



Universidade Nova De Lisboa

Faculdade de Ciências e Tecnologia

Departamento de Engenharia Mecânica e Industrial

**AVALIAÇÃO DA ADEQUABILIDADE DE UM SISTEMA ERP ÀS
EMPRESAS DO SECTOR DA CONSTRUÇÃO: O CASO DA ENSUL-
MECI**

Marco Paulo Fernandes Barreiros

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Mestrado Integrado em
Engenharia e Gestão Industrial

Júri

Orientador: Prof. Dr. António Grilo

Arguente: Prof. Dr. Nuno Cachadinha

Vogal: Prof. Dr.^a Virgínia Machado

Maio de 2010

*Triste de quem vive em casa,
Contente com o seu lar,
Sem que um sonho, no erguer da asa,
Faça até mais rubra a brasa
Da lareira a abandonar!
(...)*

*Eras sobre eras se somem
No tempo que em eras vem.
Ser descontente é ser homem.
Que as forças cegas se domem
Pela visão que a alma tem!*

Fernando Pessoa em *O QUINTO IMPÉRIO*

AVALIAÇÃO DA ADEQUABILIDADE DE UM SISTEMA ERP ÀS EMPRESAS DO SECTOR DA
CONSTRUÇÃO: O CASO DA ENSUL- MECI

Copyright©2010 de Marco Barreiros, FCT e UNL. A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objectivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

Gostaria em primeiro lugar de agradecer à minha família o apoio dado, a oportunidade de estudar e pela companhia nesta *viagem*. À minha mãe pela coragem e determinação, ao meu irmão, pela partilha de ideais e de valores e pela libertação da prisão existencial, íntima e redutora que é o sentimento de solidão. À minha cunhada Isabel. A todos os meus amigos e a todos em a vida correu paralela à minha, por algum instante no espaço.

Gostaria também de agradecer à Universidade Nova de Lisboa por me ter acolhido e me ter dado o privilégio de aceder à essência do conhecimento superior, de me ter inspirado rigor, profissionalismo, ética e o desejo de aplicar esse conhecimento na construção de um mundo melhor. Pelo desenvolvimento do espírito crítico, *essa atitude amadurecida do homem que busca a suprema virtude da mente*.

A todos os Professores do DEMI, em especial ao Professor António Grilo, por me orientar, ao Professor Virgílio Azuél, à Professora Virgínia Machado, ao Professor José Requeijo.

A todos os Colegas, especialmente e sem nenhuma ordem em especial: Domingos, Patrícia, ao Nuno Jorge, ao Tiago Varanda, ao Tiago Franco, ao Nekito, à Marina e à Sofia, ao Rodolfo, ao Filipe, ao José Germano, ao Miguel, ao Costa Pereira, e à Rute. A todo o pessoal do espaço: *O girassol*.

Sumário

Num mundo em constante mudança apenas as organizações com maior capacidade de adaptação, serão capazes de continuar a exercer a sua actividade. O processo de tomada de decisões tem como referencial as informações para a mudança e adaptação do produto ou serviço ao mercado, que cada vez se torna mais global e, conseqüentemente, mais complexo. A informação torna-se o diferencial competitivo nas organizações. Este trabalho tem o objectivo de verificar se o uso do ERP padrão, desenvolvido com base em processos e necessidades da indústria pode ser adoptado para as empresas da construção civil na melhoria de seus processos, com base na experiência adquirida no estudo e implementação de um componente do ERP de uma empresa da indústria da construção e na utilização posterior de modelos matemáticos para efeito desta análise.

Termos chave: ERP, Sistemas de Informação, Conjuntos difusos, Construção civil

Abstract

In a World in constant change, only the Organizations with bigger capacity of adaptation will be able to continue to exert its activity. The process of taking decisions has as reference the information for the change and adaptation of the product or service in the market, that each time it becomes more global and consequently more complex. The information becomes the competitive differential in the organizations. This work has the objective of work out if the use of the standard ERP, developed on the basis of the processes and necessities of the industry can be adopted for the companies of the construction in the improvement of its processes, on the basis of the experience acquired in the study and implementation of a component of the ERP of a company of the construction industry and in the posterior use of mathematical models to effect this analyzes.

Keywords: ERP, Information Systems, Fuzzy sets, Construction industry

Simbologias e Notações

Siglas utilizadas

AHP – Analytic Hierarchy Process

API – Application Program Interface

B2B – Business to Business

B2C – Business to Customer

CERP – Construction Enterprise Resource Planning

DEMI – Departamento de Engenharia Mecânica e Industrial

ERP – Enterprise Resource Planning

FBCF – Formação Bruta de Capital Fixo

FEPICOP – Federação Portuguesa da Indústria da Construção e Obras Públicas

GR – Processing Time

INE – Instituto Nacional de Estatística

LI – Limite inferior

LM – Limite modal

LS – Limite superior

MF – Mestre de Fornecedores

MM – Materials Management

MRP – Manufacturing Resource Planning

PIB – Produto Interno Bruto

R/2 – Real time System Version 2

RFQ – Request for Quotation

SAP – Systems, Applications and Products

SI – Sistema de Informação

TI – Tecnologias de Informação

TQM – Total Quality Management

VAB – Valor Acrescentado Bruto

Índice de Matérias

Simbologias e Notações	8
Siglas utilizadas	8
1. Introdução	14
1.1. Importância do tema	14
1.2. Objectivos.....	15
1.3. Metodologia adoptada	16
2.1. Conjuntura da indústria da construção civil	18
2.2. A indústria da construção civil	18
2.2.1. A estrutura da indústria da construção	18
2.2.2. Intervenientes no processo construtivo.....	19
2.2.3. Documentos produzidos no processo construtivo	19
2.3. Caracterização do sector.....	20
3. Ferramentas de apoio à decisão	22
3.1.1. Análise multi-critério.....	22
3.1.2. Árvores de decisão	24
3.1.3. Teoria dos conjuntos difusos	26
Método de classificação através dos conjuntos difusos generalizado	33
4. As organizações e a forma como estão estruturadas.....	34
4.1. Organizações – Visão sistémica	34
4.2. Os sistemas de informação	38
4.2.1. Introdução aos sistemas de informação	38
4.2.2. O valor da informação	39
4.2.3. Níveis de informação.....	40
4.3. Os ERP – Enterprise Resource Planning.....	41
4.3.1. Características dos ERP.....	43
4.3.2. Vantagens e desvantagens dos sistemas ERP.....	43
4.3.3. Solução <i>standard</i> e solução desenvolvida à medida.....	44
4.3.3.1. Soluções <i>standard</i> – Vantagens.....	45

4.3.3.2.	Soluções <i>standard</i> – Desvantagens	45
4.3.3.3.	Soluções à medida – Vantagens	46
4.3.3.4.	Soluções à medida – Desvantagens	46
4.4.	Seleção de um ERP <i>standard</i>	47
4.5.	Dificuldades de implementação dos sistemas ERP	48
4.5.1.	Funcionalidades do sistema.....	49
4.5.2.	Resistência organizacional	49
4.5.3.	Tecnologia	49
4.5.4.	Empregados mal preparados.....	49
4.6.	Pacotes ERP.....	50
4.6.1.	O SAP R/3	50
4.6.1.1.	Módulos do SAP R/3.....	51
4.6.1.2.	Ambientes e clientes SAP.....	52
4.7.1.3.	Transacção no SAP.....	53
4.7.1.4.	Ciclo de abastecimento no SAP.....	54
4.7.1.5.	Determinação das necessidades.....	54
4.7.1.6.	Determinação da fonte de abastecimento	54
4.7.1.7.	Seleção do vendedor	55
4.7.1.8.	Processamento de ordem de compra.....	55
4.7.1.9.	Monitorização de ordem de compra	55
4.7.1.10.	Recepção de mercadorias	55
4.7.1.11.	Verificação de factura.....	55
4.7.1.12.	Pagamento	55
5.	Os ERP aplicados ao sector da construção civil	56
5.1.	Planeamento dos recursos das empresas da construção civil	56
5.2.	Características básicas necessárias para os ERP na indústria da construção civil ..	59
5.3.	Benefícios previstos nas empresas de construção civil com a implementação dos ERP	62
5.4.	Factores de sucesso na implementação dos ERP na indústria da construção civil ..	64
6.	Caso prático – Exemplo de utilização de um ERP numa empresa da construção (O MRP do SAP)	66

6.1. A utilização do MRP do SAP na empresa	67
6.1.1. Integração do MRP com o Mestre-de-materiais e com o BOM (<i>Bill of Materials</i>)	67
6.2. Tipo de Material	69
6.3. Grupo de mercadorias.....	70
6.4. Hierarquia de produtos	70
6.5. Integração do MRP com o mestre de fornecedores	71
6.6. Registo de Informação.....	71
6.6.1. A avaliação dos fornecedores – <i>Job em background</i>	72
6.7. Elementos da avaliação de fornecedores	73
7. Verificação da adequação do MRP aplicando a teoria dos conjuntos difusos	83
7.1. Determinação dos pesos relativos dos critérios	84
7.2. Pesos dos critérios	86
7.3. Avaliação dos módulos do MRP	89
7.4. Avaliação do mestre-de-materiais	89
7.5. Avaliação do mestre-de-fornecedores	91
7.6. Avaliação da utilidade do MRP	92
7.7. Avaliação do integrado	93
7.8. Avaliação final.....	94
7.9.: Avaliação da utilização do conjunto de componentes constituintes do MRP através dos conjuntos difusos	98
7.10. Conclusões e recomendações para a implementação do MRP na empresa	99
8. Conclusões	102
9. Bibliografia	104

Índice de figuras

Figura 1: Metodologia adoptada.....	17
Figura 2: ciclo de vida do processo construtivo. Fonte: MONTEIRO (1998)	19
Figura 3: Grau de pertença no conjunto tradicional	28
Figura 4: Grau de pertença num conjunto difuso	28
Figura 8: Mecanismo de retroacção	35
Figura 9: Sistema de informação. Fonte: RASCÃO (2004).....	39

Figura 10: Níveis de informação	40
Figura 11: Módulos do SAP (Fonte: SAP AG).....	52
Figura 12: Ciclo de abastecimento	54
Figura 13: As empresas de construção civil (Adaptado de <i>Journal of construction Engineering and management</i>)	58
Figura 14: Estrutura da empresa.....	66
Figura 15: Hierarquia	67
Figura 16: Hierarquia de produtos (Fonte: ENSUL-MECI).....	71

Índice de quadros

Quadro 3.1. Escala de importâncias	24
Quadro 3.2. Níveis de satisfação	30
Quadro 3.3. Grelha de avaliação	30
Quadro 3.4. Aplicação do método.....	31
Quadro 3.5. Grelha de avaliação Generalizada	33
Quadro 6.1. Tipos de materiais existentes (Fonte: ENSUL-MECI).....	70
Quadro 6.2. Grupos de mercadorias (Fonte: ENSUL-MECI).....	70
Quadro 6.3. Notas a atribuir a fornecedores.....	75
Quadro 6.4. Notas a atribuir a fornecedores.....	77
Quadro 6.5. Notas a atribuir a fornecedores.....	78
Quadro 6.6. Notas a atribuir a fornecedores.....	79
Quadro 6.7. Notas a atribuir a fornecedores.....	80
Quadro 6.8. Exemplo de classificação de fornecedor	80
Quadro 6.9. Exemplo de classificação de fornecedor	81
Quadro 7.1. Determinação dos pesos dos critérios.....	85
Quadro 7.2. Classificações atribuídas pelos responsáveis.....	86
Quadro 7.3. Classificação numérica dos atributos linguísticos	86
Quadro 7.4. Classificação dos atributos linguísticos.....	88
Quadro 7.5. Soma dos limites.....	88
Quadro 7.6. Atributos linguísticos.....	89
Quadro 7.7. Classificações atribuídas pelos responsáveis.....	90
Quadro 7.8. Avaliação do MM.....	90
Quadro 7.9. Classificação dos atributos	91
Quadro 7.10. Classificações atribuídas pelos responsáveis.....	91
Quadro 7.11. Avaliação do Mestre de fornecedores	92
Quadro 7.12. Classificações atribuídas pelos responsáveis.....	92

Quadro 7.13. Avaliação do MRP	93
Quadro 7.14. Classificação atribuída pelos responsáveis.....	94
Quadro 7.15. Avaliação do integrado.....	94
Quadro 7.16. Avaliação final do MRP	96
Quadro 7.17. Avaliação final do integrado.....	96
Quadro 7.18. Soma dos limites de cada componente	97

Índice de figuras

Figura 1.1. Metodologia adoptada.....	17
Figura 2.1. Ciclo de vida do processo construtivo. Fonte: MONTEIRO (1998).....	19
Figura 3.1. Grau de pertença no conjunto tradicional	28
Figura 3.2. Grau de pertença num conjunto difuso	28
Figura 4.1. Mecanismo de retroacção.....	35
Figura 4.2. Sistema de informação. Fonte: RASCÃO (2004).....	39
Figura 4.3. Níveis de informação	40
Figura 4.4. Módulos do SAP (Fonte: SAP AG)	52
Figura 4.5. Ciclo de abastecimento	54
Figura 5.1. As empresas de construção civil (Adaptado de <i>Journal of construction Engineering and management</i>)	58
Figura 6.1. Estrutura da empresa.....	66
Figura 6.2. Hierarquia	67
Figura 6.3. Hierarquia de produtos (Fonte: ENSUL-MECI).....	71

1. Introdução

No geral, a forma de obter os máximos benefícios dos *Enterprise Resource Planning* (ERP) é efectuar o mínimo de alterações aos pacotes *standard* destes *softwares*. Actualmente, a utilização dos ERP pelas empresas da construção civil é feita, sobretudo, pela customização destes *softwares*. A customização é a modificação de um sistema ERP para que este se possa adequar a uma determinada situação empresarial impossível de ser reproduzida através dos parâmetros já existentes. Será que a utilização dos ERP *standard*, desenvolvidos com base nos processos e necessidades da indústria, pode ser adoptada pelas empresas de construção na melhoria dos seus processos? Estarão estas empresas preparadas para a utilização de um produto tão complexo como os *Enterprise Resource Planning*?

1.1. Importância do tema

Num mundo em constante mudança, apenas as organizações com maior capacidade de adaptação poderão continuar a exercer a sua actividade. O processo de tomada de decisões tem como referência a informação para a mudança e adaptação do produto ou serviço no mercado, que cada vez se torna mais global e, conseqüentemente, mais complexo. A informação torna-se o diferencial competitivo nas organizações.

Segundo o estudo internacional da Deloitte – *European Powers of Construction 2008* (EPOC) –, as empresas do sector da construção, para fazerem face aos desafios que lhes são impostos no novo cenário económico, devem ganhar eficiência nos seus processos organizacionais. A ineficiência na gestão da cadeia logística custa o dobro da margem de lucro das empresas deste sector. Cabe a estas a optimização da cadeia de abastecimento para se obterem melhorias de *performance*.

1.2. Objectivos

1.2.1. Teóricos

Avaliar se a utilização dos ERP *standard*, desenvolvidos com base nos processos e necessidades da indústria, pode ser adoptada pelas empresas de construção na melhoria dos seus processos, com base na experiência adquirida no estudo e implementação de um componente do ERP de uma empresa da indústria da construção e na utilização posterior de modelos matemáticos para efectuar essa análise.

1.2.2. Práticos

Esta dissertação tem como objectivo definir uma metodologia simples que permita auxiliar na gestão dos *stocks* de um armazém da empresa Ensul-Meci, localizada no Monte da Caparica. Neste armazém, existem milhares de artigos e para diversos fins. Destes produtos, fazem parte materiais necessários à manutenção dos automóveis da frota da empresa, consumíveis de equipamentos de construção, vestuário e equipamentos de protecção individual, entre outros. A gestão destes *stocks* é feita por colaboradores que também efectuem outro tipo de actividades, como, por exemplo, a manutenção dos automóveis, e não possuem muitos conhecimentos de gestão de *stocks*.

Este armazém, quer pelas suas dimensões, quer pelo valor dos produtos que nele se encontram não constitui uma fonte de despesa relevante para a empresa. Parte-se, portanto, do pressuposto de que o objectivo será facilitar os responsáveis dos armazéns na gestão dos *stocks* e não a minimização dos custos totais ou a diminuição dos mesmos. Mas também se dará importância à diminuição destes custos, desde que, para tal, não decorram complicações excessivas, já que o objectivo principal será simplificar ao máximo.

Esta simplificação resulta de dois factores: o primeiro é que os responsáveis do armazém não possuem formação na área da gestão de *stocks*, sendo o seu conhecimento baseado apenas na experiência, e o segundo é o facto de estes desempenharem outras tarefas em simultâneo.

Actualmente na empresa, os *stocks* são geridos de uma forma quase rudimentar. O responsável prevê qual será o material necessário e a afluência de automóveis no início do dia (no caso da tarefa de manutenção dos mesmos), depois, faz uma inspecção visual às prateleiras e, no caso de ocorrer ruptura, entra em contacto com os vários fornecedores para que lhe entreguem o material o mais rapidamente possível. Este cenário ocorre quando é necessário fazer manutenção aos automóveis.

No caso dos materiais consumíveis, é feita, também, uma inspecção visual às prateleiras e, no caso de o responsável “achar que há falta de *stock* de material”, é efectuado um pedido de encomenda no departamento de compras. Se houver necessidade urgente de material e este não se encontrar em armazém, o responsável entra em contacto directo com os fornecedores.

Esta dissertação terá, também, a finalidade de coordenar, de uma maneira mais eficiente, o armazém com o departamento de compras. Implementado o Manufacturing Resource Planning (MRP) do SAP – Systems, Applications and Products, o departamento de compras ficará integralmente responsável pelo processo de abastecimentos dos materiais, uma vez que não são esperadas rupturas de *stock*. Os responsáveis do armazém apenas terão de fazer as reservas dos materiais de que necessitem.

1.3. Metodologia adoptada

A metodologia utilizada para a elaboração da tese será a seguinte:

1. Fazer uma revisão da literatura relacionada com a utilização dos ERP na construção civil e efectuar a caracterização deste sector;
2. Adquirir experiência com uma ferramenta ERP para posterior análise da mesma;
3. Desenvolver de uma metodologia para a implementação de um módulo do ERP para melhor percepção das limitações e potencialidades do mesmo.
4. Perceber como a ferramenta é utilizada numa empresa da indústria da construção;
5. Realizar entrevistas para a recolha de dados;
6. Fazer a avaliação crítica da ferramenta recorrendo a modelos matemáticos.



Figura 1.1. – Metodologia adoptada.

2. O sector da construção civil

A indústria da construção civil em Portugal assume um papel significativo na economia nacional e, conseqüentemente, no PIB. O desenvolvimento do sector da construção depende directamente do desenvolvimento da economia, da conjuntura económica e das despesas públicas. A sua evolução depende do montante e das fases de investimentos em outros sectores. Esta é, essencialmente, uma actividade cíclica, i.e., com expansões mais marcadas que a economia global em fases positivas do ciclo e recessões mais profundas em períodos negativos da economia. Baganha *et al* (2002). Na conjuntura actual, o sector da construção acompanha os restantes sectores da economia, ou seja, um período de contracção.

2.1. Conjuntura da indústria da construção civil

O sector da construção civil é o principal sector de actividade da economia portuguesa. O *cluster* do sector representa 28 por cento do Valor Acrescentado Bruto VAB e 20 por cento do emprego. O crédito à construção e às actividades imobiliárias absorve cerca de 60 por cento do crédito às empresas. Em Portugal, o crédito à habitação é responsável por 80 por cento do total de crédito atribuído a particulares. A soma do crédito à habitação com o crédito à construção e o crédito a actividades imobiliárias representa cerca de 70 por cento do total de crédito atribuído a empresas e a particulares. A Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF) construção representa 50 por cento da FBCF total e 11 por cento do Produto Interno Bruto (PIB). DELLOITE (2009).

2.2. A indústria da construção civil

2.2.1. A estrutura da indústria da construção

Na indústria da construção civil, existem várias empresas envolvidas de alguns ramos diferentes. Como, por exemplo, os fornecedores de matérias-primas e de outros produtos; empresas subcontratadas; projectos e engenharia. Cada um deles agrupa empresas com estruturas distintas, mas todas têm um objectivo comum: a entrega de um produto ou serviço que seja necessário para o processo de construção como um todo ETCHALUS (2006).

2.2.2. Intervenientes no processo construtivo

Segundo MONTEIRO (1998), o fluxo de informação entre os diversos agentes¹ que intervêm no processo de construção é complexo, pela sua natureza, pela quantidade e pelas diferenças de conceitos e linguagens utilizados.

Os intervenientes que contribuem nos processos construtivos são: o dono da obra, que é o responsável pela adjudicação dos projectos e, também, pela sua adjudicação; o projectista, que é o responsável pelo estudo e elaboração do projecto, respeitando sempre os requisitos especificados pelo dono da obra, para que seja cumprido o objectivo da construção; o serviço de fiscalização que é responsável pelo controlo da execução da obra, nomeadamente, em relação ao que foi especificado no projecto e à qualidade dos materiais e processos construtivos; e o empreiteiro, que é o responsável pela coordenação e execução de todos os trabalhos, com o objectivo de se obter o produto final. ARNALDO (2004).

2.2.3. Documentos produzidos no processo construtivo

Os documentos produzidos no processo construtivo encontram-se divididos em dois grupos: por um lado, os documentos específicos de um processo e, por outro, os documentos de referência, utilizados em diversos processos. MONTEIRO (1998). Para que esta informação seja consistente e integrada, tem de haver uma metodologia de estruturação da informação e protocolos de comunicação entre computadores que permitam a conexão entre diferentes sistemas. O ciclo de vida do processo construtivo poderá ser descrito através da seguinte figura:



Figura 2.1. – Ciclo de vida do processo construtivo.

¹ Como agente de construção, pode entender-se como aquele que é responsável por actividades do processo de construção.

Fonte: MONTEIRO (1998).

Os recursos utilizados no processo de construção são os recursos físicos e a informação. Os recursos físicos são os que englobam os produtos de construção, os recursos complementares (equipamentos e produtos não incorporáveis) e os recursos humanos. A informação engloba, a informação de referência, como, por exemplo, os regulamentos, elementos técnicos e funcionais e, também, a informação específica, que constitui o *output* principal da fase de concepção e projecto.

Na figura anterior, pode observar-se a relação entre os recursos e as diversas fases do ciclo de vida do processo construtivo.

MONTEIRO (1998) define o termo “instalações” como sendo uma estrutura física, incluindo a sua envolvente exterior, servindo uma ou mais funções. O termo “espaço” é definido como uma área ou um volume com fronteiras reais ou teóricas.

Os “elementos de construção” são definidos como a parte física das instalações com uma função característica definida sem ser indicada a solução técnica, o método ou a forma de construção. As “actividades de construção” são as várias partes físicas das instalações, resultantes da aplicação de uma técnica particular ou método de construção aplicado a um produto ou elemento de construção, durante a fase de produção.

2.3. Caracterização do sector

HAGA (2000) refere que uma das mais importantes razões para o fraco aparecimento de inovações tecnológicas na construção civil, comparativamente a outros sectores, se deve ao baixo investimento em pesquisas no sector da construção. SALES (2003) acrescenta que o carácter conservador do sector da construção civil e os fracos investimentos no mesmo têm atrasado uma possível melhoria na gestão e utilização da informação. Os vários tipos de intervenientes, com diferentes tipos de especialidade, que geram diferentes tipos de informação que fluem dentro da empresa, provocam ruído e conflitos.

O mesmo autor aponta algumas características negativas encontradas na maior parte das empresas do sector:

- Neste sector, o projecto encontra-se separado da produção;
- A baixa escolaridade dos trabalhadores, as condições de marginalidade e precariedade social e a falta de sindicalismo;

-
- O autoritarismo presente no sector, que gera um ambiente de potenciais conflitos;
 - A cultura do desperdício e despreocupação com os aspectos de higiene e segurança no trabalho;
 - As características do processo de construção, como, por exemplo, a variabilidade de consumo de recursos devido à imprevisibilidade na duração das actividades;
 - Utilização de especificações complexas e muitas vezes confusas;
 - Responsabilidades pouco definidas.

A cultura no sector da construção é caracterizada pelo facto de a maioria das empresas adoptar estratégias de curto prazo, fazendo pequenos ou nenhuns investimentos nos recursos humanos. Isto traduz-se na prioridade dada pela empresa, apenas, aos aspectos de prazo e de custos, em detrimento dos aspectos relacionados com a qualidade, e na tolerância dada aos graves e persistentes problemas do sector da construção, como, por exemplo, os desperdícios e a baixa produtividade.

No sector da construção civil, encontramos envolvida uma grande quantidade de intervenientes, com níveis de formação e de especialização diferentes que geram, também, diferentes tipos de informação. A falta de informação necessária para a tomada de decisões, aliada à ineficiência, característica do sector, faz da gestão das empresas de construção uma actividade caótica. O estudo do fluxo de informação dentro das empresas deste sector proporciona uma racionalização dos processos, permitindo às empresas conhecer as informações necessárias para os agilizar.

As principais informações necessárias à construção civil são: desenhos, relatórios orçamentais, gráficos, diagramas de planeamento do projecto e contratos. Nestas empresas, geralmente, a informação flui de cima da pirâmide hierárquica para baixo. E quando chega à base da pirâmide, a direcção do fluxo é invertida.

SALES (2003) classifica o fluxo de informação na construção civil de precário, incompleto, burocratizado e centralizado. A mesma autora cita algumas características das empresas do sector da construção que dificultam a formação de um sistema de informação eficiente. Estas características são: a não continuidade das equipas de trabalho, como, por exemplo, os clientes, alguns fornecedores, projectistas, engenheiros; a especificidade de cada empreendimento (ou seja, um produto único e com grande volume de informação); e as actividades externas e internas que provocam alterações no desenvolvimento das actividades.

Os processos precisam do desenvolvimento da logística, passando pela racionalização dos fluxos de informação. Para atingir este propósito, devem ser tomadas algumas medidas, tais como: a criação de um sistema de informação logística, de forma a organizar e formalizar as formas de emissão de documentação e os registos de informação; a definição de um sistema de apoio à decisão; a eliminação

do ruído nos fluxos de informação, se aumente a velocidade de processamento e fluxo de informação e se elimine informação redundante.

3. Ferramentas de apoio à decisão

3.1. A Teoria da decisão

Um processo de tomada de decisão requer uma única decisão ou um conjunto de decisões sequenciais. Cada uma das decisões consideradas no processo tem uma perda e um ganho associados que são determinados por circunstâncias externas aos processos. Estes conjuntos de circunstâncias possíveis são designados como estados da natureza; a cada estado é normalmente associada uma probabilidade de ocorrência BRONSON (2001).

3.1.1. Análise multi-critério

As técnicas de análise multi-critério são utilizadas no apoio à tomada de decisão em situações muitas vezes complexas. Nestas técnicas, têm-se em consideração os diversos objectivos que os decisores pretendem alcançar. Neste método, utilizam-se entrevistas aos decisores para identificar os factores mais importantes na decisão. Uma aplicação da análise multi-critério é a determinação de uma localização ideal que é comparada com outras localizações potenciais, efectuando-se *trade offs* entre pesos de critérios para seleccionar a melhor dessas localizações potenciais. LIEBERMAN (2006)

Geralmente, os problemas de decisão apresentam um carácter multi-atributo. A grande dificuldade da formulação destes problemas deve-se à multiplicidade de atributos e ao carácter muitas vezes contraditório ou paradoxal das comparações segundo os vários atributos. Como, por exemplo, a alternativa A_i é melhor do que a alternativa B_j , segundo o atributo k , mas a alternativa B_j é melhor do que a alternativa A_i , de acordo com o atributo j . VALADARES (1996)

3.1.1.1. *Analytic Hierarchy Process* (AHP)

O método AHP é um dos primeiros e mais utilizados métodos de análise multicritério. O método é aplicado em diversas áreas devido à sua característica de incorporar na sua análise critérios quantitativos e qualitativos.

O AHP é uma ferramenta matemática que permite orientar o processo intuitivo, baseada no conhecimento e na experiência na tomada de decisão. Este método depende das avaliações feitas por decisores quando não há informações quantitativas sobre o comportamento de uma variável em função de determinado critério. Este método resulta, ainda, numa medida global para cada uma das acções potenciais ou alternativas, permitindo a sua classificação.

O método está construído sobre três princípios, conforme determina VIEIRA (2006):

- *Construção de hierarquias*: um problema complexo necessita da estruturação dos critérios segundo uma hierarquia. O método AHP permite essa estruturação dos critérios, sendo a estruturação em árvore a mais utilizada, em que o critério de mais alto nível é decomposto em níveis mais detalhados;
- *Definição de prioridades*: as prioridades são definidas a partir de comparações a par a par dos elementos, segundo um determinado critério;
- *Consistência lógica*: este método permite, por meio da proposição de índices, avaliar a consistência da definição de prioridades, ou seja, é capaz de verificar a consistência dos julgamentos.

O método AHP permite identificar e atribuir diferentes importâncias a vários critérios de decisão relativos a diferentes hipóteses existentes. Este método inclui critérios de avaliação objectivos e subjectivos na sua análise de alternativas. A aplicação do método AHP é feita do seguinte modo:

1) **Construção da Matriz de importâncias (escala de 1-9)**

A avaliação efectuada aos vários critérios de decisão pode ser representada numa matriz quadrada, na qual os elementos são comparados entre si. A escala recomendada por SAATY (1991), mostrada no Quadro 3.1., vai de 1 a 9. A classificação de 1, atribuída por um decisor, significa que os objectivos têm a mesma importância e a classificação de 9 significa que um critério é absolutamente mais importante do que o outro. Cada matriz é avaliada pelo seu valor próprio de modo a ser verificada a coerência da avaliação efectuada.

Quadro 3.1. – Escala de importâncias.

Valor de a_{ij}	Significado
1	Os objectivos i e j têm a mesma importância
3	i é um pouco mais importante que j
5	i é mais importante que j
7	i é muito mais importante que j
9	i é absolutamente mais importante que j
2, 4, 6, 8	Valores intermédios

2) Preenchimento da matriz de comparação dos vários critérios de avaliação

As posições na diagonal da matriz são sempre 1, pois esta diagonal reflecte a importância de um elemento em relação a si mesmo. Para preencher os outros elementos da matriz, avalia-se a importância do critério i em relação ao critério j de acordo com o quadro 3.1., que apresenta a escala de comparação utilizada no método. A matriz é depois normalizada, efectuando a divisão de cada elemento pela soma dos elementos da respectiva coluna. Para a determinação dos coeficientes de ponderação, é feita a média de cada linha da tabela normalizada. Determinado o peso de cada critério, é finalmente possível calcular a pontuação final relativamente a cada hipótese. SAATY (1991).

Matriz de importâncias (escala de 1–9):

$$\begin{pmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \dots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & \dots & \frac{w_2}{w_n} \\ \frac{w_3}{w_1} & \frac{w_3}{w_2} & \dots & \frac{w_3}{w_n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \dots & \frac{w_n}{w_n} \end{pmatrix}$$
$$\sum \frac{w_n}{w_1}$$

3.1.2. Árvores de decisão

As árvores de decisão são um instrumento da teoria da decisão cujas aplicações permitem auxiliar diversas áreas da ciência. As árvores de decisão permitem representar, de uma forma estruturada, as

sequências de decisões e de acontecimentos incertos que poderão ocorrer num problema de decisão e delinear, a partir daí, uma estratégia para a resolução desse mesmo problema. GODINHO (2003).

Geralmente, os problemas de decisão apresentam uma estrutura sequencial. Esta característica implica a alternância entre momentos de escolha controlada pelo decisor, geralmente designados por momentos de decisão, e momentos em que o decisor não tem controlo, que se devem às variáveis não controláveis, geralmente designados por momentos do acaso. A resolução e análise destes problemas podem ser facilitadas com o recurso às árvores de decisão. VALADARES (1996).

Nas árvores de decisão, utilizam-se, geralmente, dois tipos de símbolos designados por nodos. Existem dois tipos de nodos: nodos de incerteza, que representam os acontecimentos incertos e são identificados por um círculo; e nodos de decisão, que representam as decisões a tomar pelo decisor e são identificados por um quadrado. Os ramos são linhas rectas que saem dos nós de decisão ou dos nós de incerteza. Quando um decisor encontra um nó de decisão, tem de escolher um dos ramos alternativos para percorrer. Quando encontra um nó de incerteza, não tem nenhum controle sobre qual o ramo a percorrer. Aos nodos de incerteza está, geralmente, associada uma probabilidade de determinado acontecimento ocorrer. LIEBERMAN (2006).

Para a construção de uma árvore de decisão, deve ser feita uma descrição do problema, na qual devem ser especificadas: as variáveis, as acções e a sequência lógica necessária para a tomada de decisão. Depois de construída, é possível ter uma representação esquemática do problema.

As variáveis são representadas pelas condições e os *outputs* do problema são as acções a serem tomadas. Os ramos da árvore correspondem a cada opção e conduzem à possibilidade ou à acção a ser tomada. GODINHO (2003).

Para escolher o caminho óptimo a percorrer, torna-se necessário encontrar as probabilidades *a posteriori*, as probabilidades marginais e os riscos de Bayes. LIEBERMAN (2006).

Para cada caminho, a perda é especificada no ponto terminal. Percorrendo a árvore de trás para a frente, a partir de cada ponto terminal em direcção ao nó mais próximo (nó de incerteza), é colocada uma perda naquele nó, sendo esta perda o custo esperado em relação às probabilidades associadas aos ramos. Estas probabilidades representam a probabilidade de o estado da natureza indicado pelo ponto terminal ocorrer, dado o caminho seguido para o último nó.

A possibilidade de se adiar uma decisão também deve ser considerada, pelo que a construção da árvore de decisão também deve ter em conta esta alternativa. LIEBERMAN (2006).

3.1.3. Teoria dos conjuntos difusos

“Toda a lógica tradicional assume a existência de símbolos precisos. Eles, portanto, não são aplicáveis a esta vida terrestre, mas apenas a uma existência irreal e imaginária”.

Bertrand Russel

A teoria dos conjuntos difusos (*fuzzy sets*) foi introduzida por ZADEH em 1965, como uma teoria matemática aplicada a conceitos difusos. A partir daí, a aplicação dessa teoria em sistemas de informação tem crescido. Uma área de aplicação da teoria dos conjuntos difusos é o chamado raciocínio aproximado, semelhante à forma do pensamento humano. Nesses casos, as variáveis linguísticas são representadas por conjuntos difusos, interpretando uma variável linguística como uma variável cujos valores são palavras ou frases em linguagem natural. (ZADEH, 1965).

Na teoria clássica dos conjuntos, o conceito de pertinência de um elemento a um conjunto fica bem definido. Dado um conjunto A em um universo X , os elementos deste universo simplesmente pertencem ou não pertencem àquele conjunto. Isto pode ser expresso pela função característica f_A :

$$f_A(x) = \begin{cases} 1 & \text{sse } x \in A \\ 0 & \text{sse } x \notin A \end{cases}$$

De uma forma geral, um conjunto difuso é uma classe com fronteiras difusas, sendo X o universo de discurso, $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, e sendo A um conjunto difuso de X , então, o conjunto difuso A pode ser representado da seguinte maneira:

$$A = \{(x_1, f_A(x_1)), (x_2, f_A(x_2)), \dots, (x_n, f_A(x_n))\},$$

Onde f_A é uma função pertencente ao conjunto difuso A , $f_A : X \sim [0, 1]$, $f_A(x_i)$, e indica o grau de pertença do membro x_i a A . LEE (1997).

Se o universo de discurso for o conjunto infinito, então, o conjunto difuso A poderá ser expresso da seguinte forma:

$$A = \int f_a(x_i)/x_i, x_i \in X.$$

A teoria dos conjuntos difusos é uma ferramenta matemática que permite quantificar fenómenos ou problemas da vida real caracterizados pela incerteza, imprecisão ou ambiguidade. A aleatoriedade do carácter difuso é diferente da aleatoriedade dos conceitos tradicionais da teoria da probabilidade. A imprecisão ou incerteza que é objecto de estudo dos conjuntos difusos distingue-se nas classes em que não existe uma transição rígida de pertença e não pertença. SULEMAN (2006). A cada elemento da classe associa-se um número do intervalo $[0,1]$, que corresponde à *intensidade* da sua pertença na classe.

Um conjunto difuso é um triplo (β, D, f) , donde β , é o conjunto de todos os conjuntos difusos, D corresponde ao domínio do conjunto difuso e f , uma função real de variável real definida para cada $\beta \in D$, tal que: DRAKOPOULOS (1994)

- a) $\forall x \in D f_{\emptyset}(x) = 0, \emptyset$ é o conjunto vazio em β ,
- b) $\forall x \in D f_{\Omega}(x) = 1, \Omega$ é o conjunto Universal em β ,
- c) $\forall I$ se $\{A_i | i \in I\}$ é um conjunto de conjuntos difusos em β , então:
- c₁) $\forall x \in D f_{\bigcup_{i \in I} A_i(x)} = \sup_{i \in I} f_{A_i}(x)$
- c₂) $\forall x \in D f_{\bigcap_{i \in I} A_i(x)} = \inf_{i \in I} f_{A_i}(x)$
- d) $\forall x \in \beta \forall x \in \beta f_{\bar{A}}(x) = 1 - f_A(x)$

Quando se estuda a ambiguidade, colocam-se, por norma, duas questões fundamentais: uma é conhecer a sua origem e outra é saber como quantificar essa ambiguidade. Existem diversos aspectos da vida quotidiana caracterizados pela ambiguidade. Uma fonte de ambiguidade do dia-a-dia é a nossa linguagem, como, por exemplo, «temperatura elevada», «homem alto», «copo vazio», etc.

Um conjunto difuso não possui uma fronteira bem definida. Um elemento pode ser membro de mais do que um conjunto difuso em diferente grau. Segundo NUNES (2002), se X for o conjunto de toda a informação sobre um determinado problema, denominado *Universo de Discurso* e x um elemento de X , então $X = \{x\}$. Quando o universo de discurso é discreto e finito, é proposta a seguinte notação: \tilde{A} . Um conjunto \tilde{A} em X é caracterizado por uma função de pertença que associa a cada elemento de X um número real $\mu_{\tilde{A}}(x)$, compreendido entre o intervalo $[0, 1]$.

O grau de pertença, ou seja $\mu_A(x)$, indica o grau de afinidade do elemento x pertencente a X em relação ao conjunto difuso. Ou seja, se um elemento for fortemente elemento de \tilde{A} , então, $\mu_A(x)$ estará muito próximo de 1 e, caso contrário, estará muito próximo de 0.

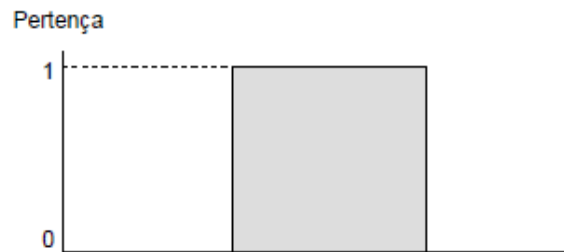


Figura 3.1. – Grau de pertença num conjunto tradicional.

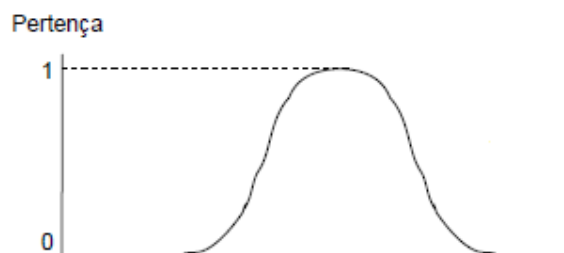


Figura3.2. – Grau de pertença num conjunto difuso.

Devido ao facto de as fronteiras de um conjunto difuso serem vagas e ambíguas, a transição de um elemento do *estado* membro para não membro de um conjunto difuso é gradual, sendo descrita por uma função de pertença. As funções de pertença mais comuns na teoria dos conjuntos difusos são: triangular, em forma de sino e trapezoidal.

Exemplo 1:

Sendo X o Universo de discurso, $X = \{\text{vermelho, preto, amarelo, azul, branco, castanho, verde}\}$, e sendo $x = \text{escuro}$, o conjunto difuso do Universo X é definido subjectivamente da seguinte forma: $X = \{(\text{vermelho}, 0,5), (\text{preto}, 1), (\text{amarelo}, 0,1), (\text{azul}, 0,6), (\text{branco}, 0), (\text{castanho}, 0,8), (\text{verde}, 0,3)\}$.

Onde «preto» tem o valor difuso mais elevado (i.e., 1), no conjunto difuso x e «branco» tem o valor difuso mais baixo (i.e., 0). Desta forma, considera-se «preto» como o valor mais pertinente e «branco» como o valor menos pertinente. LEE (1997).

CHEN (1997) apresentou um método para avaliação, utilizando a teoria dos conjuntos difusos. Supondo que existem onze níveis de satisfação para avaliar o desempenho de estudantes a respeito de uma pergunta de um exame, os níveis de satisfação considerados foram os seguintes: extremamente bom (EG); muito muito bom (VVG); muito bom (VG); bom (G); mais ou menos bom (MG); normal (F); mais ou menos mau (MB); mau (B); muito mau (VB); muito muito mau (VVB); e extremamente mau (EB) – onde os graus de satisfação do total de onze níveis são mostrados dentro do quadro 3.3. Sendo X o conjunto dos níveis de satisfação:

$X = \{ \text{extremamente bom (EG); muito muito bom (VVG); muito bom (VG); bom (G), mais ou menos bom (MG); justo (F); mais ou menos mau (MB); mau (B); muito mau (VB); muito muito mau (VVB); e extremamente mau (EB), };$

E dada uma função T que define o grau máximo de satisfação de X , onde $T : X \rightarrow [0, 1]$, pelo quadro 3.2.:

$$\begin{aligned} T(\text{extremamente bom}) &= 1; \\ T(\text{muito muito bom}) &= 0,99; \\ T(\text{muito bom}) &= 0,9; \\ T(\text{bom}) &= 0,8; \\ T(\text{mais ou menos bom}) &= 0,7; \\ T(\text{normal}) &= 0,6; \\ T(\text{mais ou menos mau}) &= 0,5; \\ T(\text{mau}) &= 0,4; \\ T(\text{muito mau}) &= 0,24; \\ T(\text{muito muito mau}) &= 0,09; \\ \text{e } T(\text{extremamente mau}) &= 0. \end{aligned} \quad (1)$$

Quadro 3.2. – Níveis de satisfação.

Níveis de satisfação	Intervalos de satisfação
Extremamente bom	100%
Muito muito bom	91%–99%
Muito bom	81%–90%
Bom	71%–80%
Mais ou menos bom	61%–70%
Normal	51%–60%
Mais ou menos mau	41%–50%
Mau	25%–40%
Muito mau	10%–24%
Muito muito mau	1%–9%
Extremamente mau	0%

Supondo que um avaliador pode avaliar as respostas de um exame usando a teoria dos conjuntos difusos, para a aplicação deste método, deve ser construída uma matriz com 13 colunas e n linhas, Sendo n o número de questões que o decisor pretende avaliar.

Quadro 3.3. – Grelha de avaliação

Questão	Níveis de satisfação											Níveis de satisfação
	EG	VV	G	VG	G	MG	F	MB	B	VB	B	
Q1												
Q2												
Qn												

Um exemplo de construção deste tipo de matriz é mostrado no quadro 3.3. A primeira coluna indica o número das perguntas. Em qualquer linha, da 2.^a coluna até à 12.^a, é mostrada a classificação atribuída à resposta correspondente, onde essa classificação linguística pertence ao conjunto $X = \{ \text{extremamente bom (EG); muito muito bom (VVG); muito bom (VG); bom (G); mais ou menos bom (MG); justo (F); mais ou menos mau (MB); mau (B); muito mau (VB); muito muito mau (VVB); e extremamente mau}$

(EB)}. A 13.^a coluna mostra o grau de satisfação final do decisor relativo a cada uma das perguntas. Supondo que um decisor aplica este método para determinar a pontuação difusa da primeira pergunta (i.e., Q.1) de um exame de um estudante segundo o quadro 3.3.

Do quadro 3.4., pode-se verificar que o nível de satisfação a respeito da primeira pergunta do estudante é representada pelo conjunto difuso $F(Q.1)$ do universo de discurso X , onde $X = \{EG, VVG, VG, G, MG, F, MB, B, VB, VVB, EB\}$, e o conjunto difuso $F(Q.1)$ se designa da seguinte maneira:

$$F(Q. 1) = \{(EG, 0), (VVG, 0.9), (VG, 0.8), (G, 0.5), (MG, 0), (V, 0), (MB, 0), (B, 0), (VB, 0), (VVB, 0), (EB, 0)\}.$$

Quadro 3.4. – Aplicação do método.

Questões	Níveis de satisfação											Níveis de satisfação
	EG	VVG	VG	G	MG	F	MB	B	VB	VVB	EB	
Q1	0	0,9	0,8	0,5	0	0	0	0	0	0	0	
												Total

Por simplificação, o conjunto difuso $F(Q.1)$ pode representado da seguinte forma:

$$F(Q. 1) = \{(VVG, 0.9), (VG, 0.8), (G, 0.5)\}.$$

Indica que o nível de satisfação das respostas no que diz respeito à primeira pergunta é descrito como 90% muito muito bom, 80% muito bom, e 50% bom. O método para a avaliação das respostas pode ser descrito da seguinte maneira:

- 1) Assumir que a classificação segundo o método dos conjuntos difusos da questão $Q.i$ é feita através da tabela 6, onde: $Y_i \in [0, 1]$ e $1 \leq i \leq 11$. A partir de (1), pode-se verificar que:

$$T(EG) = 1; T(VVG) = 0.99; T(VG) = 0.90; T(G) = 0.80; T(MG) = 0.70; T(F) = 0.60; T(MB) = 0.50; T(B) = 0.40; T(VB) = 0.24; T(VVB) = 0.09 e T(EB) = 0$$

Neste caso, o grau de satisfação $D(Q.i)$ da pergunta $Q.i$ do estudante às respostas pode ser avaliado pela função D :

$$D(Q_i) = \frac{Y_1 \times T(EG) + Y_2 \times T(VVG) + \dots + Y_{11} \times T(EB)}{Y_1 + Y_2 + \dots + Y_{11}}: (2)$$

Onde $D(Q.i) \in [0,1]$. Quanto maior for o valor de $D(Q.i)$, maior o grau de satisfação da pergunta $Q.i$. Considere-se o exemplo mostrado no quadro 3.5. Quadro 3.2. tem-se que: $T(VVG) = 0,99$; $T(VG) = 0,90$; e $T(g) = 0,80$. Aplicando (2), o grau do satisfação $D(Q.1)$ da resposta Q.1 pode ser avaliado da seguinte maneira:

$$D(Q_1) = \frac{0.9 \times 0.99 + 0.8 \times 0.9 + 0.5 \times 0.8}{0.9 + 0.8 + 0.5} = 0,9141.$$

Indica que o grau de satisfação difuso da pergunta Q.1 atribuído pelo avaliador é de 0,9141 (i.e., 91,41%).

- 2) Considere-se a pontuação total de todas as respostas igual a 100. Assume-se que o exame tem n questões. A Questão Q.1 tem uma cotação de S_1 , a questão Q.2 tem uma cotação de S_2 e a questão Q. n tem uma cotação de S_n , onde $\sum_{i=1}^n S_{i\leq} = 100$, $0 \leq S_i \leq 100$, e $1 \leq i \leq n$, supondo que o grau de satisfação da pergunta Q.1, Q.2... e Q. n é $D(Q.1)$, $D(Q.2)$, ..., e $D(Q.n)$, respectivamente, então, a pontuação total é a seguinte:

$$S_1 \times D(Q.1) + S_2 \times D(Q.2) + \dots + S_n \times D(Q.n).$$

Método de classificação através dos conjuntos difusos generalizado

Quadro 3.5. – Grelha de avaliação generalizada.

Questão	Critério	Níveis de satisfação										Níveis de satisfação por critério	Níveis de satisfação por questão		
		EG	VVG	VG	G	MG	F	MB	B	VB	VVB			EB	
Q.1.	C ₁													$D(C11)$	$P(Q.1)$
	C ₂													$D(C1)$	
	C _n													$D(C1n)$	
Q.2.	C ₁													$D(C21)$	$P(Q.1)$
	C ₂													$D(C22)$	
	C _n													$D(C2n)$	
Q.i.	C ₁													$D(Cn1)$	$P(Q.n)$
	C ₂													$D(Cn2)$	
	C _n													$D(Cni)$	
												Total			

- 1) Suponha-se que Q.1 tem uma cotação de S_1 , a questão Q.2 tem uma cotação de S_2 e a questão Q.n tem uma cotação de S_n , num total de 100 pontos.
- 2) Suponha-se que o avaliador avalia as respostas usando os seguintes critérios: C_1, C_2, \dots, C_n .
- 3) Suponha-se que os pesos dos critérios C_1, C_2, \dots, C_n , são W_1, W_2, \dots, W_n , respectivamente, onde $W_i \in [0, 1]$ e $1 \leq i \leq n$. Além disso, suponha-se que o decisor pode avaliar utilizando os n critérios baseados no método descrito acima. Neste caso, um decisor pode avaliar utilizando a teoria dos conjuntos difusos através do quadro 3.5., onde os graus de satisfação da pergunta Q.i segundo os critérios C_1, C_2, \dots, C_n avaliados pelo método proposto são: $D(Ci1), D(Ci2), \dots, D(Cin)$, respectivamente, onde:

$$0 \leq D(C_{i1}) \leq 1, 0 \leq D(C_{i2}) \leq 1, \\ 0 \leq D(C_{i3}) \leq 1, 0 \leq D(C_{i4}) \leq 1, \text{ e } 1 \leq i \leq n.$$

4) O grau de satisfação $P(Q.i)$ de $Q.i$ pode pelo avaliado da seguinte maneira:

$$P(Q.i) = \frac{W_1 \times D(Ci1) + W_2 \times D(Ci2) + W_3 \times D(Ci3) + W_4 \times D(Ci4)}{W_1 + W_2 + W_3 + W_4}$$

Onde $P(Q.i) \in [0,1]$ e $1 \leq i \leq n$. A pontuação total pode ser obtida através de:

$$S_1 \times P(Q.1) + S_2 \times P(Q.2) + \dots + S_n \times P(Q.n).$$

4. As organizações e a forma como estão estruturadas

4.1. Organizações – Visão sistémica

*“Reuni o completo ao que não o é; o concordante ao que discorda,
o harmonioso ao que está em desacordo”*

Heraclito

Uma organização pode ser definida como sendo uma combinação intencional de pessoas e de tecnologia, integradas como um todo e inseridas num enquadramento socioeconómico, com o propósito de realizar um determinado conjunto de objectivos. As organizações são diversificadas e heterogéneas e possuem objectivos, estruturas e características diferentes umas das outras. Existem várias concepções e abordagens para as organizações. Neste capítulo, vai ser abordada a concepção sistémica de organização, já que desenvolve o conceito de organização como um todo, sendo esta abordagem holística fundamental para a melhor percepção e posterior desenvolvimento dos sistemas de informação. VARAJÃO (2005)

Para melhor se compreender a visão sistémica de organização, esclarecem-se alguns conceitos que se julgam fundamentais. Um destes conceitos é o conceito de sistema. A palavra sistema deriva do grego «Système», este por sua vez derivado de «Synestanai» que significa: *colocar em conjunto, colocar num todo organizado*. Por sistema, pode-se entender: *um conjunto de elementos dinamicamente relacionados entre si, formando uma atividade para atingir um objetivo, operando sobre inputs (informação, energia*

ou matéria) e fornecendo outputs (informação, energia ou matéria) processadas.

Outros conceitos importantes são o conceito de entrada ou *input* e o conceito de saída ou *output*. A entrada de um sistema é tudo o que o sistema importa ou recebe do exterior. Os *inputs* podem ser: informação, energia e materiais. O *output* de um sistema é o que este exporta para o exterior como resultado das suas operações. É o resultado final da operação do sistema. Os *outputs* podem ser: bens ou serviços, informações, lucros, poluição, etc.

O conceito de caixa negra é utilizado quando existe um sistema cujo interior não é compreendido. Neste sistema, os elementos internos são desconhecidos, sendo apenas conhecido o exterior, através de observação e/ou manipulação externa. O conceito de caixa negra é utilizado quando o sistema é impenetrável ou inacessível ou quando este é complexo, de difícil explicação ou descrição.

A retroacção é um mecanismo pelo qual uma parte da energia de saída de um sistema ou de uma máquina volta à entrada. A retroacção ou *feedback* é um subsistema de comunicação de retorno proporcionado pela saída do sistema à sua entrada, com o objectivo de modificá-la de alguma maneira. Este mecanismo permite a comparação entre a maneira como o sistema funciona em relação ao padrão pré-estabelecido de funcionamento e Existem dois tipos de retroacção: a retroacção positiva e a retroacção negativa. A retroacção positiva constitui a acção estimuladora do sinal de saída que actua sobre o sinal de entrada. O sinal de saída amplifica o sinal de entrada. Por exemplo, na indústria, quando as vendas aumentam e os *stocks* são consumidos mais rapidamente, ocorre a retroacção positiva para se aumentar os níveis de *stock* e a produção. A retroacção negativa constitui a acção inibidora do sinal de saída sobre o sinal de entrada. A retroacção permite efectuar correcções ao sistema, para adequar as entradas e saídas e reduzir os desvios ao que foi pré-estabelecido.

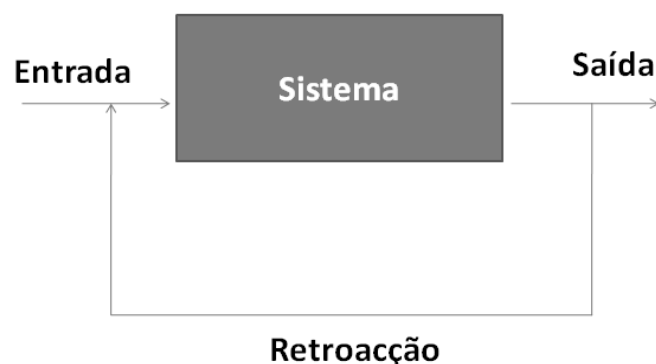


Figura 4.1. – Mecanismo de retroacção.

A homeostasia é um equilíbrio dinâmico que se obtém através do autocontrolo. Este conceito refere-se à

capacidade do sistema em manter as variáveis de controlo dentro dos limites, quando estas são forçadas, através de estímulos externos a assumir valores que saem fora da normalidade. A homeostase é obtida através do mecanismo de retroacção do sistema. Este mecanismo de retroacção, que é basicamente um mecanismo de comunicação, reage activamente a uma entrada de informação, tentando restabelecer o equilíbrio perturbado por estímulos externos.

Através do controlo, é desencadeada uma acção rectificadora que permite reencontrar o estado normal do sistema. Este tipo de acção rectificadora não se situa unicamente ao nível do controlo, mas manifesta-se de modo permanente em cada momento da criação e do funcionamento do sistema. BIRREN (1970).

Por redundância, entende-se a repetição da mensagem para que a sua recepção seja o mais correcta possível. A redundância introduz no sistema de comunicação a capacidade de eliminar ruído, prevenindo, assim, enganos e distorções.

A entropia significa que partes do sistema perdem a integração e comunicação entre si, provocando uma decomposição, perda de energia e informação e, conseqüentemente, se degenerem. A entropia é o processo responsável pela exaustão, desorganização e desintegração de um sistema. Para evitar a entropia, um sistema precisa de se reabastecer de energia, de informação e de manter a sua estrutura. À medida que aumenta a informação, diminui a entropia, porque a informação é a base da configuração e da ordem. O abastecimento de um sistema com informação adicional é capaz de repor as perdas e proporcionar integração e organização no sistema. CHIAVENATO (2007).

É preciso ter em conta que a informação também sofre perda ao ser transmitida, tendo todo o sistema de informação uma tendência entrópica, devido ao ruído. Quando nenhum ruído é introduzido na transmissão, a informação permanece constante.

ROCHA (2002) faz a distinção entre três conceitos: dados; informação e conhecimento. A informação pode ser constituída por dados internos e externos às organizações. Os dados são factos e opiniões recolhidas e armazenadas e que têm em si o potencial de serem formatáveis de modo a serem interpretáveis e daí se poder criar informação. A informação permite inteligir uma dada situação, enquanto os dados podem conter informação para uma pessoa e não para outra, pois os dados só por si não possuem nenhum mecanismo de interpretação. Compõe portanto, a matéria-prima de um «produto», que é a informação.

A aplicação de mecanismos de interpretação transforma os dados em informação. Estas obtêm-se a partir da organização, manipulação e integração dos dados para uma finalidade específica. Os dados são, portanto, factos isolados, representações não estruturadas cuja utilização poderá ser útil numa

determinada situação e a informação é o resultado da interpretação dos dados. RODRIGUES (2002). A informação proporciona orientação, instrução e conhecimento a respeito de algo, permitindo programar o comportamento ou funcionamento de um sistema. VARAJÃO (2005).

A informação adiciona conhecimento a determinado acontecimento e diminui o grau de incerteza em relação ao mesmo. Outro conceito importante é o de conhecimento. O mesmo Autor faz a distinção deste conceito em relação ao conceito de dados e ao conceito de informação do seguinte modo:

«O conhecimento é a informação combinada com a experiência, contexto, interpretação e reflexão.» O conhecimento é, assim, composto por experiências, valores e informações do contexto. Constitui, portanto, uma forma de alto valor da informação que está pronta a ser aplicada à tomada de decisões.

O sistema de comunicação é constituído por seis elementos: fonte; transmissor; canal; receptor; destino e ruído. A fonte emite a mensagem, o transmissor opera as mensagens emitidas pela fonte, transformando-as numa forma adequada para o canal. O canal leva a mensagem sob a nova forma para um local distante. O ruído perturba a mensagem no canal. O receptor procura decifrar a mensagem gravada no canal e transforma-a numa forma adequada ao destino. O ruído é a quantidade de perturbação indesejável que tende a deturpar e alterar de maneira imprevisível as mensagens transmitidas.

Os sistemas podem ser classificados segundo dois critérios diferentes.

Quanto à complexidade, os sistemas podem ser:

- Sistemas simples. Embora sejam sistemas dinâmicos, são os sistemas mais simples de todos os sistemas;
- Sistemas complexos descritivos. Estes sistemas não são simples, são altamente elaborados e muito inter-relacionados;
- Sistemas excessivamente complexos. São sistemas extremamente complicados e não podem ser descritos de forma precisa e detalhada.

Os sistemas podem ser classificados, também, em sistemas determinísticos e sistemas probabilísticos.

Os sistemas determinísticos são aqueles em que as partes interagem de uma forma previsível. A partir do último estado do sistema e sistema de informação, pode-se prever, sem risco ou erro, o seu estado seguinte. Os sistemas probabilísticos são aqueles para os quais não se pode fazer uma previsão detalhada. Pode-se prever probabilisticamente o que acontecerá segundo determinadas circunstâncias.

Os elementos, as relações entre eles e os objectivos constituem os aspectos fundamentais na definição de um sistema. Os elementos constituem as partes ou órgãos que compõem o sistema. Estão dinamicamente relacionados entre si, mantendo uma constante interacção.

As linhas que formam a rede de relações constituem as comunicações existentes no sistema. A posição das linhas reflecte a quantidade de informações do sistema, e os eventos que fluem para a rede que constitui o sistema são as decisões. Essa rede é, fundamentalmente, um processo de decisão. Um sistema é, portanto, um conjunto de elementos, que são as partes ou órgãos dinamicamente relacionados numa rede de comunicações, devido à interacção entre os vários elementos que o constituem.

4.2. Os sistemas de informação

4.2.1. Introdução aos sistemas de informação

Por sistema de informação, pode-se considerar o sistema da empresa responsável pela recolha, tratamento, armazenamento e transmissão da informação que seja relevante para as diferentes partes que constituem a empresa ou qualquer tipo de organização, de modo a facilitar o planeamento, controlo, coordenação e as tomadas de decisão ou qualquer tipo de acção tomada por esta. O objectivo fulcral de um sistema de informação é disponibilizar o máximo de informação com valor para uma situação em particular. ROCHA (2002). Esta informação deve, portanto, ser útil, fiável e oportuna.

As organizações, em geral, e as empresas, em particular, devem ter mais uma actividade de gestão, orientada para a manutenção e desenvolvimento dos seus sistemas de informação. Sendo esta área responsável pelas tarefas de gestão da informação, gestão de todo o sistema de informação e a adopção de tecnologias de informação. Esta área, dentro da empresa, responsável pela gestão dos sistemas de informação permite uma melhor adaptação ao ambiente de complexidade, incerteza e turbulência em que nos encontramos nos dias de hoje.

Em termos esquemáticos, um sistema de informação poderá ser explicado da seguinte maneira:

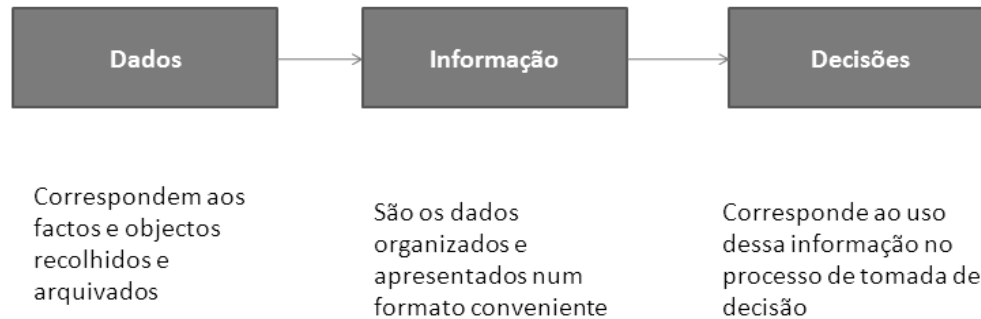


Figura 4.2. – Sistema de informação.

Fonte: RASCÃO (2004).

Os componentes que constituem um sistema de informação são os seguintes: a tecnologia do processo, que se refere ao computador; a tecnologia do produto, que se refere ao *software* e que permite pôr a funcionar todos os componentes do computador e transformar os dados em informação (aplicações); o produto é armazenado numa base de dados; a organização é responsável pela forma como as pessoas se agrupam, para executarem os procedimentos na recolha, selecção, tratamento e análise de resultados, ou seja, de informação e as pessoas que constituem os colaboradores de todas as organizações.

4.2.2. O valor da informação

Dada a sua natureza, torna-se difícil quantificar o valor da informação. RODRIGUES (2002) enumera um conjunto de critérios que permitem classificar o valor da informação. Os critérios são os seguintes:

- Valor administrativo. Este critério refere-se ao período de tempo em que a informação é necessária para a persecução do negócio;
- Valor legal. Este critério refere-se ao tempo em que se deve manter a informação, devido a imposições legais;
- Valor de evidência. Este critério refere-se ao valor da informação por esta servir de prova a determinado acto;
- Valor financeiro. Este critério refere-se ao facto de se manter a informação por determinado tempo com vista a realizar uma operação financeira posteriormente;
- Valor de pesquisa e investigação. Este critério refere-se ao valor da informação quando é mantida por um período de tempo indeterminado e a sua utilização não é a mesma da utilização para que foi planeada;
- Valor da informação na estimativa da redução de custos.

4.2.3. Níveis de informação



Figura 4.3. – Níveis de informação.

Dentro das empresas, as pessoas desempenham papéis diferentes. Existem várias propostas de modelos com o objectivo de compreender o funcionamento hierárquico das mesmas. Um destes modelos é o modelo apresentado por LAUNDON (1996). Neste modelo, existem quatro níveis hierárquicos: o nível operacional; o nível do conhecimento; o nível tático e o nível estratégico. No nível estratégico, são definidos objectivos, recursos e políticas a longo prazo. No nível tático, são executados planos e objectivos a nível estratégico. Ao nível do conhecimento, é criada, usada e distribuída informação ou conhecimento novo. Neste nível, encontram-se os Engenheiros, Contabilistas, etc. No nível operacional, são monitorizadas e executadas todas as tarefas rotineiras da empresa. Numa organização, diferentes colaboradores têm necessidades de informação diferentes, sendo, nesta perspectiva, a informação vista como um sistema dinâmico.

Os sistemas de informação dentro de uma empresa devem estar articulados com os objectivos futuros da mesma (nível estratégico). Dentro dos sistemas de informação estratégica, distinguem-se os sistemas de informação, de gestão e os sistemas de informação operacionais. MEIRELES (2001).

A gestão de topo, responsável pela formulação da estratégia e a visão a longo prazo, necessita de uma informação do tipo abrangente – informação que não é útil para o nível operacional. Os operadores necessitam, normalmente, de informações sobre as rotinas diárias. Com isto, pode-se concluir que cada nível requer um tipo de informação, que deve ser suportada pelo sistema de informação, e a informação obtida deve ser igual à informação solicitada. Os sistemas de informação que fornecem informações para os vários níveis são chamados SIG (sistemas de informação para a gestão).

Segundo MEIRELES (2001), os sistemas de informação para a gestão integram todas as funções, procedimentos, dados e equipamentos da empresa num sistema abrangente, de forma a produzir as informações necessárias para servir todos os níveis dentro dessa empresa. Refere, ainda, que estes

sistemas são responsáveis por fornecer quer informações internas, quer externas à empresa. Para o correcto funcionamento dos SIG, a informação introduzida deve ser completa, precisa e útil e deve, também, ser colocada atempadamente de modo a se extrair informação relevante e útil.

4.3. Os ERP – Enterprise Resource Planning

«Já é muito que Fritz e o boieiro, multiplicando uma pela outra as suas respectivas inteligências, tivessem encontrado o remédio para a preocupante tendência a separarem-se os diversos componentes da caravana como se não tivessem nada que ver uns com os outros. Era uma solução, digamos, parcelar, mas sem dúvida precursora de uma maneira diferente de abordar os problemas, isto é, mesmo que o objectivo seja servir os meus interesses pessoais, é sempre conveniente contar com a outra parte. Numa palavra, soluções integradas. [...]»

José Saramago, em *A viagem do elefante*

Um ERP pode ser definido como: *software* ou sistema de planeamento dos recursos empresariais; sistema de informação integrado que permite a informatização de todos os departamentos de uma empresa. MEIRELES (2001).

O ERP é um *software* ou um sistema, composto por vários módulos que interagem de forma a tratar e a processar dados, transformando-os em informação. Esses módulos são divididos em submódulos que executam tarefas dentro de um determinado departamento da empresa. Estes *softwares* ou sistemas permitem a integração, a eliminação de papéis, agilização das decisões, um melhor planeamento, automação dos processos e controlo e segurança dos mesmos. Permitem, também, a eliminação de redundâncias, tornam as informações mais consistentes, possibilitando a tomada de decisão com base em dados que reflectem a realidade da empresa num dado momento. Estes sistemas são capazes de integrar todas as informações que fluem pela empresa através de uma base de dados única.

O sistema ERP surge como evolução do sistema *Manufacturing Resource Planning* (MRP) e do sistema MRP II da década de 80. O ERP, ao contrário dos seus antecessores, não actua apenas no planeamento, também controla e fornece suporte a todos os processos operacionais, produtivos, administrativos e comerciais dentro de uma empresa, facilitando o tráfego de informação. MIÃO (2007).

Os sistemas integrados são teoricamente capazes de integrar toda a gestão de uma empresa, agilizando os processos de tomada de decisão. Permitem, também, a monitorização em tempo real do desempenho da mesma. MEIRELES (2001) refere que as expectativas em torno do seu impacto são grandes e, também, que são necessários investimentos avultados para a aplicação destes sistemas dentro das empresas.

Numa primeira fase, o ERP busca a redução de custos e a eficiência através da integração dos processos de negócio da empresa. Este aumento de eficiência dá-se, sobretudo, dentro da própria empresa.

Depois, este sistema evolui para a *Inter-Enterprise Co-operation*, visando melhorar a eficácia da empresa através da cooperação ao longo da cadeia de abastecimento.

O futuro aponta para a criação de valor através da colaboração entre *Business Communities*. Esta colaboração entre «Comunidades de Negócio» foi possível devido ao advento da Internet.

Segundo WALLACE (2001), o *Enterprise Resource Planning* e o seu antecessor MRP II (*Manufacturing Resource Planning*) estão a ajudar a transformar o cenário industrial, abrindo possibilidades de melhorias profundas na gestão das empresas, sendo, por isso, considerado um forte contribuidor para a *performance* da economia americana da década de 90 e para o aparecimento da «Nova Economia».

O ERP pode ser descrito de igual maneira como: um conjunto de ferramentas de gestão da Empresa que equilibra a oferta com a procura; um elo de ligação entre clientes e fornecedores, como fazendo parte de uma cadeia de abastecimento; um suporte comprovado para a tomada de decisão e permitindo a integração de um trabalho em equipas multidisciplinares entre as diversas áreas funcionais, como por exemplo: o *Marketing*, a Logística, as Operações, as Finanças, as Compras e os Recursos Humanos. Permitindo gerir os negócios com altos níveis de satisfação de Clientes e de produtividade e, simultaneamente, reduzindo custos com *stocks* e sustentando a criação de novas oportunidades de negócio, como o *e-commerce*.

Resumindo, os atributos mais importantes de um ERP são as suas capacidades para:

- Automatizar e integrar a maioria dos processos empresariais;
- Partilhar dados e processos para toda a empresa;
- Produzir e permitir o acesso à informação em tempo real.

Para se obterem resultados positivos com a implementação destes sistemas, estes devem ser planeados e desenvolvidos, considerando as suas necessidades de integração. Se, na empresa, as informações e os sistemas referentes a actividades operativas não estiverem interligados com os sistemas de gestão, por exemplo, ou no caso de as diversas tecnologias não trabalhem integradas e cooperativamente, o sistema não é eficiente.

A empresa deve, também, procurar uma cultura de disciplina referente às informações, processos e sistemas. MIÃO (2007). Para a eficaz utilização destes *softwares*, é necessário efectuar a parametrização do mesmo. Ou seja, ajustar o mesmo às normas e processos da empresa.

4.3.1. Características dos ERP

Segundo FIRMINO (2001), são seis as características que evidenciam um ERP:

- Um ERP é constituído por uma concepção modular;
- A arquitectura de um ERP é independente de plataformas, sendo baseada numa filosofia cliente-servidor;
- Processamento descentralizado;
- Cada módulo é parametrizado segundo as necessidades da empresa em que se insere;
- Toda a informação é armazenada numa base de dados única, comum a todos os departamentos da empresa;
- Essa informação é disponibilizada em tempo real.

4.3.2. Vantagens e desvantagens dos sistemas ERP

MARQUES (2004) enumera as vantagens e desvantagens destes sistemas. Os objectivos alcançados pela implementação destes sistemas são: a optimização e a convergência dos objectivos dos diferentes departamentos; a normalização dos processos de negócio entre as várias localizações das empresas do grupo, visando promover uma maior eficiência; a promoção da utilização de *best practices* das melhores empresas; a transformação de uma organização orientada por funções numa organização orientada por processos; flexibilização da empresa, tornando-a menos hierarquizada; melhoria dos processos da empresa; a implementação de ferramentas de TQM (*Total Quality Management*); disponibilização da informação o mais actualizada possível ao pessoal das operações, permitindo diminuir o tempo de decisão; integração dos dados numa base de dados única, permitindo obter dados mais coerentes; redução do custo de manutenção dos sistemas; e também uma redução de custos e de prazos em processos fundamentais para o negócio.

MARQUES (2004) enumera, também, as desvantagens que decorrem da implementação de um sistema ERP. As desvantagens são as que se listam de seguida: a implementação destes sistemas é muito longa, com um tempo que vai entre um a três anos para funcionar em boas condições; os elevados custos de implementação e, também, os custos escondidos (formação, consultadoria, análise de dados e

personalização do sistema em relação ao *standard*); a partilha de informação entre utilizadores; o facto de estes sistemas serem complexos; resistência organizacional, etc.

Os ERP tendem a impor a sua própria lógica ou os seus próprios processos de negócio, podendo, inclusivamente, obrigar as empresas a uma integração total dos seus processos de negócio, mesmo quando alguma separação poderia ser mais vantajosa. MORENO (2004).

Segundo SERRANO (2000), a aplicabilidade quase universal dos ERP pode constituir uma ameaça para as empresas, pois o negócio tem de se ajustar ao sistema. A arquitectura dos ERP reflecte os pressupostos de como as empresas no geral trabalham. Estes ERP reflectem a maneira de trabalhar das melhores empresas de cada área (*best of breed*), mas é o *software* e não a empresa que define o que é melhor. E o que pode ser melhor para uma empresa pode não ser o melhor para outra empresa. Em alguns casos, portanto, os pressupostos do sistema vão contra os interesses da empresa.

Quando várias empresas concorrentes adoptam o mesmo sistema ERP, existe uma convergência dos seus processos, podendo colocar em causa a diferenciação e a vantagem competitiva. Esta questão é, sobretudo, verdade, se a vantagem competitiva da empresa vier da diferenciação dos seus produtos. SERRANO (2000).

O ERP começou por volta dos anos 60, como *Material Requirements Planning* (MRP). Os criadores do MRP procuravam um método eficaz de encomendar materiais e componentes e, com esta técnica, isso foi possível. O MRP pretende, no fundo, responder às seguintes questões: o que é que a empresa pretende produzir e em que quantidades; o que é necessário para produzir as quantidades pretendidas; que recursos é que a empresa tem e o que é necessário obter.

4.3.3. Solução *standard* e solução desenvolvida à medida

Para a implementação de um sistema ERP, existem duas soluções possíveis: o desenvolvimento de soluções desenvolvidas à medida das necessidades da empresa e a aquisição de pacotes *standard*. Ambas as soluções apresentam vantagens e desvantagens, como se verá em seguida. As soluções desenvolvidas à medida permitem uma total adequação às necessidades da empresa, enquanto os pacotes de *software* permitem uma cobertura de 60 a 90% por cento das necessidades de negócio.

Segundo JORGE (2001), citando um estudo realizado pela J. D. Edwards, as empresas que optaram por soluções desenvolvidas à medida tiveram custos iniciais mais baixos, mas, no decorrer do tempo, estes foram aumentando exponencialmente. Estes custos podem ser explicados através da aquisição de outras aplicações e custos inerentes ao desenvolvimento à medida. Estas várias aplicações originam, também,

uma duplicação dos dados, consequentes da não integração e um maior consumo de tempo aos utilizadores, devido a estes terem de replicar dados nos diversos sistemas existentes. Em contrapartida, as soluções *standard* têm custos iniciais mais elevados, mas, ao longo do tempo, estes custos tendem a estabilizar. Esta estabilização de custos deve-se à melhoria da eficácia decorrente da maior qualidade de informação que resulta da implementação de uma solução *standard*.

4.3.3.1. Soluções *standard* – Vantagens

- Actualização das versões do *software* e desenvolvimento de novos módulos e funcionalidades por parte do fabricante deste tipo de *software*;
- Responsabilização pelas deficiências de funcionamento do fabricante;
- Disponibilidade de documentação;
- Canais de auto-formação e pesquisa sobre o produto, como, por exemplo, na Internet, a existência de fóruns de utilizadores. Uma vez que já existem utilizadores do mesmo e que, provavelmente, já passaram pelas mesmas dificuldades e problemas com a implementação do sistema *standard*;
- Facilidade de integração e expansão de novos módulos do ERP, no caso de a empresa sentir necessidade de incorporar novas funcionalidades;
- Equipas com menos elementos no departamento de sistemas de informação para a manutenção e desenvolvimento do ERP, conduzindo a menores custos fixos.

4.3.3.2. Soluções *standard* – Desvantagens

- Dificuldades ou impossibilidade de implementação de processos de negócio específicos à empresa, que não se encontrem disponíveis nas soluções *standard*;
- Custos de actualização dos *softwares*;
- Dependência do fabricante para essas mesmas actualizações, correndo o risco de morosidade das mesmas;
- Risco de o fabricante sair do mercado;
- No caso de alterações ao *standard*, risco de perder a garantia e consultadoria do fabricante e, também, a sua responsabilização;
- No caso de alterações ao *standard*, podem surgir dificuldades ou mesmo a impossibilidade de fazer actualizações e *upgrades*.

4.3.3.3. Soluções à medida – Vantagens

- Desenvolvimento das especificidades dos processos de negócio da empresa;
- Independência do fabricante de *software*;
- Permite a adaptação e calendarização do sistema de acordo com as necessidades da empresa.

4.3.3.4. Soluções à medida – Desvantagens

- Necessidade de manter equipas com um maior número de elementos no departamento de sistemas de informação para a manutenção e desenvolvimento do ERP, conduzindo a custos fixos mais elevados;
- Preocupação constante da empresa não só ao nível dos processos de negócio, mas também no seu envolvimento ao nível dos sistemas de informação;
- Maiores dificuldades de evolução do ERP, dado que os responsáveis não têm a mesma disponibilidade de pesquisa de novas tendências de sistemas de informação em relação aos fabricantes destes *softwares*.

Segundo SILVA (2001), é necessário ter em atenção o facto de, no caso de as empresas optarem pela aquisição de pacotes *standard*, devido às suas vantagens, estas não deverem ser utilizadas como se fossem uma aplicação desenvolvida à medida. Ou seja, não devem ser feitas alterações ao pacote *standard*, pois podem surgir dificuldades ou mesmo a impossibilidade de fazer actualizações e *upgrades*. Uma possível solução será o desenvolvimento de interfaces com aplicações externas que não alterem o pacote de *software*, permitindo um aumento da cobertura das necessidades de negócio da empresa. Esta solução é possível devido à tecnologia API – *Application Program Interface*.

4.4. Selecção de um ERP *standard*

Já foram discutidas, anteriormente, as vantagens e desvantagens de desenvolver *software* à medida das necessidades das empresas em relação à aquisição de pacotes comerciais. A selecção de um pacote de *software* aumenta as probabilidades de êxito na adopção de um ERP. COSTA (2004). Esta selecção torna-se um factor crítico de sucesso da implementação.

Quando a escolha de um pacote de *software* é mal feita, a inadequação do mesmo aos processos e estratégias do negócio obriga a grandes modificações, levando ao consumo de recursos da empresa e constituindo um risco elevado. DAVENPORT (2000) afirma que esta inadequação coloca em causa tanto o sucesso da implementação do ERP, como a sobrevivência da empresa.

Grande parte das empresas falha ao avaliar se um pacote de *software* é adequado ou não à estratégia da empresa. Uma explicação para esta falha poderá ser o facto de as empresas definirem os requisitos do sistema, sem os conhecimentos necessários em sistemas ERP e do mercado de pacotes de *software* ERP, e de fazerem a selecção por comparação com outras empresas que adquiriram o pacote e que obtiveram sucesso, não tendo em conta que os processos de negócio podem ser diferentes. Outro factor poderá ser o facto de as empresas negociarem com os fornecedores de pacotes ERP sem fazerem o levantamento dos requisitos de negócio, limitarem, à partida, o universo de potenciais fornecedores e demorarem muito tempo na fase preliminar de análise.

COSTA (2004) indica passos importantes a seguir na aquisição de um *software* ERP, de modo a se proceder a uma correcta aquisição do mesmo. Estes passos são:

- Planeamento;
- Pesquisa de informação;
- Informação;
- Selecção;
- Avaliação;
- Escolha;
- Negociação.

O mesmo autor, citando DAVENPORT (2000), refere que existem dois aspectos centrais na escolha de um *software* ERP:

1. A necessidade detalhada das características do *software* ERP em função das necessidades da empresa. Para a selecção do pacote ERP, deve-se ter em atenção o seguinte: a compatibilidade entre o *software* e o sector de actividade da empresa que o adquire; a dimensão da empresa que o

adquire e o seu modelo de negócio; as funções que são centrais no ERP; A capacidade técnica e financeira da empresa que adquire o *software*;

2. Análise dos factores que diferenciam os fornecedores destas aplicações;

Como a análise detalhada das características do *software* ERP poderá ser uma tarefa complicada e morosa, DAVENPORT (2000) defende que poderá ser melhor analisar os factores que diferenciam os fornecedores. Uma vez que a diferenças entre estes pacotes são mínimas, não deverá ser perdido muito tempo nesta selecção. A questão-chave passará pela selecção de um fornecedor com uma vocação ou experiência no sector em que a empresa que vai adquirir o *software* actua. Pois a configuração de um sector para outro, pode levar a custos muito elevados.

Uma das formas para avaliar qual o ERP que melhor se ajusta à organização poderá ser através da análise dos seus processos mais críticos e da verificação dos que são suportados pelo ERP. JORGE (2008).

4.5. Dificuldades de implementação dos sistemas ERP

A implementação dos sistemas integrados de gestão tem um carácter essencialmente estratégico e provoca impactos sobre os modelos de gestão, a arquitectura organizacional, os processos de negócio e, sobretudo, as pessoas. A implementação deverá ser feita por especialistas em Tecnologias de Informação (TI), analistas de negócio e consultores, com capacidade de redesenho dos processos da empresa.

A implementação destes não deve ser tomada numa atmosfera de urgência e baseada nos métodos de persuasão dos vendedores destes *softwares*. Deve-se ter em atenção às amplitudes e profundidade das questões envolvidas na escolha destes sistemas.

As decisões precipitadas e o leque de escolha limitados aos fornecedores líderes de mercado devem ser evitados a todo o custo dentro das empresas. Deve-se dar atenção à elaboração dos projectos, avaliando a estratégia e a visão de futuro e as reais necessidades da empresa.

A implementação dos sistemas ERP é muitas vezes desastrosa, trazendo prejuízo a nível financeiro. MIÃO (2007) refere que as principais causas destes fracassos são devidas aos problemas relacionados com a organização dos processos da empresa ou às perspectivas inadequadas com a implementação do ERP. Outro factor explicativo será a tentativa de integrar partes e actividades que sempre tenham sido tratadas separadamente.

O mesmo autor refere, ainda, que na procura da padronização dos processos, procedimentos e normas a serem seguidas, ocorrem conflitos pessoais e sectoriais.

MIÃO (2007), citando DAVENPORT, refere que a estratégia financeira das empresas sofre pelo menos dois impactos significativos, devido à implementação destes sistemas. O primeiro devido aos custos de implementação do ERP e o segundo devido aos resultados provenientes do uso do sistema. Refere, ainda, que as falhas nestes sistemas são comunicadas à gestão de topo tardiamente.

Segundo o autor supracitado, os principais factores que podem potenciar o fracasso na implementação de um ERP são:

4.5.3. Funcionalidades do sistema

Para a implementação de um sistema ERP, a empresa deve verificar se o sistema se adapta à maioria das práticas, políticas e regras da mesma.

4.5.4. Resistência organizacional

Durante a implementação de um sistema ERP, os colaboradores podem acreditar que a mudança irá prejudicar os processos de trabalho. Uma vez que o sistema automatiza tarefas, são necessários menos empregados para as executarem, logo, os receios de despedimento podem surgir. Outro factor poderá ser a resistência das chefias na disponibilização de recursos à equipa de projecto de implementação do ERP. Essa disponibilização de recursos poderá comprometer a realização das tarefas da organização.

4.5.5. Tecnologia

Para o desenvolvimento da tecnologia do sistema ERP, é necessário ter atenção à integração com os outros sistemas existentes. Em alguns casos, podem existir vários sistemas a funcionar em paralelo. Essa situação leva a que ocorram os mesmos problemas que o ERP deveria solucionar, como, por exemplo, a inconsistência dos dados.

4.5.6. Empregados mal preparados

É necessária formação intensiva para que as pessoas aprendam a utilizar o novo sistema, quais as suas novas funções e como o seu desempenho afectará a organização como um todo. Sem formação adequada, os funcionários da empresa não estarão aptos a utilizar o ERP.

Outro problema, referido pelo autor é que durante a implementação, à medida que vai se aproximando o tempo do fim do projecto, a pressão aumenta e há o risco de profissionais abandonarem o processo ao meio. Para precaver essa possibilidade é preciso haver um plano de contingências.

4.6. Pacotes ERP

Os cinco maiores pacotes de *software* disponíveis no mercado são: SAP; Oracle; PeopleSoft e J.D. Edwards. O SAP foi o primeiro pacote comercial a ser desenvolvido pela empresa alemã SAP A/G.

O pacote comercial da Oracle applications foi desenvolvido recentemente, mas já é o segundo *software* ERP mais utilizado pelas empresas. Este pacote foi desenvolvido pela Oracle, empresa que domina o *mercado* das bases de dados. Este pacote é composto por mais de 50 módulos, que são disponibilizados aos seus clientes BOTELHO (2005).

O pacote PeopleSoft⁸ é relativamente recente no mercado dos ERP. Esta empresa especializou-se nos módulos de recursos humanos e no módulo financeiro. Foram incorporadas recentemente no sistema ERP, os módulos de: MM; distribuição e *supply-chain* e gestão da produção. Este pacote de *software*, apesar dos 10% de cota de mercado é já o terceiro maior distribuídos, atrás da SAP e da Oracle. Oferece também uma plataforma de *e-bussiness*.

O pacote BaanERP é o quarto ERP mais utilizado, com uma cota de mercado de cerca de 5%. A Baan primeiro especializou-se no fornecimento de soluções para a gestão de produção e depois expandiu-se para o desenvolvimento de pacotes ERP. O *software* da Baan é utilizado na industria automóvel, aeroespacial, electrónica e defesa principalmente.

O Pacote da J.D. Edwards é o quinto ERP mais utilizado. Esta empresa oferece o Oneworld. Este pacote é considerado como sendo o mais flexível de todos os sistemas anteriormente considerados, fazendo desta solução a mais viável para as pequenas e medias empresas com requisitos únicos GENG (2004).

4.6.3. O SAP R/3

SAP significa *Systems, Applications and Products in Data Processing*, ou seja Sistemas, Aplicativos e Produtos para o Processamento de Dados.

O primeiro módulo criado pela empresa SAP foi o de contabilidade financeira, formando a base para o desenvolvimento de outros componentes de *software* para aquilo que mais tarde veio a ser conhecido

como sistema R/1. O «R» é a primeira letra de *real-time data processing* (processamento de dados em tempo real). Perto do fim da década de 70, aparece o sistema SAP R/2 (*Real time System Version 2*), O primeiro produto importante da SAP, um conjunto de módulos de *software* destinado a *mainframes*.

Os sistemas R/2 e R/3 não são versões de um mesmo sistema, estes sistemas são produtos diferentes. O R/2 era um conjunto de módulos de software destinado a *mainframes*², enquanto o sistema R/3 foi desenvolvido para um ambiente cliente/servidor³. O sistema R/3 da SAP suporta um ambiente Cliente/Servidor de 3 níveis, em que os servidores de bases de dados, e de aplicações e de apresentações trabalham em conjunto através do sistema LAN.

A arquitectura do sistema R/3 da SAP permite separar a aplicação do interface gráfico da base de dados. Esta característica permite a distribuição da carga de utilização em vários servidores de aplicações na configuração cliente/servidor.

O SAP R/3 possui um conjunto de módulos cobrindo as várias áreas de negócio. Os módulos são integrados e contêm a maior parte das funcionalidades necessárias às grandes empresas, como por exemplo: produção; finanças; logística e distribuição e recursos humanos. O sistema permite o processamento da informação em tempo real⁴.

A evolução do SAP R/3 para o mSAP.com reflecte a adaptabilidade e a flexibilidade da tecnologia mySAP.

4.6.3.1. Módulos do SAP R/3

O SAP é dividido em módulos. Os módulos são programas individuais internos do SAP que foram desenhados para atender a uma necessidade específica de negócio. Todos os módulos são totalmente integrados.

A integração permite que o SAP transmita dados automaticamente entre os vários componentes, de forma que esses dados só precisem ser inseridos uma vez e estejam imediatamente disponíveis para todas as áreas de negócio. Os módulos que constituem o SAP R/3 são: planeamento da Produção (PP); gestão de materiais (MM) vendas e distribuições (SD) controlo da qualidade (QM); manutenção (PM) e Recursos Humanos (HR)

² Um *Mainframe* é um grande computador, com capacidade massiva de memória, um poder de processamento muito rápido, sendo também muito caro (GRILO (2006)).

³ O sistema **Cliente-servidor**, divide o processamento entre «clientes» e «servidores» numa rede ().

⁴ Fonte: SAP AG

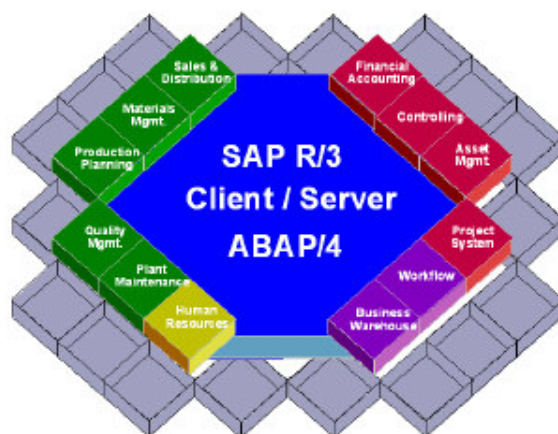


Figura 4: Módulos do SAP (Fonte: SAP AG)

A solução R/3 da SAP, pode ser instalada em várias plataformas de hardware e podem ser utilizados também diferentes sistemas operativos e gestores de bases de dados. Estes sistemas podem ser: OS/400; Windows NT; Informix; Microsoft SQL 6.0.; Oracle e Adabas. O facto de ser poder instalar o sistema R/3 da SAP numa variedade de plataformas de hardware, utilizando os mais avançados sistemas operativos, permite uma maior liberdade de escolha para seleccionar as plataformas que melhor se adaptam as necessidades da empresa.

4.6.3.2. Ambientes e clientes SAP

Para ajudar as empresas a organizarem suas informações, o sistema SAP é dividido em Ambientes e Clientes. Um Ambiente SAP é uma versão ou área totalmente independente da base de dados do SAP, designada para um fim específico. Existem 2 ambientes distintos chamados: ambiente produtivo e ambiente da qualidade. O ambiente de produtivo é o local onde realmente acontecem as transacções financeiras e contém os dados de registo. O ambiente da qualidade tem as mesmas funções e transacções que o ambiente de produtivo, mas contém dados especialmente criados para exemplos e exercícios. O Ambiente da qualidade é estático.

Um Cliente SAP é uma unidade de trabalho independente dentro do ambiente SAP R/3. Um Ambiente SAP pode conter mais de um cliente. Cada Cliente tem seu próprio registo mestre individual e tabelas de configuração.

Segundo MENDES (2001), os módulos do SAP podem ser instalados em conjunto ou de uma forma gradual. O SAP *Business Framework*, é baseado numa arquitectura integrada e aberta baseada nas aplicações do SAP, mas permite também integrar determinadas tecnologias de terceiros. O facto de as aplicações do SAP trocarem dados entre si, permite a eliminação de redundâncias e facilita o trabalho dos utilizadores.

4.7.1.3. Transacção no SAP

Uma transacção SAP é o nome dado a operações utilizadas no SAP para executar uma tarefa específica. Uma Transacção SAP é considerada uma troca de informações comerciais entre uma parte do sistema e outra.

Uma Transacção SAP é composta de uma série de telas e campos a serem preenchidos. Isso permite registar informações específicas no sistema SAP para posterior processamento. Uma transacção nunca está totalmente concluída até que o sistema SAP aceite as entradas de informações como correctas e precisas. O sistema SAP regista e identifica cada transacção executada com um Número de documento que permanece no sistema como um caminho para auditoria. Existem maneiras diferentes de aceder uma Transacção SAP. As duas maneiras mais comuns são:

- Menu - navegar pela estrutura em árvore para aceder a tarefa de sistema requerida.
- Código de transacção – É uma atalho que permite o acesso directo a uma transacção SAP. Por exemplo, ME51N.

4.7.1.4. Ciclo de abastecimento no SAP

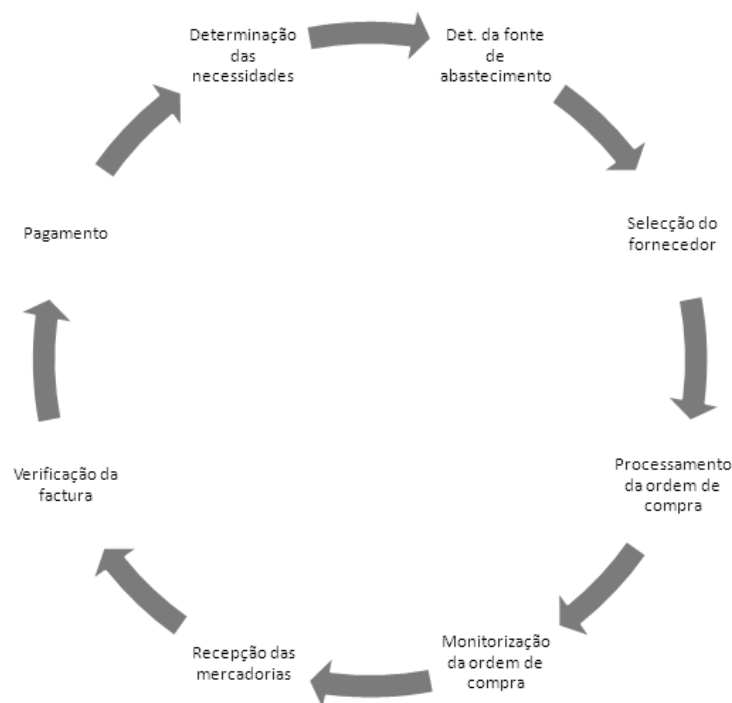


Figura 5: Ciclo de abastecimento⁵

O ciclo de *procurement* no SAP, fica definido através dos seguintes passos:

4.7.1.5. Determinação das necessidades

O responsável do departamento ou do armazém pode preencher manualmente uma requisição de compra para o departamento de compras através do formulário próprio do SAP R/3. Se o procedimento MRP foi activado no mestre de materiais, o SAP gera automaticamente uma requisição de compra

4.7.1.6. Determinação da fonte de abastecimento

O sistema SAP R/3, pode ajudar o comprador a determinar possíveis fontes de abastecimento. Este sistema pode ser utilizado para criar RFQ's (*request for quotation*), ou seja pedidos de orçamento. Depois de serem recebidos, estes orçamentos devem ser introduzidos no sistema, para posterior selecção de fornecedor.

⁵ Adaptado de: *MÁSTER EN SOFTWARE DE GESTIÓN DE EMPRESA SAP R/3*.

4.7.1.7. Selecção do vendedor

O sistema SAP R/3 simplifica a selecção de fornecedores, ao comparar os preços dos diferentes orçamentos recebidos. São posteriormente enviadas cartas de rejeição aos fornecedores que não foram seleccionados.

4.7.1.8. Processamento de ordem de compra

O sistema SAP R/3 facilita a introdução de dados, ao fornecer dispositivos automáticos de entrada, quando se preenche os formulários de ordens de compra.

4.7.1.9. Monitorização de ordem de compra

O comprador pode monitorizar o *status* de processamento das suas ordens de compra *online*.

4.7.1.10. Recepção de mercadorias

O sistema SAP R/3 compara a mercadoria recebida com a quantidade de material que foi encomendado.

4.7.1.11. Verificação de factura

As facturas emitidas pelo fornecedor das mercadorias são verificadas para ver se existe exactidão dos preços e das quantidades recebidas.

4.7.1.12. Pagamento

Finalmente, a contabilidade financeira trata dos pagamentos ao fornecedor das mercadorias encomendadas.

5. Os ERP aplicados ao sector da construção civil

A utilização dos ERP na indústria da construção está geralmente correlacionada com uma melhoria do desempenho das empresas, especialmente no cumprimento dos prazos de projecto. Também se podem obter benefícios (em menor escala) em relação à redução de custos KANG. (2008).

Mas os sistemas ERP não foram desenvolvidos inicialmente tendo em conta as necessidades da indústria da construção. Um fabricante e um construtor enfrentam complexidades e desafios totalmente diferentes de negócio. Ao nível da produção, os desafios de um fabricante são a coordenação da cadeia de abastecimento, incluindo: a gestão de fornecedores; a gestão das instalações e equipamentos de produção; a gestão do inventário e dos armazéns; a gestão da distribuição; a previsão da procura e das necessidades de materiais. Mas os desafios de uma empresa da construção civil são a adjudicação de novos projectos e a forma de se assegurar de que os projectos estão dentro do prazo planeado e dentro do orçamento previsto. CA Bechler (1997).

Muitas das funções de gestão essenciais aos fabricantes não são necessárias às empresas de construção civil, tais como o armazenamento e distribuição. Por outro lado, a gestão de uma empresa da construção exige muitas funções que não são necessariamente essenciais aos fabricantes, tais como a orçamentação de um projecto e a monitorização e controlo do seu progresso. O negócio da construção civil é orientado por projectos. Uma arquitectura de CONSTRUCTION Enterprise Resource Planning (CERP) deve ser baseada nesta característica do negócio, de modo a que um sistema ERP possa suportar eficazmente as estimativas: planeamento; *procurement*; alocação de recursos; monitorização; cálculo de gastos; facturação e funções de controlo. JINGSHENG (2003).

A arquitectura dos ERP aplicados às empresas da construção deverá fornecer um ambiente familiar para os utilizadores das empresas do sector da construção civil. Os sistemas ERP existentes dirigem-se a grandes empresas internacionais com produção flexível de diferentes tipos de produtos, várias unidades de fabrico espalhadas em diferentes regiões e/ou países e com um grande número de clientes espalhados pelo mundo. Este tipo de exigências levou ao desenvolvimento de ERP muito dispendiosos para as pequenas e médias empresas e, em particular, para a indústria da construção civil. O desenvolvimento de ERP, tendo em conta apenas as necessidades das empresas da construção civil, levará a uma diminuição da complexidade destes sistemas e, também, dos seus custos e tempo de implementação.

5.3. Planeamento dos recursos das empresas da construção civil

A disponibilidade dos recursos define a capacidade de produção de uma empresa do sector da construção civil. Geralmente, as empresas de construção civil possuem dois tipos de recursos: os recursos internos, que são os recursos que a empresa possui; e os recursos externos, que a empresa pode obter no mercado. O objectivo destas empresas está na maximização do uso dos recursos internos da empresa e na obtenção dos recursos externos de modo a balancear a sua produção.

Dado que os projectos de construção são temporários, têm início e fim pré-fixados e exigem a utilização de recursos diferentes, é geralmente muito difícil conseguir, ao longo do tempo, um balanço entre a capacidade da produção da empresa e a carga de trabalho necessária para a execução dos projectos adjudicados.

Na prática, uma empresa de construção civil tem várias formas de balancear os seus recursos de acordo com as suas necessidades. Por exemplo, quando a empresa tem poucas obras adjudicadas, pode alugar algum equipamento e pode oferecer preços mais baixos de adjudicação, de projectos. Quando a empresa tem muitas obras adjudicadas, pode alugar o equipamento a outras empresas, recrutar mais pessoal ou colocar os seus recursos humanos a fazer horas extraordinárias. Para tomar estas decisões, torna-se necessária a obtenção de informação sobre a própria empresa e os mercados. Sem esta informação, não se sabe se a empresa está a otimizar o uso dos seus recursos externos e dos seus recursos internos. HALPIN *et al* (2003).

É comum ouvirem-se queixas dos trabalhadores da indústria da construção civil acerca do sobrecarregamento e da exigência de horas extraordinárias, quando as empresas têm muitos projectos em mão, e por outro lado preocupam-se com a sua segurança profissional e estabilidade se há poucos projectos adjudicados. Além disso, não é incomum ver ofertas abaixo do valor de custo, quando as empresas deste sector têm poucas ou nenhuma obras adjudicadas. Esta estratégia já arruinou muitas empresas. HALPIN *et al* (2003).

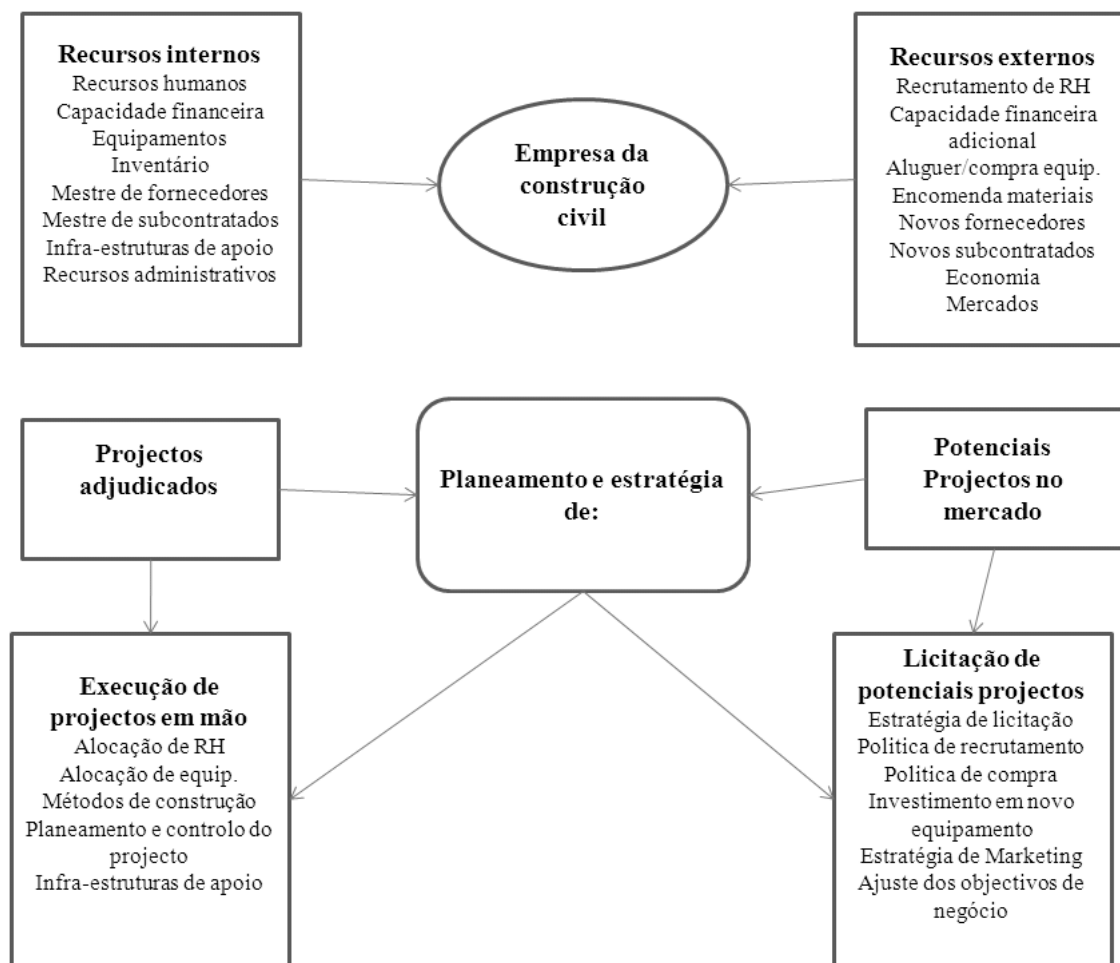


Figura 6. As empresas de construção civil (Adaptado de *Journal of Construction Engineering and Management*)

A parte superior da figura representa os recursos internos e externos disponíveis na empresa. Como pode uma empresa da construção otimizar a utilização dos seus recursos internos e externos a fim de maximizar o seu objectivo de negócio? Especificamente, deve decidir: como alocar os recursos incorporados aos projectos em mão; se deverá obter recursos externos e, no caso de decidir obter esses recursos, delinear uma estratégia para tal.

Definir a estratégia para adjudicar projectos e, no caso de estes serem ganhos, definir a estratégia para os executar. Este processo de tomada de decisão no negócio da construção civil envolve a utilização de informação de diversas áreas em que são necessárias técnicas de planeamento eficazes. A tecnologia da *Internet* fornece um ambiente de funcionamento colaborativo para as funções de gestão tradicional, segregadas de modo a que a informação possa ser partilhada e as decisões colaborativas possam ser executadas. Isto leva à conclusão de que o sistema de planeamento integrado baseado na *Internet* é uma solução para conseguir a automatização do negócio das empresas do sector da construção.

Para que este cenário fosse possível, foi criado um protocolo de comunicações *standard*, denominado por TCP/IP, permitindo a comunicação entre redes públicas e privadas, independentemente dos sistemas operativos utilizados, do *hardware* e das linhas de comunicação, ente outros .SOUSA (2005).

Depois de criado este protocolo, foi possível o aparecimento de serviços e dos *softwares* que permitem a utilização da Internet, tal como a conhecemos nos dias de hoje. Esta conectividade permitiu «aplanar o mundo», trazendo alterações para as empresas, por exemplo, a nível de transacções comerciais e de gestão. Segundo CHIAVENATO (2007), a Internet permite integrar o sistema interno das organizações com as entradas e saídas. Através da Internet, as organizações concentram-se no modelo digital de fazer negócios, através da compra, venda, pagamento e obtenção de informações *online*. Esta permite uma maior rapidez e eficácia nos processos, com a redução de custos e aumento do lucro, para além de proporcionar um nível de serviço elevado para o cliente.

Os paradigmas da relação empresa-cliente ou B2C (*business to customer*) e empresa-empresa ou B2B (*business to business*) estão a mudar devido à Internet. Esta permite agilizar as transacções, aumentando a velocidade de comunicação, eliminando fronteiras e facilitando a forma de fazer negócio. Esta nova maneira de fazer negócio é feita através de sistemas informáticos integrados no sistema de gestão da organização.

Comparando a indústria da construção civil com a indústria de transformação, esta apresenta características muito próprias. Da perspectiva do negócio, uma empresa de construção civil também opera de maneira diferente da indústria de transformação. A unicidade da indústria da construção impediu a adopção directa de muitos métodos e conceitos da indústria de transformação, como, por exemplo, o método da produção em massa. Tal unicidade força os investigadores do sector da construção a desenvolver metodologias próprias para assegurar a sustentabilidade desta indústria. Surge a necessidade de desenvolver ERP de acordo com as necessidades desta indústria, com características tão distintas das outras indústrias.

5.4. Características básicas necessárias para os ERP na indústria da construção civil ⁶

Estes ERP devem ser:

- a) **Orientado por projectos:** O negócio de construção opera em torno dos projectos. Cada projecto pode ser considerado um produto acabado a ser entregue e é esperado ser terminado no tempo e dentro do orçamento. Depois de um contrato assinado, o preço de entrega do produto é, geralmente

⁶ *Journal of construction engineering and management* (2003)

fixo e o lucro do projecto é determinado, inteiramente pelo custo, que é determinado subsequentemente, pela eficiência das operações no local.

Um sistema de CERP deve ser capaz de controlar projectos em curso e monitorizar e prever a execução da obra, o *status* do custo, da rentabilidade e dos potenciais problemas, tais como os atrasos e as derrapagens de orçamento, de modo que as acções apropriadas possam ser tomadas antes de os problemas ocorrerem. Além disso, o lucro e o progresso de um projecto afectam o desempenho total da empresa. A informação relativa ao progresso do projecto deve ser oportuna e sumariada periodicamente e relatada ao nível da empresa para reflectir a posição da empresa em relação às necessidades de financiamento, *cash-flows*, compras, equipamento e recursos humanos. Se há conflitos entre projectos, como, por exemplo, a necessidade dos mesmos recursos, devem ser tomadas decisões de modo a maximizar o desempenho da empresa. Esta questão não se aplica a empresas de manufactura.

b) Integrado: Uma empresa de construção típica tem duas funções de *front-office*, os orçamentos e as operações, e tem muitas funções de *backoffice*: contabilidade, engenharia, *procurement* e equipamento. O *front-office* e o *backoffice* partilham entre si a informação e interagem um com o outro quando se tomam decisões relativas a projectos em curso e a novos projectos. Para conseguir uma boa eficiência e automatização, estes escritórios devem ser conectados num sistema integrado. O sistema deve conter a informação relativa a toda a empresa e cada escritório deve ter o seu nível correspondente de acesso ao mesmo sistema de acordo com suas funções de negócio. Qualquer escritório pode obter a informação de que necessita e tomar as decisões *online* para suportar as suas funções de gestão; cada escritório deve actualizar as suas bases de dados e tomar decisões, as quais se tornam acessíveis *online* para os outros escritórios. Por exemplo, as entregas de materiais podem ser actualizadas no departamento de compras, permitem que os gestores planeiem as operações do local; pode ser colocada informação relativa a um projecto adjudicado recentemente, permitindo de imediato o seu planeamento. Os sistemas ERP devem ser integrados com as várias funções de *front* e de *backoffice*.

c) Paralelizado e distribuído: Funções múltiplas de gestão são realizadas, simultaneamente, por gestores em vários escritórios de uma empresa. Consequentemente, um sistema ERP deve utilizar tecnologia paralela e distribuída a fim de suportar aplicações ou pedidos simultâneos. Por exemplo, um orçamentista pode procurar na base de dados o histórico do custo, determinando o preço de oferta de um novo projecto; ao mesmo tempo, um engenheiro pode actualizar a base de dados com a actualização do preço dos materiais. Esta característica é, geralmente, necessária para todos os sistemas ERP.

d) Possível de efectuar alterações ao *standard* e expansível

Para dar suporte às actividades de gestão, são necessárias aplicações informáticas, como, por exemplo, o *software* de gestão de projectos, o Primavera. Um sistema ERP pode interagir com uma aplicação de 3 maneiras: correndo a aplicação; abrindo a aplicação para o utilizador poder dela extrair a informação de que necessita, e facilitando a troca de dados em ambos os sentidos, ou seja, entre o ERP e a aplicação. Por exemplo, no primeiro caso, o utilizador pode querer abrir a aplicação para iniciar o planeamento de um novo projecto. No segundo caso, pode ser necessário abrir uma aplicação para extrair informação sobre a progressão de um determinado projecto que pode ser determinada pelo sistema de informação relativo ao projecto. Por último, depois de um projecto ser adjudicado, deverá ser introduzida no sistema, na base de dados central, a informação relativa ao mesmo, para estar disponível para todos os utilizadores. SKIBNIEWSKI (2003).

Cada empresa do sector da construção civil possui características que as distingue das restantes empresas do sector. Esta diferenciação torna-se vital para o seu sucesso.

As aplicações suportadas pelos ERP também vão ser diferentes de empresa para empresa. **Uma arquitectura *open-source* permite à empresa que adquire o ERP, ajustar o sistema ao seu modelo de negócio.** Novas aplicações podem ser adicionadas e as que não são mais necessárias ao modelo de negócio podem ser removidas do sistema. Como consequência, torna-se necessário um alto nível de customização nas empresas do sector da construção em comparação com as empresas convencionais. CHUNG (2003).

e) Evolutivo

A escalabilidade é um requisito comum a todo o sistema ERP. A implementação de um sistema ERP exige um grande investimento de capital e a reengenharia dos processos de negócio da empresa. Um sistema ERP deve poder suportar a estratégia de uma empresa a longo prazo. A escalabilidade é definida pela capacidade do sistema em agregar aplicações que dêem suporte a esta estratégia de longo prazo. Uma empresa pode, inicialmente, optar pela instalação de, por exemplo, apenas dois módulos, o módulo de contabilidade e o de gestão de projectos. No decorrer do tempo, e com o expandir da mesma, pode ter a necessidade de instalar novas aplicações, como, por exemplo, o módulo de logística. O sistema ERP deve suportar a adição desta nova funcionalidade.

f) Remotamente acessível

Cada projecto de construção civil corresponde a um local específico de edificação. Estes locais de construção, geralmente, ficam muito afastados das instalações da empresa de construção responsável pelo projecto. A acessibilidade remota permite aos gestores de projecto e a outros membros da equipa aceder remotamente à informação central, como, por exemplo, os pedidos de compra, e a sede da empresa pode aceder a informação actualizada relativa ao projecto de modo a avaliar o seu desempenho. SKIBNIEWSKI (2003).

g) Transparente

A indústria da construção civil é, tradicionalmente, conservadora e, por isso, resistente às novas tecnologias. Uma das estratégias possíveis para ultrapassar este obstáculo é dotar os sistemas ERP de mecanismos simples e intuitivos e de recomendações que permitam auxiliar os utilizadores na execução do seu trabalho. O utilizador deve ter a percepção de que o sistema ERP é uma ferramenta útil e que facilita as suas tarefas. CHUNG (2003).

5.5. Benefícios previstos nas empresas de construção civil com a implementação dos ERP

Os benefícios decorrentes da implementação de um sistema ERP na construção civil são: a partilha de informação; transparência das responsabilidades da gestão; e uma maior eficiência da gestão. Estes benefícios permitem que as decisões efectuadas pela gestão sejam feitas em tempo oportuno.

a) Partilha de informação

Nas empresas da construção civil sujeitas a uma gestão tradicional, a informação é guardada nos escritórios, estando disponíveis, apenas, a algumas pessoas. Um empregado de um determinado local tem de ultrapassar as barreiras da organização para consultar informação que pertença a outros escritórios. Um sistema do ERP utiliza uma base de dados única. Assim que nova informação é gerada, é armazenada na base de dados centralizada e está disponível a todos os utilizadores. Por exemplo, se os dados relativos ao equipamento estão acessíveis *online*, os gestores de projecto podem usar a informação para reservar *online* o equipamento necessário para determinada obra, embora o mesmo resultado possa ser conseguido num ambiente tradicional com as comunicações para a frente e para trás entre a equipa de projecto e o departamento de equipamento e meios. Se o *status* da entrega dos materiais é acessível *online*, os gestores de projecto podem prontamente detectar, por exemplo, uma entrega atrasada e avaliar o seu impacto no planeamento do projecto. A partilha de informação remove a redundância de informação proveniente de locais diferentes.

Eliminando a redundância de dados, ajuda a manter a consistência dos mesmos e reduz as falhas humanas. Por exemplo, a quantidade necessária de cimento para um projecto é estimada pela equipa do departamento de engenharia. Utilizando esta informação e o planeamento do projecto, um responsável pode colocar uma ordem de compra. Tradicionalmente, esta informação é colocada em vários sistemas isolados, como o planeamento e as compras. CHUNG (2003).

b) Melhor transparência das responsabilidades da gestão

Muitos processos de gestão, dentro de uma empresa de construção civil, englobam uma sequência de acções, desencadeadas por vários responsáveis diferentes. Por exemplo, o processo de compra compreende: preparar um pedido de compra, a aprovação do pedido, solicitando cotações dos fornecedores, emitindo uma ordem de compra, e a recepção do produto. A circulação de papel entre escritórios causa, frequentemente, atrasos ou perdas de informação, ou mesmo erros nas decisões de negócio. Por exemplo, uma requisição de compra da equipa de projecto pode ser mal colocada pelo que o pedido pode não ser processado. Se a informação relativa à entrega do material não está directamente disponível ao gestor de projecto, o erro não é detectado no momento em que o material é necessário no local do trabalho.

Neste contexto, torna-se difícil pedir responsabilidades, porque o *status* do pedido não é seguido *online*. A equipa de projecto pode criticar o departamento de compras, quando este, pode nunca ter recebido pedido nenhum. Um sistema ERP através de uma aplicação executa um modelo de processo que consiste num encadeamento de acções. As tarefas são executadas sequencialmente, seguindo os passos do modelo

pré-definido. Consegue-se alcançar uma colaboração entre locais dispersos geograficamente através da ligação em rede entre estes.

Depois de uma tarefa ser executada, o sistema do ERP executa a tarefa seguinte de acordo com o modelo. Durante o processo, o sistema guarda todos os detalhes a respeito de uma tarefa, se esta pode ser executada, quando e por quem é executada. Se um pedido de compra é gerado, este pode ser monitorizado. Pode-se aceder à informação de quem o gerou e quando este chegou ao departamento de compras, por exemplo. Consequentemente, é possível apurar responsabilidades no caso de um pedido de compras não ter sido processado, por exemplo. Com o *status* de entrega *online*, a equipa de projecto pode descobrir o problema, se o pedido não é processado correctamente.

c) Eficiência melhorada da gestão

Um sistema ERP melhora a eficiência da gestão de duas maneiras: fornecendo a informação consistente e em tempo oportuno; e fornecendo um ambiente coordenado de tomada de decisão. Nos sistemas ERP, a informação provém de uma única fonte e é nomeado um único responsável pela sua actualização. Esta característica permite evitar conflitos, devido ao facto de os vários elementos das equipas terem acesso a dados desactualizados e a alterações que foram efectuadas, mas não foram comunicadas aos outros elementos, ou alterações efectuadas em intervalos de tempo diferentes.

Os ERP permitem uma maior coordenação entre os vários departamentos que constituem as empresas de construção civil. Por exemplo, quando é feita uma requisição de compra, esta pode ser transmitida automaticamente ao responsável de compra, para ser aprovada (como foi previamente definida no processo de compra). Após a aprovação da requisição, esta segue o passo seguinte do processo.

5.6. Factores de sucesso na implementação dos ERP na indústria da construção civil

Um estudo conduzido pelo *Journal of Construcion Engineering and Management* identifica os possíveis factores de sucesso na implementação dos ERP na indústria da construção civil. Deste estudo, fazem parte cinco variáveis independentes associadas ao sucesso destes sistemas: percepção de utilidade do sistema; intenção de uso/uso; sucesso/progresso do projecto; qualidade do projecto; e benefícios do ERP. Este estudo investigou a interacção conjunta dos factores para afectar as variáveis dependentes, utilizando o método da análise de regressão múltipla.

A pesquisa indicou que a variável «Cobertura das Necessidades de Negócio» apresentou uma correlação elevada com a variável dependente «percepção de facilidade de uso». Segundo CHUNG (2008), este resultado poderá ser interpretado como o facto de a maioria dos utilizadores dos sistemas ERP acreditar

que, se as funcionalidades destes sistemas consegue auxiliar nas suas tarefas, este é classificado pelos mesmos como sendo útil.

Portanto, torna-se necessário o desenvolvimento de sistemas ERP que venham ao encontro das necessidades de negócio, de modo a que estes sistemas possam ser considerados úteis.

Ao contrário de outro tipo de sistemas, os ERP têm de integrar funcionalidades de departamentos diferentes dentro de uma empresa, de modo a poderem ser úteis e agilizar os processos das mesmas. Estes sistemas, de acordo com o estudo, devem ser considerados como parte dos processos de negócio em vez de serem, apenas, um sistema de informação.

A variável «intenção de uso» apresentou, também, uma correlação elevada com a variável dependente «percepção de facilidade de uso», de acordo com o mesmo estudo. A explicação para esta correlação poderá residir no facto de os utilizadores sentirem a necessidade de partilha de informação mais precisa e em tempo oportuno com os seus colegas e/ou com a gestão de topo. A percepção de que o sistema vai facilitar nas tarefas de trabalho também pode constituir uma explicação válida.

A variável independente *output* também apresenta uma forte correlação com a variável dependente «percepção de facilidade de uso».

Apesar de algumas variáveis independentes terem apresentado uma correlação elevada com a variável dependente «percepção de facilidade de uso», o seu impacto foi pouco significativo quando comparado com as variáveis independentes seleccionadas.

5.6.3. Percepção de utilidade do sistema

De acordo com a análise de regressão na percepção de utilidade do sistema, os factores que têm um nível de significância de 0,05 ou superior são: cobertura das necessidades de negócio/adequabilidade ao sector; intenção de uso; facilidade de uso; output e impacto individual e organizacional. Nesta tabela, R^2 é o coeficiente de correlação, que pode ser interpretado como a proporção de variação na variável dependente que pode ser explicada pela variável independente. Por exemplo, R^2 da regressão percepção de utilidade do sistema é 0,60. Este valor indica que aproximadamente 60 por cento da variação na percepção de utilidade do sistema pode ser explicada pelo modelo de regressão.

6. Caso prático – Exemplo de utilização de um ERP numa empresa da construção (O MRP do SAP)

A Ensul, Empreendimentos NorteSul, S.A. e a Meci, Montagens Eléctricas Civas e Industriais, S.A. exercem actividades, respectivamente, nas áreas da construção civil e da engenharia de infra-estruturas. Com instalações centrais no Monte da Caparica e cerca de mil colaboradores, o Grupo Ensul-Meci registou um volume de negócios de 160 milhões de euros em 2003. As suas operações estendem-se por Portugal, França e Timor-Este.

O crescimento sentido pelas duas empresas levou o Grupo Ensul-Meci a adoptar a solução SAP para o sector de engenharia e construção.

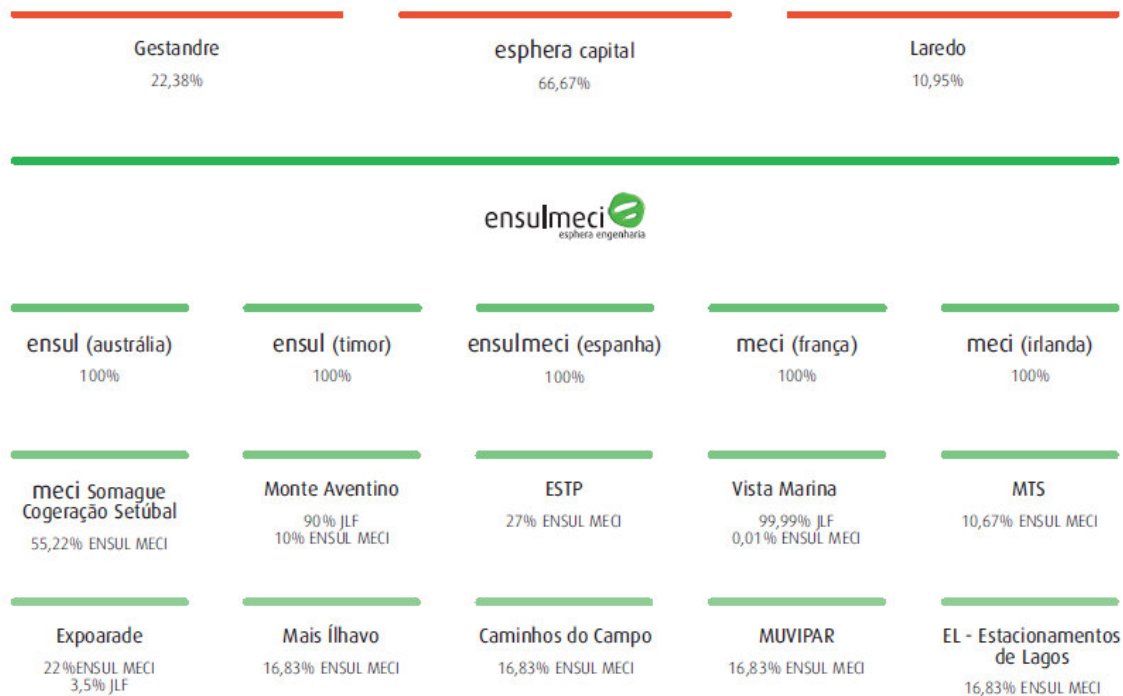


Figura 6.1: Estrutura da empresa

O Grupo Ensul-Meci constatou, em meados de 1999, que os sistemas de informação de suporte às suas actividades não correspondiam ao crescimento e ao dinamismo verificados nas empresas constituintes. Desenhados para uma determinada dimensão e contexto e baseados em *package standards*, a que se acrescentaram desenvolvimentos feitos nas empresas, estes sistemas de informação não abrangiam todos os processos críticos de negócio. Após uma avaliação cuidada do quadro de então e das necessidades futuras, chegou-se à conclusão de que o investimento deveria ser orientado para uma solução que tivesse a forma de um ERP (*Enterprise Resource Planning*).

6.1. A utilização do MRP do SAP na empresa

6.1.1. Integração do MRP com o Mestre-de-materiais e com o BOM (*Bill of Materials*)

O mestre-de-materiais contém informação sobre todos os artigos que a empresa compra, produz, armazena e vende. É a fonte principal de informação quando se pretende saber algo sobre determinado artigo. Estas informações encontram-se organizadas e estruturadas por vista (pastas).

Esta informação é armazenada no sistema em registos individuais (por artigo).

O mestre-de-materiais é usado em todas as funções dentro do módulo de *Materials Management* (MM). Os artigos são armazenados e agrupados no mestre-de-materiais por tipo de material, grupo de mercadorias e hierarquia de produtos.



Figura 6.2: Hierarquia

No mestre-de-materiais é possível efectuar consultas, modificar, apagar e inserir dados, consoante o nível de utilização pré-definido.

O mestre-de-materiais surge como suporte às tarefas dos sistemas de informação e tem os seguintes objectivos⁷:

1. Controlo centralizado

⁷ SANTOS (1993)

Permitem um controlo centralizado dos dados disponíveis em comparação com as aplicações de *software* que têm os seus próprios ficheiros. Estas aplicações são, muitas vezes, desenhadas isoladamente sem ter em conta as restantes aplicações do sistema.

2. Independência dos dados

São definidos dois níveis distintos:

2.1 A independência lógica

A independência lógica consiste no isolamento das aplicações ao nível conceptual dos dados descritos.

2.2 A independência física

A independência física consiste na capacidade do sistema em efectuar alterações de nível físico, ou seja, de armazenamento dos dados no computador sem necessitar de executar obrigatoriamente alterações no nível conceptual.

3. Diminuição da redundância

Nestes sistemas, existe uma redução da redundância, devido ao facto de haver uma única fonte dos dados, comum a todas as aplicações do sistema. Através do desenho das bases de dados, poderá ser forçada a redução dessa redundância, ao mesmo tempo que se mantêm a consistência do sistema.

4. Eliminação de inconsistências

O controlo dos dados redundantes garante a actualização dos dados em todas as aplicações individuais. O facto de todas as aplicações estarem a trabalhar com os mesmos dados actualizados permite manter a consistência da base de dados.

5. Partilha de dados

O **mestre-de-materiais** permite uma maior facilidade na partilha de dados entre as várias aplicações e no desenvolvimento de novas aplicações, ao utilizarem-se os mesmos dados.

6. Segurança

Através das do mestre-de-materiais, aumentam-se os níveis de segurança pela definição de acesso às mesmas, pela atribuição de privilégios e níveis de acesso a cada utilizador e confirmado os dados para qualquer pesquisa ou alteração da informação armazenada.

6.2. Tipo de Material

No mestre-de-materiais, os tipos de material designam grandes grupos de artigos, que são agrupados segundo características comuns. Existem os seguintes tipos de material:

Quadro 6.1: Tipos de materiais existentes. (Fonte: ENSUL-MECI).

pos	cód SAP	tipo de material
01	Z001	equipamentos
02	Z002	sobressalentes
03	Z003	ferramentas
04	Z004	fardamentos
05	Z005	serviços
06	Z006	materiais
07	Z007	combustíveis
08	Z008	carpintaria
09	Z009	materiais de cliente
10	Z010	tabelas preços cliente
11	Z011	consumíveis

6.3. Grupo de mercadorias

No grupo de mercadorias, os artigos são fragmentados, através de segmentos de características comuns, quer de acordo com a sua tipologia, quer com a sua natureza.

Quadro 6.2: Grupos de mercadorias. (Fonte: ENSUL-MECI).

pos	grupo de mercadorias
001	equipamentos
002	sobressalentes
003	ferramentas
004	fardamentos
005	serviços
006	materiais
007	combustíveis
008	carpintaria
009	materiais de cliente
010	tabelas preços cliente
011	consumíveis

6.4. Hierarquia de produtos

Corresponde, exactamente, à parte mais pormenorizada do mestre-de-materiais, configurando sucessivas repartições ao longo da sua estrutura, até chegarmos praticamente ao artigo em concreto. É no nível 2 da hierarquia de produtos que se efectuam as contabilizações.

Confinada a uma estrutura de 18 algarismos, ela segmenta-se pelo seguinte perfil:

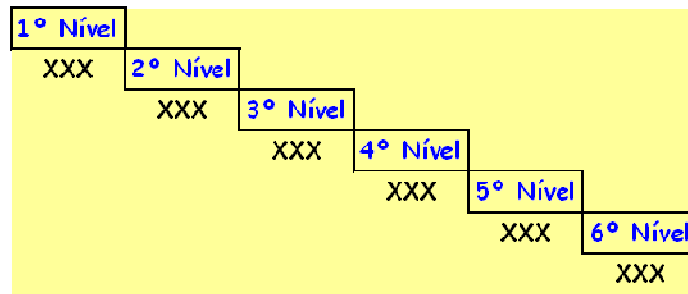


Figura 6.3: Hierarquia de produtos. (Fonte: ENSUL-MECI).

6.5. Integração do MRP com o mestre de fornecedores

No mestre de fornecedores, é registada toda a informação sobre cada fornecedor, ou seja, é uma base de dados onde se encontram os fornecedores com que o grupo de empresas mantém relacionamento comercial, e que, de um modo geral abastecem as empresas.

A informação sobre os fornecedores é segmentada em 3 níveis. No primeiro nível, encontram-se os dados Gerais, no segundo nível os dados da empresa e no terceiro e último nível, os dados sobre a organização de compras. Esta informação é armazenada no SAP sob a forma de um registo individual.

Nos dados mestre de fornecedores, são reconhecidos os seguintes tipos de fornecedor:

1. Do tipo Z001 – Fornecedores do Grupo
2. Do tipo Z002 – Fornecedores Nacionais
3. Do tipo Z003 – Fornecedores Intracomunitários
4. Do tipo Z004 – Fornecedores Extracomunitários
5. Do tipo Z005 – Fornecedores Esporádicos
6. Do tipo Z006 – Endereços de Obra / Orçamentos

Todos os tipos de fornecedor referidos, estão associados ao campo de entrada no sistema, cujo nome é GRUPO DE CONTAS.

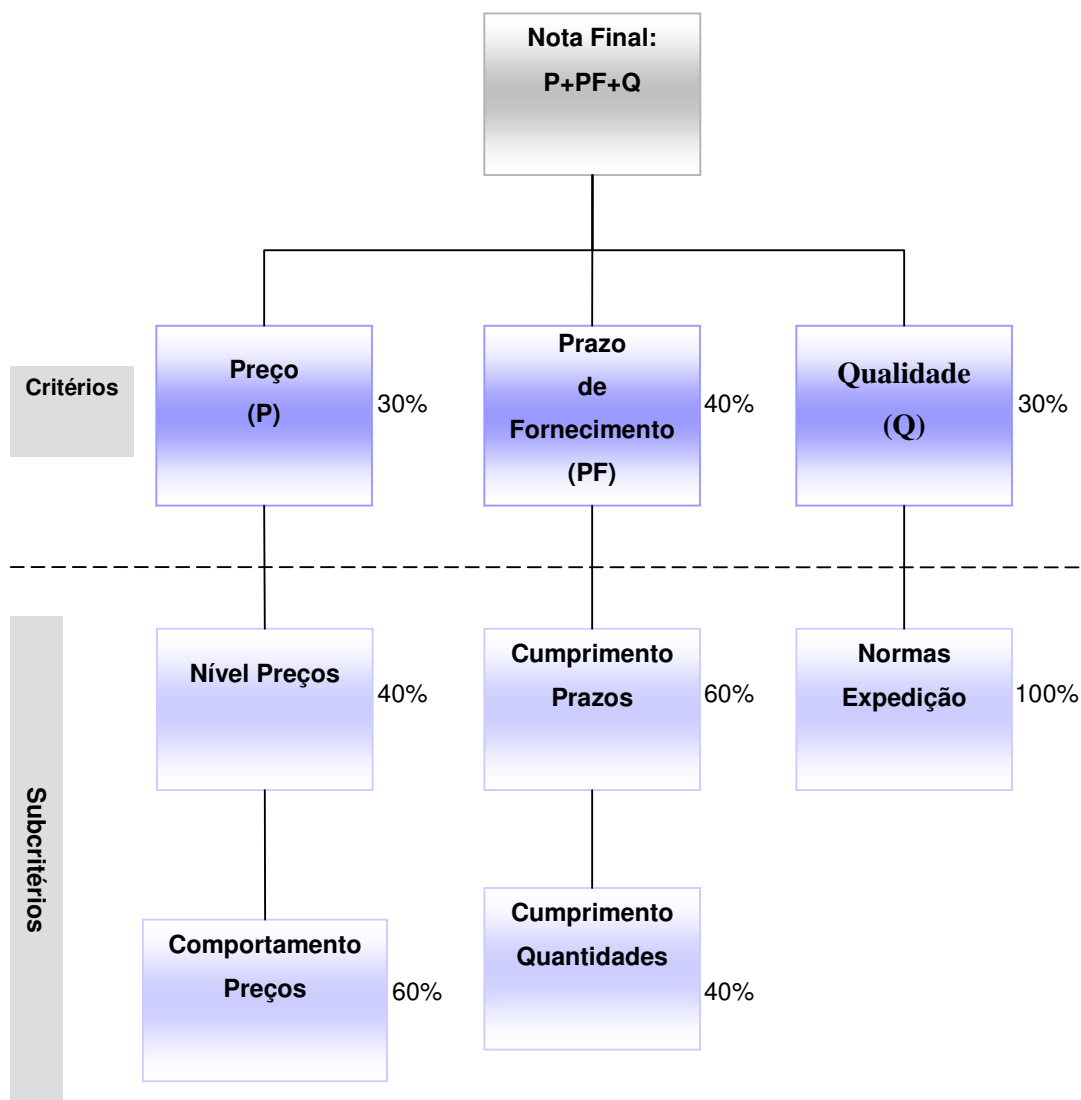
6.6. Registo de Informação

O registo de informação é, também um dado mestre que contém informação sobre um fornecedor e um material, ou seja, cada registo realizado no sistema representa sempre a **relação** entre fornecedor e material.

Os registos de informação são criados manualmente, através de uma transacção, ou, automaticamente, através do processo de pedidos de compra (encomendas). Estes registos podem assumir: o tipo normal; subcontratação; *pipeline* (não é utilizado na ENSUL-MECI); e de consignação.

6.6.1. A avaliação dos fornecedores – *Job em background*

A avaliação de fornecedores no SAP R/3 é feita com base nos critérios Preço, Prazo de Fornecimento e Qualidade – cujos cálculos abaixo se explicam – de um modo automático.



6.7. Elementos da avaliação de fornecedores

1) Nota Final

A nota final representa a avaliação global do fornecedor e resulta da combinação da pontuação em todos os critérios de avaliação.

2) Escala das Notas

A escala em que as notas são atribuídas é definida pela Organização de Compras. Actualmente, a escala utilizada é de 1 a 100 pontos.

3) Factores de Ponderação

Cada critério de avaliação pode ter um factor de ponderação específico, definido em função da sua importância. Essa ponderação é considerada na nota final do seguinte modo:

$$\frac{\sum f_i \times X_i}{\sum f_i}$$

(f_i representa os factores de ponderação e X_i representa a nota obtida em cada critério).

6.7.1. Subcritérios: dados para cálculo

1) Período de validade da informação

Ao calcular a pontuação, o sistema apenas inclui dados registados dentro do período de validade definido na Parametrização.

Esse período é definido pela Organização de Compras e, actualmente, é de 180 dias quer na ENSUL quer na MECI.

Contudo, este prazo de validade não é considerado para os subcritérios Nível de Preços (*período de validade = período actual*) e Comportamento de Preços (*período de validade = ano anterior*).

2) Subcritérios: Método de Determinação

Preço (Ponderação de 30%)

- a) Nível de Preços: 40%
- b) Comportamento de Preços: 60%

Nível de Preços

O nível de preços resulta da comparação do preço praticado pelo fornecedor com o preço de mercado dos artigos. O preço de mercado resulta do preço de compra indicado no mestre de condições para o material ou, na falta deste, da média do preço praticado para o artigo pelos diferentes fornecedores.

Com estes dados, o sistema pode calcular o desvio percentual do preço através da seguinte

fórmula: $\frac{(P_X - P_M)}{P_M}$. (P_M é o preço de mercado e P_X o preço praticado pelo fornecedor). A esse desvio é

atribuída uma nota de acordo com o seguinte quadro:

Quadro 6.3: Notas a atribuir a fornecedores

Nível de Preço	Percentagem	Nota
	99,9-	100
	20,0-	95
	10,0-	90
	5,0-	50
	0	40
	5	20
	15	10
	99,9	1

O sistema repete o processo para todos os materiais do fornecedor e calcula uma média de todas as notas.

O resultado da média representa a nota final obtida para o subcritério.

Nota. Se houver um único fornecedor para o artigo, e consoante a parametrização, o sistema pode ignorar esse artigo na nota final ou considerar que o preço do artigo é o preço de mercado e atribuir, consequentemente, uma boa nota. Actualmente, o sistema considera o artigo na nota final.

Comportamento de Preços

O comportamento de preços resulta da comparação do histórico de preço praticado pelo fornecedor com o histórico do preço de mercado dos artigos.

O sistema começa por calcular a variação do preço de mercado: $1 + \frac{P_N - P_{N-1}}{P_{N-1}}$

(P_N é o preço de mercado no ano corrente e P_{N-1} o preço de mercado no ano anterior)

A variação é aplicada ao preço do ano n praticado pelo fornecedor, obtendo-se o preço que deveria ter sido praticado, caso o fornecedor acompanhasse a variação de mercado. O valor obtido é comparado com o preço efectivamente praticado.

1. Desvio-padrão da data de remessa: no cálculo da percentagem de desvio da data de remessa, pode optar-se por aplicar um desvio-padrão à fórmula de cálculo, aplicada do seguinte modo: $N^\circ \text{ dias}/DP \times 100$.

(DP é o desvio padrão a aplicar; quanto menor o DP, maiores as percentagens produzidas por um desvio de datas relativamente baixo)

Estes valores podem ser atribuídos por artigo, através de chaves de compras pré-definidas; se esta informação não estiver actualizada, o sistema considera como percentagem mínima de entrega o valor de 10 por cento e como desvio-padrão o valor 1 (definido na parametrização para ambas as organizações de compras).

O sistema calcula o desvio percentual do preço e atribui-lhe uma nota de acordo com o seguinte quadro:

Quadro 6.4.: Notas a atribuir a fornecedores.

Comportamento de Preço	Percentagem	Nota
	10,0-	100
	5,0-	50
	0	40
	5	20
	10	0

O sistema repete o processo para todos os materiais do fornecedor e calcula uma média de todas as notas.

O resultado da média representa a nota final obtida para o subcritério.

1. Prazo de Fornecimento (Ponderação de 40%)
 - a) Cumprimento de Prazos: 60%
 - b) Cumprimento de Quantidades: 40%

a) Cumprimento de Prazos

Resulta da comparação da data de remessa estatística introduzida no pedido com a data de entrada da mercadoria.

O sistema apenas considera para este efeito os lançamentos com tipo de movimento 101 – EM para Pedido e 105 – libertação de stock bloqueado.

2. Percentagem mínima de entrega: para que o sistema não atribua uma nota muito boa quando o fornecedor entrega a tempo mas não cumpre uma quantidade mínima, pode-se definir uma percentagem mínima de fornecimento.

A esse desvio é atribuído uma nota de acordo com o seguinte quadro:

Quadro 6.5.: Notas a atribuir a fornecedores.

Cumprimento de Prazos	Percentagem	Nota
	99,9-	
	60,0-	5
	50,0-	20
	40,0-	40
	30,0-	60
	20,0-	75
	10,0-	65
	5,0-	95
	0	100
	1	90
	2	95
	10	80
	20	60
	30	40
	40	20
	50	5
	99,9	1

b) Cumprimento de Quantidades

Resulta da comparação das quantidades recebidas com as quantidades pedidas, de acordo com a seguinte

fórmula: $\frac{Q_{GR} - Q_{PC}}{Q_{PC}} \times 100$, em que Q_{GR} é a quantidade da guia de remessa e Q_{PC} a quantidade do

pedido de compra.

O sistema apenas considera, para este efeito, os lançamentos com tipo de movimento 101 – EM para Pedido e 105 – libertação de *stock* bloqueado. Para o cálculo deste parâmetro, apenas são considerados pedidos de compras que não estejam em aberto (pedidos totalmente fornecidos ou que estejam marcados como concluídos). A esse desvio é atribuído uma nota de acordo com o seguinte quadro:

Quadro 6.5.: Notas a atribuir a fornecedores.

Cumprimento de Quantidades	Percentagem	Nota
	99,0-	1
	20,0-	10
	15,0-	40
	10,0-	65
	5,0-	80
	2,0-	90
	1,0-	95
	0	100
	2	95
	10	80
	15	60
	20	40
	30	10
	99	0

Qualidade (Ponderação de 30%)

a) Normas de Expedição: 100%

a) Normas de Expedição

Resulta directamente da «classificação» atribuída a cada entrada de mercadorias, tal como exposto no quadro abaixo.

O sistema apenas considera para este efeito os lançamentos com tipo de movimento 101 – EM para Pedido e 105 – liberação de *stock* bloqueado.

O resultado final é a média das notas individuais de cada entrada de mercadorias associada ao fornecedor.

Quadro 6.7.: Notas a atribuir a fornecedores.

Norma de Expedição	Nota
Cumprida	100
Cumprida parcialmente	50
Não cumprida	1

NOTA: NA AVALIAÇÃO DE FORNECEDORES, AS NOTAS SÃO ATRIBUÍDAS AUTOMATICAMENTE PELO SISTEMA ATRAVÉS DE UM *JOB* QUE CORRE DIARIAMENTE

$$\text{Cumprimento de Prazos.} \frac{\text{N}^\circ \text{ dias}}{\text{DP}} \times 100$$

$$2 \times 100 = 200\% \Leftrightarrow \text{Nota: } 1$$

DP é o desvio-padrão a aplicar.

Avaliação Fornecedores: Exemplo

Dados

- Fornecedor X
- Artigo A

Quadro 6.8.: Exemplo de classificação de fornecedor.

Material	Preço Fornecedor X	Preço		
		Preço Mercado	Fornecedor X Ano Anterior	Preço Mercado Ano Anterior
A	7	8	7	6

Quadro 6.9.: Exemplo de classificação de fornecedor

Material	Data do Pedido	Data de Entrega	Quantidade Pedida	Quantidade Entregue	Norma Expedição
A	10.12.2005	12.12.2005	7	6	Cumprida

Subcritérios: cálculos e notas

$$\text{Nível de Preços}_x \frac{P_x - P_M}{P_M}$$

$$\frac{(7-8)}{8} = -0,125 \Leftrightarrow \text{Nota: 95}$$

$\Rightarrow P_M$ é o preço de mercado e P_x o preço praticado pelo fornecedor.

Comportamento de Preços

$$1 + \frac{(P_N - P_{N-1})}{P_{N-1}}$$

Varição do Preço Mercado. $1 + \frac{8-6}{6} = 1,33$

Aplicar variação ao preço actual do fornecedor: $1,33 \times 7 = 9,31$

Comparar preço teórico com real: $\frac{(7-9,31)}{9,31} = -0,25 \Leftrightarrow \text{Nota: 100}$

$\Rightarrow P_N$ é o preço de mercado no ano corrente e P_{N-1} o preço de mercado no ano anterior.

Cumprimento de Quantidades

$$\left[\frac{(Q_{GR} - Q_{PC})}{Q_{PC}} \right] \times 100$$

$$\frac{(6-7)}{7} = -0,14 \times 100 = -14 \Leftrightarrow \text{Nota: } 40$$

\(\Rightarrow\) Q_{GR} é a quantidade da guia de remessa e Q_{PC} a quantidade do pedido de compra.

Norma de Expedição

Cumprida \(\Leftrightarrow\) Nota: **100**

Cr\u00edterios: c\u00e1lculos e notas

Pre\u00e7o: $0,4 \times \text{N\u00edvel Pre\u00e7o} + 0,6 \times \text{Comportamento Pre\u00e7o} \Leftrightarrow$

$$\Leftrightarrow 0,4 \times 95 + 0,6 \times 100 = \mathbf{98}$$

Prazo de Fornecimento

$0,6 \times \text{Cumprimento Prazos} + 0,4 \times \text{Cumprimento Quantidades}$

$$\Leftrightarrow 0,6 \times 1 + 0,4 \times 40 = \mathbf{16,6}$$

Qualidade

$1 \times \text{Norma de Expedi\u00e7\u00e3o} \Leftrightarrow 1 \times 100 = \mathbf{100}$

Nota Final

$0,3 \times \text{Pre\u00e7o} + 0,4 \times \text{Prazo Fornecimento} + 0,3 \times \text{Qualidade} \Leftrightarrow$

$$\Leftrightarrow 0,3 \times 98 + 0,4 \times 16,6 + 0,3 \times 100 = 66,04$$

7. Verificação da adequação do MRP aplicando a teoria dos conjuntos difusos⁸

A classificação do MRP do SAP R/3 pode ser feita aplicando a teoria dos conjuntos difusos. Este método permite uma maior aproximação ao pensamento e à linguagem humana, pois a lógica difusa baseia-se em palavras e não em números, sendo os valores expressos linguisticamente. Este método possui vários modificadores de predicado, i.e., muito, mais ou menos, pouco e bastante.

Considerou-se a utilização da lógica difusa no estudo da viabilidade dos sistemas MRP, pois esta permite um aumento da precisão na resolução de problemas complexos onde não existe um modelo matemático adequado e as variáveis são caracterizadas pela incerteza, imprecisão ou ambiguidade.

Os atributos subjectivos de cada módulo que constituem o MRP são expressos em termos qualitativos e, por isso, difíceis de incorporar numa análise para a avaliação. A teoria dos conjuntos difusos pode converter as avaliações qualitativas em quantitativas, permitindo medir, efectivamente, as contribuições dos factores subjectivos.

Os critérios subjectivos são, normalmente, expressos em termos de «muito fraco», «fraco», «bom», «muito bom», «médio», «alto» e outros semelhantes. Com a teoria dos conjuntos difusos, estes termos são convertidos em avaliações quantitativas que, geralmente, têm uma forma triangular ou trapezoidal, com pesos diferentes.

Considere-se o problema da avaliação do MRP do SAP R/3, tendo que considerar vários factores. Numa aplicação da técnica da lógica difusa, o primeiro passo é dividir os critérios em duas categorias: objectivos e subjectivos. O passo seguinte é afectar pesos aos critérios subjectivos. São, então, avaliados os diferentes módulos de acordo com cada um dos critérios.

Os critérios objectivos podem ser avaliados independentemente dos decisores, porque os seus valores podem ser estimados com base em estudos de mercado ou económicos. Para assegurar que os critérios objectivos são compatíveis com a classificação dos subjectivos, tem de se dar uma forma adimensional aos valores objectivos. Neste caso, não se avaliou o ERP em relação a critérios objectivos. Um exemplo de critério objectivo, seria o preço do pacote ERP.

São, então, calculados os índices de adequabilidade difusos para cada módulo e determinada a classificação final de cada um.

⁸ Adaptado de SULE (2001).

São identificados quatro utilizadores que vão classificar o MRP segundo os vários sub-módulos, que o constituem ou que, de alguma forma, estão com ele relacionados. A avaliação vai ser efectuada segundo os seguintes critérios:

C₁. Cobertura das necessidades de negócio / adequabilidade ao sector: As funções do sistema ERP devem ser definidas para cobrir as funções de negócio necessárias da empresa. É igualmente importante escolher o *software* que suporta as funcionalidades e os processos vitais da empresa.

C₂. Intenção de uso: Todos os colaboradores da empresa devem ser estimulados para usar o sistema ERP, porque o seu uso pode aumentar o valor e a produtividade do seu trabalho e do negócio da empresa.

C₃. Facilidade de uso: O sistema ERP deve ser fácil de utilizar. Um sistema complexo é menos útil do que um sistema simples e aumenta a resistência dos utilizadores. Para a construção de um sistema simples, torna-se necessário que este seja *user-friendly*, considerando o interface com o utilizador, a disponibilidade de ajuda *online*, menus intuitivos, etc.

C₄. Output: Para tornar o sistema ERP mais útil, a empresa deve centrar-se sobre o aumento da qualidade do *output* durante sua utilização. Para aumentar a qualidade do *output*, deve-se também dar atenção aos dados de entrada e à parametrização das aplicações.

C₅ e C₆. Impacto individual e organizacional: A empresa deve definir claramente que resultados positivos podem ser esperados pela utilização do Sistema ERP antes ou durante a sua execução. Esta acção pode tornar o sistema mais útil e ajuda a que os colaboradores compreendam a importância e as vantagens da sua utilização.

7.1. Determinação dos pesos relativos dos critérios

Os pesos de cada critério de avaliação foram expressos em termos de «Muito Importante» (MI), «Importante» (I), «Normal» (N), «Fraco» (F) e «Muito Fraco» (MF). Pela teoria dos conjuntos difusos, estas avaliações qualitativas podem ser convertidas em avaliações quantitativas com forma triangular ou trapezoidal, com os seguintes pesos:

Quadro 7.1.: Determinação dos pesos dos critérios.

Atributo linguístico	Peso numérico
MF	(0; 0; 0; 0,3)
F	(0; 0,3; 0,3; 0,5)
N	(0,2; 0,5; 0,5; 0,8)
I	(0,5; 0,7; 0,7; 1)
MI	(0,7; 1; 1; 1)

Cada Responsável (D_i) é considerado um perito em decisões e afecta uma classificação linguística a cada critério, mostrando a sua avaliação. Os decisores considerados neste estudo foram os seguintes: os colaboradores do armazém, responsáveis pelo funcionamento do MRP; o responsável pelo armazém; e um colaborador do departamento de sistemas de informação⁹.

⁹ Esta informação foi determinada com base na percepção do autor relativamente à opinião e experiência dos utilizadores. Não foram realizadas entrevistas formais com os mesmos.

7.2. Pesos dos critérios

Quadro 7.2.: Classificações atribuídas pelos responsáveis.

	D₁	D₂	D₃	D₄
C₁	N	I	MI	I
C₂	I	I	I	N
C₃	MI	MI	I	MI
C₄	I	MI	I	I
C₅	N	N	N	I
C₆	N	N	I	MI

Legenda:

D₁. Pessoal Armazém 1

D₂. Pessoal Armazém 2

D₃. Responsável armazém

D₄. Estagiário SI

Para o critério 1, Cobertura das necessidades de negócio/adequabilidade ao sector: o decisor 1 atribuiu uma classificação de normal e o decisor 2, uma classificação importante. Depois estas avaliações qualitativas podem ser convertidas em avaliações quantitativas, através da tabela:

Quadro 7.3.:: Classificação numérica dos atributos linguísticos

Atributo linguístico	Peso			
	LI	LM	LM	LS
MF	0	0	0	0,3
F	0	0,3	0,3	0,5
N	0,2	0,5	0,5	0,8
I	0,5	0,7	0,7	1
MI	0,7	1	1	1

O valor agregado das importâncias atribuídas por cada responsável tem uma nova distribuição com um peso mínimo, dois valores modais e um máximo. Para o critério 1, o limite inferior agregado das classificações de todos os directores, com base nas duas tabelas anteriores, é:

$$\text{Limite inferior} = \frac{N + I + MI + I}{4} = \frac{0,2 + 0,5 + 0,7 + 0,5}{4} = 0,475$$

Da mesma maneira, para o mesmo critério de decisão, os dois valores modais e o limite superior são:

$$1^{\text{o}} \text{ Valor modal} = \frac{N + I + MI + I}{4} = \frac{0,5 + 0,7 + 1 + 0,7}{4} = 0,725$$

$$2^{\text{o}} \text{ Valor modal} = \frac{N + I + MI + I}{4} = \frac{0,5 + 0,7 + 1 + 0,7}{4} = 0,725$$

$$\text{Limite superior} = \frac{N + I + MI + I}{4} = \frac{0,8 + 1 + 1 + 1}{4} = 0,95$$

Considerando as opiniões dos quatro directores, o peso do critério 1 tem uma nova distribuição:

$$w_1 = (0,475; 0,725; 0,725; 0,95)$$

De uma forma semelhante, para o critério 2, o limite inferior agregados, valores modais e limite superior das classificações de todos os directores, com base nas tabelas anteriores, são:

$$\text{Limite inferior} = \frac{I + I + I + N}{4} = \frac{0,5 + 0,5 + 0,5 + 0,2}{4} = 0,425$$

$$1^{\text{o}} \text{ Valor modal} = \frac{I + I + I + N}{4} = \frac{0,7 + 0,7 + 0,7 + 0,5}{4} = 0,65$$

$$2^{\text{o}} \text{ Valor modal} = \frac{I + I + I + N}{4} = \frac{0,7 + 0,7 + 0,7 + 0,5}{4} = 0,65$$

$$\text{Limite superior} = \frac{I + I + I + N}{4} = \frac{1 + 1 + 1 + 0,8}{4} = 0,95$$

De seguida, calculam-se os pesos para os critérios 3, 4, 5 e 6. de forma semelhante aos cálculos dos critérios anteriores, como se apresenta no quadro seguinte:

Quadro 7.4.: Classificação dos atributos linguísticos

	LI	LM	LM	LS
W₁	0,475	0,725	0,725	0,95
W₂	0,425	0,65	0,65	0,95
W₃	0,65	0,925	0,925	1
W₄	0,55	0,775	0,775	1
W₅	0,275	0,55	0,55	0,85
W₆	0,4	0,675	0,675	0,9

Fazendo a soma do limite inferior dos limites modais e do limite superior referentes a cada critério, de modo a melhor se compreender a importância dada aos diferentes critérios, obtêm-se o quadro seguinte:

Quadro 7.5.: Soma dos limites

	Soma
W₁	2.875
W₂	2.675
W₃	3.500
W₄	3.100
W₅	2.225
W₆	2.650

Representando o peso atribuído a cada critério graficamente, obtêm-se:

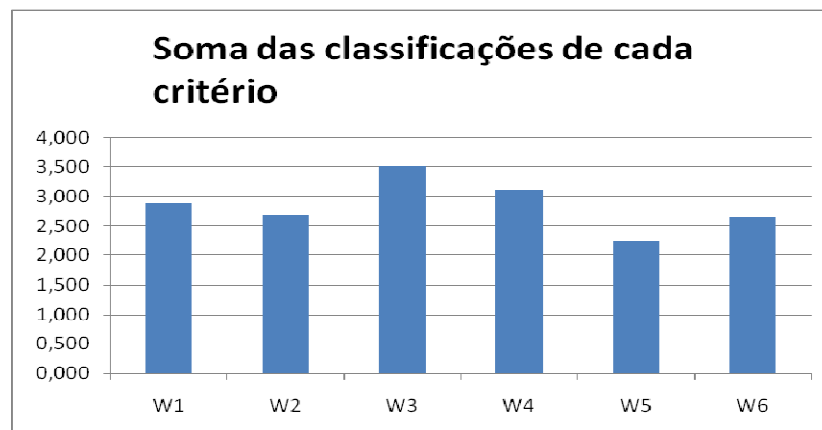


Gráfico 7.1.: Peso atribuído a cada critério.

7.3. Avaliação dos módulos do MRP

Seguidamente, os responsáveis vão avaliar cada módulo do MRP, relativamente a cada critério. As avaliações de cada módulo, relativamente a cada critério, são expressas utilizando atributos linguísticos. Neste caso, é possível, nestas classificações linguísticas, atribuir classificações relativas aos módulos, tais como «*Entre muito fraco e fraco*». As categorias e os respectivos pesos numéricos são os seguintes:

Quadro 7.6.: Atributos linguísticos

Entre fraco e normal (EF e N)	(0; 0,2; 0,5; 0,7)
Normal (N)	(0,3; 0,5; 0,5; 0,7)
Entre normal e bom (EN e B)	(0,3; 0,5; 0,8; 1)
Bom (B)	(0,6; 0,8; 0,8; 1)
Entre bom e muito bom (EB e MB)	(0,6; 0,8; 0,8; 1)
Muito bom (MB)	(0,8; 1; 1; 1)

Cada atributo linguístico é convertido numa nova distribuição com um peso mínimo, dois valores modais e um máximo. Por exemplo, o atributo linguístico «Normal» apresenta: um valor mínimo de 0,3; valores modais de 0,5 e valor superior de 0,7.

.

7.4. Avaliação do mestre-de-materiais

A avaliação relativa ao mestre-de-materiais é mostrada na tabela seguinte, para cada critério específico. Por exemplo, C_1 representa a avaliação do mestre-de-materiais, relativamente ao critério 1, *facilidade de uso*. Para o critério 1, o decisor D_1 atribuiu uma classificação de bom e o decisor D_3 uma classificação de normal. Depois, estas avaliações qualitativas podem ser convertidas em avaliações quantitativas:

Quadro 7.7.: Classificações atribuídas pelos responsáveis

	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄
C ₁	B	B	N	EF e N
C ₂	EF e N	EF e N	EN e B	B
C ₃	EF e N	N	EN e B	N
C ₄	EF e N	F	EN e B	EN e B
C ₅	F	F	B	EN e B
C ₆	EF e N	EF e N	EF e N	N

Seguindo o mesmo procedimento que anteriormente, determinam-se os limites inferiores, dois modais e superiores dos valores da avaliação do mestre-de-materiais por cada critério. Por exemplo, para C₁, o limite inferior agregado das avaliações de todos os responsáveis, com base nas tabelas anteriores, é:

$$\text{Limite inferior} = \frac{B + B + N + EF \text{ e } N}{4} = \frac{0,6 + 0,6 + 0,3 + 0}{4} = 0,375$$

De igual modo, para o mesmo local e critério associado, os dois limites modais e o superior são:

$$1^{\circ} \text{ Valor modal} = \frac{B + B + N + EF \text{ e } N}{4} = \frac{0,8 + 0,8 + 0,5 + 0,2}{4} = 0,575$$

$$2^{\circ} \text{ Valor modal} = \frac{B + B + N + EF \text{ e } N}{4} = \frac{0,8 + 0,8 + 0,5 + 0,2}{4} = 0,575$$

$$\text{Limite superior} = \frac{B + B + N + EF \text{ e } N}{4} = \frac{1 + 1 + 0,7 + 0,7}{4} = 0,85$$

Definindo S_{ij} como a avaliação do componente i pelo critério j e *efectuando cálculos semelhantes*, obtém-se:

Quadro 7.8.: Avaliação do MM

	LI	LM	LM	LS
S ₁₁	0,375	0,575	0,65	0,85
S ₁₂	0,225	0,425	0,65	0,85
S ₁₃	0,225	0,425	0,575	0,775
S ₁₄	0,15	0,35	0,575	0,775
S ₁₅	0,225	0,425	0,5	0,7
S ₁₆	0,075	0,275	0,5	0,7

Quadro 7.9.:: Classificação dos atributos.

Classificação dos atributos				
Atributo	Peso numérico			
MF	0	0	0	0,2
EMF e F	0	0,2	0,2	0,4
F	0	0,2	0,2	0,4
EF e N	0	0,2	0,5	0,7
N	0,3	0,5	0,5	0,7
EN e B	0,3	0,5	0,8	1
B	0,6	0,8	0,8	1
EB e MB	0,6	0,8	0,8	1
MB	0,8	1	1	1

7.5. Avaliação do mestre-de-fornecedores

A avaliação relativa ao mestre-de-fornecedores é mostrada no quadro seguinte, para cada critério específico. O critério C_1 representa a avaliação do mestre-de-materiais, relativamente ao critério 1, *facilidade de uso*. Para o critério C_1 , o decisor D_1 atribuiu uma classificação de «entre muito fraco e fraco» e o decisor D_3 uma classificação de «bom»:

Quadro 7.10.: Classificações atribuídas pelos responsáveis

	D₁	D₂	D₃	D₄
C₁	EMF e F	F	B	EF e N
C₂	F	F	EN e B	B
C₃	EF e N	N	EN e B	N
C₄	EF e N	F	EN e B	EN e B
C₅	F	F	B	EN e B
C₆	EF e N	EF e N	EF e N	N

A avaliação relativa ao mestre de fornecedores é mostrada no quadro 6.8. Os cálculos são feitos de maneira análoga ao mestre-de-materiais. Seguindo o mesmo procedimento que anteriormente, determinam-se o limite inferior, os limites modais e o limite superior. Para o critério C_1 , o limite inferior agregado das avaliações de todos os responsáveis, com base nas tabelas anteriores, é:

$$\text{Limite inferior} = \frac{EMF \text{ e } F + F + B + EN \text{ e } F}{4} = \frac{0 + 0 + 0,6 + 0}{4} = 0,15$$

Os limites modais e o limite superior são determinados da seguinte forma:

$$1^{\circ} \text{ Valor modal} = \frac{EMF \text{ e } F + F + B + EN \text{ e } F}{4} = \frac{0,2 + 0,2 + 0,8 + 0,2}{4} = 0,35$$

$$2^{\circ} \text{ Valor modal} = \frac{EMF \text{ e } F + F + B + EN \text{ e } F}{4} = \frac{0,2 + 0,2 + 0,8 + 0,5}{4} = 0,425$$

$$\text{Limite superior} = \frac{EMF \text{ e } F + F + B + EN \text{ e } F}{4} = \frac{0,4 + 0,4 + 1 + 0,7}{4} = 0,625$$

Quadro 7.11.: Avaliação do mestre-de-fornecedores

	LI	LM	LM	LS
S₂₁	0,15	0,35	0,425	0,625
S₂₂	0,225	0,425	0,5	0,7
S₂₃	0,225	0,425	0,575	0,775
S₂₄	0,15	0,35	0,575	0,775
S₂₅	0,225	0,425	0,5	0,7
S₂₆	0,075	0,275	0,5	0,7

7.6. Avaliação da utilidade do MRP

A avaliação relativa à utilidade do MRP é mostrada no quadro seguinte, para cada critério específico. O critério C_1 representa a avaliação da utilidade do MRP, relativamente ao critério C_1 , *facilidade de uso*. Para o critério C_1 , o decisor D_1 atribuiu uma classificação de «fraco» e o decisor D_3 uma classificação de «bom»:

Quadro 7.12.: Classificações atribuídas pelos responsáveis.

	D₁	D₂	D₃	D₄
C₁	F	F	B	EF e N
C₂	MF	F	EF e N	EF e N
C₃	EMF e F	EMF e F	EN e B	N
C₄	F	F	EN e B	N
C₅	F	F	B	EN e B
C₆	EF e N	EF e N	N	N

A avaliação relativa à utilidade do MRP é mostrada no quadro 7.1. Os cálculos são feitos de maneira análoga ao mestre-de-materiais. Seguindo o mesmo procedimento que anteriormente, determinam-se o limite inferior, os limites modais e o limite superior. Para o critério 1, os limites agregados das avaliações de todos os responsáveis, com base nas tabelas anteriores, são:

$$\begin{aligned} \text{Limite inferior} &= \frac{F + F + B + EF \text{ e } N}{4} = \frac{0 + 0 + 0,6 + 0}{4} = 0,15 \\ 1^{\circ} \text{ Valor modal} &= \frac{F + F + B + EF \text{ e } N}{4} = \frac{0,2 + 0,2 + 0,8 + 0,2}{4} = 0,35 \\ 2^{\circ} \text{ Valor modal} &= \frac{F + F + B + EF \text{ e } N}{4} = \frac{0,2 + 0,2 + 0,8 + 0,5}{4} = 0,425 \\ \text{Limite superior} &= \frac{F + F + B + EF \text{ e } N}{4} = \frac{0,4 + 0,4 + 1 + 0,7}{4} = 0,625 \end{aligned}$$

Designado S_{3i} , a avaliação do MRP relativamente ao critério i , obtém-se o quadro seguinte:

Quadro 7.13.: Avaliação do MRP

	LI	LM	LM	LS
S_{31}	0,15	0,35	0,425	0,625
S_{32}	0	0,15	0,3	0,5
S_{33}	0,15	0,35	0,425	0,625
S_{34}	0,15	0,35	0,425	0,625
S_{35}	0,225	0,425	0,5	0,7
S_{36}	0,15	0,35	0,5	0,7

7.7. Avaliação do integrado

A avaliação relativa ao integrado é mostrada no quadro seguinte, para cada critério específico. O critério identificado na tabela como C_1 representa a avaliação do integrado, relativamente ao critério 1, *facilidade de uso*. Para o critério 1, o decisor D_1 atribuiu uma classificação de «fraco» e o decisor D_3 uma classificação de «bom»:

Quadro 7.14.: Classificação atribuída pelos responsáveis

	D₁	D₂	D₃	D₄
C₁	F	EF e N	B	EF e N
C₂	F	F	EF e N	EF e N
C₃	EMF e F	EMF e F	EN e B	N
C₄	F	F	EN e B	N
C₅	F	F	B	EN e B
C₆	EF e N	EF e N	N	N

A avaliação relativa ao integrado é mostrada no quadro 7.3.. Os cálculos são feitos de maneira análoga ao mestre-de-materiais. Seguindo o mesmo procedimento que anteriormente, determinam-se o limite inferior, os limites modais e o limite superior. Para o critério 1, o limite inferior agregado das avaliações de todos os responsáveis, com base nas tabelas anteriores, é:

$$\begin{aligned} \text{Limite inferior} &= \frac{F + EF \text{ e } N + B + EF \text{ e } N}{4} = \frac{0 + 0 + 0,6 + 0}{4} = 0,15 \\ 1^{\text{o}} \text{ Valor modal} &= \frac{F + EF \text{ e } N + B + EF \text{ e } N}{4} = \frac{0,2 + 0,2 + 0,8 + 0,2}{4} = 0,35 \\ 2^{\text{o}} \text{ Valor modal} &= \frac{F + EF \text{ e } N + B + EF \text{ e } N}{4} = \frac{0,2 + 0,5 + 0,8 + 0,5}{4} = 0,5 \\ \text{Limite superior} &= \frac{F + EF \text{ e } N + B + EF \text{ e } N}{4} = \frac{0,4 + 0,7 + 1 + 0,7}{4} = 0,7 \end{aligned}$$

Quadro 7.15.: Avaliação do integrado

	LI	LM	LM	LS
S₄₁	0,15	0,35	0,5	0,7
S₄₂	0	0,2	0,35	0,55
S₄₃	0,15	0,35	0,425	0,625
S₄₄	0,15	0,35	0,425	0,625
S₄₅	0,225	0,425	0,5	0,7
S₄₆	0,15	0,35	0,5	0,7

7.8. Avaliação final

Para concluir o procedimento, falta calcular o índice de adequabilidade difuso que permite determinar a classificação final de cada módulo. Para determinar o índice de adequabilidade difuso (F_i) para cada

módulo (i), acha-se a média do produto da avaliação de cada módulo i por cada critério j (S_{ij}) pelo peso de cada critério (w_{Cj}):

$$F_i = \frac{1}{k} \times [(S_{iC1} \times W_{C1}) + (S_{iC2} \times W_{C2}) + (S_{iC3} \times W_{C3}) + (S_{iC4} \times W_{C4}) + (S_{iC5} \times W_{C5}) + (S_{iC6} \times W_{C6})]$$

, onde k = 6, é o numero de critérios que estão a ser usados na avaliação.

Por exemplo, para módulo mestre-de-materiais, tem-se:

$$F_i = \frac{1}{6} \times \left[\begin{aligned} &(0,475; 0,725; 0,725; 0,95) \times (0,375; 0,575; 0,65; 0,85) + \\ &+ (425; 0,65; 0,65; 0,95) \times (0,225; 0,425; 0,65; 0,85) + \\ &+ (0,65; 0,925; 0,925; 1) \times (0,225; 0,425; 0,575; 0,775) + \\ &+ (0,55; 0,775; 0,775; 1) \times (0,15; 0,35; 0,575; 0,775) + \\ &+ 0,275; 0,55; 0,55; 0,85) \times (0,225; 0,425; 0,5; 0,7 + \\ &+ (0,4; 0,675; 0,675; 0,9) \times (0,075; 0,275; 0,5; 0,7) \end{aligned} \right]$$

O limite inferior do índice de adequabilidade difuso para o módulo mestre-de-materiais é, portanto:

$$\text{Limite inferior} = \frac{1}{6} \times \left(\begin{aligned} &0,475 \times 0,375 + 0,425 \times 0,225 + 0,65 \times 0,225 + \\ &+ 0,55 \times 0,15 + 0,275 \times 0,225 + 0,4 \times 0,075 \end{aligned} \right) = 0,01$$

Os limites modais e o limite superior de adequabilidade difuso para o módulo mestre-de-materiais são:

$$1^{\text{o}} \text{ Valor modal} = \frac{1}{6} \times \left(\begin{aligned} &0,725 \times 0,575 + 0,65 \times 0,425 + 0,925 \times 0,425 + \\ &+ 0,775 \times 0,35 + 0,55 \times 0,425 + 0,675 \times 0,275 \end{aligned} \right) = 0,3$$

$$2^{\text{o}} \text{ Valor modal} = \frac{1}{6} \times \left(\begin{aligned} &0,725 \times 0,65 + 0,65 \times 0,65 + 0,925 \times 0,575 + \\ &+ 0,775 \times 0,575 + 0,55 \times 0,5 + 0,675 \times 0,5 \end{aligned} \right) = 0,41$$

$$\text{Limite superior} = \frac{1}{6} \times \left(\begin{aligned} &0,95 \times 0,85 + 0,95 \times 0,85 + 1 \times 0,775 + \\ &+ 1 \times 0,775 + 0,85 \times 0,7 + 0,9 \times 0,75 \end{aligned} \right) = 0,73$$

Quadro 7.16.: Avaliação final do mestre-de-materiais.

	LI	LM	LM	LS
F_1	0,099063	0,296146	0,413958	0,731667

Para os outros módulos, os cálculos efectuam-se da mesma maneira, obtendo-se os valores do índice de adequabilidade difuso seguinte:

Quadro 7.17.: Avaliação final do mestre de fornecedores.

	LI	LM	LM	LS
F₂	0,08125	0,268958	0,370521	0,672292

Quadro 7.18.: Avaliação final do MRP.

	LI	LM	LM	LS
F₃	0,062188	0,236042	0,306354	0,590625

Quadro 7.19.: Avaliação final do integrado

	LI	LM	LM	LS
F₄	0,062188	0,241458	0,320833	0,610417

Representando as classificações finais graficamente:

Avaliação final dos componentes

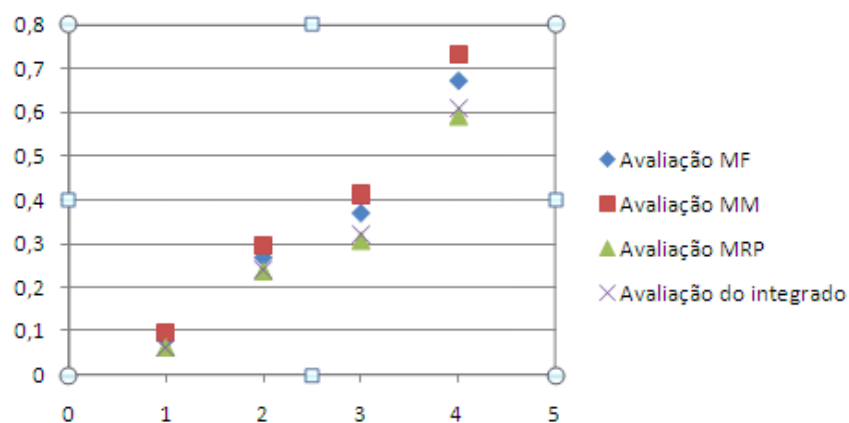


Gráfico 7.1.: Avaliação final dos componentes.

Somando os limites referentes a cada módulo de modo a obter uma melhor percepção das classificações obtidas por cada componente, obtêm-se a tabela seguinte:

Quadro 7.20.: Soma dos limites de cada componente.

	LI	LM	LM	LS	Soma
F₁	0,099063	0,296146	0,413958	0,731667	1,540833
F₂	0,08125	0,268958	0,370521	0,672292	1,393021
F₃	0,062188	0,236042	0,306354	0,590625	1,195208
F₄	0,062188	0,241458	0,320833	0,610417	1,234896

Graficamente:

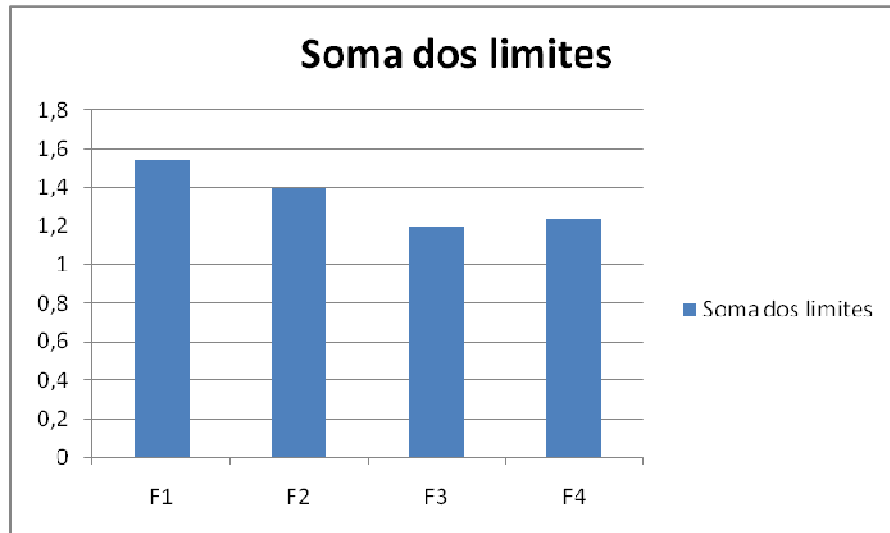


Gráfico 7.3.: Soma dos limites referentes a cada módulo

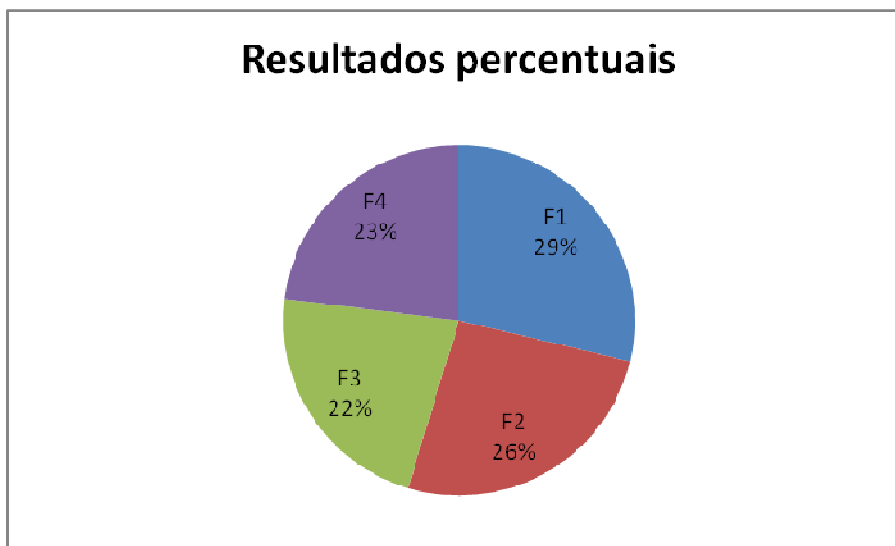


Gráfico 7.4.: Resultados percentuais

7.9.: Avaliação da utilização do conjunto de componentes constituintes do MRP através dos conjuntos difusos

Pela observação do quadro referente à avaliação final dos componentes e considerando o segundo limite modal, verifica-se que todos os componentes apresentam um índice de adequabilidade difuso inferior a

0,5, i.e., 50%. Reconvertendo este peso em atributo linguístico, poderá dizer-se que a adequação final deste ERP em relação aos componentes em estudo está entre «fraco e normal». O módulo que obteve o resultado mais fraco foi o módulo MRP. Observando a tabela correspondente a este módulo, verifica-se que o critério C₂ intenção de uso, foi o mais penalizado.

Uma das explicações para esta baixa pontuação poderá ser o facto de este sistema ter sido desenvolvido inicialmente tendo em conta as necessidades da indústria tradicional e a implementação deste módulo na sua plenitude requerer a reengenharia dos processos da empresa e a estandarização dos seus processos, levando a uma resistência por parte dos utilizadores. A complexidade deste módulo também poderá ser um factor a ter em conta, uma vez que os utilizadores não são especialistas nem tiveram formação em gestão de *stocks* e desenvolvem outras actividades em paralelo.

No componente MRP, existem muitas opções de configuração que não são utilizadas pela empresa e são muito específicas no sector da indústria tradicional e que podem trazer complexidade ao sistema e inibição aos utilizadores. Como, por exemplo, o GR *processing time*, que define o tempo necessário para controlar a qualidade de um material e transferi-lo para o *stock*. Não faz muito sentido para o armazém em questão, porque se trata de pequenas quantidades de material. A chave de prazos, o calendário de planeamento, o nível de serviço e a previsão são, também, usados unicamente em produção e não são necessárias para um ERP aplicado à construção civil.

A visualização das listas de MRP também tem funcionalidades a mais que aumentam em muito a dificuldade de utilização do sistema e, conseqüentemente, a resistência da utilização e a obtenção de melhores resultados. Esta hipótese é sustentada pelo fraco resultado dos factores: *output* e impacto individual e organizacional obtido pelo MRP.

Por outro lado o componente «mestre-de-materiais» obteve a pontuação mais elevada neste estudo. Contrariamente ao componente anterior, este obteve, desta vez, a pontuação mais elevada relativa ao critério C₂ intenção de uso. Ou seja, os funcionários sentem que o seu uso pode aumentar o valor e a produtividade do seu trabalho e do negócio da empresa. Uma das explicações para a obtenção de sucesso deste componente em relação aos outros poderá ser o facto de este já se encontrar fortemente implementado na empresa e por esse motivo causar uma menor resistência ao seu uso.

7.10. Conclusões e recomendações para a implementação do MRP na empresa

A utilização de um sistema de informação com recurso às bases de dados permite um aumento de produtividade, uma diminuição de custos e uma maior eficiência para as organizações. Toda a informação é armazenada numa base de dados única, comum a todos os departamentos da empresa. No caso do armazém, todas as informações relevantes para os diferentes departamentos são armazenadas na

base de dados única do SAP R/3 e podem ser acedidas e modificadas através do mestre-de-materiais e do mestre-de-fornecedores.

O ERP é um *software* composto por vários módulos que interagem de forma a tratar e a processar dados, transformando-os em informação. Para a eficaz utilização deste *software*, é necessário efectuar a parametrização do mesmo. Ou seja, ajustar o mesmo às normas e processos da empresa. Na empresa em estudo, em particular no módulo de logística, é por vezes difícil adaptar os processos da empresa aos processos *standard* do pacote ERP, já que esta é uma empresa da construção civil e o pacote se encontra orientado para ambientes industriais (*just-in-time*, *kanbans*, etc). Existem muitos termos que (ainda) não têm aplicabilidade na indústria da construção e que podem trazer ruído à utilização do *software*.

Os ERP tendem a impor a sua própria lógica ou os seus próprios processos de negócio, estes podem, inclusivamente, obrigar as empresas a uma integração total dos seus processos de negócio, mesmo quando alguma separação poderia ser mais vantajosa. Uma das soluções para o armazém, dadas as suas características poderia ser a sua separação do resto da empresa, mas o *software* obriga a que este o integre. Um dos motivos que pode levar à integração à força poderá ser o investimento feito neste pacote de *software*.

Para a implementação dos ERP, em particular o SAP, as empresas devem procurar uma cultura de disciplina referente às informações, processos e sistemas. Num sector caracterizado pela baixa escolaridade dos trabalhadores, a cultura do desperdício e despreocupação com os aspectos de higiene e segurança no trabalho, as características do processo de construção, como, por exemplo, a variabilidade de consumo de recursos, devido à imprevisibilidade nas durações das actividades, tornam difícil a implementação destes sistemas. É necessária formação intensiva para que as pessoas aprendam a utilizar o novo sistema, pois sem formação adequada, os funcionários da empresa não estarão aptos a utilizar o SAP. Dada a baixa escolaridade das pessoas envolvidas na indústria da construção e a complexidade dos sistemas ERP, torna-se necessário não apenas dar formação, mas também estudar a viabilidade de utilização do sistema por estas pessoas.

Como existem pessoas com maior dificuldade de adaptação ao sistema SAP R/3, não existe convergência dos processos da empresa. Por exemplo, os objectivos do armazém em estudo serão diferentes do armazém central. Neste armazém, pretende-se definir uma metodologia simples que possa ser utilizada pelos Empregados, enquanto, no armazém central, o objectivo será a utilização plena das potencialidades do SAP.

Uma empresa, ao comprar materiais, deve determinar qual o melhor fornecedor. Entende-se, neste caso, como melhor fornecedor, aquele que pratica o melhor preço, tem as melhores condições de entrega, proporciona melhores condições de pagamento e melhor qualidade dos produtos. A avaliação de

fornecedores no SAP R/3 é feita com base nos critérios Preço, Prazo de Fornecimento e Qualidade. Para que o sistema possa simplificar a selecção de fornecedores, deve ser feita a correcta avaliação dos fornecedores por parte dos responsáveis de compra.

Este projecto tinha como objectivo definir uma metodologia simples que permitisse auxiliar na gestão de *stocks* de um armazém da empresa Ensul-Meci. Como os responsáveis do armazém não possuíam formação na área de gestão de *stocks*, foi dada relevância à formação destes mesmos responsáveis, não apenas no sistema SAP, mas também em noções elementares de gestão de *stocks*, para permitir um melhor desempenho do sistema MRP do SAP.

Com a elaboração do programa de formação incidindo sobre as noções gerais de gestão de *stocks*, pretende-se abordar os conceitos fundamentais necessários ao correcto funcionamento do sistema SAP R/3. Outro objectivo será eliminar a informação sobre conceitos, como por exemplo: *stock*; *stock* de segurança; ponto de encomenda, obtida através do *senso comum*. O *senso comum*, ou conhecimento vulgar, é a primeira suposta compreensão de um determinado facto ou conceito resultante das experiências adquiridas ou que são transmitidas através de um grupo e que não dependem de uma investigação detalhada ou de factos científicos. Pensa-se, a melhor compreensão dos conceitos subjacentes ao funcionamento do modelo do SAP R/3, que contribuirá para a eliminação do ruído no sistema, fornecendo também informação com mais rigor e qualidade.

Durante a formação, principalmente na sua vertente prática, serão repetidos os conceitos abordados anteriormente de forma a provocar redundância de informação. Esta repetição de temas e conceitos, para que a sua recepção seja o mais correcta possível, tem o objectivo de eliminar ruído, prevenindo, assim, enganos e distorções.

A formação vai ser dada em dois blocos distintos, onde o primeiro bloco visa preparar os responsáveis com conhecimentos gerais e fundamentais para a programação do MRP de gestão de *stocks* e o segundo bloco compreende a formação do MRP propriamente dito.

Para a gestão dos materiais com o sistema SAP R/3, utilizou-se a estratégia do planeamento baseado no consumo. A vantagem do planeamento baseado no consumo é que é fácil de usar e não tem uma grande exigência ao nível dos dados, sendo, por isso, indicado para pessoas que não possuem conhecimentos aprofundados na gestão de *stocks*.

Outro objectivo era a coordenação de uma maneira mais eficiente entre o armazém e o departamento central de compras. Tentou-se atingir este objectivo com a correcta configuração do MRP. De futuro,

pretende-se a coordenação automática entre o armazém e o departamento de compras através da criação automática de pedidos de compra.

Numa primeira fase de implementação, deu-se prioridade ao MRP do tipo encomenda manual. A diferença entre o MRP do tipo de encomenda manual e o MRP do tipo de encomenda automático, é que no ponto de encomenda manual, o utilizador tem de definir o ponto de encomenda e o *stock* de segurança. O MRP do tipo de encomenda automático utiliza o programa de previsão integrado no SAP.

Numa segunda fase de implementação do MRP, pode-se utilizar o sistema SAP R/3 para determinar automaticamente o ponto de encomenda e o *stock* de segurança. Outras potencialidades do sistema também poderão ser utilizadas, como, por exemplo, o MRP multinível (utilizando o MRP 4, para artigos com procura dependente). A utilização deste sistema obriga a um maior conhecimento de gestão de *stocks* e a uma maior disciplina e coordenação, com, por exemplo, o parque automóvel.

8. Conclusões

Esta dissertação tinha como objectivo avaliar se a utilização dos ERP, desenvolvidos com base nos processos e necessidades da indústria convencional, pode ser feita pelas empresas da construção civil na melhoria dos seus processos, tendo por base um estudo efectuado numa empresa deste sector. Avaliou-se, para isso, o MRP do SAP, com recurso ao método dos conjuntos difusos. Para tal, efectuaram-se entrevistas com os utilizadores de modo a proceder-se à recolha de dados referentes às opiniões dos mesmos.

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que a utilização dos ERP *standard*, desenvolvidos com base nos processos e necessidades da indústria, têm um baixo nível de adaptabilidade às empresas da construção civil. Torna-se, por isso, difícil a melhoria dos seus processos e a própria implementação destes sistemas. Neste estudo, considerou-se os sub-componentes do módulo de logística que são utilizados pela empresa e aqueles que são passíveis de poderem ser adaptados.

Pelos resultados obtidos, conclui-se que se torna necessário o desenvolvimento de sistemas ERP adequados à indústria da construção civil. Para isso, deveria dar-se atenção à investigação e ao desenvolvimento de inovações tecnológicas aplicadas ao sector.

Exige-se, também, uma mudança na cultura destas organizações, pois esta é caracterizada pelo facto de a maioria das empresas adoptar estratégias de curto prazo, fazendo pequenos ou nenhuns investimentos nos recursos humanos. Isto traduz-se na prioridade, dada pelas empresas apenas, aos aspectos de prazo e

de custos, em detrimento dos aspectos relacionados com a qualidade e pela tolerância dada aos graves e persistentes problemas do sector da construção, como por exemplo, os desperdícios e a baixa produtividade. Esta cultura de desperdício, reflecte-se, também, no desperdício inerente ao pouco aproveitamento das potencialidades dos *softwares* adquiridos. É necessária uma maior responsabilização em relação aos avultados investimentos efectuados nestes pacotes de *software*.

Uma utilização mais racional destes *softwares* poderá conduzir a uma maior eficácia na gestão da cadeia logística, aumentando em larga escala a margem de lucro das empresas deste sector.

É necessário ter ainda atenção ao facto de, no caso de as empresas optarem pela aquisição de pacotes *standard*, devido às suas vantagens, estes não devem ser utilizados como se fossem aplicações desenvolvidas à medida. É necessária, também, a formação intensiva para que as pessoas aprendam a utilizar o novo sistema, conheçam as suas novas funções e como o seu desempenho afectará a organização como um todo. Sem formação adequada, os funcionários da empresa não estarão aptos a utilizar o ERP.

9. Bibliografia

BAGANHA, M., Marques, P., Góis. **O Sector da Construção Civil e Obras Públicas em Portugal: 1990-2000.** Coimbra: Universidade de Coimbra, 2002.

BOTELHO, Tiago - **Implementação de sistemas ERP: O caso da cooperativa agrícola alto rio grande.** Minas gerais – BRASIL. Universidade Federal de Lavras, 2005.

BIRRIEN, Jean-Yvon. –**Informação e management- introdução à teoria dos sistemas.** Lisboa. Clássica Editora, 1970.

BRONSON R., Naadimuthu G. **Investigação Operacional.** 2ª Ed. McGraw-Hill, 2001.

CHUNG, BooYoung *et al* - **Developing ERP Systems Success Model for the Construction Industry.** JOURNAL OF CONSTRUCTION ENGINEERING AND MANAGEMENT, 2009.

CHUNG, B., Skibniewski, M. J., Lucas, H. C., Jr., and Kwak, Y. H. - **Analyzing enterprise resource planning systems implementation success factors in the engineering-construction industry.** J. Comput. Civ. Eng, 2003.~

CHIAVENATO, Idalberto. **Introdução à teoria geral da administração.** 7ª Ed. São Paulo. McGraw-Hill, 2007.

CHEN, Shyi-Ming, Lee , Chia-Hoang - **New methods for students' evaluation using fuzzy sets.** National Taiwan University of Science and Technology, 1997.

CUNHA, Artur Manuel Barros - **Factores de sucesso com a adopção de sistemas ERP-Enterprise Resource Planning.** Lisboa 2005.

Drakopoulos, John A. - Probabilities, possibilities, and fuzzy sets. Stanford University, 1994.

ETCHALUS,J.,Scandelari,L,- Aspectos da tecnologia da informação em pequenas empresas da construção civil, UTFPR, 2006.

FIRMINO, José Augusto Alves *et al.* **ERP e CRM : da empresa à e-empresa : soluções de informação reais para empresas globais.** Famalicão; Matosinhos; Lisboa. 1º Ed. Centro Atlântico, 2001.ISBN 972-8426-31-3.

GLOSSÁRIO SAP [online] Documento disponível na *internet* em
<URL: <http://sites.google.com/site/sapmmbrasil/gloss%C3%A1rio-sap>>.

GODINHO, Pedro - **Arvores de Decisão Bicritério em Análise de Projectos**. Coimbra: Universidade de Coimbra, 2003.

HAGA, Heitor. - **Gestão da rede de abastecimento na construção civil: Integração a um sistema de administração da produção**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2000.

HILLIER, F., Lieberman, G. J. **Introdução à Pesquisa Operacional**. 8ª Ed. McGraw-Hill, 2006. ISBN: 85-86 804-68-1.

HOPPE, Marc - **Inventory Optimization with SAP**. Boston: Galileo Press, 2008. ISBN 978-1-59229-097-0

Jonathan Jingsheng Shi, M.ASCE, Daniel W., Halpin, M. ASCE - **Enterprise Resource Planning for Construction Business Management**. JOURNAL OF CONSTRUCTION ENGINEERING AND MANAGEMENT (2003).

JORGE, João Paulo Amaro. - **A envolvente da implementação de um ERP numa organização através da análise de metodologias**. Coimbra: Universidade de Coimbra, 2002. (Tese mestrado em Sistemas de informação)

LAUDON, K. C. - **Management information systems: Managing the digital firm**. 7ª Ed. NJ. Prentice-Hall, 2002.

LISBOA, João; COELHO, Arnaldo *et al*- **Introdução à gestão de organizações**. Vida económica, Barcelos, 2004. ISBN 972-788-118-1.

MEIRELES, M., **Sistemas de informação: quesitos de excelência dos sistemas de informação operativos e estratégicos**, 2 ed. São Paulo:Arte & ciência, 2004.

MENDES, José Carvalho - **A resistência às tecnologias de informação, causas, efeitos e estratégias de superação: estudo de caso da implementação do SAP R-3**. Braga: Universidade do Minho, 2001. (Tese de mestrado em Sistemas de Informação)

MONTEIRO, Paulo Miguel Pereira Duarte - **Classificação da informação na indústria da construção: perspectivas e percursos.** Porto : Universidade do Porto, 1998.

MURRAY, Martin – **Understanding the SAP Logistics information system.** Boston: Galileo Press, 2007. ISBN 1-59229-108-2.

MURRAY, Martin – **SAP MM-Functionality and Technical Configuration.** Boston: Galileo Press, 2006. ISBN 978-1592290727.

MIÃO, Rodolfo. - **IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMAS ERP (*Enterprise Resource Planning*) SAP R/3® E SUAS TECNOLOGIAS MIDDLEWARE.** São Paulo: Universidade de São Paulo, 2007.

NUNES, José Joaquim Marques - **O alinhamento estratégico entre negócio e sistemas-tecnologias de informação: um estudo em empresas portuguesas.** Lisboa: Inst. Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa, 2005.

NUNES, Isabel Maria do Nascimento Lopes. **Modelo de sistema pericial difuso para apoio à análise ergonómica de postos de trabalho.** Lisboa: Universidade Nova de Lisboa, 2002. (Tese de doutoramento em Engenharia Industrial).

O'Conner, J. T., Dodd, S. C. - **Capital facility delivery with enterprise resource planning systems.** Center for Construction Industry Studies, University of Texas, Austin, Texas (1999).

OLMEDO, Bach Santiago - **A gestão dos sistemas de informação .** 1ª Ed. Vila Nova de Famalicão .Centro Atlântico, 2001.

PORTER, M. E. **Competitive Advantage.** NY. The Free Press, 1985.

RASCÃO, José Poças - **Sistemas de informação para as organizações: a informação chave para a tomada de decisão.** 2a ed. Lisboa. Sílabo, 2004

RODRIGUES, Luís António da Silva - **Arquitectura dos Sistemas de Informação.** Braga: Universidade do Minho, 2000. (Tese mestrado em Informática)

RODRIGUES, João Pedro Moreno. **Critérios de selecção de *software*.** Lisboa. Instituto Superior de Economia e gestão, 2004.

SAP - Material Requirements Planning – sem autor. [on line] Documento disponível na *internet* em <URL: <http://sap.help.com>>.

SAP MM [online] Documento disponível na *internet* em <URL<http://sites.google.com/site/sapmmbrasil/arquivos/lapvg01---visao-geral/vis%C3%A3o-geral-de-administra%C3%A7%C3%A3o-de-materiais>>.

SALES, Alessandra Luize *et al.* **O fluxo de informação na construção civil** [on line]. M.G. Brasil (2003). Documento disponível na internet em url:\ http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENECEP2003_TR0901_0963.pdf

SAATY, T. L. – **The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation**. RSW Publications, 1990.

SERRANO, António *et al* - **Gestão da informação : sistemas ERP, gestão do conhecimento e práticas de gestão de sistemas de informação**. Évora. Universidade de Évora, 2000.

SILVA, António José Henriques de Albuquerque. **Benefícios dos sistemas ERP: um estudo de caso**. Lisboa. ISEG, 2006.

SULE, Dileep R. - **Logistics of Facility Location and Allocation**. New York, Marcel Dekker, 2001.

SULEMAN, Abdul. **Conjuntos difusos: Uma abordagem estatística**. Lisboa: ISCTE, 2006. (Tese de Doutoramento em métodos quantitativos.)

VALADARES, Tavares, L.; Carvalho Oliveira, R.; Hall Themido, I.; Nunes Correia, F., **Investigação Operacional**. Lisboa. McGraw-Hill, 1996.

VARAJÃO, João Eduardo Quintela - **A arquitectura da gestão de sistemas de informação**. Lisboa. FCA-Editora de Informática, 2005.

VIEIRA, G.H. **Análise e comparação dos métodos de decisão multicritério AHP Clássico e Multiplicativo**. São José dos Campos, Brasil: Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2006.

WALLACE , Thomas F.; KREMZAR, Michael H. - **ERP: Making It Happen**. John Wiley & Sons, Inc. Nova Iorque, 2001. ISBN 0-471-39201-4.

Youngcheol, Kang, William J. O'Brien, A.M.ASCE; Stephen Thomas, M.ASCE; Robert E. Chapman. - **Impact of Information Technologies on Performance: Cross Study Comparison.** JOURNAL OF CONSTRUCTION ENGINEERING AND MANAGEMENT, 2008.

ZADEH, L.A. - **Fuzzy sets, Information and Control** 8. California: University of California, 1965.