and Manufacturing Operations Management: Manufacturing and Services*. McGraw-Hill International Editions, 1993
- [Edmonds93] Ernest Edmonds - *The Future of Intelligent Interfaces: Not Just "How?", but "What?" and "Why?"*. Orlando, Florida, EUA: 1993 International Workshop on Intelligent User Interfaces, pág 13-17, 1993
- [Faria95] Luiz Faria - *Interfaces Adaptativas Adequadas a Sistemas Periciciais Usados em Centros de Controlo e Condução*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores. FEUP, Porto, 1995.
- [Gates95] Bill Gates - *The road ahead*. Viking Penguin, 1995.
- [Hammer94] Michael Hammer, James Champy - *Reengineering the Corporation: A Manifesto for business Revolution*. Nova Iorque, EUA: HarperBusiness, 1994/4
- [Harrington79] Harrington - *Computer Integrated Manufacturing*. Florida, EUA: Reprint, Malabar, 1979
- [IBMSU93] IBM System User, 1993

- [Johnson54] S. M. Johnson - *Optimal Two- and Three-Stage Production Schedules with Setup Times Included*. Naval Research Logistics Quarterly, Março de 1954, pp. 61-68.
- [Koulopoulos95] Thomas M. Koulopoulos - *The Workflow Imperative: Building Real World Business Solutions*. Van Nostrand Reinhold, Junho 1995
- [Marinho97] José Marinho - *Sistema de Suporte à Decisão para Planeamento da Produção*. Dissertação submetida para obtenção do grau de Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores. FEUP, Porto, 1997.
- [Praça96] Isabel Praça - *Balanceamento e Simulação de Linhas de Fabrico Manuais*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores. FEUP, Porto, 1996.
- [Ramage94] Ramage M. - *Engineering a smooth flow?: A study of workflow software and its connections with business process reengineering*. MSc dissertation in Human-Centred Computer Systems. University of Sussex, Brighton, Inglaterra, 1994.
- [Ramos'97] Carlos Ramos, Alexandre Bragança, Maria de Fátima Rodrigues, José Avelino Marinho, Ana Alameida, Zita Vale - *An Intelligent User Interface for a Decision Support System in Operational Planning of Manufacturing Systems*. Advanced Summer Institute of Network of Excellence in Intelligent Control and Integrated Manufacturing - ASI'96, Toulouse, 1996
- [Sauer'97] Jurgen Sauer, Ralf Bruns - *Knowledge-Based Scheduling Systems in Industry and Medicine*. IEEE Expert, Janeiro-Fevereiro de 1997.
- [Scheer90] August-Wilhelm Scheer - *CIM: Towards the Factory of the Future*. Berlin, Alemanha: Springer-Verlag, 1990
- [SODAN94] SODAN Consulting - *Workflow World*, 1993
- [Thomas'93] Christoph G. Thomas, Mette Krogsoeter - *An Adaptative Environment for the User Interface of Excel*. Orlando, Florida, EUA: 1993 International Workshop on Intelligent User Interfaces, pág 123-130, 1993
- [ViewStar] ViewStar Coporation - *Process@Work, Price, InfoStore@Work*. Url: <http://www2.viewstar.com>
- [WARIA] WARIA - Workflow And Reengineering International Association. Url: <http://www.waria.com>
- [Waterhouse95] Price Waterhouse - *Information Technology Review 1994/95*. Price Waterhouse, Reino Unido, 1995.
- [WComp93] Which Computer, 1993

[WfMC94] Workflow Management Coalition - *The Workflow Reference Model*. TC-00-1003 (Versão 1.1), Bruxelas, 1994

[WfMC96] Workflow Management Coalition - *Terminology & Glossary*. TC-1011 (Versão 2.0), Bruxelas, 1996

Anexo A

Uma Linguagem de Especificação de Comportamentos

Neste anexo faz-se a apresentação conceptual e técnica da linguagem de programação que foi desenvolvida com o objectivo de suportar a especificação de comportamentos no núcleo do sistema desenvolvido de gestão de processos.

A.1 Introdução

Durante a análise e concepção da solução a implementar, em particular no caso da actividade seguradora, surgiu a necessidade de tornar o sistema flexível de forma a que exhibisse um certo comportamento inteligente.

Sendo que a aplicação deveria permitir a modelação de processos de negócio (versus processos de produção tradicionais da indústria), chegou-se à conclusão que estes exibem ‘comportamentos’, e que basicamente consiste no facto de, na maior parte dos casos, não ser possível determinar com exactidão a sequência de tarefas que constituem o processo.

Os processos modelados da actividade seguradora, em função de algumas regras e acontecimentos, alteram o seu comportamento, ou seja, as próximas tarefas a serem executadas no âmbito do processo.

Este facto torna a modelação de processos nos serviços, e em particular na actividade seguradora, bastante mais complexa que na indústria tradicional.

O que realmente acontece a nível industrial é a concepção/engenharia do produto (CAD¹/CAE²) à qual se segue a engenharia do processo de fabrico (CAPP³). Na engenharia do processo determina-se o melhor processo para o programa de fabricação que, em principio, uma vez definido não é alterável. Este processo consiste basicamente na sequência de operações (tarefas) e recursos a usar (materiais e ferramentas).

Assim tem sido feito um enorme esforço a nível da investigação na indústria, que visa a geração automática de processos de fabrico com o

¹ *Computer Aided Design*

² *Computer Aided Engineering*

³ *Computer Aided Process Planning*

objectivo de minimizar custos (desperdício de materiais, tempo de operação, gastos de energia) mantendo ou até melhorando a qualidade do produto a fabricar. A grande ‘sobrecarga’ do sistema surge aquando do planeamento operacional em que é necessário, num universo de produtos a fabricar, efectuar o seu escalonamento, ou seja, utilizando os processos de fabrico modelados na fase anterior atribuir as operações aos recursos disponíveis normalmente de forma a minimizar o tempo de fabrico e otimizar a utilização dos recursos.

Na indústria o problema resume-se a um problema de escalonamento, que não deixa de ser bastante complexo, facto demonstrável pelo enorme esforço que tem sido feito pela comunidade científica em investigação neste área. Neste tipo de problemas a questão está na reserva de recursos obedecendo ao processo modelado e na sequenciação de operações.

Existem alguns problemas que podem surgir em tempo de execução como por exemplo o facto de um determinado recurso ao qual tinha sido reservada uma operação (tarefa) não se encontrar disponível (p. ex. uma avaria). Neste caso há que reescalonar essa operação para outro recurso ou eventualmente colocá-la em espera, se tal for possível. Em casos extremos, podem também surgir alterações à especificação do produto que implicam uma alteração do seu processo de fabrico numa altura em que este já está em produção. No entanto, estes casos não são muito usuais.

No caso dos serviços, e em particular da actividade seguradora, foram detectadas situações de processos (a maior parte deles, senão todos) em que a sequência de tarefas não é fixa, ou seja, o resultado de certas operações/tarefas pode alterar a próxima operação a ser realizada.

A.2 Uma linguagem de programação

Foi então necessário definir uma linguagem de programação com as características adequadas ao ambiente descrito.

Essas características podem ser resumidas nos seguintes pontos:

- Deve ter uma sintaxe simples e adequada ao técnico que a vai utilizar. A sintaxe a utilizar deve ser bastante próxima do basic, o que permitiria potenciar o conhecimento dos utilizadores. Além disso o basic é uma linguagem que tem dado provas do seu universalismo.
- A linguagem deve facilitar a sua integração num ambiente gráfico de desenvolvimento adequado à sua utilização. Esse ambiente deve também ser o mais simples possível, e vocacionado para a escrita de programas que reflectem o comportamento de um sistema de *fluxo de trabalho*.
- A linguagem deve ser extensível de modo a responder facilmente a novas necessidades. Nomeadamente, deve permitir a adição de novas funções.
- A linguagem e os programas escritos nela, devem ser passíveis de transportar entre diversos sistemas operativos.

- A linguagem deve permitir a sua utilização em ambiente de interpretação ou compilação de código.
- A linguagem deve ter mecanismos de persistência de dados. Deve ser possível a manipulação destes dados de forma adequada à arquitectura distribuída do sistema.

Foram efectuados alguns testes no sentido de testar a viabilidade desta abordagem para especificação de *interfaces* gráficas dinâmicas, ou seja, alteráveis em tempo de execução. Estes testes revelaram-se bastante positivos e decidimos avançar no desenvolvimento da linguagem.

Relativamente ao problema da especificação de comportamentos, vamos detalhar, de seguida, as características adequadas da linguagem.

- Ter um sistema de tipos adequados ao sistema.
 - Valores inteiros: para conter por exemplo a prioridade de cada ordem de fabrico.
 - Valores Reais: para conter por exemplo o capital coberto de um seguro que pode ter influência no encaminhamento da sua aceitação.
 - Valores lógicos: nomeadamente porque é essencial a existência de operadores e funções lógicas.
 - Ter o conceito de cadeia de alfanuméricos que permita, por exemplo, o armazenamento e manipulação de informação relacionada com os eventos relativos ao *fluxo de trabalho*.
 - Ter o conceito de vector de tipos básicos.
- Ter as primitivas mínimas de controlo de fluxo GOTO e IF.
- Ter os operadores aritméticos básicos: +, -, *, /, ^, etc.
- Ter algum nível de reutilização de texto. Um nível básico pode ser o suporte do conceito de 'funções do utilizador'.
- Ser uma linguagem extensível. Por isto queremos dizer que deve ser fácil o acrescento de novas funções para além das funções básicas internas à linguagem. Estas funções seriam diferentes das mencionadas no ponto anterior já que seriam implementadas em código nativo da máquina.

A nível da arquitectura de suporte seria desejável, tal como já foi referenciado, que o código gerado pelo compilador fosse independente de uma máquina específica. Nesse sentido deveria funcionar de forma semelhante à arquitectura da linguagem Java.

Assim o código resultante deveria ser gerado para uma máquina genérica que depois seria implementada nas plataformas desejadas. Pelo menos neste momento apontamos como plataformas necessárias o OS/400 e o Windows. Decidimos designar como executores estas máquinas virtuais.

Cada máquina virtual deveria implementar as extensões referidas no último ponto. As extensões funcionariam um pouco como controlos ActiveX, já que seriam implementados em código nativo.

É claro que todo este sistema deveria ser suportado por um ambiente de desenvolvimento adequado ao utilizador final da linguagem. Ora, esse utilizador não será um programador, logo o ambiente de desenvolvimento deve ser o mais simples possível e orientar o utilizador nas suas tarefas.

Na figura seguinte podemos observar um diagrama com a arquitectura geral de funcionamento da linguagem.

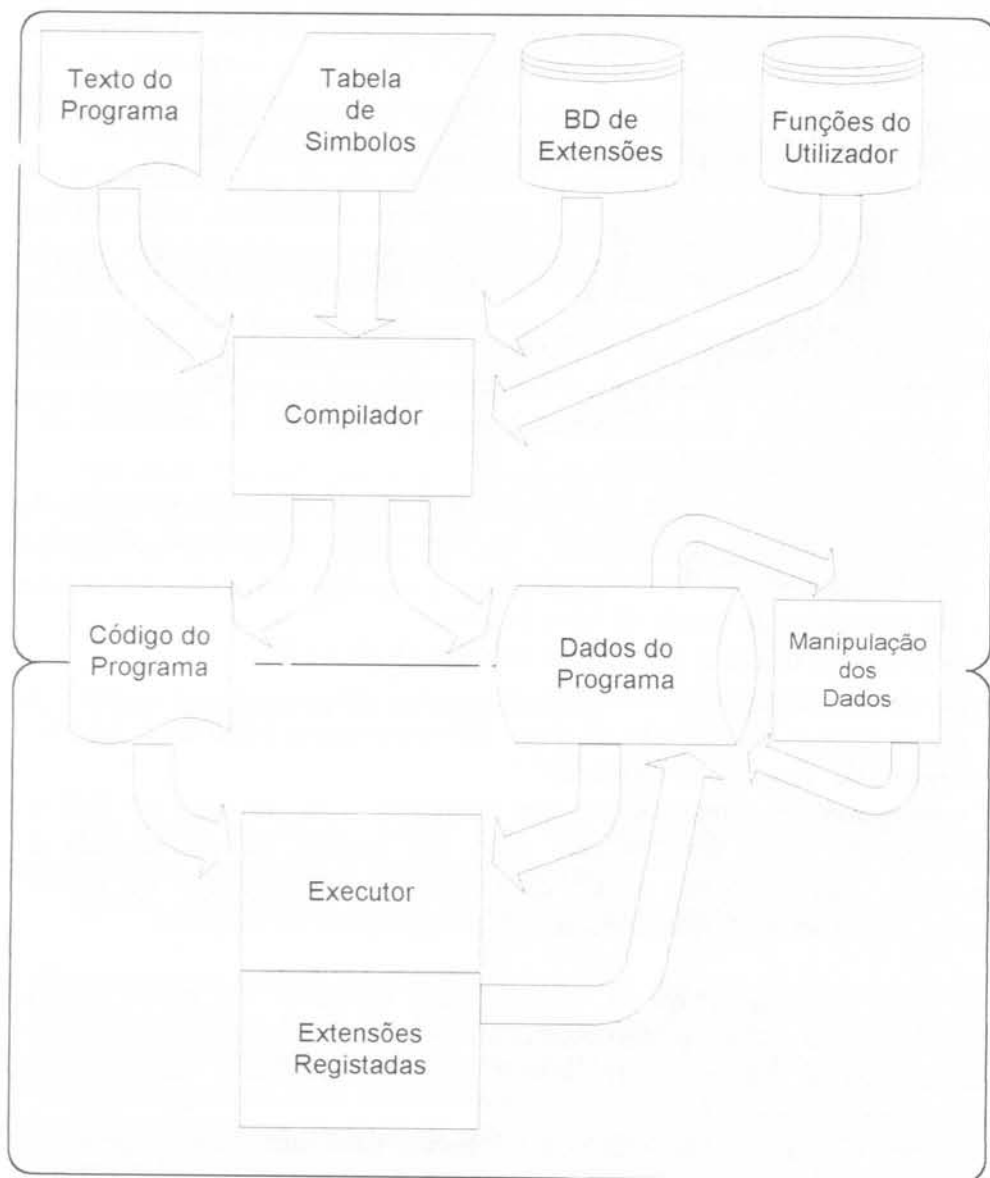


Figura A.1 – Arquitectura geral da linguagem

A.3 Gramática

A gramática da linguagem desenvolvida esta representada na figura seguinte de uma forma bastante simplificada.

Programa	:= Instrução Programa := Instrução
Instrução	:= Expressão := Etiqueta Expressão
Expressão	:= Valor := Valor Operador Valor
Valor	:= '(' Expressão ')' := Lógico := String := Numérico := Variável := Função := Etiqueta
Função	:= Identificador '(' Parâmetros ')' := Identificador '(' ')'
Parâmetros	:= Expressão := Expressão ',' Parâmetros
Operador	:= '+' '-' '<' '=' ...

Figura A.2 – Gramática da linguagem

A.4 Especificação técnica

Nesta secção dá-se uma explicação detalhada sobre a implementação de todo o sistema de suporte à linguagem. Será abordado o *parser* implementado, a geração de código pelo compilador, o código binário de saída, o formato do ficheiro binário do programa, o formato do ficheiro binário de dados, o modo de funcionamento da máquina virtual de execução e o modo de funcionamento de toda a arquitectura.

A.4.1 Parser e geração de código

O *parser* desenvolvido é um *parser* em descida recursiva do tipo LL(1).

A geração de código é feita em paralelo com o *parsing*. O método genérico é o da geração do código à medida que os símbolos não terminais vão sendo reconhecidos. Mesmo para alguns símbolos terminais provenientes do analisador léxico é gerado logo código, como por exemplo para constantes ou variáveis.

O código gerado é para ser executado por uma máquina virtual de pilha, logo este é gerado em notação posfixa. A geração em notação posfixa é conseguida através da utilização de uma pilha de operadores durante o *parsing*. À medida que vão aparecendo operadores vai-se verificando a sua prioridade. Caso seja menor ou igual à do operador que está no topo da pilha então pode-se gerar código para o operador do topo da pilha.

A entrada do *parser* consiste no código fonte do programa, na tabela de símbolos disponíveis para utilização no texto do programa (ou código fonte), e na tabela de funções do utilizador.

Os símbolos terminais identificados como variáveis ou constantes são colocados nas respectivas tabelas de símbolos. No código gerado para o símbolo, tal como se pode observar na tabela A.2, é introduzida uma referência para a tabela de símbolos.

A.4.2 Código binário gerado

Relativamente ao código de saída do compilador, tal como já foi referido, este é gerado para uma máquina virtual de pilha. O código é gerado em notação posfixa, sendo que para uma dada instrução da máquina esta é sempre precedida pelos seus parâmetros.

Para os valores simples (aqueles que não têm parâmetros: os operandos) é gerado código para os colocar na pilha. Para os outros – os operadores – é gerado o código correspondente à sua funcionalidade. Esse código irá buscar os parâmetros necessários à pilha e coloca o resultado na pilha, que servirá de operando para outros operadores.

A questão das etiquetas é resolvida através da construção de uma tabela de etiquetas durante a passagem do *parser*. No final do *parsing*, as ocorrências de etiquetas nas expressões são substituídas pelo valor correspondente a atribuir ao PI (Ponteiro para a instrução a executar, referido na bibliografia anglo-saxónica por IP, *Instruction Pointer*) em tempo de execução.

A estrutura do código binário gerado pode ser vista como:

Código da Função	Dados	Nº de parâmetros
------------------	-------	------------------

Tabela A.1 – Formato do código binário gerado

Sendo que **Dados** e **Nº de parâmetros** é opcional conforme a função. **Dados** especifica o valor imediato da função (por exemplo uma constante ou uma variável). **Nº de parâmetros** especifica o número de argumentos no caso de funções que têm um número indeterminado de argumentos.

Observemos o exemplo da seguinte expressão:

$$3 + 5 * \text{ROUND}(12.345)$$

O código gerado poderia ser:

12	1	
12	2	
12	3	
43		
17		
15		

Tabela A.2 – Exemplo do código binário gerado

Sendo que a função 12 corresponderia a colocar na pilha a constante indicada por **Dados**.

A função 43 corresponderia ao código do *round*. O *round* actuaria sobre o valor no topo da pilha. A função 17 corresponderia ao código da função de multiplicar que iria buscar os seus dois parâmetros/operandos à pilha. A função 15 corresponderia à adição.

A.4.3 Formato do ficheiro binário do programa

O ficheiro binário resultante do *parser* (na figura A.1 designado por compilador) consiste basicamente no código para a máquina virtual. Além do código, este ficheiro também tem a tabela de constantes, e respectivos valores, construída durante o *parsing*.

Como a arquitectura concebida para a linguagem se baseia no princípio de que os dados para alimentar as variáveis provêm de bases de dados externas (ficheiros binários de dados), o ficheiro binário do programa contém também a tabela de símbolos usados por este (com a sua identificação externa, ou seja,

nomes das variáveis). Este aspecto permite que o programa possa ser executado com diversas bases de dados, desde que estas contenham os símbolos usados por ele. O leitor deve-se referir à secção que explica a máquina virtual de execução para mais detalhes sobre este aspecto.

Note-se que este formato foi idealizado de forma a ser fácil de transmitir entre sistemas diferentes, e fácil de transportar entre memória transitória e memória persistente. O mesmo se passa relativamente ao ficheiro de dados que explicaremos na próxima secção.

A.4.4 Formato do ficheiro binário de dados

Uma das saídas do compilador é a tabela dos símbolos que são usados no programa. Esta tabela normalmente será um subconjunto da tabela de símbolos que serve de entrada para o compilador. Com esta tabela é possível definir uma base de dados para conter os dados necessários ao programa.

O formato de um ficheiro de dados (ou base de dados) consiste em duas secções: a primeira, é um cabeçalho descrevendo as variáveis existentes e o respectivo tipo de dados; a segunda, é a zona que contém o espaço necessário ao armazenamento dos dados correspondentes às variáveis. Cada área de descrição da variável terá então uma referência para o local no ficheiro de dados correspondente à sua área de armazenamento.

A.4.5 Máquina virtual de execução

A máquina virtual de execução foi pensada para ser facilmente transportada entre máquinas diversas.

O seu funcionamento é bastante simples, consistindo basicamente numa máquina de pilha. Para a máquina virtual são passados o programa a executar e os ficheiros de dados a utilizar (podem ser mais que um). A máquina virtual sincroniza a tabela de símbolos do programa com a tabela de símbolos dos ficheiros de dados. Após esta primeira fase, a máquina limpa a pilha de execução e inicializa o ponteiro da próxima instrução a executar.

A execução do programa consiste em executar a instrução apontada pelo ponteiro do programa. Para tal existe na máquina virtual uma tabela de funções ou operadores. Entre estas funções estão algumas que são consideradas funções internas da linguagem e outras que na figura A.1 são designadas por extensões e que em princípio serão específicas por contexto de utilização. Na prática não existe nenhuma diferença entre as duas. De facto o seu *interface* tem que estar presente ao compilador. O *interface* basicamente consiste no nome da função, tipo de dado resultante e respectivos parâmetros. Estas funções, assim como aquelas que conceptualmente são designadas por internas, devem existir em

tempo de execução, isto é, devem estar registadas e implementadas em código nativo da máquina onde reside o executor.

Note-se que o protocolo de acesso em tempo de execução aos parâmetros de uma função é via pilha. O resultado de uma função também deve ser colocado na pilha. Assim a pilha de execução está acessível ao código das funções. Embora a linguagem a utilizar para implementar estas funções não esteja limitada o mais comum é usar-se a linguagem C, pois permite a sua fácil compilação para código nativo em várias plataformas. Existe também uma API⁴ que permite que uma função altere o PI em tempo de execução. Esta API permite a implementação de funções que alteram o fluxo do programa, como por exemplo o GOTO ou o IFGOTO.

O programa termina quando o PI passar a última instrução do programa ou em casos excepcionais se o PI for actualizado para um valor de excepção que permite terminar a execução de um programa de forma excepcional.

A.4.6 Funções, extensões e respectivo protocolo

Por observação da figura A.2, podemos verificar que a linguagem é basicamente uma sequência de expressões, sendo que cada expressão envolve operadores ou funções. Para nós, um operador é uma funcionalidade (um verbo) da linguagem que pode ser utilizada e cuja especificação em termos de texto é feita em notação infixa. Assim, o operador '+' fica rodeado pelos seus operandos. Uma função é também uma funcionalidade, só que no texto ela é especificada em notação prefixa (primeiro o operador). Por exemplo, poderíamos definir uma função MAIS, cuja funcionalidade seria igual à do operador '+' mas cujos dois operandos apareceriam após o operador (Ex: MAIS (3, 4)).

Embora conceptualmente as duas questões referidas sejam idênticas, a expansão da linguagem através das designadas extensões, é feita seguindo a sintaxe de uma função tornando mais fácil o trabalho do *parser*. Este aspecto não inviabiliza a possibilidade de no futuro alargarmos este funcionamento a todo o tipo de operadores/funções.

A.4.7 Funções do utilizador

As "funções do utilizador" foi uma forma simples de implementarmos um conceito básico para reutilização de código, pelo menos enquanto não tivermos o conceito de função.

Na realidade, as funções do utilizador funcionam como definições de *macros* para um pre-processor. Sempre que o *parser* encontra um símbolo que devia ser uma função e não se encontra na tabela de funções então ele

⁴ *Application Programming Interface*

verifica se é uma função do utilizador. Se assim for, o texto da função é expandido com a respectiva substituição de parâmetros. Após esta substituição o compilador continua o seu processamento normal.

A.4.8 Tabela de símbolos

As tabelas de símbolos usadas têm informação sobre os símbolos: identificação, tipo, cardinalidade (no caso de vectores).

No caso da tabela de símbolos existente no cabeçalho do ficheiro de dados, vimos que também temos para cada símbolo uma referência para a zona de armazenamento.

A.4.9 Arquitectura de funcionamento

O diagrama da figura A.1 demonstra a arquitectura geral de funcionamento do sistema de suporte à linguagem.

A primeira zona da figura representa as actividades referentes à concepção de um programa. Podemos observar que o bloco principal diz respeito ao compilador. Este recebe como parâmetros de entrada o texto do programa, o universo de símbolos possíveis de utilizar pelo programa (tabela de símbolos), a base de dados de extensões (equivalentes às funções registadas no executor) e a tabela de funções do utilizador. O resultado do compilador, caso não existam erros, é o ficheiro binário do código para a máquina virtual e a uma tabela com todos os símbolos referenciados no texto do programa.

O bloco de manipulação de dados permite todo o tipo de manipulações nas bases de dados. Entre outras coisas, permite a criação de uma base de dados através da tabela de símbolos resultante da compilação. Além disso, dispõe de uma API que permite a alimentação, consulta e alteração dos dados das bases de dados. Permite também a alteração da cardinalidade de um símbolo (ex: aumentar um vector de 10 para 20 elementos). Permite ainda a criação de novas bases de dados. Juntamente com o compilador, foi desenvolvido um ambiente de desenvolvimento que foi integrado no sistema desenvolvido nesta dissertação.

A segunda zona diz respeito ao ambiente de execução de programas. Tal como já referimos, esta máquina virtual é implementada para cada sistema. Neste momento existem duas versões, uma para OS/400 e outra para WIN32. Para se executar um programa é necessário fornecer ao executor o ficheiro contendo o código do programa e os ficheiros que contêm as bases de dados. Os valores alterados durante a execução do programa ficarão registados nas bases de dados.

Repare-se que embora a figura A.1 coloque o compilador numa zona, o executor noutra zona e a manipulação das bases de dados na fronteira, o sistema pode funcionar como um todo na mesma máquina. De facto, no ambiente de desenvolvimento tem-se acesso a todos estes componentes. Pode-se escrever um programa, acedendo à tabela de símbolos, usar o *parser* para verificação de sintaxe, o compilador seguido do executor para teste imediato do programa ou sua depuração, além de se poderem manipular as bases de dados.

Note-se que embora o ambiente de desenvolvimento com *interface* gráfico só exista, neste momento, em WIN32, tanto o compilador como o executor e o sistema gestor de base de dados (se assim se pode chamar) existem em OS/400 e WIN32. Todas estas ferramentas (compilador, executor e SGBD⁵) foram desenvolvidas em linguagem C, de forma a suportar esta fácil portabilidade (neste momento conseguida por simples recompilação do código na plataforma desejada).

A.5 Exemplo de um programa

A listagem que se segue é um exemplo do texto de um programa escrito na linguagem desenvolvida.

Este programa é usado para cálculo de uma tarifa de um seguro novo. Este é um exemplo que permite observar a complexidade da actividade seguradora e da necessidade de uma linguagem específica do negócio, como esta. Veja-se que o resultado da execução deste programa poderá servir de valor precioso para o processo de aprovação de uma proposta de seguro, como se pode observar no anexo referente à especificação dos processos de negócio da actividade seguradora.

```

IFGOTO( .T., L0_0, NEXT())
GOTO( L_N0 )
L0_0: SETVAR( PUP, M[1+X]/D[1+X] )
GOTO( L_N0 )
L_N0:
IFGOTO( .T., L1_0, NEXT())
GOTO( L_N1 )
L1_0: SETVAR( PUG1, 0.00250*ATREMAX(X) )
GOTO( L_N1 )
L_N1:
IFGOTO( .T., L2_0, NEXT())
GOTO( L_N2 )
L2_0: SETVAR( PUI, PUP+PUG1 )
GOTO( L_N2 )
L_N2:
IFGOTO( .T., L3_0, NEXT())
GOTO( L_N3 )
L3_0: SETVAR( PUA, 0.04000 )
GOTO( L_N3 )
L_N3:
IFGOTO( .T., L4_0, NEXT())

```

⁵ Sistema Gestor de Bases de Dados

```

GOTO( L_N4 )
L4_0: SETVAR( PUC, (PUI+0.04000)/(1-0.02000) )
GOTO( L_N4 )
L_N4:
IFGOTO( .T., L5_0, NEXT() )
GOTO( L_N5 )
L5_0: SETVAR( PUB, 0.05000*PUC )
GOTO( L_N5 )
L_N5:
IFGOTO( .T., L6_0, NEXT() )
GOTO( L_N6 )
L6_0: SETVAR( PAP, M[1+X]/(N[1+X]-N[1+X+P]) )
GOTO( L_N6 )
L_N6:
IFGOTO( .T., L7_0, NEXT() )
GOTO( L_N7 )
L7_0: SETVAR( PAA, 0.04000*D[1+X]/(N[1+X]-N[1+X+P]) )
GOTO( L_N7 )
L_N7:
IFGOTO( .T., L8_0, NEXT() )
GOTO( L_N8 )
L8_0: SETVAR( PAG1, 0.00250*N[1+X]/(N[1+X]-N[1+X+P]) )
GOTO( L_N8 )
L_N8:
IFGOTO( .T., L9_0, NEXT() )
GOTO( L_N9 )
L9_0: SETVAR( PAG2, 0.00350 )
GOTO( L_N9 )
L_N9:
IFGOTO( .T., L10_0, NEXT() )
GOTO( L_N10 )
L10_0: SETVAR( PAI, PAP+PAG1+PAG2 )
GOTO( L_N10 )
L_N10:
IFGOTO( .T., L11_0, NEXT() )
GOTO( L_N11 )
L11_0: SETVAR( PAC,
(PUP+0.00250*ATREMAX(X)+0.00350*ATREMA(X,P)+0.04000)/((1-
0.05000)*ATREMA(X,P)) )
GOTO( L_N11 )
L_N11:
IFGOTO( .T., L12_0, NEXT() )
GOTO( L_N12 )
L12_0: SETVAR( PAB, 0.05000*PAC )
GOTO( L_N12 )
L_N12:
SETVAR( K, 1 )
I_F13: IFGOTO( K > NN, F_F13, NEXT() )
IFGOTO( K < P, L13_0, NEXT() )
IFGOTO( K >= P, L13_1, NEXT() )
GOTO( L_N13 )
L13_0: SETVAR( PMP[K], AX(X+K)-PUP/ATREMA(X,P)*ATREMA(X+K,P-K) )
GOTO( L_N13 )
L13_1: SETVAR( PMP[K], AX(X+K) )
GOTO( L_N13 )
L_N13:
SETVAR( K, K+1 )
GOTO( I_F13 )
F_F13:
SETVAR( K, 1 )
I_F14: IFGOTO( K > NN, F_F14, NEXT() )
IFGOTO( K < P, L14_0, NEXT() )
IFGOTO( K >= P, L14_1, NEXT() )
GOTO( L_N14 )
L14_0: SETVAR( PMA[K],
(AX(X+K)+0.00250*ATREMAX(X+K)+0.00350*ATREMA(X+K,P-K))-
((PUP+0.00250*ATREMAX(X)+0.00350*ATREMA(X,P))/ATREMA(X,P)*ATREMA(X+
K,P-K)) )
GOTO( L_N14 )
L14_1: SETVAR( PMA[K], AX(X+K)+0.00250*ATREMAX(X+K) )

```

```

GOTO( L_N14 )
L_N14:
SETVAR( K, K+1 )
GOTO( I_F14 )
F_F14:
SETVAR( K, 1 )
I_F15: IFGOTO( K > NN, F_F15, NEXT() )
IFGOTO( K < P, L15_0, NEXT() )
IFGOTO( K >= P, L15_1, NEXT() )
GOTO( L_N15 )
L15_0: SETVAR( RGT[K], PMA[K]-0.04000*ATREMA(X+K,P-K)/ATREMA(X,P) )
GOTO( L_N15 )
L15_1: SETVAR( RGT[K], PMA[K] )
GOTO( L_N15 )
L_N15:
SETVAR( K, K+1 )
GOTO( I_F15 )
F_F15:
SETVAR( K, 1 )
I_F16: IFGOTO( K > NN, F_F16, NEXT() )
IFGOTO( (VITA-P+K)/100 < 0.85, L16_0, NEXT() )
IFGOTO( (VITA-P+K)/100 >= 0.85, L16_1, NEXT() )
IFGOTO( P-K < 0, L16_2, NEXT() )
GOTO( L_N16 )
L16_0: SETVAR( RGP[K], RGT[K]*0.85 )
GOTO( L_N16 )
L16_1: SETVAR( RGP[K], RGT[K]*(VITA-P+K)/100 )
GOTO( L_N16 )
L16_2: SETVAR( RGP[K], RGT[K]*0.95 )
GOTO( L_N16 )
L_N16:
SETVAR( K, K+1 )
GOTO( I_F16 )
F_F16:
SETVAR( K, 1 )
I_F17: IFGOTO( K > NN, F_F17, NEXT() )
IFGOTO( .T., L17_0, NEXT() )
GOTO( L_N17 )
L17_0: SETVAR( RED[K], RGT[K]/(AX(X+K)+0.00250*ATREMAX(X+K)) )
GOTO( L_N17 )
L_N17:
SETVAR( K, K+1 )
GOTO( I_F17 )
F_F17:
EXIT()

```

Figura A.3 - Exemplo de um programa na linguagem desenvolvida

Note-se ainda que o código fonte, dado como exemplo, não é aquele que um utilizador (por exemplo um técnico actuarial) escreve directamente. O caso apresentado diz respeito a um programa que originalmente foi escrito a um nível de abstracção mais elevado, onde entre outras coisas o utilizador não escreveu directamente os ciclos (IFGOTO(), GOTO() e NEXT()), nem sequer as atribuições (SETVAR()), dado que essa semântica estava implícita nos símbolos de negócio usados. Por exemplo, os ciclos são sempre iterações que terminam quando atingem a duração do contrato. A instrução IFGOTO(K > NN, F_F15, NEXT()) testa se a variável de iteração K chega ao fim do contrato NN.

Como pudemos ver a linguagem é bastante aberta e extensível. No caso da utilização da mesma, para especificação de comportamentos num sistema de

fluxo de trabalho para gestão e controlo de processos, podem-se especificar novas funcionalidades através das extensões já referidas.

De seguida podemos observar um exemplo de uma tabela de funções do utilizador.

```

A1: ((M[1+P0]-M[1+P0+P1])/D[1+P0])
AMD: (M[1+P0]+D[1+P0+P1])/D[1+P0]
ATD: ((P1*M[1+P0]-R[1+P0+1]-R[1+P0+P1+1]))-(SR-1)/(2*SR)*(M[1+P0]-M[1+P0+P1])/((NN*D[1+P0]))
ATREMA: (N[1+P0]-N[1+P0+P1])/D[1+P0]
ATREMAN: ((1-VN(P0))/0.04000*(1+0.04000))
ATREMAX: N[1+P0]/D[1+P0]
AX: M[1+P0]/D[1+P0]
AXK: (N[1+P0+1]-N[1+P0+P1+1])/D[1+P0]
E: D[1+P0+P1]/D[1+P0]
F1: (M[1+P0]-M[1+P0+P1])/D[1+P0]
FM: (M[1+P0]-M[1+P0+P1]+D[1+P0+P1])/D[1+P0]
IAA: (R[1+P0]-R[1+P0+P1]-P1*M[1+P0+P1])/((N[1+P0]-N[1+P0+P1]))
IAXK: (R[1+P0]-R[1+P0+P1]-P1*M[1+P0+P1])/D[1+P0]
REND: (1-(1+0.04000)^(-P0))/(SR*((1+0.04000)^(1/SR)-1))
RI: N[1+P0+P1+1]/D[1+P0+P1]+(SR-1)/(2*SR)
VN: (1/(1+0.04000))^P0

```

Figura A.4 - Exemplo de funções definidas pelo utilizador

Algumas medidas de desempenho da máquina virtual a correr sobre um computador, com o sistema operativo Windows95 e um processador Pentium a 120 Mhz, levaram aos seguintes valores:

- o programa listado em cima demora menos de 1 milionésimo de segundo a ser executado para a variável `NN` igual a 42.
- o mesmo programa, mas agora com um ciclo exterior de 1000 iterações, executa em 14.61 segundos.
- o mesmo programa com um ciclo exterior de 5000 iterações executa em 72.56 segundos.
- o mesmo programa com um ciclo exterior de 70000 iterações executa em sensivelmente 17 minutos.

Note-se que estes valores são apenas indicativos, mas apontam para um sistema de especificação de comportamentos com óptimas possibilidades de tempos de resposta apreciáveis.

A.6 Desenvolvimentos futuros

Em termos de desenvolvimentos a efectuar a nível da linguagem e do seu ambiente, o que se prevê a curto prazo são:

- melhoramentos na parte referente ao sistema de gestão dos ficheiros de dados, com inclusão de novas funcionalidades que o aproximam das características de um verdadeiro SGBD
- desenvolvimento de um executor em ActiveX ou Java de forma a suportar a execução de programas sobre *browsers* em sistemas remotos

Sobre o ponto de vista da utilização da linguagem no trabalho desenvolvido durante esta dissertação e no âmbito da parte do sistema necessária para implementar o acompanhamento e controlo, interessa integrar a linguagem no motor *fluxo de trabalho* a desenvolver no servidor do sistema. Assim, permite-se que o servidor consiga interpretar os programas especificados na definição dos processos. Além disso, para que todo o sistema possa funcionar, a aplicação cliente deverá integrar partes do sistema da linguagem para se poderem registar as informações relativas aos recursos e às tarefas executadas por estes que devem ser transmitidas ao servidor. Estas informações em conjunto com os programas especificados para os processos, serão o necessário para que o sistema implementado consiga modelar e gerir processos com características dinâmicas.

Além dos desenvolvimentos referidos acima, no âmbito da aplicação do sistema à actividade seguradora, está prevista a utilização desta linguagem para a especificação da comunicação entre o sistema de gestão de processos e as diversas aplicações informáticas (tais como o I2Sdoc descrito no anexo D ou o GIS referenciado no anexo B), que participam nos processos da referida actividade. Esta característica poderá ser utilizada em qualquer situação em que os recursos sejam aplicações informáticas.

Referências e bibliografia

- [Hunter87] Robin Hunter - *Compiladores, sua concepção e programação em Pascal*. Editora Presença, Col. Sistemas, Lisboa, 1997
- [Pittman 92] Thomas Pittman, James Peters - *The Art of Compiler Design - Theory and Practice*. Prentice-Hall Int. Editions, EUA, 1992
- [Hendrix90] James E. Hendrix - *A Small C Compiler*. M&T Books, EUA, 1990

Anexo B

A Actividade Seguradora

Neste anexo faz-se uma apresentação da actividade seguradora, particularmente dos aspectos essenciais para a compreensão da aplicação do sistema desenvolvido nesta dissertação à referida actividade. Como, na prática, esta aplicação do sistema é desenvolvida no contexto das aplicações da I2S para esta actividade, também teremos oportunidade de apresentar algumas características das mesmas.

B.1 Introdução

A actividade seguradora foi estudada no âmbito da aplicação do sistema desenvolvido nesta dissertação a uma actividade tradicionalmente considerada de serviços. Esta oportunidade surgiu graças à colaboração da I2S.

O grande objectivo definido foi o desenvolvimento de um sistema semelhante aos sistemas para gestão de *fluxo de trabalho* que permitisse especificar, acompanhar e controlar os processos inerentes à actividade seguradora.

Deveriam ser automatizados, dentro do possível, os principais processos da actividade, utilizando as aplicações da I2S para a gestão desta actividade, assim como o I2Sdoc para gestão electrónica de documentos. Uma das premissas mais importantes era a de que o sistema se interligasse com todas as aplicações da I2S para a actividade seguradora sem que isso implicasse alterações nas mesmas.

Este objectivo será atingido através da utilização do sistema de eventos que já se encontra disponível nas aplicações. As aplicações da I2S geram eventos sempre que ocorre alguma acção sobre entidades ou documentos por elas representadas. Assim, torna-se apenas necessário a implementação de uma 'ponte' de tradução entre os eventos e o sistema de comunicações/mensagens, concebido para o sistema desenvolvido nesta dissertação (figura 6.4). Em termos mais específicos, serão utilizadas tecnologias como o OLE¹ ou o DDE² para interligação com aplicações existentes em ambientes Windows.

¹ *Object Linking and Embedding*

² *Dynamic Data Exchange*

B.2 Breve história da actividade seguradora

A ideia do seguro como factor de protecção de fatalidades da vida é muito antiga.

Embora a história aponte para datas mais remotas, a verdade é que só no início deste milénio é que apareceram conceitos próximos do seguro, tal como é entendido hoje em dia. No século XII d. C., por exemplo, apareceu o Contrato de Dinheiro e Risco Marítimo. Por força das suas cláusulas, um financiador emprestava ao navegador o dinheiro correspondente ao valor da embarcação e das mercadorias transportadas. Se não houvesse acidente, o navegador devolvia o dinheiro ao financiador acrescido de juros. Em caso de acidente, o dinheiro não era devolvido.

Durante muito tempo, a actividade seguradora esteve vinculada a operações bancárias. As primeiras sociedades de socorros mútuos, embrião das seguradoras de vida, surgiram por volta do século XVII justamente pela iniciativa de um banqueiro, o italiano Tonti (dai o nome dessas sociedades, as tontinas.)

E mesmo o primeiro contrato de seguro, firmado em 1347, em Gênova, na Itália ainda não contava com a figura da seguradora como gerente do risco.

O seguro só se estabeleceu nas bases em que é conhecido actualmente na Inglaterra durante a Revolução Industrial, quando foram criadas as primeiras sociedades de seguros. A mais significativa delas foi a Lloyd's. De uma taberna e um jornal (dedicados aos marítimos), fundados em 1690, veio a surgir a mais tradicional companhia de seguros do mundo. Os avanços de Pascal na Estatística, nessa época, também foram fundamentais para o arranque da actividade seguradora.

Um dos pilares fundamentais da actividade seguradora é o mutualismo. Trata-se de um sistema em que um grupo de indivíduos, com interesses afins, somam as suas forças para a formação de um fundo único, cuja finalidade é superar, em determinado momento, necessidades eventuais de alguns dos seus membros afectados por um acontecimento imprevisto.

O mutualismo tem um sentido colectivo, isto é, as cotas pagas por cada um, somadas, são as que garantem a substituição do bem perdido. Para que isso ocorra, contudo, muitos segurados que participam deste fundo talvez nunca venham a ser atingidos por um sinistro. Mas quando o seguro é contratado não se tem uma bola de cristal. O objectivo é a prevenção de um evento futuro, que pode ou não acontecer.

No contexto do seguro, o termo prêmio tem um significado totalmente distinto do seu sentido comum. Não se trata de uma importância que o segurado recebe, mais sim o que ele deve pagar à companhia. O prêmio, na realidade, é o preço do seguro, que obrigatoriamente está especificado no

contrato. Isso garante que o segurador assume a responsabilidade de determinado risco, ao mesmo tempo em que o segurado adquire o direito a uma indemnização previamente combinada.

A indemnização nunca é superior à importância segurada. Esta, por sua vez, deve corresponder, sempre que possível, ao valor do bem sujeito a um evento imprevisível.

Nos seguros de pessoas, a importância segurada não é fixada em função do valor do bem exposto ao risco. O prejuízo ou a perda económica sofrida pelo beneficiário em razão da morte do segurado não pode ser avaliado, uma vez que se torna difícil estimar a vida humana em termos económicos. Daí dizer-se que os seguros de vida não são de natureza indemnizatória.

Juridicamente, há dois critérios para a fixação da importância segurada. Nos seguros de pessoas, as partes são livres para a fixação da importância segurada, além de não haver restrição quanto ao número de seguros garantindo o mesmo risco. Porém, no seguro de bens, isso não é possível; da mesma forma, a lei não permite o seguro por importância superior ao valor do bem.

Na prática, o prémio é uma percentagem da importância segurada, cobrada pela seguradora de cada segurado para fazer frente às indemnizações, cobrir as despesas administrativas, pagar comissões e obter a remuneração do capital. A falta de pagamento do prémio nas condições estabelecidas implica a dispensa da obrigação de indemnizar por parte da seguradora, com o cancelamento automático do contrato.

No cálculo do prémio utilizam-se parâmetros matemáticos e estatísticos. Há a influência de inúmeros factores, como a intensidade com que os sinistros são verificados.

A exposição ao risco é um dos factores que mais influencia o seguro. O seguro automóvel representa um bom exemplo. Uma pesquisa mundial constatou que o índice de acidentes com mulheres ao volante é 28,5% inferior ao total registrado pelos homens. Se não bastasse este dado, constatou-se que o sexo feminino causa prejuízos de baixo custo quando se envolve em colisões. Ou seja; a mulher não só conduz melhor, como é mais responsável. O mesmo levantamento mostrou que elas raramente conduzem sobre o efeito do álcool, o que já acontece com maior facilidade entre os homens. Assim, ficou provado que a mulher tem muito mais cuidado e carinho com o seu património. A sua exposição ao risco é bem menor. A consequência disso foi o surgimento, em vários países, de um seguro de automóveis feminino, com descontos substanciais.

A pulverização de riscos é um dos princípios operacionais básicos da actividade seguradora. Através desse expediente é possível repartir a responsabilidade de um risco inúmeras vezes. As duas formas de realizar isso são co-seguro e o resseguro.

O co-seguro acontece quando a responsabilidade de um risco é dividida por duas ou mais seguradoras, denominadas co-seguradoras. Neste caso é emitida uma única apólice pela seguradora líder, onde consta a participação de cada seguradora no total da importância segurada.

O resseguro acontece quando o segurador transfere a outro segurador parte do risco assumido. Diz-se, então, que o segurador contratou um ressegurador; para tal, deve pagar a este último um certo prémio e, na hipótese de um sinistro, dividir com ele, proporcionalmente, a responsabilidade de indemnizar o segurado.

Os riscos são os elementos essenciais de um contrato de seguros e estão divididos em riscos ordinários (seguráveis) e riscos extraordinários (não seguráveis). Estes últimos são assim chamados por não se submeterem a uma regularidade estatística. São incontroláveis e imprevisíveis, o que reduz ou mesmo anula a hipótese de se encaixarem nos planos de seguro. Na prática, as apólices reflectem esta classificação, contendo uma cláusula com os riscos cobertos seguida de outra onde se mencionam as exclusões.

A responsabilidade do segurador é sempre limitada ao risco assumido. Assim, no seguro de uma casa contra incêndio, não há responsabilidade do segurador se a destruição da residência for ocasionada por uma violenta tempestade (a não ser que esteja incluída na apólice o risco adicional de tempestade). Todas as modalidades de seguro apresentam assim limitações contratuais aos riscos.

Com o tempo, porém, as seguradoras passaram a ampliar gradualmente as coberturas de alto risco, admitindo-as nas apólices mediante sobretaxa nos prémios. Nos seguros de cascos e transporte internacional, por exemplo, há uma cláusula especial decorrente das necessidades criadas pela generalização dos conflitos armados. Esta cláusula fez parte de muitas apólices de seguros dos petroleiros que circulavam pelo então tumultuado Golfo Pérsico.

Nota: O texto apresentado nesta secção tem como fonte [Seguros97].

B.3 Intervenientes na actividade seguradora

De forma bastante simplificada podemos ver a actividade seguradora da seguinte forma:

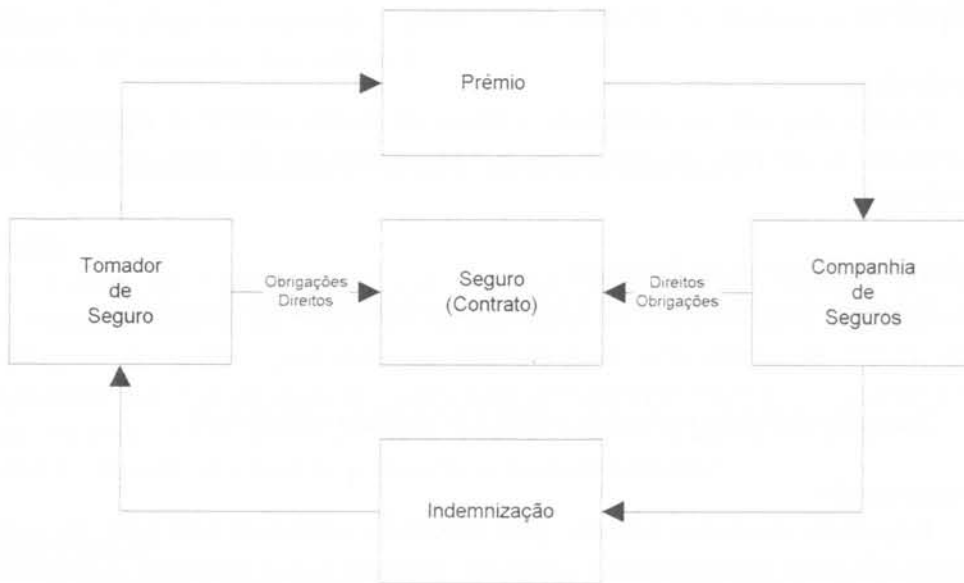


Figura B.1 – Actividade seguradora

A seguir apresenta-se uma descrição abreviada dos principais intervenientes na actividade seguradora:

Agente/Mediador

Pessoa que exerce representação de empresa de seguros em determinada localidade

Corretor

Perante a legislação o corretor é o intermediário, pessoa física ou jurídica, legalmente autorizado a angariar e a promover contratos de seguro, entre as seguradoras e as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado.

Seguradora

Entidade legalmente autorizada a exercer a actividade seguradora e que subscreve, com o tomador de seguro, o contrato de seguro.

Assim, esta instituição que tem o objectivo de indemnizar prejuízos involuntários verificados no património de outrem, ou eventos aleatórios que não trazem necessariamente prejuízos, mediante recebimento de prémios.

Tomador de Seguro

Entidade que celebra o contrato de seguro com a seguradora, sendo o responsável pelo pagamento do prémio

Segurado ou Pessoa segura

A pessoa ou entidade no interesse da qual o contrato de seguro é celebrado.

Beneficiário

Pessoa singular ou colectiva a favor de quem reverte a prestação da seguradora decorrente de um contrato de seguro ou de uma operação de capitalização.

Instituto de Seguros de Portugal

Entidade que regulamenta a actividade seguradora em Portugal.

Seguem-se alguns conceitos sobre a actividade seguradora.

Indemnização

Reparação de danos sofridos pelo segurado, calculada com base no valor do bem afectado imediatamente antes do sinistro, e que constitui a principal obrigação da seguradora.

Sinistro

Acontecimentos – eventos futuros e incertos – cuja ocorrência faz funcionar as coberturas aplicáveis, determinando para a seguradora a responsabilidade de um pagamento (indemnização).

Ramos elementares/Reais

Reúne os ramos de seguros que tenham por fim garantir perdas e danos, ou responsabilidades, provenientes de riscos de fogo, transporte, acidentes pessoais e outros eventos que possam ocorrer afectando pessoas ou coisas.

Classificação de seguro relativa aos que não cobrem riscos de vida, saúde e previdência privada.

Seguro de Vida

Seguro que tem coberturas pelos riscos de morte natural, morte acidental, invalidez permanente total ou parcial por acidentes ou por doenças. Tem por objecto garantir, mediante o prémio anual que se ajustar, o pagamento de certa soma a determinada ou determinadas pessoas, por morte do segurado, podendo estipular-se igualmente o pagamento dessa soma ao próprio segurado, ou terceiro, se aquele sobreviver ao prazo de seu contrato. Seguro que, com base na duração da vida humana, visem a garantir, a segurados ou terceiros, o pagamento, dentro de determinado prazo e condições, de quantia certa, renda ou outro benefício. modalidade de seguro que possui como cobertura uma ou

mais das seguintes garantias: morte, morte acidental e/ou invalidez total ou parcial permanente por acidente e invalidez permanente total por doença.

Seguro de saúde

Seguro destinado a dar cobertura aos riscos de assistência médica e hospitalar. A garantia do seguro de saúde consiste no pagamento em dinheiro, efectuado pelo segurador, à pessoa física ou jurídica prestante da assistência médico-hospitalar ao segurado, sendo a livre escolha do médico e do hospital condição obrigatória nos contratos.

Previdência

Qualidade do previdente; cautela; prudência; precaução.

Pecúlio

Forma de indemnização prevista nos contratos de Seguro de Vida Individual, podendo ser imediato (pagamento da indemnização logo após a ocorrência do evento previsto) ou diferido (que tem prazo de espera para pagamento previsto no contrato, para data previamente pactuada). Capital a ser pago de uma só vez ao beneficiário, quando ocorrer a morte do subscritor, na forma estipulada no plano de previdência privada subscrito.

Capitalização

Investimento com possibilidade de ganho de prémios através de sorteios, com percentual de resgate corrigido ao final do plano.

Seguro

Contrato de adesão e boa-fé entre duas partes – Seguradora e Tomador de Seguro. De adesão, porque o tomador de seguro pode propor livremente à seguradora as condições contidas na apólice, não sendo no entanto tais condições, passíveis de alteração. De boa-fé, porque as declarações na proposta do seguro, que afectam as condições contratuais podem, em caso de sinistro, tornar o seguro nulo e de nenhum efeito.

Proposta

Documento em que o tomador do seguro expressa a vontade de segurar, e no qual define os riscos a garantir, sua intensidade e valor.

Apólice

Documento que comprova a existência do contrato celebrado entre o tomador do seguro e a seguradora, de onde constam as respectivas condições gerais, especiais e, se as houver, particulares.

Ramos

Designação para a classificação por tipo de seguro que obriga à normalização e à dicotomia essencial entre Ramos Vida e não Vida.

Co-seguro

Assumpção conjunta de um risco por várias seguradoras, denominadas Co-seguradoras, umas das quais é líder.

Resseguro

Distribuição de um risco por mais que uma seguradora, ainda que exista apenas um único contrato entre o segurado e a seguradora respectiva. Esta transfere para outra ou outras (resseguradoras), as responsabilidades que excedem as que entende poder assumir só por si. Perante o segurado, em qualquer situação só a seguradora é responsável.

B.4 Processos e documentos da actividade seguradora

Os principais processos da actividade seguradora são [Staffware97]:

- Cotações/Estudos
- Propostas
- Análise de risco (*underwriting*)
- Alterações/Actas (gestão de apólices)
- Sinistros
- Processamento técnico de sinistros (incluindo peritagem)
- Resseguro
- Investimentos
- Engenharia de Produtos
- Marketing
- Análise e Relatórios

Os processos listados acima dizem respeito a actividades bastante genéricas. De seguida podemos ver em maior detalhe algumas máquinas de estados finitos relativas a alguns documentos que são manipulados pelos processos referidos.

B.4.1 Apólice (vida)

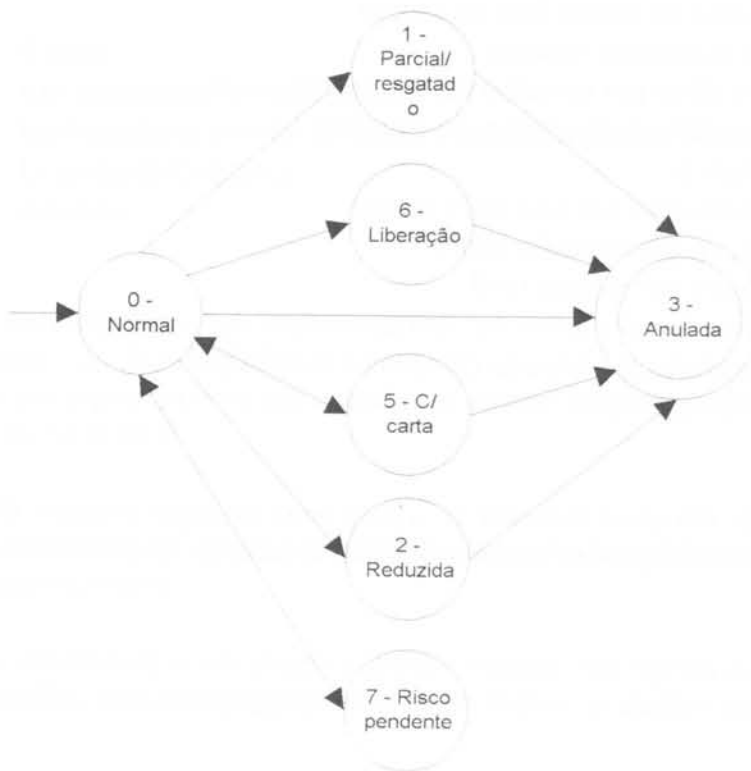


Figura B.2 – Estados de uma apólice do ramo Vida

Legenda da figura B.2:

- 0 – Normal: Registada
- 1 – Parcialmente resgatada: Apenas para produtos financeiros
- 2 – Reduzida: Redução do tempo das entregas
- 3 – Anulada: Estado terminal
- 5 – Com carta: Por não ter pago o prémio, é enviada uma carta de aviso
- 6 – Liberação: Pagamento dos fraccionamentos interrompido, mas ao contrário da redução não é reajustado; a companhia paga os restantes
- 7 – Risco pendente (risco): Dependente do risco ser aceite

Resgate

Operação segundo a qual a seguradora paga ao segurado uma importância que é função da reserva matemática do contrato.

Se o resgate for total a apólice fica anulada.

Anulada

Designação do estado final da apólice.

Razões da situação anulada:

- Sem efeito por iniciativa da seguradora
- Sem efeito por iniciativa do segurado
- Renúncia
- Substituição por uma nova apólice
- Sinistro por morte/invalidez
- Sinistro por resgate total
- Termo
- Transferência para uma companhia congénere
- Por amortização

Liberação

Situação em que o tomador de seguro deixa de pagar prémios, mantendo-se as garantias do seguro principal e de complementares, se existirem.

Risco

Possível perigo que ameaça a pessoa segura ou o património segurado, cuja realização é alheia à vontade das partes contratantes.

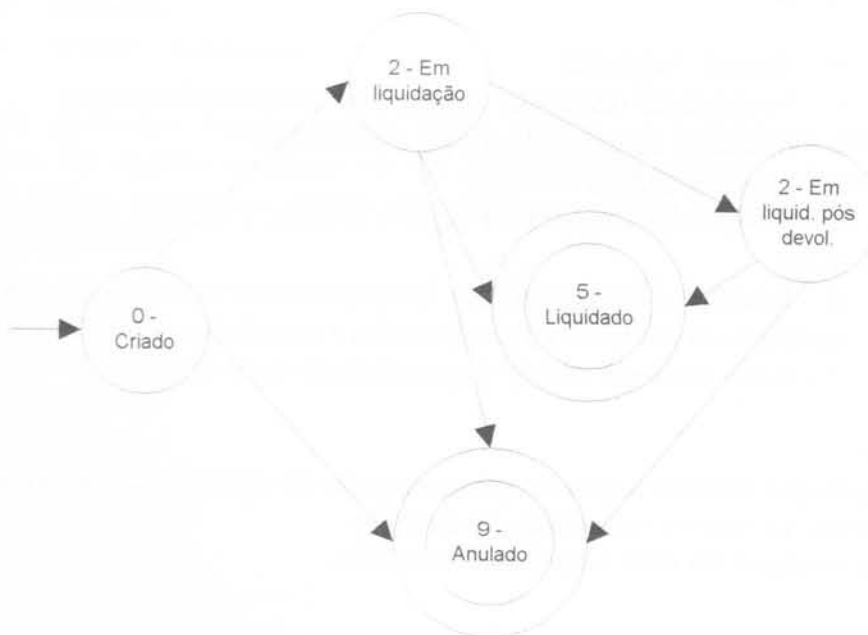
B.4.2 Indemnização/reembolso (vida)

Figura B.3 – Estados de uma indemnização/reembolso do ramo Vida

Legenda da figura B.3:

- 0 – Criado
- 2 – Em liquidação/Em cobrança
- 3 – Em liquidação pós devolução/Em cobrança pós devolução
- 5 – Liquidação/Cobrança
- 9 – Anulado

Nota:

No caso específico das indemnizações, os termos a aplicar serão os de ‘em liquidação’ ou ‘liquidação’.

No caso específico dos reembolsos, os termos a aplicar serão os de ‘em cobrança’ ou ‘cobrança’.

Reembolso

Devolução de um valor, por parte do tomador de seguro à seguradora, recebido indevidamente.

B.4.3 Recibo/estorno (vida)

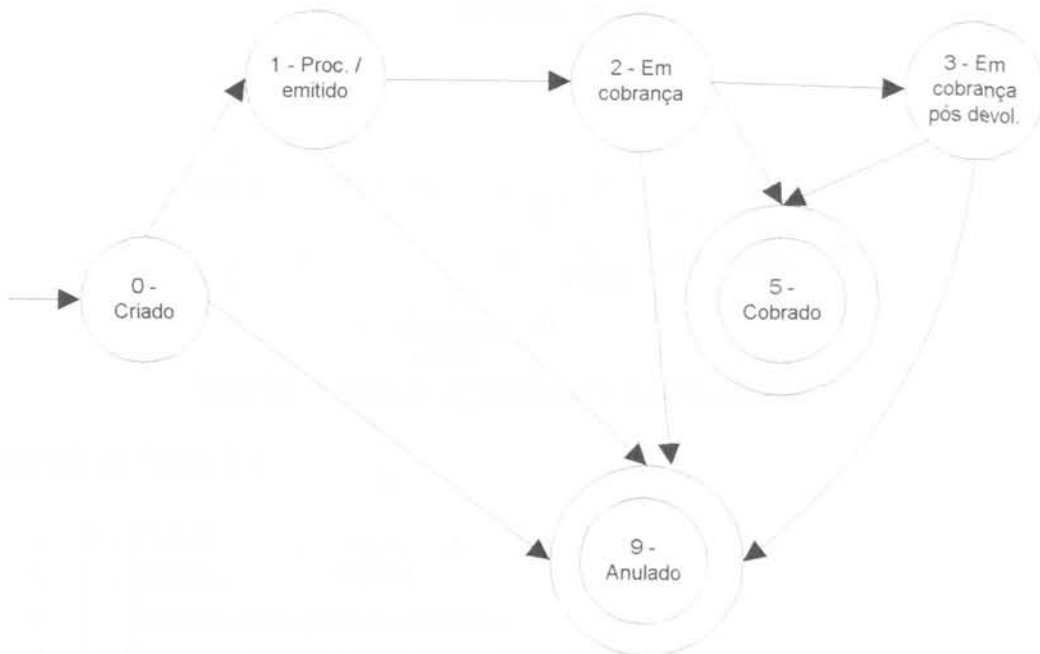


Figura B.4 – Estados de um recibo/estorno do ramo Vida

Legenda da figura B.4:

- 0 – Criado: Registado
- 1 – Processado/emitido
- 2 – Em cobrança normal
- 3 – Em cobrança pós devolução
- 5 – Cobrado
- 9 – Anulado

Recibo

O Recibo é um documento onde é registado um conjunto de informações relativas aos movimentos relacionados com o prémio.

Estorno

Devolução ao tomador de seguro de uma parte do prémio do seguro já pago, por redução do capital ou por anulação do contrato antes do seu termo.

B.4.4 Apólice (não vida)



Figura B.5 – Estados de uma apólice de ramos não Vida

Legenda da figura B.5:

- 0 – Normal: Em vigor
- 1 – Suspensão: Falta de pagamento
- 2 – Suspensão técnica
- 3 – Anulada
- 4 – Em anulação

B.4.5 Recibo/estorno (não vida)

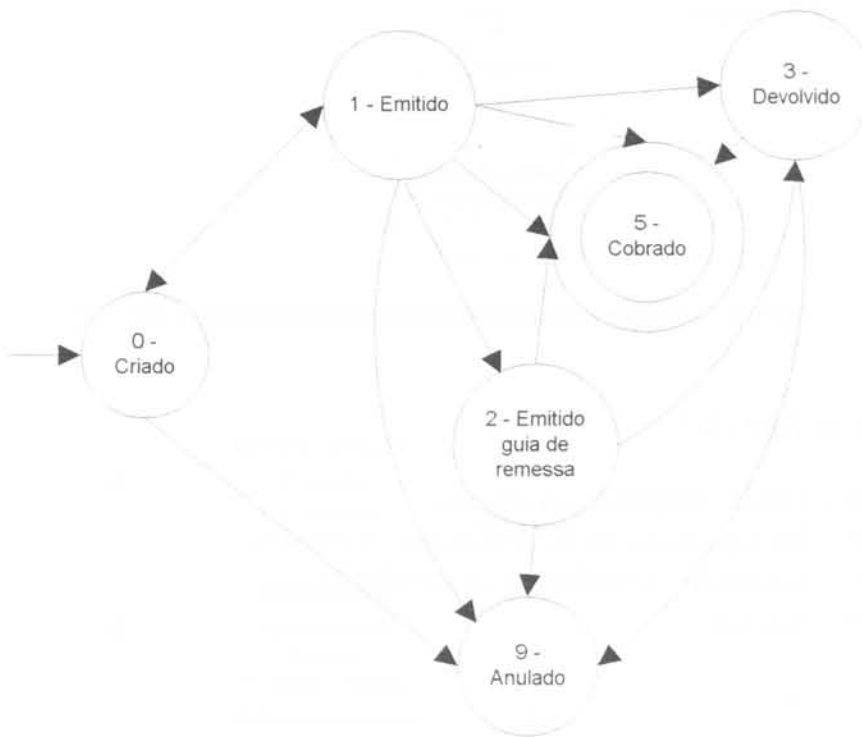


Figura B.6 – Estados de um recibo/estorno de ramos não Vida

Legenda da figura B.6:

- 0 – Criado
- 1 – Emitido
- 2 – Emitido com guia de remessa
- 3 – Devolvido para a tesouraria: Não cobrado
- 5 – Cobrado
- 9 – Anulado

B.4.6 Indemnização/reembolso (não vida)

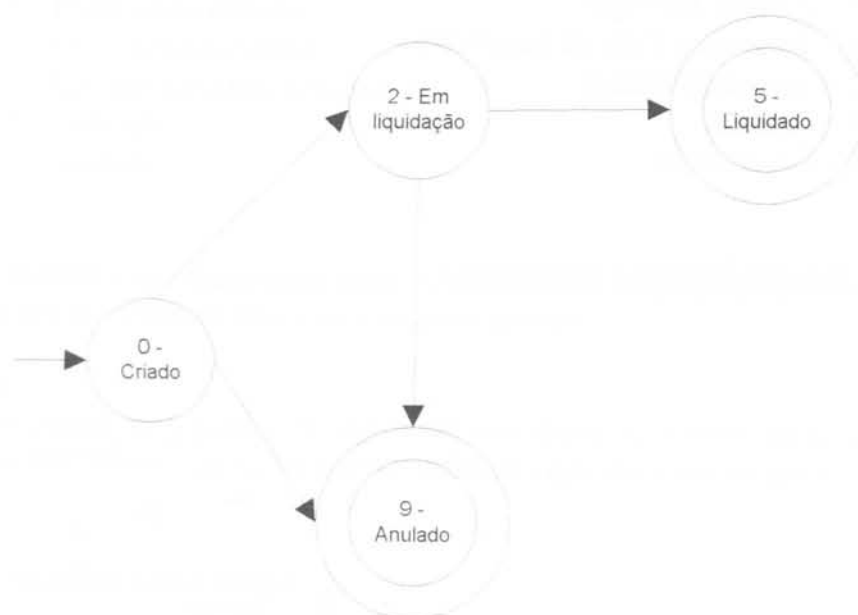


Figura B.7 – Estados de uma indemnização/reembolso de ramos não Vida

Legenda da figura B.7:

- 0 – Criado: Registado no sistema
- 2 – Em liquidação: Já foi emitido(a)
- 5 – Liquidado: Actualização da liquidação
- 9 – Anulado

Alguns dos processos que alteram o estado destes documentos encontram-se especificados nas seguintes figuras. Estas figuras representam as principais actividades (processos) existentes entre os diversos intervenientes na actividade seguradora. A modelação, planeamento e gestão destes processos é o principal objectivo a atingir no que respeita à aplicação do sistema desenvolvido nesta dissertação à actividade seguradora.

B.4.7 Processos da actividade seguradora

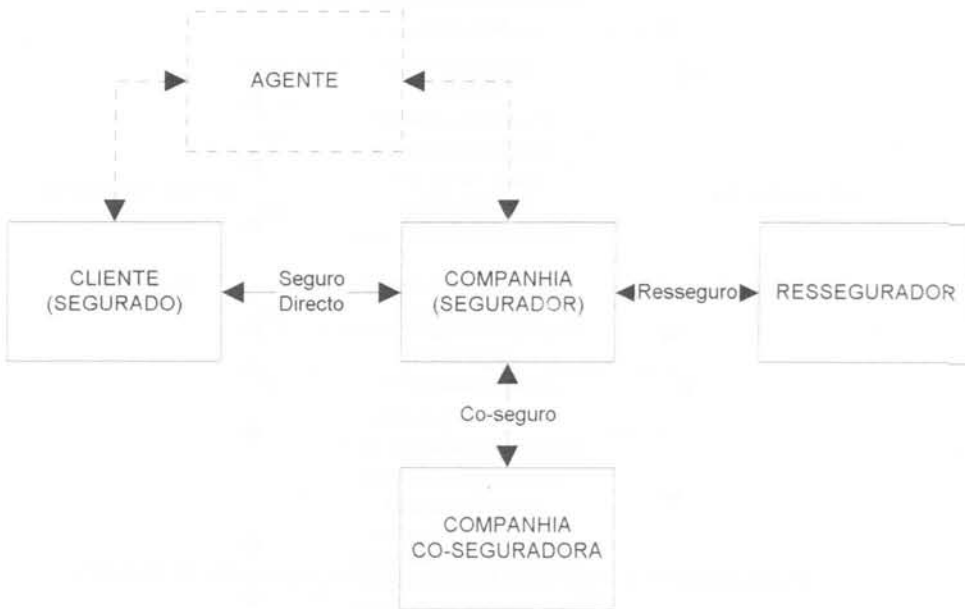


Figura B.8 – Intervenientes no contrato de seguro



Figura B.9 – Principais processos entre a Seguradora e o Agente

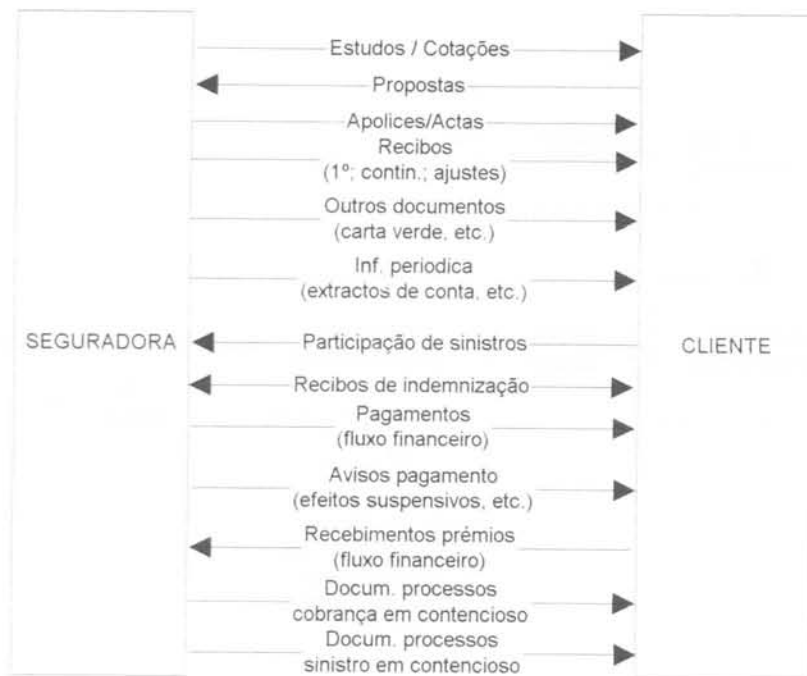


Figura B.10 – Principais processos entre a Seguradora e o Cliente

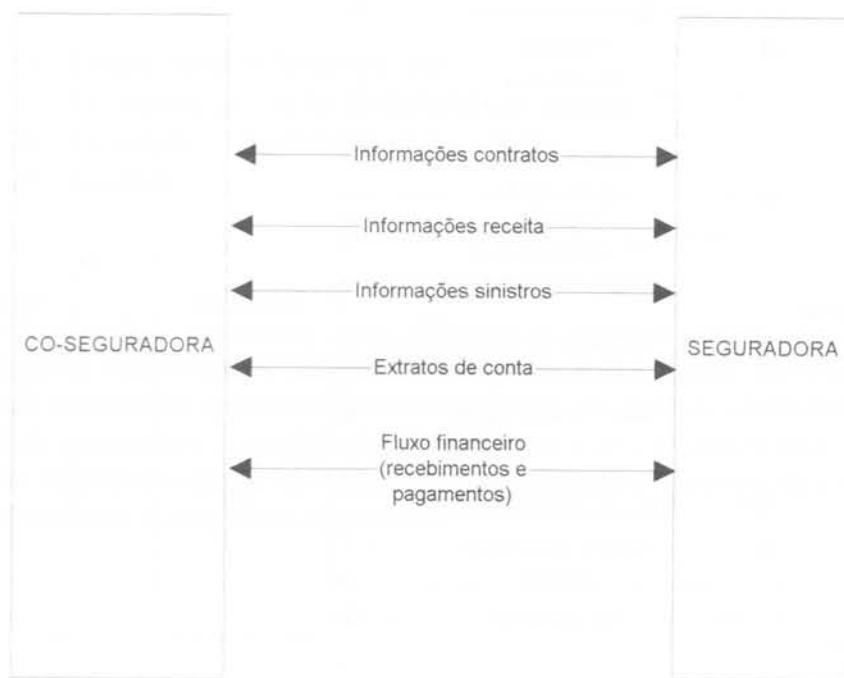


Figura B.11 – Principais processos entre a Seguradora e a Co-seguradora



Figura B.12 – Principais processos entre a Seguradora e a Resseguradora

B.5 Aplicações informáticas para as funções do negócio

Numa actividade tão complexa e vasta como a actividade seguradora, as necessidades em termos de sistemas de informação e respectivas aplicações informáticas são enormes.

Para a aplicação do sistema desenvolvido nesta dissertação à actividade seguradora tornou-se necessário não só o conhecimento adequado de toda a actividade como também das aplicações informáticas existentes. Essa necessidade tornou-se mais premente devido ao facto de, na medida do possível, se tentar implementar toda a gestão dos processos inerentes a esta actividade, sem que para isso seja necessário proceder a alterações nas aplicações já desenvolvidas. Pelo menos, o objectivo foi o de diminuir essa necessidade ao mínimo.

Nesse sentido foram estudadas as aplicações informáticas mais importantes. De entre elas destacamos algumas e as suas respectivas funcionalidades. Esta apresentação tem apenas como objectivo dar uma panorâmica mais concreta do trabalho desenvolvido. Achou-se que sairia do âmbito deste trabalho qualquer descrição mais pormenorizada.

Assim temos, em termos de aplicações e respectivas funcionalidades mais importantes:

Técnica Vida

- Produção
- Cobranças
- Sinistros
- Comercial
- Entidades
- Gestão
- Configuração

Técnica Ramos Reais

- Produção
- Tesouraria
- Sinistros
- Comercial
- Gestão
- Contencioso
- Configuração

Contabilidade (Administrativa/Financeira)

Fundos de Pensões

Unidades de participação

Gestão de pensionistas

Agentes/Corretores

Data Warehouse / Sistema de Informação de Gestão

Gestão electrónica de documentos

Rede global para a actividade seguradora

(sistema de interligação dos intervenientes na actividade)

B.6 Necessidade da gestão dos processos

A complexidade da actividade, descrita nas secções anteriores, quase que dispensa a justificação da necessidade de uma gestão adequada dos seus processos, nomeadamente os mais operacionais.

Efectivamente, se repararmos com alguma atenção, chegamos a algumas questões que têm todas a mesma resposta: um sistema de gestão de processos adequado.

- Como é que um gestor de processos de sinistro consegue responder, de forma acertada, a questões levantadas pelo cliente?
- Como é que uma companhia de seguros pode fornecer aos seus clientes um processo simples e eficaz para criação de novos contratos?
- Qual é a forma mais adequada para que o administrador de uma seguradora consiga saber, a qualquer momento, como é que se encontra a produção?
- Como descobrir, nos diversos processos de actividade de uma seguradora quais os que requerem mais atenção, quer em termos de custos, quer em termos de tempo de resposta?
- Como pode um agente ou corrector melhorar o seu serviço ao cliente tanto em rapidez como em qualidade?
- Como pode uma companhia de seguros melhorar os seus circuitos de documentação com as diversas companhias associadas (resseguro e co-seguro)?
- Como pode uma companhia melhorar globalmente os seus serviços aos clientes?

Todas estas questões são levantadas pela complexidade da actividade, que envolve diversos intervenientes e os mais variados circuitos ou fluxos de informação. Como é natural, no âmbito das suas actividades, cada interveniente nestes processos informatizou as suas funções principais. Com o evoluir do mercado, no sentido da sua abertura e globalização, torna-se cada vez mais premente a ligação e dialogo entre estas diversas entidades. Cada vez mais o que anteriormente era classificado como actividade secundária torna-se fundamental para a diferenciação, flexibilidade e incorporação de valor acrescentado na actividade. A interligação dos diversos intervenientes passa então a primeiro plano, e com ela a necessidade de concepção e gestão adequada dos respectivos processos.

De entre os diversos ganhos que um sistema de gestão de processos ou *fluxo de trabalho* pode trazer a uma actividade ou organização o que, no nosso parecer, mais atrai as pessoas aos mais altos níveis de direcção são os ganhos de produtividade e de controlo. Uma empresa cuja actividade está centrada no desenvolvimento de sistemas e prestação de serviços nesta área salienta que as áreas onde se notam os principais beneficios da introdução dos sistemas de *fluxo de trabalho* são [Staffware97]:

- Ganhos de produtividade
- Controlo
- Serviço a clientes/Resposta
- Forma para alteração/reengenharia de processos
- Melhoramentos drásticos nos processos/negócio

B.7 Projecto a desenvolver

Da apresentação que foi levada a cabo, neste anexo da actividade seguradora, seria bastante estranho que pelo menos alguns aspectos não tivessem ficado vagos. Se tentássemos especificar ou detalhar alguns conceitos e/ou processos apresentados estaríamos a ser contraproducentes pois estes, para além do que foi apresentado, são bastante específicos por aplicação ou contexto em que estão inseridos. No âmbito desta dissertação, não nos pareceu nem acertado nem conveniente a apresentação de um caso específico.

O que importa salientar é que um sistema adequado para gestão de processos, como pensamos ser o idealizado nesta dissertação, deve ser o mais flexível de forma a suportar todas estas especificidades.

Um dos requisitos salientados pela I2S foi a necessidade absoluta de que esta interligação entre os diversos intervenientes, a implementação dos diversos circuitos de documentos e a gestão dos processos, fosse gradual interferindo o menos possível com as funcionalidades a que os utilizadores já estão habituados. Isto até porque, uma implementação global de um sistema deste género é impensável dada a envergadura e complexidades já referidas. Deveria ser, então, uma evolução na continuidade. O requisito mencionado foi confirmado por elementos de diversas companhias de seguros onde se tem vindo a acrescentar gradualmente funcionalidades próprias de sistemas de gestão de *fluxo de trabalho*.

A estratégia tem sido atacar de forma coordenada aspectos fundamentais para a operacionalidade de algumas dessas companhias. As soluções adoptadas têm renegado soluções particulares, e como tal, não inseridas no contexto do sistema idealizado.

Assim, dos diversos sub-projectos em andamento salientamos um que envolve a utilização do I2Sdoc para a gestão electrónica de toda a documentação de uma companhia de seguros e a utilização de todos estes documentos em alguns processos de negócio, como sejam o tratamento de sinistros e a introdução de novos contratos de seguro. Basicamente o objectivo é que se deixe de utilizar papel dentro da companhia.

Um outro sub-projecto está a ser desenvolvido na área da expedição dos diversos documentos produzidos por outra companhia de seguros. Neste caso pretende-se expedir de diversas formas (correio normal, impressão remota, etc.) os mais diversos documentos (apólices, actas, cartas, avisos, recibos, etc.) para as diferentes entidades (clientes, agentes, etc.). Além de alguma inteligência que este sistema deverá ter (por exemplo agrupar ou não diversos documentos para o mesmo destinatário), o fundamental é a existência de um sistema de controlo eficiente. Além de que alguns documentos enviados devem ainda ser arquivados no I2Sdoc.

Estes são apenas dois exemplos dos primeiros passos que estão a ser dados para a implementação gradual e 'silenciosa' do sistema de gestão de

processos ou *fluxo de trabalho* apresentado nesta dissertação. Os sub-projectos referidos estão a ser concebidos por forma a interligar com o núcleo central do sistema de gestão de processos através de uma 'ponte' que terá de ser desenvolvida entre os eventos das aplicações da I2S (GIS) e o sistema de mensagens concebido para a comunicação entre os recursos e o servidor (figura 6.4).

Referências e bibliografia

[Staffware97] Staffware Corporation - *The Business Case for Staffware in Insurance Companies*. Url: <http://www.staffware.com/whtpaper/buscase.htm>, 1997

[I2S97] I2S - Informática, Sistemas e Serviços, S.A. - *Glossário de Seguros*. Porto, 1997

[Seguros97] Via Internet Insurance Communications.
Url: <Http://www.seguros.com.br>. Brasil, 1997

[Actuarial 97] Actuarial – Consultadoria e Formação Lda.
Url: <Http://www.actuarial.pt>. Lisboa, Portugal, 1997

[Sousa94] Renato Borges de Sousa. *Seguros*. Lidel, Lisboa, 1994

[Sneyd96] Michael R. Sneyd - *Insurance*. Prentice Hall, Reino Unido, 1996

[Silva94] A. Fonseca e Silva - *Dicionário de Seguros*. Publicações Dom Quixote, Lisboa, 1994

[Lamelot 94] G. Lamelot, J. Leriche - *Assurance Vie*. Delmas, Paris, 1994

[ACORD96] ACORD: Agency-Company Organization for Research and Development - *Olife OLE for Life Insurance Implementor's Guide*.
Url: <Http://www.acord.com>. 1996

Anexo C

Gestão Electrónica de Documentos

Neste anexo apresenta-se o conceito de gestão electrónica de documentos. Este conceito é de extrema importância para a gestão dos processos de negócio nos serviços e, em particular, nas organizações que centram a sua actividade no tratamento de documentos, como é o caso da actividade seguradora. Neste tipo de organizações os processos centram-se no tratamento de documentos. Tentaremos também caracterizar, de forma geral, os sistemas de gestão electrónica de documentos.

C.1 Introdução

O termo “gestão electrónica de documentos” pode parecer um pouco vago. Se interpretado literalmente, trata-se da gestão electrónica de documentos de todos os tipos e formatos. Esta definição englobaria, no limite, a gestão da transferência electrónica de documentos não electrónicos (informações em vídeo...). Por outro lado, o termo “gestão de documentos electrónicos” abrange todas as formas de gestão de um documento, desde que este seja electrónico (a validade jurídica de um documento electrónico). Para as organizações, no âmbito das suas actividades, é necessário ter em conta os dois conceitos. O termo “gestão electrónica de documentos” costuma ser usado indiscriminadamente para as duas situações descritas acima.

Assim, durante esta apresentação usaremos apenas o termo “gestão electrónica de documentos” - GED.

Uma gestão adequada dos documentos de uma organização é algo de fundamental. Se repararmos, em diversas actividades e em particular nos serviços, os processos das organizações giram à volta dos mais diversos documentos: recibos, facturas, correio, *fax*, contratos, encomendas, especificações técnicas, etc. Esta característica faz-se notar fortemente nas actividades ditas de serviços cujo negócio se centra no tratamento adequado de documentos, como por exemplo a banca e os seguros. No contexto do trabalho efectuado nesta dissertação podemos observar este aspecto, relativamente à actividade seguradora, no anexo “A Actividade Seguradora”.

Desta forma é essencial uma apresentação da gestão electrónica de documentos e dos conceitos associados, globalmente, tendo em conta a referida ligação aos processos de negócio das organizações, e em particular, na aplicação prática do sistema desenvolvido nesta dissertação, à gestão dos processos de negócio da actividade seguradora.

C.2 Conceitos

“Um documento é o conjunto de um suporte de informação e da informação nele registada numa forma, em geral, permanente e legível pelo homem ou por uma máquina. Um documento consiste numa informação registada que pode ser tratada como uma unidade no âmbito de um processo de documentação, qualquer que seja a sua forma ou características físicas.” Estes são os termos usados pela ISO¹ quando se refere ao conceito de documento. Esta definição de documento não limita o seu suporte ao papel.

Este conceito lato de documento pode levar a uma certa indefinição para se identificarem, na prática, documentos. Sobre esta questão Bruno Bodin [Bodin 92] refere que quatro elementos são indispensáveis para que um objecto ou conjunto de dados sejam designados de documento:

- o objecto documento deve conter exclusivamente informações
- as informações (ou dados) devem ser estruturados, de maneira legível (um texto) ou perceptível (uma tabela), ao interlocutor, homem ou máquina
- o documento é uma unidade, em termos de conteúdo: diz-se ‘terminado’
- o documento é um objecto: acto comercial, acto jurídico, etc.

O mesmo autor acaba por concluir que um documento é “um conjunto coerente e finito de informações estruturadas e legíveis (ou perceptíveis), de utilidade definida, qualquer que seja o seu suporte”.

Sobre o ponto de vista da gestão electrónica de documentos interessa definir o termo documento electrónico. Sobre este conceito, a ISO define que um documento electrónico é “um documento existente sob a forma electrónica de maneira a ser acessível por instalações de tratamento de dados”. Nesse sentido, a definição de documento electrónico assenta apenas no seu modo de representação. Assim, um documento electrónico é “um conjunto coerente e finito de informações electrónicas, estruturadas e legíveis (ou perceptíveis), de utilização definida”.

¹ *International Standard Organisation*

Um documento electrónico pode ter diversas origens:

- o documento pode ter uma origem não digital; o documento sofreu então uma digitalização, possível através de diversas técnicas, à partir de outro suporte (papel, vídeo, som, etc.)
- o documento pode ter sido criado de origem sobre a forma digital (por exemplo, através de aplicações de tratamento de texto)

Seguindo esta lógica os documentos electrónicos enquadram-se essencialmente em duas categorias de representação:

- Documentos em “modo imagem”
Estes são representados, à semelhança de uma fotografia, por conjuntos elementares similares a pontos (da terminologia anglo-saxónica *pixels*) que agrupados representam a imagem do documento.
Os documentos em “modo de imagem” podem atingir uma elevada qualidade, mas usualmente ocupam bastante espaço de armazenamento e transmissão. Por essa razão desenvolveram-se e utilizam-se técnicas de compressão.
- Documentos em “modo texto”, em “modo vectorizado”, ou genericamente, codificados.
Neste caso para armazenamento e tratamento do documento não se utiliza uma “imagem” do mesmo, sendo este representado por uma codificação que permite a sua “materialização”. Um exemplo pode ser a codificação ASCII de caracteres ou os formatos usados pelos programas de desenho técnico (por exemplo CAD²) para armazenamento dos seus documentos (desenhos “vectorizados”).

Segundo Helms [Helms90], cerca de 95% de toda a informação usada nas empresas não está codificada, ou seja, apenas 5% da informação das empresas está registada em formato electrónico. Daí que, se um sistema de gestão electrónica de documentos conseguir um aumento da documentação em formato electrónico para um valor por volta dos 50% é um passo enorme a nível de mais valia para o funcionamento e gestão das empresas.

Para o mesmo autor, os objectivos dos sistema de gestão de documentos podem ser resumidos em três R: repositório, retenção e referência.

Todos os negócios têm repositórios de documentos que são mantidos durante um período de tempo e depois retirados do arquivo activo. Estes documentos são depois arquivados, durante um período de retenção legal. Antes do final da vida os documentos podem ser usados ou referenciados pelos

² Computer Aided Design

profissionais. Assim, numa seguradora, podemos ter a necessidade de consultar correspondência recebida relativa a um pedido de indemnização (sinistro) sobre uma apólice de seguro. Na altura da sua recepção a correspondência (documento) é normalmente enviada para um departamento de processamento da seguradora. Durante o processamento deste pedido de indemnização pode ter havido a necessidade de aceder a outros documentos históricos existentes num arquivo central ou repositório. No final do processamento é natural que se tenha criado uma pasta para arquivo do referido processo. Quando um cliente questiona a companhia sobre o estado de um processo de sinistro, o profissional da companhia que atende o cliente poderá requisitar a pasta para análise de forma a poder responder as questões do cliente.

Um sistema operacional para gestão de documentos é necessário em contextos com as seguintes características:

- grande volume de documentos a processar
- grande intensidade de uso de papel
- necessidade de acesso a documentos para completar tarefas
- a gestão do fluxo dos documentos é crítica para o sucesso do negócio

Podemos observar, na figura C.1, um esquema bastante genérico de funcionamento e partes principais de um sistema de gestão electrónica de documentos.

Uma organização internacional que tem vindo a promover alguns standards nesta área é a AIIM: Association for Information & Image Management [AIIM97]. Para esta organização o termo "Gestão de Documentos" é utilizado de tantas formas que a confusão reina quando é necessário descrever o seu verdadeiro significado. Será então uma tecnologia que é utilizada para gerir os repositórios de documentos distribuídos entre diversas organizações? Será um conjunto de tecnologias que permitem que as organizações disseminem informação a recursos internos, clientes e fornecedores? Será um conjunto de tecnologias como o tratamento de formulários electrónicos que as organizações tratem determinados processos de forma conveniente? Ou será um conjunto de situações de gestão não técnicas que as organizações necessitam de encarar para solucionar as suas necessidades organizacionais?

Segundo a AIIM a resposta é afirmativa para todas as questões anteriores. No limite, a gestão de documentos terá que ver com todos os aspectos ligados aos documentos.

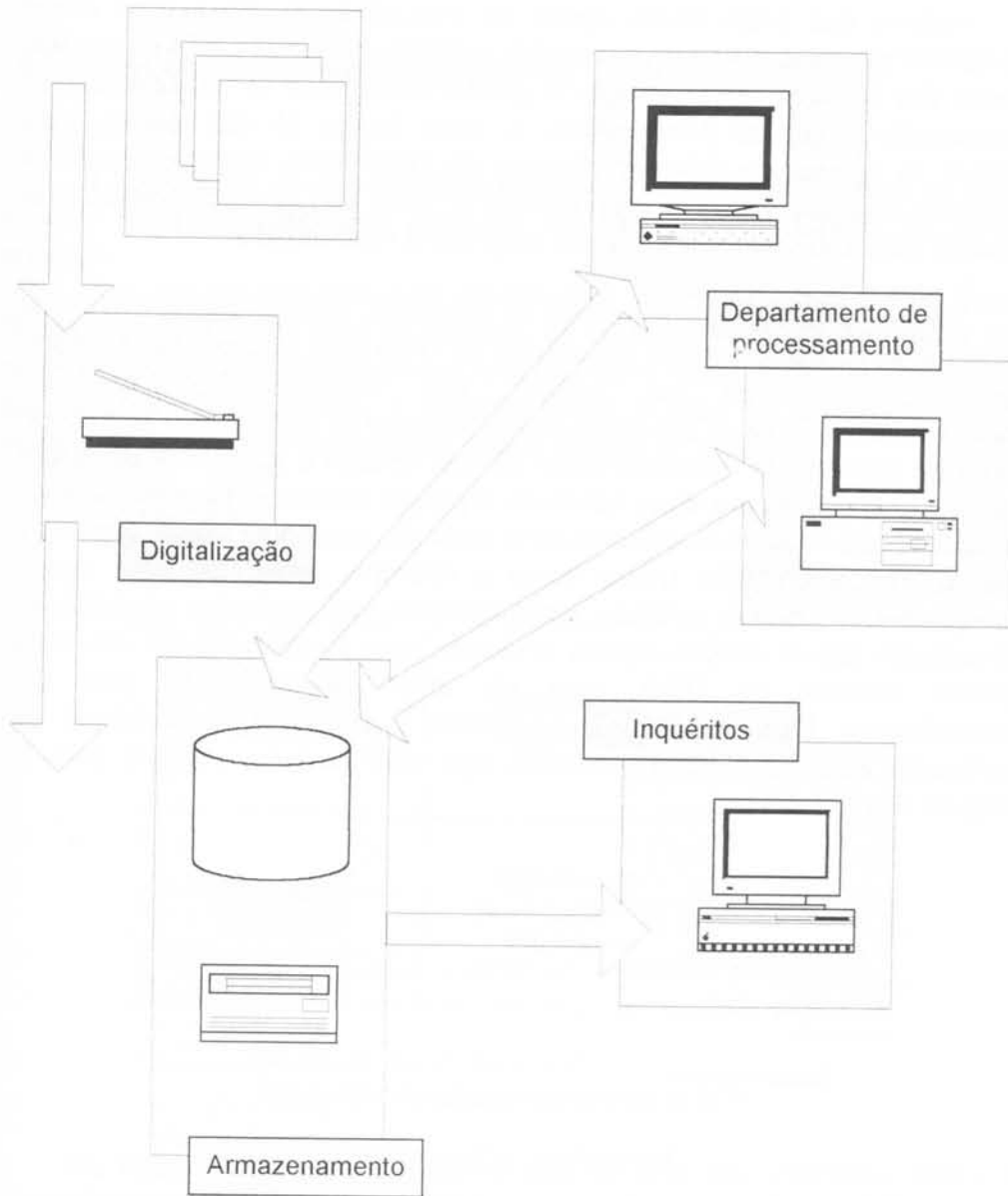


Figura C.1 – Um sistema de gestão eletrônica de documentos

C.3 História

Embora o termo GED tenha aparecido recentemente, o facto é que a maior parte dos conceitos que foram abordados anteriormente já existiam antes do aparecimento dos chamados sistemas de gestão eletrônica de documentos.

Uma das primeiras utilizações de imagens digitais foi no sistema Bartlane de transmissão de imagens por cabo, introduzido no início da década de 20. Este sistema ligava Londres a Nova Iorque e conseguia transmitir uma fotografia de um jornal com cinco níveis de cinzento em três horas.

Note-se que nessa altura, apesar da velocidade, já existiam os meios necessários para algum tipo de tratamento e gestão electrónica de documentos. Apesar das técnicas serem antigas a gestão electrónica de documentos só recentemente é que se democratizou e, desta forma, só nos tempos mais recentes se começou a falar de sistemas de GED. Não obstante, existiram entretanto algumas soluções proprietárias, a nível dos grandes construtores mundiais destinadas também a grandes empresas a nível mundial.

Só com o aparecimento recente de evoluções, principalmente a nível de *hardware*, se tornaram viáveis os sistemas de GED para as pequenas e médias empresas, como para uso pessoal. Tais evoluções têm que ver fundamentalmente com os aparelhos de digitalização de documentos (*scanners*) e com os sistemas de armazenamento (discos ópticos e *jukeboxes* de discos ópticos). O aparecimento deste *hardware* a preços acessíveis acompanhado da evolução recente a nível do computadores pessoais, monitores, placas gráficas e sistemas de comunicação (redes locais e *internet*) permitiram uma rápida evolução destes sistemas, surgindo, continuamente, várias soluções no mercado. Ultimamente tem-se notado alguma tendência para a especialização das mais recentes soluções de GED, quer em áreas de actividade quer em funcionalidades. Esta característica, associada à aplicação de standards de interligação entre as diversas soluções tem sido bastante positiva para o utilizador final.

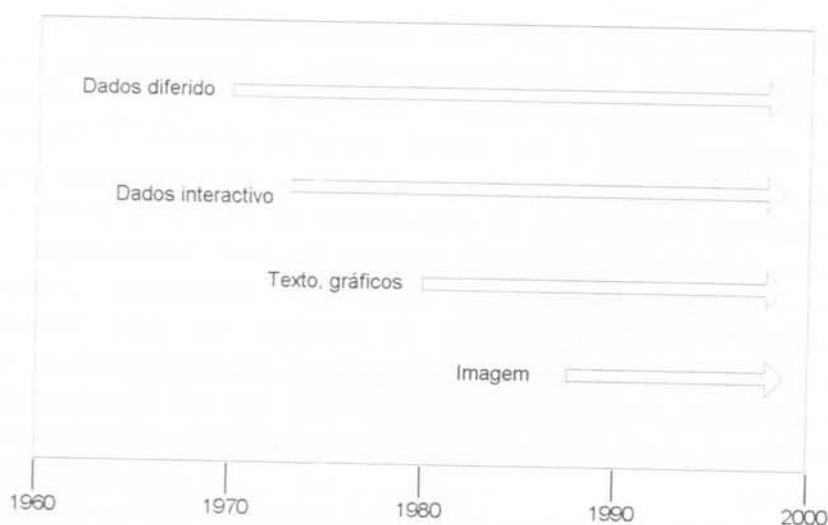


Figura C.2 – Evolução no processamento da informação
Fonte: IBM Systems Journal [IBM90]

C.4 Classificação das aplicações de GED

À semelhança do que acontece em muitas actividades, também na GED existem várias classificações possíveis dos sistemas em função de vários critérios.

Uma das classificações mais interessantes que encontramos é a de Bodin [Bodin'92]. Este autor situa os sistemas de GED ao longo de dois eixos: um mede o grau de previsibilidade dos critérios pelos quais os documentos serão classificados e pesquisados; o segundo mede o grau de previsibilidade do volume de documentos de interesse para o sistema em questão.

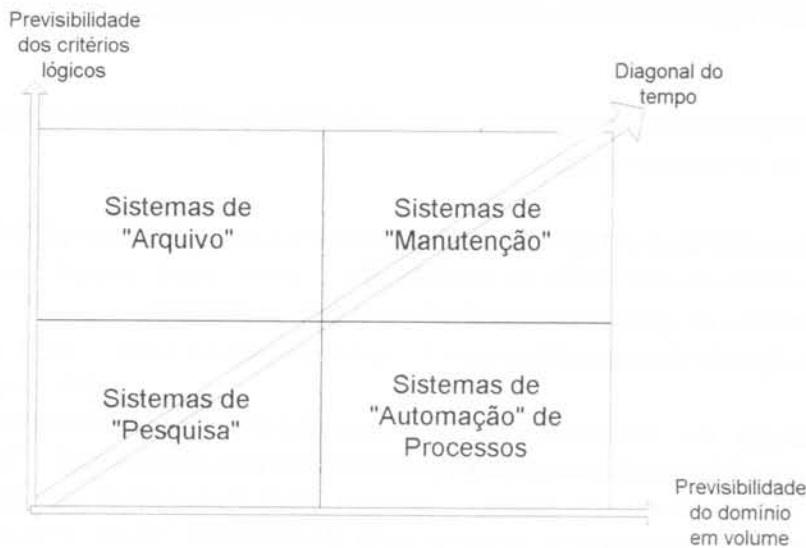


Figura C.3 – Classificação dos sistemas de GED

Na figura C.3 podemos observar que no eixo das ordenadas temos a “previsibilidade dos critérios lógicos” e nas abcissas a “previsibilidade do domínio em volume”. No eixo das ordenadas temos a previsibilidade dos critérios de indexação ou pesquisa dos documentos. Neste caso, numa aplicação de arquivo de documentos é usual a catalogação de documentos segundo critérios mais ou menos fixos, como por exemplo, número do documento, data de entrada, nome da pessoa a que diz respeito, etc. Nestes casos os critérios são à partida conhecidos. Nas aplicações de pesquisa este tipo de situação já não se aplica. De facto, nestas situações o que é usual é a pesquisa segundo critérios aleatórios, como por exemplo, a pesquisa de todos os documentos que façam referência à Expo98.

No eixo das abcissas encontramos a previsibilidade do volume de documentos dos sistemas. Neste critério as aplicações do género de automação de tarefas ou procedimentos sobre documentos têm uma grande taxa de probabilidade uma vez que usualmente são conhecidos os tipos de documentos que tratam e a sua taxa de ‘consumo’.

Finalmente, a diagonal do tempo representa a importância do tempo de resposta que deve estar inerente aos diversos tipos de sistemas de GED. Esta questão também é bastante importante já que, por exemplo, o tempo de resposta desejado de uma pesquisa 'livre' ao arquivo de documentos é bastante diferente do tempo para responder a uma alteração a um documento a pedido de um cliente.

Outros tipos de classificação poderiam ser apresentados. A nosso ver este é bastante interessante já que além dos diversos pontos focados ainda apresenta as quatro grande categorias de aplicações de GED (segundo a sua funcionalidade) nas quatro zonas da figura C.3.

C.5 Constituição de um sistema GED

Os componentes principais e mais comuns de um sistema de gestão electrónica de documentos são:

- Repositório ou arquivo
- Sistema de indexação ou catalogação
- Sistema de gestão de expediente ou *fluxo de trabalho*
- Aplicação de utilização

A função do repositório é o armazenamento de documentos. Os documentos podem ser armazenados em vários tipos de dispositivos. É usual a existência de três níveis de arquivo: arquivo para documentos em trabalho (usualmente disco magnético); arquivo para documentos 'vivos' (usualmente discos ópticos em *jukeboxes*); arquivo 'morto' (usualmente em discos ópticos fora das *jukeboxes* e que requerem um operador para os colocar acessíveis ao sistema).

Enquanto que o repositório é o local onde os documentos são armazenados, a indexação e catalogação são as partes do sistema que se encarregam de manter a estrutura de armazenamento e acesso aos documentos. Diversos aspectos devem ser abordados por esta parte do sistema como por exemplo:

- Tipo de informação necessária à indexação dos documentos
- Associação de direitos de acesso e manipulação aos documentos
- Possibilidade de múltipla catalogação de um documento sem que implique a criação de cópias do documento no repositório
- Possibilidade do sistema de indexação suportar múltiplos repositórios

O sistema de gestão de expediente ou *fluxo de trabalho* é responsável pela gestão dos processos de manipulação dos documentos. Isto implica que

este deve fazer chegar os documentos aos seus destinatários para poderem ser devidamente tratados. Em paralelo com esta função, a gestão de expediente deve manter, no âmbito destes tratamentos, o estado de cada documento. É vantajosa também a implementação de um registo sobre todas as manipulações dos documentos, assim como uma gestão adequada das suas versões.

Relativamente à parte do sistema que implementa o *interface* com o utilizador, esta pode ser basicamente de dois tipos: ou uma aplicação (ou aplicações) que permite que o utilizador aceda às diversas funcionalidades do sistema segundo o seu perfil ou um conjunto de APIs³ que permite o fácil desenvolvimento de aplicações para utilização do sistema GED. Cada vez mais o que acontece é os sistemas implementarem as duas opções, tanto mais que a existências de APIs ou equivalente permite uma mais fácil evolução dos sistemas por implementação de funcionalidades inexistentes de base.

Referências e bibliografia

[Bodin⁹²] Bruno Bodin, Jean-Paul Roux-Fouillet - *La Gestion Électronique de Documents*. Dunod, Paris, 1992.

[IBM90] IBM - *IBM Systems Journal*. Volume 29, Number 3, pp. 301-490. IBM, EUA, 1990

[Xephon93] Xephon plc - *Xephon Consultancy Report: Image Systems for IBM Users*. Xephon, Inglaterra, 1993

[Helms90] R. M. Helms - *Introduction to image technology*. IBM Systems Journal. Volume 29, Number 3, pp. 313-332. IBM, EUA, 1990

[AIIM97] Association for Information & Image Management International. Url: <http://www.aiim.org>. Silver Spring, Maryland, EUA, 1997

³ *Application Programming Interface*

Anexo D

I2Sdoc

Neste anexo apresentaremos o I2Sdoc: um sistema de gestão electrónica de documentos. Veremos como o sistema foi desenvolvido no sentido de resolver vários problemas encontrados nos escritórios das empresas, em particular, na área da actividade seguradora. Teremos, também, oportunidade de verificar como um sistema com estas características é essencial para a automatização e gestão dos diversos processos de negócio de uma actividade que envolva grande tratamento de documentos, como é o caso da actividade seguradora.

D.1 Introdução

O I2Sdoc é um sistema de gestão electrónica de documentos desenvolvido pela I2S para dar resposta a necessidades surgidas no início da década de 90 relativamente ao armazenamento, consulta e tratamento de documentos, em especial na actividade seguradora.

De entre os problemas que se tentaram resolver, salientam-se os seguintes:

- armazenamento de documentos – os arquivos devem ser posicionados em locais acessíveis ocupando espaço nobre (custos de armazenamento). Apesar desta localização próxima dos utilizadores é necessário criar pequenos arquivos com cópias dos documentos originais espalhados pelos diferentes locais de trabalho para eliminar os tempos de ir ao arquivo principal (custos de cópias).
- conservação dos documentos – os documentos deterioram-se com o tempo e com a sua manipulação. Há lugar a extravios e perdas definitivas de documentos.
- localização dos documentos – os arquivos estão geralmente organizados por um único índice não possibilitando uma pesquisa fácil e eficaz.
- controlo – deverá existir um mecanismo que informe quem está a utilizar um documento se ele não se encontrar no arquivo.
- segurança – deverá existir um mecanismo que impeça a consulta de documentos a pessoas não autorizadas.
- expediente – o controlo e acompanhamento de expedientes é difícil pois os documentos têm de circular de pessoa para pessoa.

No final dos anos 80 início dos anos 90, desenvolvimentos, em especial a nível do *hardware*, tornaram possível que se pensassem em soluções informáticas para os problemas enunciados. O aparecimento de aparelhos de digitalização de documentos com características adequadas (fiabilidade, qualidade, robustez e acessibilidade), designados vulgarmente de *scanners*, assim como desenvolvimentos a nível do suporte de armazenamento magneto-óptico foram essenciais na constituição dessas soluções.

Nessa altura, e após um estudo efectuado a diversas soluções que começavam a aparecer, a I2S decidiu desenvolver de base um sistema para gestão electrónica de documentos. Esta aproximação permitiria um acompanhamento atempado das evoluções tecnológicas e uma abertura total para adaptações à realidade local e particularidades do negócio. Assim surgiu o I2Sdoc.

Tal como já se referiu o objectivo principal foi o de resolver os problemas surgidos, neste âmbito, na actividade seguradora. Assim, a concepção base da solução tinha as características indicadas para resolver os problemas de arquivo das companhias de seguros bem como as necessidades de tratamento de expediente dos mediadores (sem grande necessidade de interligação com as aplicações de gestão de negócio). Por essa razão as características de *fluxo de trabalho* introduzidas inicialmente no sistema eram suficientes.

Hoje em dia, existe a necessidade de interligar todos os intervenientes da actividade seguradora, implementando uma gestão adequada dos processos de negócio, que não se limitam a uma só entidade. Nesse sentido, e no âmbito da actividade seguradora, esta dissertação tem por objectivo a constituição de um sistema que coordene todos os outros: o sistema de gestão da actividade seguradora de uma companhia GIS, o sistema de arquivo electrónico de documentos I2Sdoc, as aplicações de *frontoffice* dos canais de comercialização (GIS), as aplicações de gestão da actividade dos mediadores e corretores (GIS), aplicações de expedição de documentos (GIS), etc.

D.2 Constituição do sistema

O I2Sdoc é um sistema que tem, sobre o ponto de vista da sua utilização, duas aplicações: uma que serve os utilizadores comuns e outra que serve o administrador do sistema. Veremos mais adiante neste anexo que outras aplicações foram e estão em desenvolvimento, nomeadamente aplicações para criação de inquéritos elaborados, novas aplicações de consulta, etc.

Na figura seguinte podemos observar uma configuração possível para uma instalação do I2Sdoc.



Figura D.1 – Configuração usual do I2Sdoc

Nesta figura podemos observar a existência de um servidor onde residirá toda a informação de configuração do sistema e indexação dos documentos. Em termos de armazenamento dos documentos o sistema implementa o conceito de dispositivo. Numa instalação podem-se ter vários dispositivos de diversos tipos: *drives* magneto-ópticos, *jukeboxes* de discos magneto-ópticos, discos magnéticos, etc. A este nível podem-se ter, por exemplo, os documentos mais trabalhados em disco magnético, os documentos menos acedidos numa *jukebox* de discos ópticos e os documentos com carácter ‘morto’ em discos ópticos fora da *jukebox*. Esta característica é possível já que o sistema guarda informação sobre o local de armazenamento dos documentos, indicando ao utilizador que o documento se encontra inacessível se for caso disso (indicando nessa situação em que disco é que ele se encontra, bastando que o utilizador coloque o disco na *jukebox* para que o documento fique disponível).

Existem dois tipos principais de postos de utilização:

- postos de digitalização
- postos de consulta

Os primeiros têm a particularidade de, normalmente, estarem ligados a hardware especial para digitalização de documentos. Além disso, são basicamente semelhantes aos postos normais de consulta. Estes postos, além da consulta dos documentos, permitem outro tipo de operações, como por exemplo:

- catalogação de documentos
- criação de anotações em documentos
- impressão
- criação e tratamento de expediente

O posto de administração serve, tal como o próprio nome indica, para configurar e administrar todo o sistema, desde o tipo de imagens a usar na digitalização até à atribuição de direitos aos utilizadores.

D.3 Utilização do sistema

Na figura seguinte podemos observar a janela principal da aplicação existente nos postos de consulta e digitalização.

Arquivos	Pastas	Tipos	Índices	Dossiers
CLIENTES	I2S. INFORMÁTICA SIS	SEGURO	NUMERO DA APOLICE	90/031565
ALBERTO	ALEXANDRE BRAGANÇA	CORRESPONDENCIA	DATA DE CRIAÇÃO DO D	10/000583
ANIBAL OLIVEIRA	ANIBAL OLIVEIRA	SEGURO	DATA DE INICIO/ALTERA	17/009143
BARBARA	ASASA		NUMERO DA APOLICE	17/009144
CLIENTES	CARLOS AZEVEDO		OBJECTO SEGURO	17/020016
CORRESPONDENCIA SE	EDUARDO NOGUEIRA			17/020017
FERREIRA	JOAQUIM FERREIRA			17/020018
JOÃO	LUIS GERALDES			17/032870
OBJECTOS EXTERNOS	MARIA GRAÇA E COSTA			19/000662
PROPOSTAS PENDENTE	SILVIO PINHEIRO			90/000081
SINISTROS				90/003648
				90/013745
				90/015076
				90/019646
				90/031565
				90/031567
				90/031568
				90/031569

Barra de controlo: Criar Destruir Catalogar Consultar +Dossier

Figura D.2 – Janela principal dos postos de consulta

Podemos observar na figura o conteúdo dos arquivos aos quais o utilizador tem acesso. A barra que aparece na parte inferior da janela contém as opções mais usuais que se podem efectuar sobre os elementos seleccionados.

Podemos observar também a existência do conceito de tipo de *dossier* (documento). Este conceito permite a criação de classes de documentos com atributos próprios. No exemplo da figura D.2 o tipo de documento seguro tem os atributos de indexação: data de criação do documento, data de início/alteração, número da apólice e objecto seguro. Outra classe de documentos poderia ter atributos completamente diferentes. Mais à frente, quando apresentarmos a parte relativa à configuração e administração do sistema teremos oportunidade de verificar como se definem as referidas classes.

Na figura D.3 apresenta-se um exemplo de uma janela correspondente à opção de consulta da janela principal. Uma das características a salientar nesta

janela é a presença da informação relativa ao local de arquivo das páginas do documento. Esta informação permite resolver a questão levantada na secção D.2 relativa à possibilidade de um determinado documento se encontrar num disco óptico que num determinado momento não se encontra na *jukebox*. Com esta informação o utilizador pode introduzir o disco em falta e assim consultar mesmo aqueles documentos que estão fora do sistema.

Páginas do Dossier

Número de páginas do Dossier: 5

Número da página: 2 Número de componentes: 1

Título da página: ACTA Nº 1 (PAG 1/2)

Componente

Componente número: 1

Tipo de Objecto: FOLHA A4 MÃ QUALIDADE I

Local de arquivo: I2SDOC\I2S00.DOC\D00

Consulta: Possivel

Navigation icons: Home, Previous, Refresh, Next, End, Print, Check, Close

Figura D.3 – Janela de consulta de um documento

A figura D.4 é um exemplo da janela de consulta de uma página de um documento. Se uma das páginas do documento em questão não for do formato imagem então o I2Sdoc visualiza essas páginas através da utilização da aplicação que estiver registada no sistema para manipulação do referido formato.

A figura D.5 mostra a janela base correspondente à opção de digitalização de páginas (criação). Esta opção permite a digitalização de várias páginas de uma vez, mesmo sendo de diferentes formatos ou dimensões.

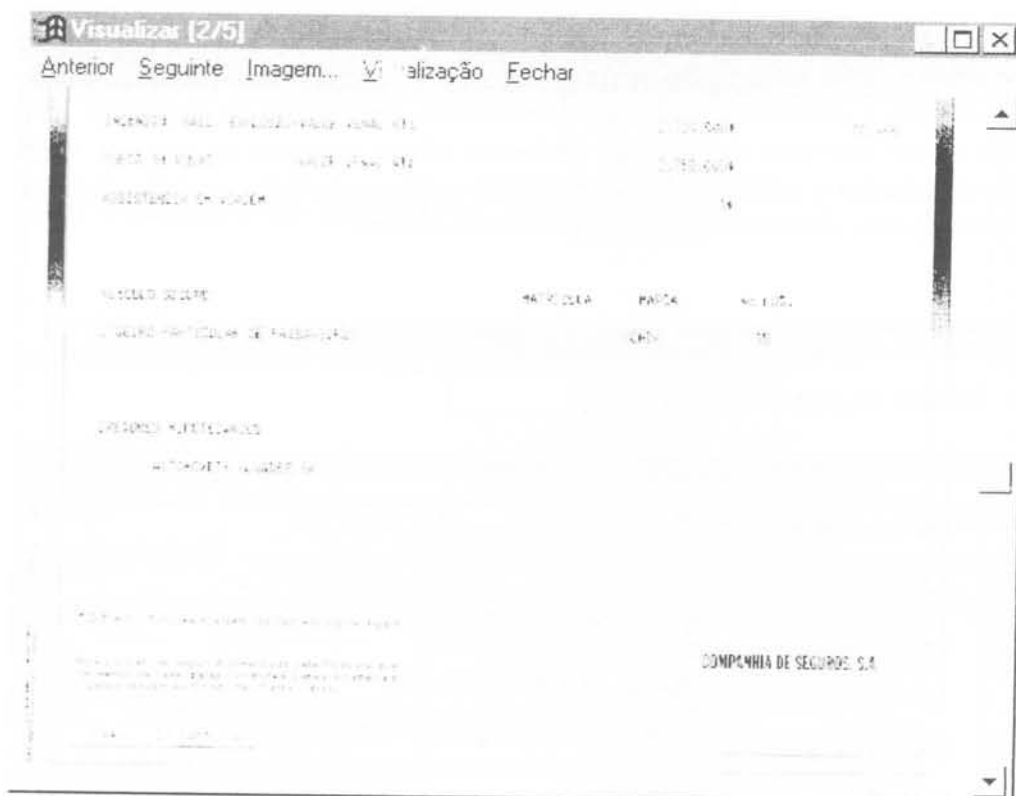


Figura D.4 – Janela de visualização de uma página de um documento

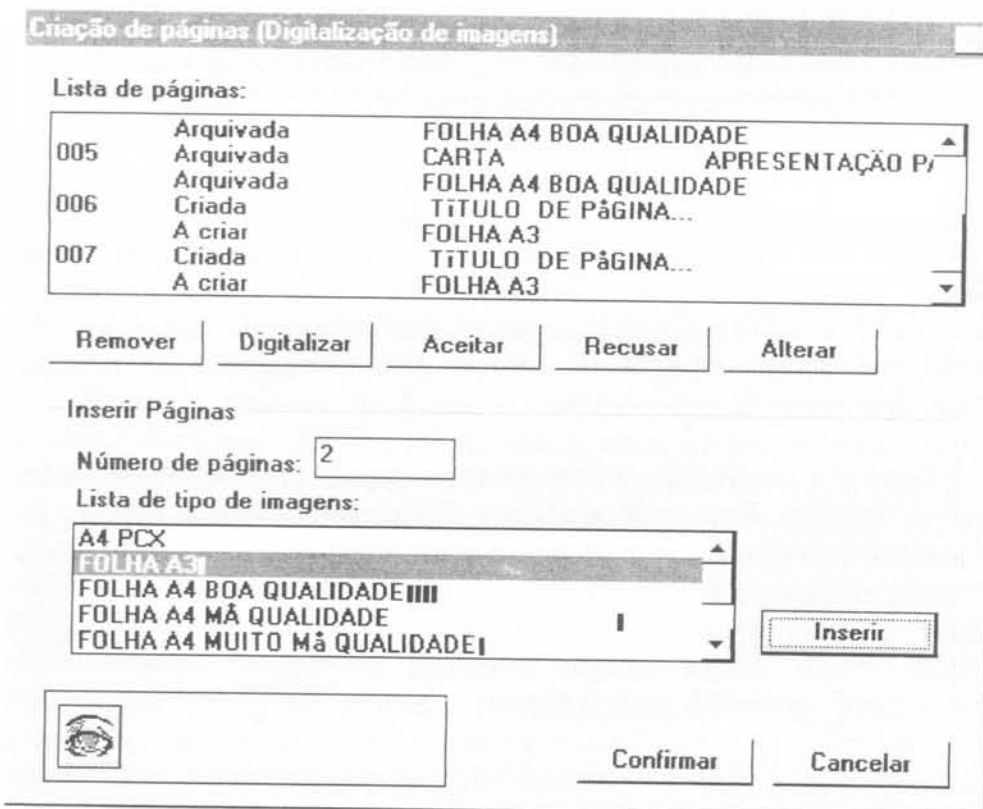


Figura D.5 – Janela de digitalização de páginas

D.3.1 Expediente

Já foi referido que o I2Sdoc tem implementado de base características de gestão de expediente. Como iremos observar, em termos de gestão de expediente, o sistema enquadra-se na categoria correspondente àqueles sistemas que se suportam numa base de dados ao invés de um sistema de mensagens. Como é natural este também está bastante centrado no conceito de documento como objecto de tratamento através de processos.

Assim, a criação de um novo expediente consiste na selecção dos documentos que se desejam tratar pelo expediente.

De seguida especifica-se, entre outras coisas, qual é o percurso, ou processo, que o expediente vai utilizar. Estes aspectos podem ser observados na figura D.6.

The image shows a dialog box titled "Criar Expediente". It has the following fields and controls:

- Expediente:** A text input field containing "EXPEDIENTE DE TESTE".
- Percurso:** A dropdown menu with "TRATAR PROPOSTA" selected.
- Data actual:** A text input field containing "1997-09-03".
- Data de finalização:** A text input field containing "1997-09-12".
- Buttons:** Two buttons at the bottom: "Confirmar" and "Cancelar".

Figura D.6 – Janela de criação de expediente

Após a criação do expediente, este aparece automaticamente na lista de expedientes a tratar pelos utilizadores afectos à primeira tarefa do processo.

Na figura D.7 vemos a janela de tratamento de expedientes de um utilizador. Uma das listas da janela representa todos os expedientes pendentes que o utilizador tem. Para o expediente seleccionado para tratamento pelo utilizador, o sistema apresenta no tipo da janela qual o processo utilizado pelo expediente assim como uma descrição da tarefa que o utilizador deve efectuar neste momento. Relativamente à tarefa que o utilizador deve executar, este dispõe de uma lista (a segunda) onde tem acesso aos pareceres (ou acções) que este pode efectuar no âmbito da tarefa. Estes pareceres, uma vez dados, serão usados pelo sistema para determinar qual a próxima etapa do processo a ser despoletada. O utilizador tem também acesso a todos os pareceres que já foram efectuados no âmbito do expediente em etapas anteriores.

Ainda relativamente ao expediente seleccionado o utilizador tem acesso, na parte direita da janela, aos documentos que foram 'lançados' com o expediente aquando da sua criação. Estes documentos acompanham o expediente durante todo o processo, passando pelos diversos utilizadores

afectados a etapas do mesmo. Sobre estes documentos, os utilizadores podem efectuar anotações ou outro tipo de alterações. Note-se que, embora estes documentos tenham sido seleccionados de documentos arquivados, na criação do expediente são criadas cópias destes. Só no final do expediente é que as alterações que eventualmente tiverem sido efectuadas se vão reflectir nos documentos origem.

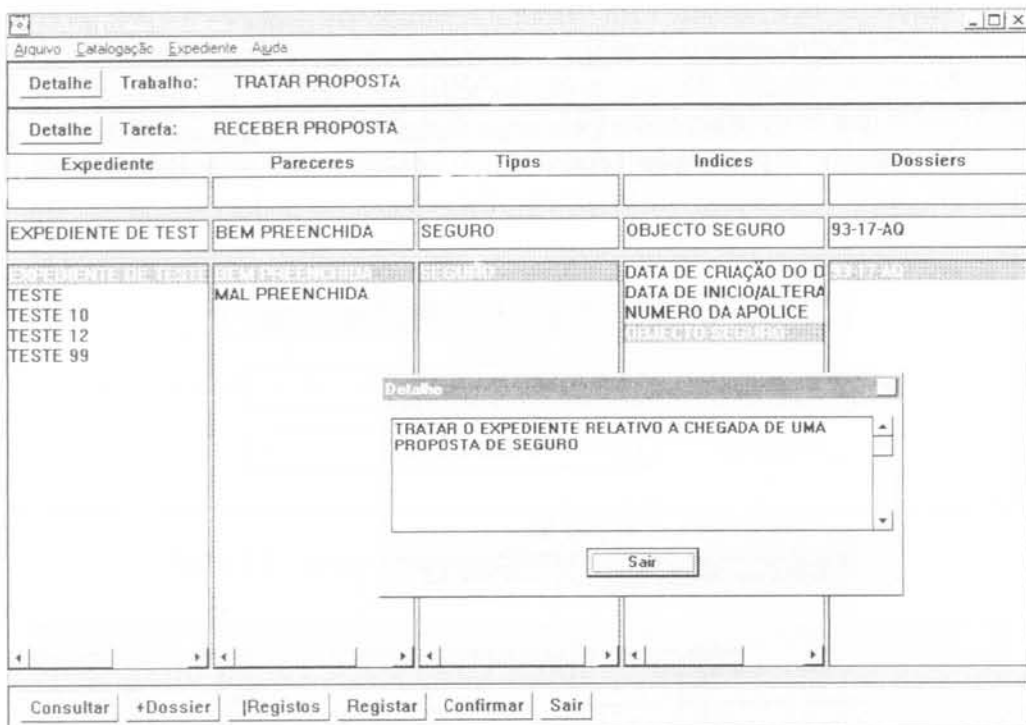


Figura D.7 – Janela de tratamento de expediente

D.4 Configuração e administração do sistema

Sem entrar em grandes detalhes, iremos apenas apresentar algumas características relativas à configuração do sistema, em particular no que respeita à gestão de expediente.

Na figura D.8 podemos observar a janela principal da aplicação de administração do sistema. Através dos menus desta janela o utilizador tem acesso às diversas opções de configuração e administração do sistema.

Na configuração das classes ou tipos de documentos, referidas anteriormente, o utilizador pode definir os diversos atributos que deseja. Na figura D.9 está representada a janela que permite a definição desses atributos. O caso apresentado é relativo à definição do tipo de documento seguro. Alguns

dos seus atributos podem ser utilizados em pesquisas a documentos (os que aparecem com a marca *idx*).



Figura D.8 – Janela principal de administração do sistema

Diversos tipos de dados são possíveis para os atributos, desde simples tipos numéricos até tipos livres (memo), passando por tipos de dados cujos valores possíveis estão definidos em listas (selecção). Alguns atributos podem ser usados em pesquisas a documentos enquanto que outros podem servir apenas para conter informação de consulta.



Figura D.9 – Janela de definição de tipos de documentos

A figura seguinte é mais um exemplo do grau de configuração permitido pelo sistema. Nesta figura está representada a janela que permite a configuração dos diversos tipos de imagem a utilizar pelo sistema.

Tipos de Imagem [X]

Designação :
FOLHA A4 MUITO MÁ QUALIDADE

Tipo Imagem : DPIs :
Formato TIFF 300 DPIs

Formato Compressão : X1 : Y1 :
CCITT Grupo 4 0. 0.

Dimensão papel : X2 : Y2 :
Folhas A4 20.8 29.7

Confirmar Cancelar

Figura D.10 – Janela de definição de tipos de imagens

D.4.1 Configuração dos percursos

Vimos atrás como as características de gestão de expediente do sistema sob o ponto de vista da utilização.

Percursos [X]

Designação :
TRATAR PROPOSTA Mais...

Nós : Utilizadores/Nó : Acções/Utilizador/Nó :

RECEBER PROPOSTA JOAO BEM PREENCHIDA
ENVIO DE PRODUÇÃO AS PROPOSTAS EM EMISSÃO
PROPOSTA MAL PREENCHIDA MAL PREENCHIDA

+ - V D E + - + -

Confirmar Cancelar

Figura D.11 – Janela de definição de percursos

Nesta secção vamos observar, de forma muito resumida, a configuração dos processos ou dos percursos (termo usado na aplicação).

Na figura D.11 podemos observar a janela de especificação de um percurso.

Um percurso é constituído por uma sequência de nós ou etapas. Em cada nó podem participar um ou mais utilizadores do I2Sdoc necessários à execução da tarefa inerente ao nó. Cada utilizador, no âmbito da tarefa que efectua, pode efectuar ou registar determinados pareceres ou acções.

O fluxo de um percurso, caso não seja especificado nada em contrário, é o da ordem dos seus nós. Para se especificarem ordens diferentes na sequência dos nós pode-se usar o programa associado a cada nó. Na figura D.12 podemos observar o programa associado a um nó que altera o código do próximo nó a executar em função das acções que o utilizador efectue durante a tarefa desse nó.

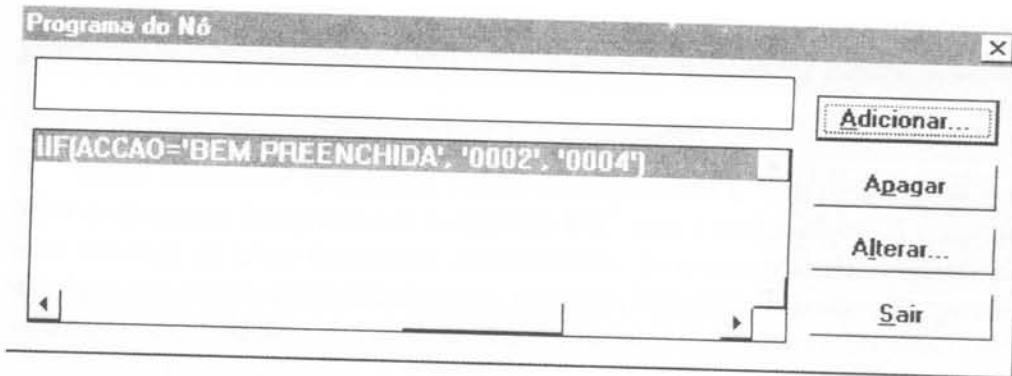


Figura D.12 – Janela de definição do programa associado a uma etapa do percurso

D.5 Conclusões

Da resumida apresentação do I2Sdoc podemos concluir, relativamente às suas características de gestão de expediente, que este é adequado para expedientes baseados em documentos digitalizados e necessitando de pouca interligação com outras aplicações ou recursos, como é o caso da actividade mediadora em Portugal, com grande volume de documentos e necessidades de gestão de expediente internos relativamente simples.

Para a actividade seguradora no geral, existem outras necessidades que envolvem, por exemplo:

- processos que extravassam o âmbito de uma só entidade
- necessidade de interligar diversas aplicações e recursos

Nesse sentido, é necessário um sistema com as características do desenvolvido nesta dissertação, que em princípio vai interligar com o sistema descrito neste anexo, de forma a tornar acessível aos diversos intervenientes nos processos de negócio os documentos inexistentes nos sistemas informáticos (que na actividade seguradora são a grande parte deles).

No âmbito destas alterações, o I2Sdoc está também a evoluir gradualmente para um arquitectura cliente-servidor com integração de funcionalidades desejadas como mecanismos que facilitem a sua integração com outras aplicações (API¹ para desenvolvimento, interligações DDE² e OLE³).

Referências e bibliografia

[I2S95a] I2S - Informática sistemas e serviços, S.A. - *Manual do utilizador do I2Sdoc*. Porto, 1995

[I2S95b] I2S - Informática sistemas e serviços, S.A. - *Manual do administrador do I2Sdoc*. Porto, 1995

¹ *Application Programming Interface*

² *Dynamic Data Interchange*

³ *Object Linking and Embedding*

Anexo E

O Projecto Xcam

Neste anexo faremos a apresentação dos aspectos principais do projecto Xcam. Enquadraremos o trabalho desenvolvido nesta dissertação no referido projecto. Este projecto constitui a aplicação prática do sistema desenvolvido à indústria.

E.1 Introdução

Xcam (Extended Computer Aided Management) é a designação de um projecto de gestão integrada que a empresa DIC está a desenvolver. O projecto Xcam abrange as áreas financeira, contabilística, de concepção de produto, de qualidade, de *stocks*, aprovisionamento, recursos humanos, manutenção, gestão estratégica e produção. A parte de gestão da produção deste projecto será desenvolvida pelo centro de CIM do ISEP.

Este projecto tem sido desenvolvido em paralelo pelas duas entidades. Basicamente o ISEP tem a seu cargo tudo o que diz respeito à gestão da produção, enquanto que a DIC desenvolve as partes restantes. Apesar desta divisão de responsabilidades, este projecto tem sido acompanhado pelas duas partes através de reuniões periódicas.

Os objectivos a atingir pela área de gestão e controlo da produção são:

- cobrir os três tipos de produção principais: produção contínua, discreta e mista
- para cada um dos tipos de produção, assegurar que o planeamento pode ser obtido a partir das encomendas de clientes e das previsões de vendas e do planeamento da empresa (que se traduz no plano de produção)
- ser flexível e adaptar-se a cada situação particular que possa surgir

E.2 Descrição geral

A figura E.1 representa o diagrama de blocos dos elementos principais do módulo de gestão da produção do sistema Xcam. Nele podemos observar a parte correspondente ao planeamento operacional. O planeamento operacional é o núcleo de todo o módulo de gestão da produção. O sistema de gestão operacional de processos desenvolvido nesta dissertação será a base do planeamento operacional do Xcam.

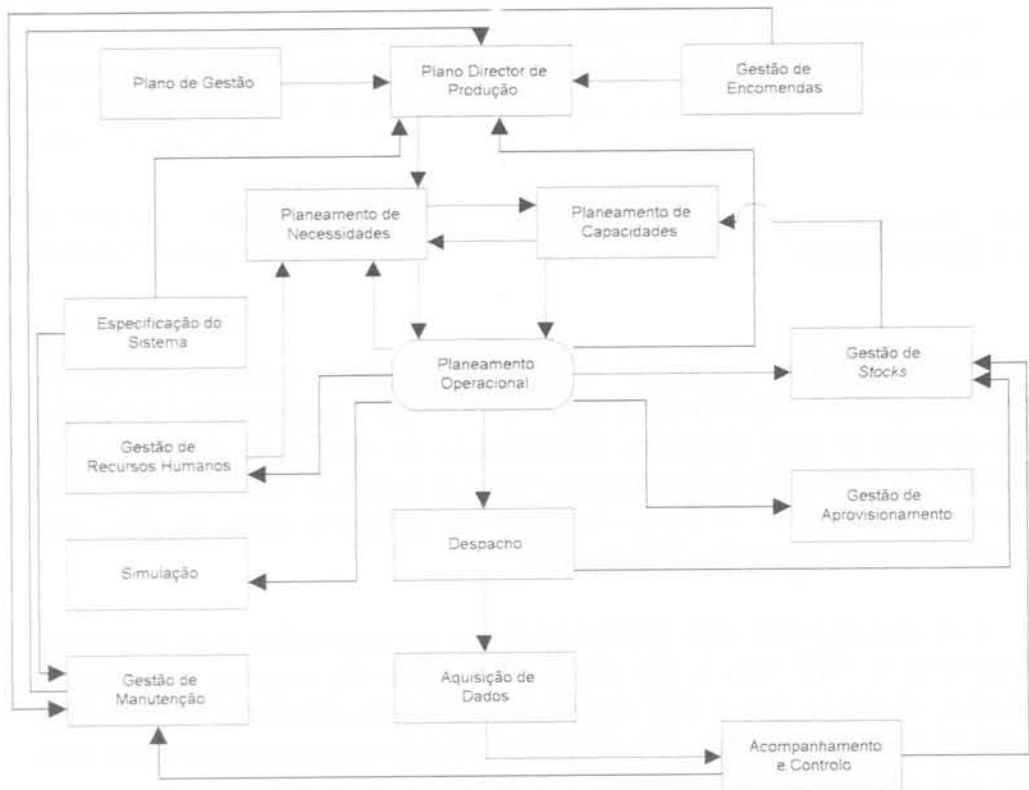


Figura E.1 – Diagrama de blocos do módulo de gestão da produção do Xcam

Note-se que o sistema concebido neste dissertação, engloba teoricamente não só o módulo de planeamento operacional como também o de acompanhamento e controlo. Como já foi referido anteriormente é nossa convicção que ele também pode ser uma óptima ferramenta de simulação. Neste caso faria também parte do bloco correspondente à simulação.

Um detalhe pormenorizado do módulo de gestão da produção do Xcam sai fora do âmbito desta dissertação.

Esta breve apresentação do Xcam serve apenas para enquadrar esta dissertação na sua aplicação ao sector industrial.

Anexo F

Aspectos Técnicos do Sistema Desenvolvido

Neste anexo apresentaremos aspectos técnicos relacionados com o desenvolvimento do trabalho prático desta dissertação. Nele serão apresentadas as particularidades desse desenvolvimento mais significativas mas que não se enquadravam no texto principal.

F.1 Introdução

Já explicamos durante esta dissertação que o sistema operativo escolhido para suporte à aplicação desenvolvida foi o Win95/NT. Dada esta escolha, e tendo em conta as características da aplicação, a ferramenta de desenvolvimento seleccionada foi o Visual C++ 5.0 da Microsoft.

Como se optou por um paradigma de programação orientado para os objectos, decidimos utilizar também uma base de dados orientada para objectos. A base de dados seleccionada foi o PSE (Persistent Storage Engine) da Object Design que na sua versão para C++ permite trabalhar com a biblioteca de classes da Microsoft (MFC Microsoft Foundation Classes) que também foi seleccionada. As MFC e a ferramenta de desenvolvimento Visual C++ formam o conjunto ideal para aplicações em Windows cuja interface tenha as características que desejávamos incorporar na aplicação.

De forma coerente também optamos pela UML (Unified Modeling Language) da Rational para conceber todo o sistema.

Para ajudar a desenvolver o interface da aplicação, e após algum tempo de pesquisa e análise de bibliotecas/controles, optámos pela utilização do Interact Diagram OCX da Protoview. Esta foi a nossa decisão uma vez que, apesar de ser uma ferramenta concebida para desenho de diagramas de processos também permite implementar diagramas de Gantt do tipo dos existentes na aplicação (com alguma programação).

No global, pensamos que este conjunto de ferramentas forma um todo coerente permitindo uma evolução gradual da aplicação.

F.2 Considerações sobre a base de dados

Salientamos o facto de termos optado por uma base de dados orientada para objectos. Pensamos que foi uma decisão acertada uma vez que nos permitiu o desenvolvimento do sistema sempre dentro do mesmo paradigma (linguagem de modelação, de programação e de base de dados eram iguais).

O PSE permite que o programador se preocupe quase exclusivamente com as suas estruturas de dados, e não tenha que se preocupar com mecanismos de persistência dos seus objectos (bases de dados). O PSE é uma versão reduzida de uma base de dados orientada para objectos: o ObjectStore. Assim sendo, ele tem algumas limitações. A que nos fez mais diferença foi a de não ter mecanismos de inquéritos à semelhança do SQL para bases de dados relacionais. Note-se que, isto já não se reflecte de tanta importância no ObjectStore, uma vez que este tem implementadas classes de colecções bastante completas assim como mecanismos de inquéritos. No nosso caso, como estávamos a usar o PSE, tivemos que utilizar as classes de colecções das MFC. Note-se que o paradigma do Objectstore é orientado à navegação pelas referências (ponteiros) dos objectos.

Dentro das referidas classes de colecções das MFC, utilizámos mais frequentemente as classes de listas de objectos e as de mapas de objectos. As classes de mapas de objectos permitem que se aceda a um determinado objecto dada uma chave, que pode ser uma *string*.

Pensamos continuar a utilizar o PSE como mecanismo de persistência para os postos de trabalho, uma vez que apesar de todos os problemas surgidos, conseguindo-se configurar o ambiente necessário à sua utilização e seguindo algumas indicações da Object Design, o trabalho do programador fica bastante facilitado deixando este praticamente de se preocupar com a persistência dos seus objectos.

Seguindo a arquitectura apresentada no capítulo 6 para o sistema desenvolvido, os programas que executem nas estações ou postos de trabalho utilizarão PSE, mas possivelmente utilizando uma base de dados relacional para o servidor (uma vez que vão ser necessários bastantes inquéritos do género dos possíveis em SQL). A existência de uma base de dados relacional no servidor facilitará também a interligação com os sistemas referentes às aplicações práticas: O Xcam no caso da DIC e o GIS/I2Sdoc no caso da I2S.

As classes principais utilizadas no sistema desenvolvido dizem respeito às entidades que aparecem referidas na figura 6.7 do capítulo 6. Essas classes são as únicas que persistem de sessão para sessão. Como também se referiu no capítulo 6, a raiz da persistência é o conceito que agrupa todos os outros, ou seja, o plano.

Referências e bibliografia

[ObjectDesign97] Object Design. PSE: Persistent Storage Engine.
Url: <http://www.odi.com>. EUA, 1997

[Protoview97] Protoview. IDO: Interact Diagram OCX.
Url: <http://www.protoview.com>. EUA, 1997

[Microsoft97] Microsoft Corporation. MFC: Microsoft Foundation Classes.
Url: <http://www.microsoft.com>. EUA, 1997

[Rational97] Rational Corporation. UML: Unified Modeling Language.
Url: <http://www.rational.com>. EUA, 1997



Apontamentos sobre *Fluxo de Trabalho*

No contexto do trabalho desta dissertação tornou-se fundamental um estudo profundo dos sistemas de *fluxo de trabalho* e conceitos associados. As especificidades de um sistema de gestão de processos, nomeadamente para a actividade seguradora, assim o determinou. Genericamente tentamos abordar este tema no contexto global das actividades de serviços, mais complexas a este nível, e tentando, sempre que possível e desejável, recolher aspectos e características cuja aplicação à indústria trouxesse vantagens. Assim, apresentamos neste anexo, um resumo do que de mais importante retiramos desse estudo.

G.1 Introdução

O estudo adequado dos sistemas de *fluxo de trabalho*, conceitos relacionados, aplicações práticas a actividades de negócio e sistemas existentes tornou-se fundamental para o trabalho desenvolvido nesta dissertação.

Para se atingir o objectivo principal desta dissertação - desenvolvimento de um sistema para engenharia e gestão de processos de negócio, aplicado a diversas áreas de actividade - foi necessário estudar as principais áreas de actividade: indústria e serviços.

Relativamente à indústria foram estudados os conceitos e técnicas apresentados no início desta dissertação, abrangendo essencialmente gestão da produção e planeamento operacional. No âmbito dos serviços foi inevitável o estudo do que de mais recente se tem desenvolvido para gestão dos seus processos: os sistemas de *fluxo de trabalho*. Da 'fusão' entre estas duas áreas transparece o elevado desenvolvimento na indústria das técnicas de escalonamento e planeamento fundamentalmente operacional (fruto de largos anos de investigação e que tentamos integrar no sistema desenvolvido). À área dos serviços, fomos buscar a grande parte dos conceitos introduzidos no sistema, assim como a arquitectura global. Sobre este ponto de vista, os sistemas de *fluxo de trabalho* são bastante mais gerais e abrangentes que os conceitos equivalentes aplicados na indústria. Parece-nos de todo lógico pois que os processos a modelar e gerir nos serviços são mais versáteis que na indústria, uma vez que os intervenientes principais são pessoas ao invés da indústria que fundamentalmente baseia as suas actividades em máquinas e automatismos. Teremos oportunidade de demonstrar esta ideia durante este anexo.

Este anexo consistirá, como já foi referido, numa breve apresentação do estudo efectuado sobre *fluxo de trabalho*, em particular o trabalho desenvolvido ao nível de *standards* pela Workflow Management Coalition (WFMC), uma organização que se dedica à elaboração de *standards* nesta área. A referida organização é composta por vários membros, entre os quais se encontram a quase totalidade de empresas que desenvolvem sistemas de *fluxo de trabalho*.

Um dos principais pontos que achamos fundamental estudar foram, além dos conceitos e arquitecturas propostos pela WFMC, as propostas ao nível da interligação de vários sistemas de *fluxo de trabalho*. De facto, este problema tem surgido cada vez mais. Por um lado, são os efeitos da globalização da economia, com as empresas a ligarem-se cada vez mais. Estas ligações entre empresas são efectuadas a um nível básico através de EDI¹. Cada vez mais são necessárias ligações mais consistentes que transmitam não só documentos entre organizações como também consigam um fluxo adequado de processos com a respectiva gestão e controlo. A WFMC tem desenvolvido um grande esforço neste capítulo. Por outro lado, é fundamental desenvolver mecanismos de interligação entre os vários sistemas de *fluxo de trabalho* existentes. Não é muito difícil imaginar as mais valias possíveis com um *fluxo de trabalho* consistente entre diversas organizações suportados em processos globalmente coerentes.

G.2 Termos e conceitos

Nesta secção apresentaremos alguns termos e conceitos definidos pela WFMC e que foram essenciais para a elaboração desta dissertação [WFMC96].

Fluxo de trabalho

Consiste na automação de um processo de negócio, no todo ou na parte, durante o qual documentos, informação ou tarefas são passadas de participante em participante para processamento, de acordo com um conjunto de regras procedimentais.

Sistema de gestão de fluxo de trabalho

É um sistema que define, cria e gere a execução de *fluxos de trabalho* através do uso de *software*, correndo num ou mais motores de *fluxo de trabalho*, que interpreta a definição de processos, interage com os participantes no *fluxo de trabalho* e, quando necessário, invoca ferramentas de tecnologia de informação (IT) e aplicações informáticas.

¹ *Electronic Data Interchange*

Processo de negócio.

É um conjunto de um ou mais procedimentos ou actividades ligadas que colectivamente realizam um objectivo de negócio, normalmente no contexto de uma estrutura organizacional que define regras funcionais e relações.

Definição de processo

Consiste na representação de um processo de negócio sobre uma forma que suporta manipulação automática, como a modelação, ou implementação por um sistema de gestão de *fluxo de trabalho*. A definição de um processo consiste numa rede de actividades e suas relações, critérios para indicar o início e término do processo, e informação individual sobre as actividades, tal como os participantes, aplicações informáticas associadas e dados, etc.

Actividade

É a descrição de uma unidade de trabalho que forma um passo lógico no contexto de um processo. Uma actividade pode ser manual, e nesse caso não pode ser automatizada por computador, ou ser uma actividade de *fluxo de trabalho* (automatizável). Uma actividade de *fluxo de trabalho* requer recursos humanos ou máquinas para suportarem a sua execução; no caso de ser necessário um recurso humano diz-se que a actividade é reservada a um participante no *fluxo de trabalho*.

Actividade automática

É uma actividade que é capaz de ser automatizada através de computador utilizando o sistema gestor de *fluxo de trabalho* para gerir a actividade durante a execução do processo de negócio do qual faz parte.

Actividade manual

É uma actividade de um processo de negócio que não é capaz de ser automatizada e como tal sai fora do contexto do sistema de gestão de *fluxo de trabalho*. Tais actividades podem ser incluídas na definição de um processo, por exemplo para suportar a modelação do processo, mas não fazem parte do *fluxo de trabalho* resultante.

Instância (como em Instância de Processo ou de Actividade)

A representação de uma implementação de um processo, ou actividade de um processo, incluindo os dados associados. Cada instância representa uma cadeia de execução do processo ou da actividade que pode ser controlada independentemente e que terá o seu estado interno e uma identidade visível externamente, que pode ser utilizada para, por exemplo, requerer informação de auditoria relativamente a uma instância (ou implementação) em particular.

Instância de actividade

É a representação de uma actividade no âmbito de uma instância de um processo.

Participante no fluxo de trabalho

É um recurso que executa o trabalho representado por uma instância de uma actividade de um processo. Este trabalho é normalmente representado como um ou mais itens de trabalho que o participante deve executar e que fazem parte de uma lista de trabalho.

Item de trabalho

É a representação do trabalho que deve ser executado (por um participante no *fluxo de trabalho*) no contexto de uma actividade de uma instância de processo.

Lista de trabalho

É uma lista de itens de trabalho associada a um determinado participante no *fluxo de trabalho* (ou em alguns casos associadas a um grupo de participantes no *fluxo de trabalho* que podem partilhar uma lista de trabalho comum). A lista de trabalho faz parte do *interface* existente entre um motor de *fluxo de trabalho* e um agente de *fluxo de trabalho*.

Agente de lista de trabalho

É um componente de *software* que gere a interacção entre o utilizador (ou grupo de utilizadores) e a lista de trabalho mantida por um motor de *fluxo de trabalho*. Ele permite que os itens de trabalho sejam passados do sistema gestor de *fluxo de trabalho* para os utilizadores, e que as notificações de trabalho completado ou outras condições de estado sejam passadas entre o utilizador e o sistema gestor de *fluxo de trabalho*.

Processo

É uma vista formal de um processo de negócio, representado como um conjunto de actividades coordenadas (paralelas ou em série) de processo que estão ligadas de forma a atingir um objectivo comum.

Sub-processo

É um processo que é activado ou chamado desde outro (processo iniciador) processo (ou sub-processo), e que faz parte do processo global (iniciador). Podem ser suportados múltiplos níveis de sub-processos.

Pré-condição

É uma expressão lógica que pode ser avaliada pelo motor de *fluxo de trabalho* para determinar se uma instância de um processo ou de uma actividade pode ser iniciada.

Pós-condição

É uma expressão lógica que pode ser avaliada pelo motor de *fluxo de trabalho* para determinar se uma instância de um processo ou de uma actividade está completa.

Condição de transição

É uma expressão lógica que pode ser avaliada pelo motor de *fluxo de trabalho* para decidir a sequência de execução de actividades no âmbito de um processo.

Na figura G.1 podemos observar um diagrama que relaciona os principais conceitos apresentados.

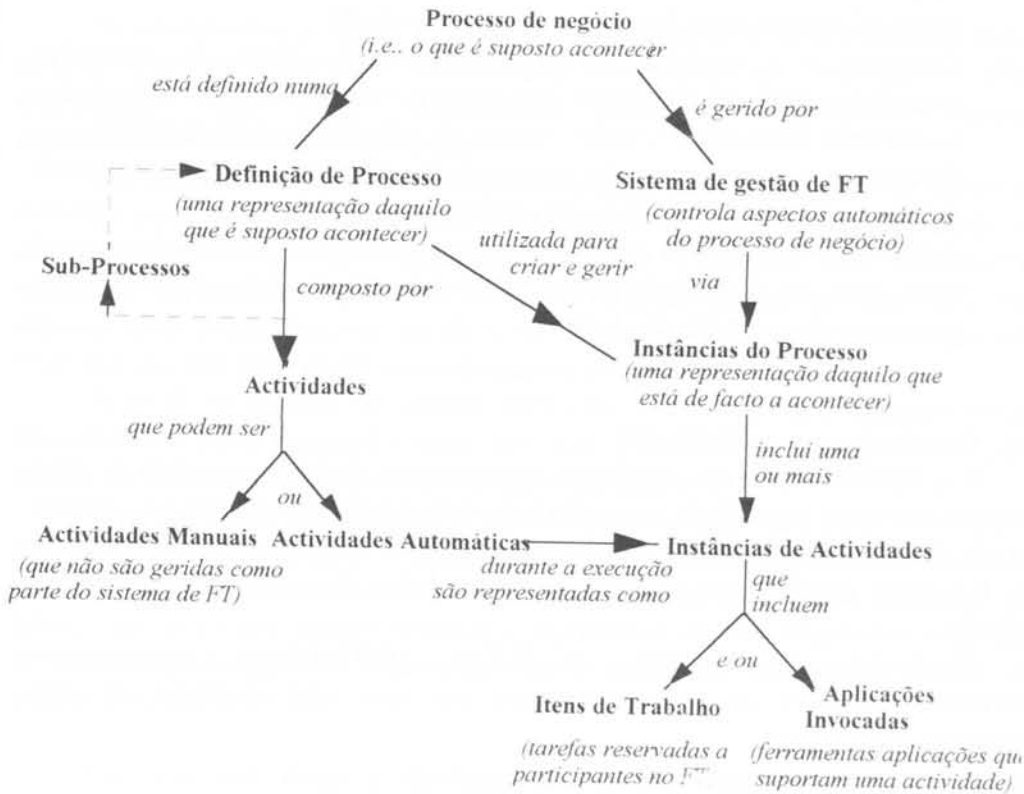


Figura G.1 - Relações entre a terminologia básica
 Fonte: WfMC [WfMC96]
 (Nota: FT = Fluxo de Trabalho)

Estado de um processo

É a representação das condições internas que definem o estado de uma instância de um processo num determinado instante no tempo. A grande maioria dos sistemas de gestão de *fluxo de trabalho* mantém esta informação e esta faz parte daquilo que se designa como dados de controlo de *fluxo de trabalho*.

O modelo de referência da WfMC [WfMC96g] identifica um determinado número de estados comuns por que uma instância de um processo e respectivas actividades podem passar:

- Iniciado – a instância do processo foi criada, mas pode ainda não estar a ser executada
- Em execução – a instância do processo está a ser executada, e algumas das suas actividades já podem ter iniciado a sua execução
- Activo – uma ou mais actividades estão iniciadas e existem instâncias de actividades (mais sub-estados podem ser suportados por implementações particulares de forma a permitir um registo mais detalhado de informação relativa a actividades activas)
- Suspenso – a instância do processo está parada; não podem ser iniciadas mais actividades até o processo deixar este estado.
- Completo – a instância do processo atingiu todas as condições necessárias para ser finalizada mas podem estar a decorrer actividades posteriores como por exemplo, registo de informação para auditoria
- Terminado – a execução do processo foi parada (de forma anormal) devido a um erro ou a pedido do utilizador
- Arquivado – a instância do processo foi colocada num estado de arquivo (mas pode ser re-iniciada novamente – este estado serve para suportar processos de muita longa duração)

Estado de uma actividade

É a representação das condições internas que definem o estado de uma instância de uma actividade num determinado ponto no tempo. A grande maioria dos sistemas de gestão de *fluxo de trabalho* mantém esta informação e esta faz parte daquilo que se designa como dados de controlo de *fluxo de trabalho*.

O modelo de referência da WFMC [WFMC96g] identifica um determinado número de estados comuns por que uma instância de uma actividade pode passar:

- Inactiva – a instância da actividade foi criada, mas pode ainda não ter sido activada; não existe nenhum item de trabalho para a actividade
- Activa – foram criados um ou mais itens de trabalho para serem processados
- Suspensa – a instância da actividade está suspensa; não podem ser iniciados mais itens de trabalho até ela deixar de estar suspensa (note-se que algumas actividades podem não ser passíveis de serem suspensas)
- Completa – a instância da actividade obedece a todas as condições necessárias para passar ao estado de completa.

G.3 Constituição de um sistema de *fluxo de trabalho*

Podemos observar, na figura G.2, a representação da estrutura típica de um sistema de *fluxo de trabalho*. Nela estão representados alguns dos conceitos que mencionámos anteriormente assim como os intervenientes e utilizadores comuns destes sistemas.

Se analisarmos a figura G.2, podemos constatar uma semelhança muito grande com os diagramas apresentados no início do capítulo 6 desta dissertação. Além dessas semelhanças, podemos encontrar no sistema desenvolvido bastantes semelhanças.

De facto, na figura G.2, uma das partes de um sistema de *fluxo de trabalho* consiste numa ferramenta para concepção dos diversos processos. O sistema desenvolvido nesta dissertação também contempla esta situação. O centro de um sistema de *fluxo de trabalho* consiste no que na figura G.2 está representado como motores de *fluxo de trabalho*. São estas partes que são responsáveis por gerir todas as instâncias de processos.

A nível do sistema concebido para esta dissertação encontramos como equivalente a parte designada como servidor. Este servidor é responsável pela gestão de todas as instâncias de processos (expediente).

Uma das questões que não é especificamente abordada pela WFMC é a questão do escalonamento e planeamento das diversas actividades de cada processo. É este o ponto que, a nível do sistema concebido, é mais inovador, no sentido em que tenta aplicar técnicas e algoritmos de escalonamento oriundos da indústria genericamente a qualquer tipo de processo, quer seja no âmbito da indústria ou dos serviços.

Como se pode observar da figura G.2, os participantes nos processos de *fluxo de trabalho* ou são pessoas ou aplicações informáticas. Neste sentido nada na concepção da WFMC impede a utilização de máquinas como recursos, visto que estas podem ser personificadas perante o sistema de *fluxo de trabalho* por aplicações informáticas ou por pessoas que são os seus operadores.

Outro aspecto característico dos sistemas de *fluxo de trabalho*, apresentados pela WFMC, é o facto de terem o chamado 'agente de lista de trabalho' que serve de interlocutor entre o motor de *fluxo de trabalho* e as pessoas participantes em processos.

Um conceito semelhante foi introduzido no sistema desenvolvido nesta dissertação: o conceito de cliente. Este conceito de cliente está pensado para suportar a *interface* tanto com as pessoas como com as máquinas e com aplicações informáticas. Não está fora das previsões o desenvolvimento deste tipo de *software* específico, ou para determinados recursos ou para fazer de 'ponte' entre o sistema desenvolvido e outros sistemas (por exemplo, no caso estudado para a I2S poderá servir de 'ponte' com os sistemas AS/400 que

suportam grande parte das aplicações desenvolvidas por aquela *software-house*).

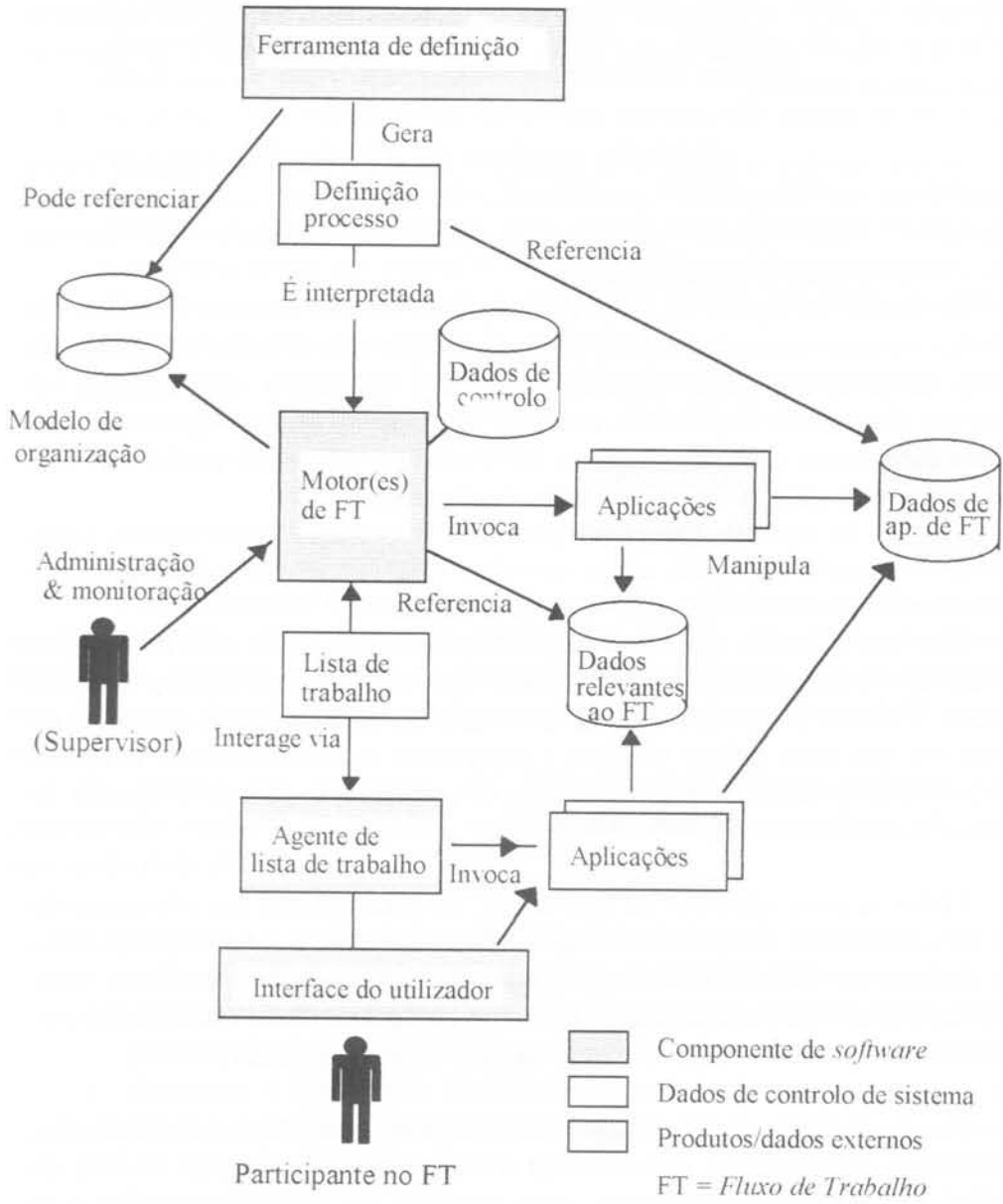


Figura G.2 - Estrutura genérica de um produto de *fluxo de trabalho*
 Fonte: WFCM [WFCM96]

G.4 Interligação de diversos sistemas

Um dos trabalhos mais profundos desenvolvido pela WFMC consiste na especificação de algumas normas e uma arquitectura que possibilite a interligação de diversos sistemas de *fluxo de trabalho*. Esta interligação traz vantagens enormes pois permitirá que os processos possam extravasar o âmbito de uma organização, permitindo no limite, interligar todos os intervenientes numa determinada actividade.

O modelo de referência proposto pela WFMC, e representado na figura G.3, assenta basicamente em questões que têm a ver com a interligação de diversos sistemas.

Como se pode observar da figura, os *interfaces* propostos abarcam cinco áreas:

- importação e exportação de definições de processos
- interacção com aplicações cliente e *software* agente de listas de trabalho
- invocação de ferramentas de *software* ou aplicações
- interligação entre diversos sistemas de gestão de *fluxo de trabalho*
- funcionalidades de administração e acompanhamento

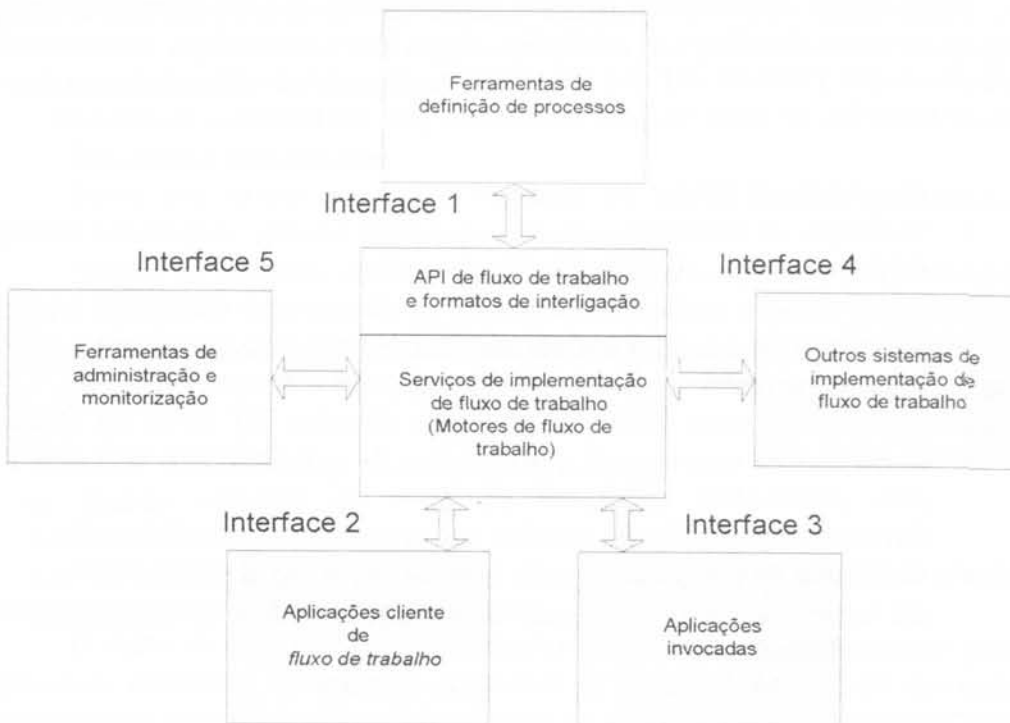


Figura G.3 - Modelo de referência de *fluxo de trabalho*
Fonte: WFMC [WFMC96]

Os *interfaces* que se encontram nesta altura mais desenvolvidas são o 2 e 4.

O *interface* 2 consiste basicamente na especificação de uma API² para aplicações cliente de sistemas de gestão de *fluxo de trabalho*. Aplicações que sigam este *interface* podem-se ligar a diversos sistemas de *fluxo de trabalho* sem necessitarem de ser re-escritas, uma vez que será uma API comum às diversas implementações de sistemas de *fluxo de trabalho* que sigam as especificações da WFMC (o que representa quase todo o universo possível de sistemas, visto que actualmente quase todas as empresas que desenvolveram sistemas de *fluxo de trabalho* são membros da WFMC). Este *interface*, além de já estar formalmente especificada [WFMC96a], utilizando uma sintaxe semelhante à da linguagem C, contém ainda indicações precisas para a sua implementação nos modelos de objectos da Microsoft (OLE³) e do Object Management Group.

Outro dos *interfaces* que tem tido um grande desenvolvimento é o 4, que diz respeito à interligação de diversos sistemas de *fluxo de trabalho*. A este nível, além da especificação abstracta, existe uma especificação para correio electrónico MIME⁴ da *internet*. Recentemente, a Microsoft avançou com a especificação e extensões necessárias à sua API para correio electrónico: MAPI⁵.

G.5 Análise de alguns sistemas

Nesta secção abordaremos algumas características que são aconselháveis para os sistemas de *fluxo de trabalho*. Essa leitura será feita sobre um estudo/avaliação [Watson'96] que foi levado a cabo sobre vários sistemas de *fluxo de trabalho*, de entre os quais destacamos pela sua liderança de mercado:

- FlowMark, da IBM
- Staffware, da Staffware
- OPEN/workflow, da Wang

A referida análise assentou nos seguintes aspectos que foram medidos no contexto de processo reais:

- Requisitos de recursos: dá a perspectiva de qual o esforço requerido para desenvolver aplicações de *fluxo de trabalho* usando as ferramentas possibilitadas (medida em termos de tempo e experiência)
- Requisitos tecnológicos: mostra a eficiência de uma sistema no que diz respeito ao desenvolvimento de aplicações (ênfase na flexibilidade e complexidade)

² *Application Programming Interface*

³ *Object Linking and Embedding*

⁴ *Multipurpose Internet Mail Extension*

⁵ *Mail Application Programming Interface*

- Requisitos de negócio: mede o nível de suporte e resposta dos sistemas a necessidades de gestão de processos de organizações com várias aplicações e utilizadores

É claro que não nos interessa apresentar a classificação dos diversos sistemas, as suas fraquezas ou vantagens. Interessante é retirar desta análise as características que deveriam fazer parte de um sistema ideal para gestão de *fluxo de trabalho*. Sobre esse ponto de vista, este estudo tornou-se muito produtivo, já que se tentaram seguir algumas das suas conclusões no desenvolvimento do trabalho prático desta dissertação.

A seguir apresentamos algumas das análises e conclusões efectuadas sobre o resultado da avaliação.

Requisitos de recursos

Nesta categoria os sistemas que ficaram melhor colocados utilizavam ferramentas de desenho gráficas para definirem os processos e um *interface* gráfico simples. Esta simplicidade de interface permite que os utilizadores menos experientes aprendam rapidamente os conceitos básicos para conceberem os processos.

Outra característica apontada como vantajosa nesta categoria é a incorporação de algumas funcionalidades mais avançadas pelos sistemas, como por exemplo a utilização do botão direito do rato, assim como a utilização do conceito de *wizard* (tal como o perito utilizado na parte de planeamento/escalonamento do sistema desenvolvido nesta dissertação). A facilidade de especificação das regras associadas aos processos será outra das vantagens apontadas nos sistemas.

Requisitos tecnológicos

Sobre este ponto de vista o essencial era que o sistema apresentasse grande flexibilidade sem ser demasiado complexo.

Assim, os sistemas melhor classificados foram aqueles que permitiam tanto a modelação de processos de encaminhamento bem definido (estruturado) como os processos com encaminhamento dinâmico ou até *ad hoc*.

Outro dos aspectos bastante considerados foi a abertura dos sistemas em termos de APIs. Os sistemas com interface OLE para automação também ficaram bem classificados.

Requisitos de negócio

Neste ponto a vantagem foi para os sistemas que apresentassem grande abertura à interligação com outros sistemas.

O facto de executarem em múltiplas plataformas é determinante para gestão de processos em áreas de actividade de alguma dimensão em que cada interveniente (empresa) pode eventualmente ter o seu sistema informático.

Os sistemas que suportam as especificações do WFMC ficaram bem classificados, assim como aqueles que permitiam a utilização de ferramentas de BPR.

Referências e bibliografia

- [WFMC96] Workflow Management Coalition - *Terminology & Glossary*. TC-1011, Bruxelas, Bélgica, 1996
- [WFMC96a] Workflow Management Coalition - *Workflow Client Application (Interface 2) Application Programming Interface (WAPI) Specification*. TC-1009, Bruxelas, Bélgica, 1996
- [WFMC96b] Workflow Management Coalition - *Workflow Standard - Interoperability Internet e-mail MII IE Binding*. TC-1018, Bruxelas, Bélgica, 1996
- [WFMC96c] Workflow Management Coalition - *Workflow Standard - Interoperability Abstract Specification*. TC-1012, Bruxelas, Bélgica, 1996
- [WFMC96d] Workflow Management Coalition - *Audit Data Specification*. TC-1015, Bruxelas, Bélgica, 1996
- [WFMC96e] Workflow Management Coalition - *Workflow Client Application (Interface 2) Application Programming Interface (WAPI) Naming Conventions*. TC-1013, Bruxelas, Bélgica, 1996
- [WFMC96f] Workflow Management Coalition - *Workflow Process Definition Read Write Interface: Request for Comment*. WG-01-1000, Bruxelas, Bélgica, 1995
- [WFMC96g] Workflow Management Coalition - *The Workflow Reference Model*. TC00-1003, Bruxelas, Bélgica, 1994
- [Watson'96] James Watson, Jr., Jeetu Patel, Rich Medina, Joe Fenner - *Doculabs'1996 Enterprise Workflow Benchmark Study*. Inform, Outubro, 1996
- [Thé95] Lee Thé - *Workflow Tackles the Productivity Paradox*. Datamantion, Agosto, 1995, págs. 65-73
- [Amaru97] Chris Amaru - *Workflow Exchange Style*. IT/IS BackOffice, Julho, 1997, págs. 13-20
- [Lawrence96] Peter Lawrence - *Workflow Handbook*. John Wiley e Workflow Management Coalition. Novembro, 1996.
- [Amberg'97] Michael Amberg, Frank Zimmermann - *Enabling Virtual Workplaces with Advanced Workflow Management Systems*. The Virtual Workplace. Ideia Group Publishing, Harrisburg, PA, EUA. 1997.

[Amberg96a] Michael Amberg - *Modeling Adaptive Workflows in Distributed Environments*. First International Conference on Practical Aspects of Knowledge Management. Basel, Suíça. 30 e 31 de Outubro, 1997.

[Amberg96b] Michael Amberg - *Enhancing the Competitiveness of Enterprises by Applying Advanced Workflow Management Systems*. European Management in Face of Knowledge Driven Competition. Porto, Portugal. 19 a 21 de Setembro, 1996.

[Amberg'96] Michael Amberg, Stefan Gräber - *Specifying Hospital Information Systems Using Business Process Modeling*. Medical Informatics Europe '96. IOS Press. Amsterdão, 1996.

[Amberg97a] Michael Amberg - *A Pattern-Oriented Approach to a Methodical Evaluation of Modeling Methods*.

Url: <http://www.sowi.uni-bamberg.de/persons/amberg/doc/evalmet/evl-ajis.htm>.
Universidade de Bamberg, Bamberg, Alemanha, 1997.

[Amberg96c] Michael Amberg - *The Benefits of Business Process Modeling for Specifying Workflow-Oriented Application Systems*.

Url: <http://www.sowi.uni-bamberg.de/workflow/document/wfmc02/wfmc-cfp.htm>.
Universidade de Bamberg, Bamberg, Alemanha, 1996.

[Amberg97b] Michael Amberg - *An Integrated Approach to Business Process and Workflow Modeling of Virtual Enterprises (temporary extended abstract)*.

Url: <http://www.sowi.uni-bamberg.de/workflow/document/wf&vu/WF&VU.HTM>.
Universidade de Bamberg, Bamberg, Alemanha, 1997.

Bibliografia

Segue-se alguma bibliografia seleccionada das áreas em estudo.

Na área industrial,

- [Aicardi⁹²] M. Aicardi, R. Minciardi, R. Pesenti - *Optimal Decentralized Routing Policies for a Class of Queueing Networks*. Proceedings of the 1992 IEEE International Conference on Robotics and Automation. Nice, França, Maio, 1992.
- [Bilberg⁹¹] Arne Bilberg, Leo Alting - *When Simulation Takes Control*. Technical University of Denmark. Journal of Manufacturing Systems, Volume 10, No 3.
- [Boccalatte⁹⁴] A. Boccalatte, M. Paolucci, R. Pesenti, A. Piombo, R. Prefumo - *A Hybrid System for Short-Term Scheduling in Manufacturing: a Case Study*. IEEE, 1994.
- [Browne] J. Browne - *Future Integrated Manufacturing Systems: A Business Driven Approach*. CIM Research Unit, University College, Galway, Irlanda.
- [Chappel⁹¹] Helen Chappel, Michael Wilson - *Knowledge-Based Design of Graphical Responses*. SERC Rutherford Appleton Laboratory, Chilton, Didcot, Reino Unido.
- [Chang⁹²] Shi-Chung Chang, Da-Yin Liao - *Scheduling Flexible Flow Shops With No Setup Effects*. Proceedings of the 1992 IEEE International Conference on Robotics and Automation. Nice, França, Maio, 1992.
- [Chang^{92a}] Shi-Cung Chang, Fu-Shiung Hsieh - *Order and Production Scheduling Rescheduling for Flow Shops*. Proceedings of the 1992 IEEE International Conference on Robotics and Automation. Nice, França, Maio, 1992.
- [Custódio⁹³] Luis M. M. Custódio, João J. S. Sentieiro, Carlos F. G. Bispo - *Fuzzy Logic Applied to Production Planning and Scheduling*. ISR Instituto de Sistemas e Robótica. Lisboa, Março, 1993.
- [Fanti⁹²] M. P. Fanti, B. Maione, G. Piscitelli, B. Turchiano - *Two Methods for Real-Time Routing Selection in Flexible Manufacturing Systems*. Proceedings of the 1992 IEEE International Conference on Robotics and Automation Nice, França, Maio, 1992.
- [Ferreira⁹¹] J. J. Pinto Ferreira, José M. Mendonça - *Integrated Modelling Tools for Shop Floor CIM Systems*. Faculdade de Engenharia UP-DEEC / INESC-Porto.
- [Ferreira^{91a}] J. J. Pinto Ferreira, José M. Mendonça - *Modelling and Simulation of Manufacturing and Information Aspects of the Extended Enterprise*. Faculdade de Engenharia UP-DEEC / INESC-Porto.

- [Hoitomt⁻⁹²] Debra J. Hoitomt, Peter B. Luh - *Scheduling a Batch Processing Facility*. Proceedings of the 1992 IEEE International Conference on Robotics and Automation. Nice, França, Maio, 1992.
- [IEEE97] IEEE. IEEE Expert, Janeiro-Fevereiro, 1997.
- [Kusiak90] Andrew Kusiak - *Intelligent Manufacturing Systems*. Prentice Hall, Nova Jersey, EUA, 1990.
- [Kühme] Thomas Kühme - *Adaptative Action Prompting: A Complementary Aid To Support Task-Oriented Interaction in Explorative User Interfaces*. Siemens Corporate Research and Development, Munich, Alemanha.
- [Maus^l] Rex Maus, Jessica Keyes (Editores) - *Handbook of Expert Systems in Manufacturing*. McGraw-Hill, EUA.
- [Mendonça⁻⁹⁴] José M. Mendonça, Jörg B. Schulte, José Távora - *Production Planning and Control Systems and their Factory Implementation*. Sharing CIM Solutions, J.K.H. Knudsen et al. (Eds). IOS Press, 1994
- [Pirlot] M. Pirlot - *General local search heuristics in Combinatorial Optimization: a tutorial*. Belgian Journal of Operations, Statistics and Computer Science, Vol 32, nº 1-2.
- [Soares⁻⁹⁴] António Lucas Soares, José Manuel Mendonça - *Desenvolvimento de Sistemas Informáticos de Apoio à Produção: Uma perspectiva Técnica, Sociológica ou Organizacional?*. IV Encontro de Sociologia Industrial, das Organizações e do Trabalho. Lisboa, Novembro, 1994.
- [Thuriot⁻⁹⁴] C. Thuriot, F. Torres, N. Lompre, M. F. Valax, E. Tremblay - *A Graphical and Ergonomic Module for Decisions of Workload Regulation and Operations Re-planning, in Systems of Discrete and Diversified Productions*. IEEE, 1994.
- [Viegas⁻⁹⁶] João M. N. Viegas, Luis M. M. Custódio, Carlos A. Pinto-Ferreira - *CROSS: A Combined Relation-Operation Based Scheduling System*. ISR Instituto de Sistemas e Robótica. Lisboa, 1996.
- [Schulte] J. W. Schulte - *Multi-Purpose Modelling of Production Processes for Integrated Shop Floor Control*. The 10th ISPE/IFAC International Conference on CAD/CAM, Robotics and Factories of the Future.

Nos Serviços,

[Concordium97] Concordium. Workflow on the Web.

Url: <http://www.cityscape.co.uk/users/ef48/>. Concordium, Inglaterra, 1997.

[IBM93] Vários - *Business Transformation Through Information Technology*. IBM Systems Journal, Volume 32, Número 1, pp. 1-227, EUA, 1993.

[INESC97] INSEC - *Orchestra: Organisational Change, Evolution, Structuring and Awareness*. Esprit Project 8749. Url: <http://amadeus.inesc.pt/~nmg/orchestra.html>. INESC, Lisboa, 1997.

[Joosten97] Stef Joosten - *Workflow Management Bibliography*.

Url: <http://wwwis.cs.utwente.nl:8080/~joosten/workflow.bib.html>. University of Twente, Holanda, 1997.

[Joosten97a] Stef Joosten - *Workflow Management*.

Url: <http://wwwis.cs.utwente.nl:8080/~joosten/workflow.html>. University of Twente, Holanda, 1997.

[Microsoft96] Microsoft Corp. - *Microsoft Exchange Server Programmer's Reference*. 1996.

[Teng 95] James T. C. Teng, William J. Kettinger - *Business Process Redesign and Information Architecture: Exploring the Relationships*. Data Base Advances, Fevereiro, 1995.

[WARIA] WARIA - Workflow And Reengineering International Association.

Url: <http://www.waria.com>. EUA, 1997.

[WfMC94] Workflow Management Coalition - *The Workflow Reference Model*. TC-00-1003 (Versão 1.1), Bruxelas, 1994

[WfMC96] Workflow Management Coalition - *Audit Data Specification*. TC-1015 (Versão 1.0), Bruxelas, 1996

[WfMC96a] Workflow Management Coalition - *Workflow Standard: Interoperability Abstract Specification*. TC-1012 (Versão 1.0), Bruxelas, 1996

[WfMC96b] Workflow Management Coalition - *Workflow Client Application (Interface 2) Application Programming Interface (WAPI) Naming Conventions*. TC-1013 (Versão 1.1), Bruxelas, 1996

[WfMC96c] Workflow Management Coalition - *Workflow Client Application (Interface 2) Application Programming Interface (WAPI) Specification*. TC-1009 (Versão 1.2), Bruxelas, 1996

[WfMC96d] Workflow Management Coalition - *Terminology & Glossary*. TC-1011 (Versão 2.0), Bruxelas, 1996

[WfMC97] Workflow Management Coalition. Url: <http://www.aiai.ac.uk>. 1997.





FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

BIBLIOTECA



0000050862