

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO



FEUP

Integração de um módulo de Logística no ERP jDx

José Luís Carvalho Pereira

VERSÃO DEFINITIVA

Relatório de Projecto
Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação

Orientador: Ana Paula Rocha (Prof.)

Julho de 2009

Integração de um módulo de Logística no ERP jDx

José Luís Carvalho Pereira

Relatório de Projecto

Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação

Aprovado em provas públicas pelo Júri:

Presidente: Maria Teresa Galvão (Professora Auxiliar)

Arguente: Orlando Manuel de Oliveira Belo (Professor Associado)

Vogal: Orlando Manuel de Oliveira Belo (Professor Associado)

31 de Julho de 2009

Resumo

Este projecto tem como tema a logística.

A empresa Dinâmica – Projectos Consultoria e Organização Lda, (empresa onde este projecto foi desenvolvido), está actualmente a implementar um projecto de maior envergadura que é a construção completa de um ERP (Enterprise Resource Planning) utilizando ferramentas, todas elas completamente novas para a equipa de projecto: o JBuilder (IDE – Ambiente Integrado de Desenvolvimento), o PostgreSQL (DBMS – Gestor de Bases de Dados) e o Jasper Report-iReport (Gestor de relatórios).

A empresa já possui um ERP, Dinamix, que embora esteja com uma análise actual, pois tem sido constantemente actualizado, e continua a trabalhar em diversos clientes é orientado ao carácter. O facto de as empresas industriais (clientes da Dinâmica), valorizarem mais as funcionalidades que os aspectos formais, fez com que a Dinâmica só agora optasse por desenvolver um novo ERP.

O objectivo deste projecto é a implementação de um módulo de Logística integrado no ERP que está actualmente a ser desenvolvido pela Dinâmica, o jDx.

As principais funcionalidades a implementar no módulo de Logística são as seguintes:

- . Gestão de Documentos de Armazém: ENF (Encomenda a Fornecedor), GRC (Guia de Recepção de Cliente), GEE (Guia de Entrada de Encomenda), GDF (Guia de Devolução a Fornecedor), NCF (Nota de Crédito a Fornecedor), TRF (Transferência para Fornecedor), GRI (Guia de Recepção Interna) e GDI (Guia de Devolução Interna).

- . Vários Relatórios:

- O artigo mais comprado num determinado mês.

- O artigo mais comprado a um dado fornecedor.

- . Gestão de Relações Fornecedor / Artigo

- Possibilidade de informarmos todos os portfolios de produtos dos diferentes fornecedores.

- . Informação de Fornecedores

- .Compras a um dado fornecedor entre Datas

- .Atrasos face a Datas de Entrega de um dado fornecedor.

- .Artigos fornecidos por um dado fornecedor.

- .Artigos que podem potencialmente ser fornecidos por um dado fornecedor.

- . Impressão de documentos de Logística (dos documentos referidos em Gestão de Documentos de Armazém)

.Quadro de Bordo da Logística (Utilização do método “Back Propagation”)

.Capacidade de para o ano seguinte prever mensalmente o volume de compras a fornecedores

No módulo de Logística, a implementar, pretende-se inovar, isto é incluir algo que os concorrentes não disponibilizem.

A funcionalidade adicional que foi implementada, é a capacidade de serem efectuadas previsões de encomendas a fornecedores usando o método “back propagation”. A plena integração desta funcionalidade no ERP será no entanto deixada como trabalho futuro, pois por uma questão de tempo não foi ainda concluída. À data de conclusão deste projecto a interface com o utilizador no que diz respeito à previsão de encomendas a fornecedores está ainda muito elementar.

Abstract

This project has as its theme the logistics. In terms of context / motivation, the author is on the production of ERP (Enterprise Resource Planning) for over twenty years, so that was the genesis of the project environment.

Dinâmica – Projectos Consultoria Organização Lda, (enterprise where this project was developed), is currently implementing a project on a larger scale which is the construction of a complete ERP using the tools, all completely new to the project team, JBuilder (IDE - Integrated Development Environment) , PostgreSQL (DBMS - Data Base Manager) and Jasper Report, iReport (Report Manager).

The aim of this project is to implement a Logistics module Integrated in the ERP, which is currently being developed by Dinâmica, the jDx, as mentioned.

Dinâmica felt this need only now, the construction of a new ERP, primarily because working with industrial companies, which usually emphasize the features that the more formal aspects, made it prolongs the life of an ERP, the Dinamix that although have good features as they have been constantly updated, is driven by character.

At present the Dinamix does not sell for the reasons described above, so it was necessary to do something ...

In the module of logistics, Dinâmica wants to innovate, that is to include something that the competitors do not offer.

The feature that was implemented with this objective, was the ability to make forecasts of amounts of orders to suppliers using neural networks and the "back propagation" method.

The full integration of this functionality in the ERP is however left as future work, only for a matter of time. At the date of completion of this project the interface with the user as regards prediction of orders to suppliers is still very basic.

Agradecimentos

Agradeço a todos aqueles que, directa ou indirectamente, contribuíram para que este projecto se realizasse nas melhores condições e se concluísse com todas as metas e objectivos cumpridos.

À Prof. Ana Paula Rocha, minha orientadora pela sua total entrega ao projecto e seu acompanhamento. Desde cedo demonstrou uma enorme capacidade de planeamento estratégico que aliadas à sua enorme responsabilidade e experiência no acompanhamento de projectos, nos fizeram sentir sempre extremamente confortáveis mesmo nos momentos mais difíceis.

Ao Carlos Ferreira pelas renhidas discussões técnicas sobre optimizações...

Ao Eng. Artur Guindeira pelos conhecimentos transmitidos sobre máquinas virtuais.

À Dinâmica- Projectos Consultoria Organização Lda, pelo óptimo ambiente de desenvolvimento que me proporcionou.

E claro, agradeço à Lídia, Joana, Margarida, família e amigos, que, ao longo deste percurso, que agora se aproxima do seu término, sempre estiveram presentes nos momentos mais difíceis, concedendo-me o seu inestimável apoio e incentivo.

O Autor

Índice

1	Introdução	1
1.1	Contexto/Enquadramento	2
1.2	Projecto	3
1.3	Motivação e Objectivos	5
1.4	Estrutura do Documento	6
2	Revisão Bibliográfica	7
2.1	Introdução	7
2.2	Logística	7
2.2.1	Processos de entrada	10
2.2.2	Processos de saída	13
	Gestão e Optimização dos locais de armazenagem	14
2.2.3		14
2.2.4	Centro de Distribuição de Processos	16
2.3	Procura Planeamento com Duet e SAP SCM	18
2.3.1	Encontro com os desafios <i>Supply Chain</i>	18
2.3.2	Planeamento da procura com Duet e SAP SCM	18
2.3.3	Regras do utilizador pré-configuradas	19
2.3.4	Simplicidade de utilização das folhas de planeamento	20
2.4	Seleção de fornecedores	21
2.4.1	O método <i>Categorical</i>	27
2.4.2	O método <i>Weighted Point</i>	27
2.4.3	O método razão do custo	29
2.4.4	O método custo de propriedade	29
2.4.5	O Método Analytical Hierarchical Process (AHP)	34
2.4.6	Comparação dos métodos de selecção de fornecedores	40
2.5	Princípios de aprendizagem multi-camada usando redes neuronais usando o método “back propagation”	43
2.6	Conclusões	53

3. Especificações do módulo de logística	56
3.1 Descrição do Sistema	56
3.2 Módulo de Logística	56
3.3 Previsão de Compras a Fornecedores	57
3.4Resumo e Conclusões	60
4 Implementação	62
4.1 A implementação do Módulo Logística	64
4.1.1 Arquitectura lógica	65
4.1.2 Arquitectura física.....	68
4.1.2.1 Modelo	68
4.1.2.2 Arquitectura	69
4.1.2.3 Máquina Cliente.....	69
4.1.2.4 Servidor de dados.....	69
4.1.3 Principais decisões de projecto	69
4.1.4 As tecnologias.....	70
4.1.4.1 Java	70
4.1.4.2 JBuilder	71
4.1.4.3 PostgreSQL	71
4.1.4.4 Jasper Report.....	71
4.1.4.5 iReport	72
4.2 A implementação do quadro de Bordo.....	72
4.3 Previsão de Compras a Fornecedores com “Back Propagation”	73
4.3 Resumo e Conclusões	108
5 Conclusões e Trabalho Futuro	109
5.1 Satisfação dos Objectivos	109
5.2 Trabalho Futuro	110
Referências	111

Lista de Figuras

Fig.01- Mapa Gant do projecto “Integração de um Módulo Logística no ERP jDx.....	5
Fig.02 - Processo de gestão activados pelo mySAP SCM (figura retirada de documentação Comercial SAP)	9
Fig 03 - Avaliação inicial do Fornecedor e Selecção da Auditoria de Desempenho (figura retirada de [MTH02]	23
Fig. 04 - PCA Exemplo: Gráfico dos Valor próprios	32
Fig. 05 - Exemplo da Hierarquia do AHP (figura retirada de [NH92])	36
Fig. 06 - Exemplo: Rede Neuronal com 3 camadas	43
Fig. 07 - O papel de cada uma das 3 camadas	44
Fig. 08 - Propagação do sinal na rede (1)	44
Fig. 09 - Propagação do sinal na rede (2)	45
Fig. 10 - Propagação do sinal na rede (3)	45
Fig. 11 - Propagação do sinal através da camada escondida (1).....	46
Fig. 12 - Propagação do sinal através da camada escondida (2).....	46
Fig. 13 - Propagação do sinal através da camada saída (2)	47
Fig. 14 - Comparação do sinal de saída com valor de saída desejado	47
Fig. 15 - Impossibilidade de cálculo do erro de sinal p/ neurónios internos directamente (1).....	48
Fig. 16 - Impossibilidade de cálculo do erro de sinal p/ neurónios internos directamente (2).....	48
Fig. 17 - Coeficientes de peso w_{mn} (1)	49
Fig. 18 - Coeficientes de peso w_{mn} (2)	49
Fig. 19 - Coeficientes de peso w_{mn} (3)	50
Fig. 20 - Computação do sinal de erro para cada neurónio (1).....	50
Fig. 21 - Computação do sinal de erro para cada neurónio (2).....	51
Fig. 22 - Computação do sinal de erro para cada neurónio (3).....	51
Fig. 23 - Computação do sinal de erro para cada neurónio (4).....	52
Fig. 24 - Computação do sinal de erro para cada neurónio (5).....	52
Fig. 25 - Computação do sinal de erro para cada neurónio (6).....	53

Fig 26 – “Print Screen” da execução da classe “BrowserQuadroBordo” do projecto....	57
Fig 27 – “Print Screen” da execução da classe “BrowserQuadroBordo” do projecto (Compras Mensais)	58
Fig. 28 - Relacionamento entre as tabelas de documentos do módulo logística do projecto jDx	63
Fig. 29 - Arquitectura lógica do módulo comercial do jDx	66
Fig. 30 - Perspectiva geral do jDx	67
Fig. 31 - Algumas funcionalidades do módulo de logística do jDx.....	68
Fig. 32 - Modelo de Arquitectura física do jDx	68
Fig. 33 - Arquitectura do jDx.....	69
Fig 34 – A chamada da classe “BrowserQuadroBordo”	72
Fig 35 – A gestão de utilizadores	72
Fig 36 – Registos a tratar no PostgreSQL.....	73
Fig 37 – Quadro resumo erros classe BP4COMPRAS.....	75
Fig 38– Quadro dados BP4COMPRAS Momentum 0.1 Learning Rate 0.5	76
Fig 39 – Gráfico BP4COMPRAS Momentum 0.1 Learning Rate 0.5	76
Fig 40 – Quadro dados BP4COMPRAS Momentum 0.2 Learning Rate 0.5	76
Fig 41 – Gráfico BP4COMPRAS Momentum 0.2 Learning Rate 0.5	77
Fig 42 – Quadro dados BP4COMPRAS Momentum 0.3 Learning Rate 0.5	77
Fig 43– Gráfico BP4COMPRAS Momentum 0.3 Learning Rate 0.5	78
Fig 44 – Quadro dados BP4COMPRAS Momentum 0.4 Learning Rate 0.5	78
Fig 45 – Gráfico BP4COMPRAS Momentum 0.4 Learning Rate 0.5	79
Fig 46 – Quadro dados BP4COMPRAS Momentum 0.1 Learning Rate 0.6	79
Fig 47 – Gráfico BP4COMPRAS Momentum 0.1 Learning Rate 0.6	80
Fig 48 – Quadro dados BP4COMPRAS Momentum 0.2 Learning Rate 0.6	80
Fig 49 – Gráfico BP4COMPRAS Momentum 0.2 Learning Rate 0.6	81
Fig 50 – Quadro dados BP4COMPRAS Momentum 0.3 Learning Rate 0.6	81
Fig 51 – Gráfico BP4COMPRAS Momentum 0.3 Learning Rate 0.6	82
Fig 52 – Quadro dados BP4COMPRAS Momentum 0.4 Learning Rate 0.6	82
Fig 53 – Gráfico BP4COMPRAS Momentum 0.4 Learning Rate 0.6	83
Fig 54 – Quadro dados BP4COMPRAS Momentum 0.1 Learning Rate 0.7	83
Fig 55 – Gráfico BP4COMPRAS Momentum 0.1 Learning Rate 0.7	84
Fig 56– Quadro dados BP4COMPRAS Momentum 0.2 Learning Rate 0.7	84
Fig 57 – Gráfico BP4COMPRAS Momentum 0.2 Learning Rate 0.7	85
Fig 58 – Quadro dados BP4COMPRAS Momentum 0.3 Learning Rate 0.7	85
Fig 59 – Gráfico BP4COMPRAS Momentum 0.3 Learning Rate 0.7	86
Fig 60 – Quadro dados BP4COMPRAS Momentum 0.4 Learning Rate 0.7	86
Fig 61 – Gráfico BP4COMPRAS Momentum 0.4 Learning Rate 0.7	87

Fig 62 – Quadro dados BP4COMPRAS Momentum 0.1 Learning Rate 0.8	87
Fig 63 – Gráfico BP4COMPRAS Momentum 0.1 Learning Rate 0.8	88
Fig 64 – Quadro dados BP4COMPRAS Momentum 0.2 Learning Rate 0.8	88
Fig 65 – Gráfico BP4COMPRAS Momentum 0.2 Learning Rate 0.8	89
Fig 66 – Quadro dados BP4COMPRAS Momentum 0.3 Learning Rate 0.8	89
Fig 67 – Gráfico BP4COMPRAS Momentum 0.3 Learning Rate 0.8	90
Fig 70 – Quadro dados BP4COMPRAS Momentum 0.4 Learning Rate 0.8	90
Fig 71 – Gráfico BP4COMPRAS Momentum 0.4 Learning Rate 0.8	91
Fig 72– Quadro resumo erros classe BP4COM_VENDAS.....	92
Fig 73 – Quadro dados BP4COM_VENDAS Momentum 0.1 Learning Rate 0.5	92
Fig 74 – Gráfico BP4COM_VENDAS Momentum 0.1 Learning Rate 0.5	93
Fig 75 – Quadro dados BP4COM_VENDAS Momentum 0.2 Learning Rate 0.5	93
Fig 76 – Gráfico BP4COM_VENDAS Momentum 0.2 Learning Rate 0.5	94
Fig 77 – Quadro dados BP4COM_VENDAS Momentum 0.3 Learning Rate 0.5	94
Fig 78 – Gráfico BP4COM_VENDAS Momentum 0.3 Learning Rate 0.5	95
Fig 79 – Quadro dados BP4COM_VENDAS Momentum 0.4 Learning Rate 0.5	95
Fig 80 – Gráfico BP4COM_VENDAS Momentum 0.4 Learning Rate 0.5	96
Fig 81 – Quadro dados BP4COM_VENDAS Momentum 0.1 Learning Rate 0.6	96
Fig 82– Gráfico BP4COM_VENDAS Momentum 0.1 Learning Rate 0.6	97
Fig 83 – Quadro dados BP4COM_VENDAS Momentum 0.2 Learning Rate 0.6	97
Fig 84 – Gráfico BP4COM_VENDAS Momentum 0.2 Learning Rate 0.6	98
Fig 85– Quadro dados BP4COM_VENDAS Momentum 0.3 Learning Rate 0.6	98
Fig 86– Gráfico BP4COM_VENDAS Momentum 0.3 Learning Rate 0.6	99
Fig 87 – Quadro dados BP4COM_VENDAS Momentum 0.4 Learning Rate 0.6	99
Fig 88 – Gráfico BP4COM_VENDAS Momentum 0.4 Learning Rate 0.6	100
Fig 89 – Quadro dados BP4COM_VENDAS Momentum 0.1 Learning Rate 0.7	100
Fig 90 – Gráfico BP4COM_VENDAS Momentum 0.1 Learning Rate 0.7	101
Fig 91 – Quadro dados BP4COM_VENDAS Momentum 0.2 Learning Rate 0.7	101
Fig 92 – Gráfico BP4COM_VENDAS Momentum 0.2 Learning Rate 0.7	102
Fig 93 – Quadro dados BP4COM_VENDAS Momentum 0.3 Learning Rate 0.7	102
Fig 94 – Gráfico BP4COM_VENDAS Momentum 0.3 Learning Rate 0.7	103
Fig 95 – Quadro dados BP4COM_VENDAS Momentum 0.4 Learning Rate 0.7	103
Fig 96 – Gráfico BP4COM_VENDAS Momentum 0.4 Learning Rate 0.7	104
Fig 97 – Quadro dados BP4COM_VENDAS Momentum 0.1 Learning Rate 0.8	104
Fig 98 – Gráfico BP4COM_VENDAS Momentum 0.1 Learning Rate 0.8	105
Fig 99 – Quadro dados BP4COM_VENDAS Momentum 0.2 Learning Rate 0.8	105
Fig 100 – Gráfico BP4COM_VENDAS Momentum 0.2 Learning Rate 0.8	106

Fig 101 – Quadro dados BP4COM_VENDAS Momentum 0.3 Learning Rate 0.8	106
Fig 101 – Gráfico BP4COM_VENDAS Momentum 0.3 Learning Rate 0.8	107
Fig 102 – Quadro dados BP4COM_VENDAS Momentum 0.4 Learning Rate 0.8	107
Fig 103– Gráfico BP4COM_VENDAS Momentum 0.4 Learning Rate 0.8	108

Lista de Tabelas

Tabela 01 WPM Exemplo: Matriz ponderada com atributos.....	28
Tabela 02 WPM Exemplo: avaliações finais	28
Tabela 03 APC Exemplo: Atributos dos fornecedores.....	30
Tabela 04 PCA Exemplo: Matriz de Correlação.....	31
Tabela 05 Total APC Exemplo: Total de variância explicada pelos componentes	32
Tabela 06 APC Exemplo: Matriz de componentes alternadas (Cargas menor que 0,1 são omitidas)	33
Tabela 07 APC Exemplo: Classificação final dos fornecedores.....	34
Tabela 08 Medição escala AHP	36
Tabela 09 AHP Exemplo: Matriz Original.....	37
Tabela 10 AHP Exemplo: Matriz Normalizada	37
Tabela 11 AHP Exemplo: Matriz da Qualidade.....	38
Tabela 12 AHP Exemplo: Matriz Normalizada da Qualidade	38
Tabela 13 AHP Exemplo: Matriz Preço	38
Tabela 14 AHP Exemplo: Matriz Normalizada do Preço	38
Tabela 15 AHP Exemplo: Matriz de Serviço	39
Tabela 16 AHP Exemplo: Matriz Normalizada de Serviço	39
Tabela 17 AHP Exemplo: Matriz de Entrega.....	39
Tabela 18 AHP Exemplo: Matriz de Entregas Normalizada.....	39
Tabela 19 AHP Exemplo: Resumo dos Resultados	40
Tabela 20 Comparação de métodos de selecção do fornecedor.....	41

Abreviaturas e Símbolos

ABAL	Advanced Business Application Language from Prologue
ASN	Advanced notification of shipping
AHP	Analytical Hirarchical Process
Baan Corporation	Information Systems Company
BAdI	Business add-ins technology
Bann	Important ERP in the market
CRM	Customer relationship management
DBMS	Database Management System
Dialogue3	Database Management System from Prologue
Dinâmica	Small Information Systems Company
Dinamix	ERP from Dinâmica
ENF	Encomenda a Fornecedor
ERP	Enterprise Resource Planning
EWM	Extended Warehouse Management
GDF	Guia de Devolução a Fornecedor
GDI	Guia de Devolução Interna
GEE	Guia de Entrada de Encomenda
GRC	Guia de Recepção de Cliente
GRI	Guia de Recepção Interna
GUI	Graphical User Interface
IDE	Integrated Development Environement
IIR	Human resources
J. D. Edwards	Important ERP in the market
J. D. Edwards Corporation	Information Systems Company
Jasper Report-iReport	Open-Source Reporting Engine
JVM	Java Virtual Machine
JBuilder	IDE (Integrated Development Environment) from Borland
jDx	ERP that Dinâmica wants to end in the near future...
KPI	Key performance indicators

MRP	Material Requirements Planning
MVC	Model View Controller
mySAP	Important ERP in the market
NCF	Nota de Crédito a Fornecedor
ORACLE	Information Systems Company
PCA	Principal Component Analysis
PD	Pushes deployment
PeopleSoft	Information Systems Company
PFGR	Pick from goods receipt
PLC	Controlador Lógico Programável
PLM	Product Lifecycle Management
PostgreSQL	Open-Source Object-Relational DBMS
Prologue	A French constructor of system software and hardware
QIE	Quality inspection engine
QM	Quality management
RF	Radio Frequency
SAP	Information Systems Company
SCM	Supply Chain Management
TCD	Transportation cross-docking
TI	Tecnologias de Informação
TRF	Transferência para Fornecedor
UPS	Uninterrupted Power Supply
VAS	Value Added Service
WPM	Weighted Point Method

1 Introdução

A motivação deste trabalho está claramente ligada à vida profissional do autor que possui competências nas áreas de produção de software Industrial e consultoria Industrial. Tentou-se que este projecto culminasse em primeiro lugar em algo que realmente fosse utilizável, e em segundo lugar em algo inovador que os outros projectos na área não possuíssem.

Quanto ao segundo aspecto (a inovação), a meio do projecto foi necessário repensar a funcionalidade a implementar. Inicialmente estava previsto desenvolver uma estratégia para a selecção de fornecedores tendo sido até trabalhado um pouco o assunto em termos de estado da arte. Mas à medida que se avançava na análise dos conceitos relativos a redes neuronais e ao método “Back Propagation” (metodologia seleccionada) sem um bom histórico a implementação não seria bem sucedida. E a verdade é que não existe esse histórico.

Após uma nova reflexão decidiu-se tratar, usando a mesma metodologia (redes neuronais e o método “Back Propagation”) o problema da previsão de Compras a Fornecedores.

A implementação do módulo de Logística decorreu com os problemas habituais dentro da produção de software, estando as funcionalidades base operacionais.

As principais funcionalidades base no módulo de Logística são as seguintes:

- . Gestão de Documentos de Armazém: ENF (Encomenda a Fornecedor), GRC (Guia de Recepção de Cliente), GEE (Guia de Entrada de Encomenda), GDF (Guia de Devolução a Fornecedor), NCF (Nota de Crédito a Fornecedor), TRF (Transferência para Fornecedor), GRI (Guia de Recepção Interna) e GDI (Guia de Devolução Interna).

- . Vários Relatórios:

Introdução

O artigo mais comprado num determinado mês.

O artigo mais comprado a um dado fornecedor.

. Gestão de Relações Fornecedor / Artigo

Possibilidade de informarmos todos os portfolios de produtos dos diferentes fornecedores.

. Informação de Fornecedores

.Compras a um dado fornecedor entre Datas

.Atrasos face a Datas de Entrega de um dado fornecedor.

.Artigos fornecidos por um dado fornecedor.

Artigos que podem potencialmente ser fornecidos por um dado fornecedor.

. Impressão de documentos de Logística (dos documentos referidos em Gestão de Documentos de Armazém).

.Quadro de Bordo da Logística (Utilização do método “Back Propagation”).

.Capacidade de para o ano seguinte prever mensalmente o volume de compras a fornecedores.

1.1 Contexto/Enquadramento

O trabalho descrito neste documento insere-se na área das Tecnologias da Informação de empresas do mercado industrial, de modo que vale a pena efectuar um breve historial dos requisitos exigidos por esse mercado.

Aproximadamente até meados da década de 90, ainda havia uma quantidade significativa de empresários que optavam por ter em termos de Sistemas de Informação, o sistema produtivo independente do sistema administrativo/financeiro. Esta forma de trabalhar tinha a desvantagem de originar redundâncias em termos de dados e isolar informação que obviamente não devia estar separada.

Desde essa altura, a situação mudou e os empresários começaram a procurar soluções integradas. É em meados dos anos noventa que as soluções integradas para Sistemas de Informação nas empresas industriais começam a aparecer e se começa realmente a falar de ERPs (Enterprise Resource Planning) no mercado nacional, no que diz respeito a pequenas e médias empresas industriais.

O projecto reportado neste documento foi desenvolvido na empresa Dinâmica, que é uma pequena empresa que se dedica ao desenvolvimento de software industrial para pequenas e médias empresas, nomeadamente ERP's. O facto da empresa Dinâmica ter já experiência com o sistema operativo Prologue (nome de um construtor francês de software de sistemas e hardware, editor do referido Sistema Operativo), com a linguagem de programação ABAL (Advanced Business Application Language) uma linguagem de programação de 4^a geração, e com o sistema de gestão de bases de dados (Database Management System - DBMS) Dialogue3 ,fez com que o sistema constituído pelo trinómio Prologue/ABAL/Dialogue3 tenha contribuído para a construção das soluções actuais. As soluções actualmente existentes satisfazem os requisitos dos clientes, apresentando características funcionais e bom desempenho, como por exemplo, na explosão de artigos utilizando MRP (Material Requirement Planning), na explosão de cor em

automático após uma cuidadosa codificação dos artigos ou o acompanhamento *on-line* sem papéis para a operação / operador.

Este triângulo Prologue/ABAL/Dialogue3 é algo de seguro (o que torna quase inútil a utilização de uma UPS -Uninterruptible Power Supply- unidade de alimentação ininterrupta), devido à robustez do seu gestor de ficheiros, imune até à data a vírus, *mas tem a desvantagem de ser orientado ao carácter.*

O trabalho na área industrial é mais sensível aos requisitos do que à aparência, o que ajudou ao facto de não ter sido dado a importância devida à interface dos produtos já desenvolvidos. Além disso, é habitual nas equipas de desenvolvimento de pequenas e médias empresas, onde não é muito grande a cultura de I&D (Investigação & Desenvolvimento), haver uma natural adopção das tecnologias dominadas pela equipa de desenvolvimento. Ela degenera, normalmente, em situações de negócio complexas, porque o período de gestação de ERP (mesmo com uma análise feita com sucesso à priori), é muito elevado quando há mudança de ferramentas de software. Isto é o que está a acontecer na Dinâmica...

Espera-se, pelo menos parcialmente, resolver este problema com o actual projecto onde se irá utilizar tecnologia Java no desenvolvimento de um módulo do ERP (o módulo de Logística). Os restantes módulos do ERP são objecto de outros projectos actualmente em desenvolvimento ou a desenvolver num futuro próximo.

1.2 Projecto

O trabalho reportado neste documento assenta na tecnologia Java, tecnologia esta que é globalmente aceite no mercado actual e tem sido objecto de uma evolução constante. O facto de ser uma tecnologia independente da plataforma usada é também uma das razões da sua escolha, associada ao facto de existirem no mercado IDE's (Integrated Development Environment) que garantem a construção de interfaces de boa qualidade gráfica que é um dos problemas do ERP actual da empresa Dinâmica (o Dinamix). Outro factor importante a considerar é a facilidade que esta tecnologia apresenta ao nível das parametrizações.

A crescente competitividade do mercado e consequente exigência dos sistemas de informação das empresas, obrigou a uma alteração significativa no desenvolvimento do software da área industrial. Tendo-se vindo a procurar soluções integradas para os sistemas de informação das empresas, actualmente os ERPs (*Enterprise Resource Planning*) dominam o mercado doméstico para pequenas e médias empresas industriais. Em todo o mundo, as empresas estão-se a tornar cada vez mais interligadas, tanto internamente como externamente com outras empresas. As empresas devem ser capazes de reagir quase instantaneamente à dinâmica do mercado (quando um cliente coloca uma nova encomenda, ou quando se verifica um atraso na encomenda de um fornecedor). ERPs são sistemas baseados na integração de diferentes módulos de software e uma base de dados central. Ao integrar os processos empresariais referentes a vendas, produção, contabilidade e logística de toda a organização, é conseguida uma resposta mais eficiente às solicitações dos clientes para produtos ou informações, bem como à decisão de produção de novos ou mais produtos.

Introdução

O módulo de logística a desenvolver neste projecto irá integrar o ERP em conjunto com outros módulos já desenvolvidos, em desenvolvimento (módulo financeiro e comercial) ou a desenvolver num futuro próximo.

As expectativas são de que, o ERP jDx esteja acabado e todos os outros módulos concluídos em 2010.

Todas as principais classes e relatórios a desenvolver serão plenamente integrados no ERP, no final deste projecto.

As principais funcionalidades a implementar no módulo de Logística são as seguintes:

- . Gestão de Documentos de Armazém: ENF (Encomenda a Fornecedor), GRC (Guia de Recepção de Cliente), GEE (Guia de Entrada de Encomenda), GDF (Guia de Devolução a Fornecedor), NCF (Nota de Crédito a Fornecedor), TRF (Transferência para Fornecedor), GRI (Guia de Recepção Interna) e GDI (Guia de Devolução Interna).
- . Vários Relatórios:
 - O artigo mais comprado num determinado mês.
 - O artigo mais comprado a um dado fornecedor.
- . Gestão de Relações Fornecedor / Artigo
 - Possibilidade de informarmos todos os portfolios de produtos dos diferentes fornecedores.
- . Informação de Fornecedores
 - .Compras a um dado fornecedor entre Datas
 - .Atrasos face a Datas de Entrega de um dado fornecedor.
 - .Artigos fornecidos por um dado fornecedor.
 - Artigos que podem potencialmente ser fornecidos por um dado fornecedor.
- . Impressão de documentos de Logística (dos documentos referidos em Gestão de Documentos de Armazém)
 - Quadro de Bordo da Logística (Utilização do método “Back Propagation”)
 - Capacidade de para o ano seguinte prever mensalmente o volume de compras a fornecedores

A calendarização do projecto é apresentada na figura 1:

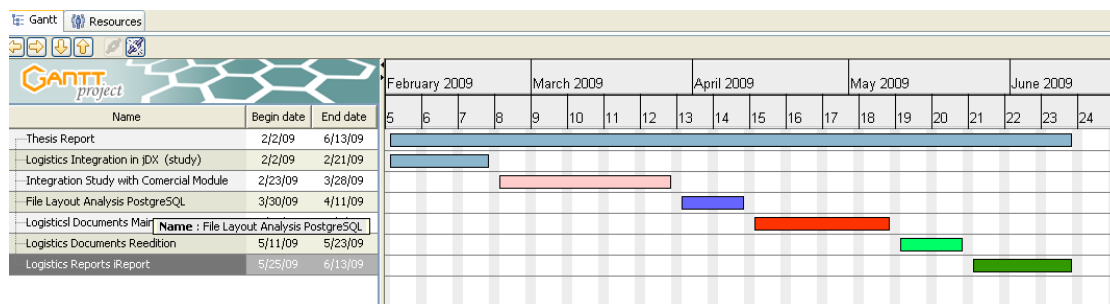


Fig.01- Mapa Gant do projecto “Integração de um Módulo Logística no ERP jDx

1.3 Motivação e Objectivos

A empresa Dinâmica apresentava em 2005 um bom produto a nível de ERP. Era confiável, cumpria os requisitos dos potenciais clientes, mas não vendia. Este facto levou a uma reflexão profunda na selecção das ferramentas mais adequadas ao desenvolvimento, tendo sido consultadas instituições de referência na área do desenvolvimento de software. Após estas considerações, a escolha recaiu no triângulo JBuilder (Borland) / PostgreSQL / Jasper Report-iReport). De notar que a questão do software foi a principal preocupação nesta análise. No entanto, existe um outro aspecto também muito importante a conseguir no sistema a implementar que é a parametrização do ERP, como já foi referido.

Dadas as peculiaridades deste projecto, parece ser uma boa estratégia para alcançar um estado da arte confortável, no que diz respeito ao Módulo de Logística a ser incluído no ERP, tentar analisar o que os mais reputados fabricantes de ERP's oferecem actualmente. Para cumprir este objectivo, o melhor caminho é analisar o que a SAP (Information Systems Company) inclui, nos seus sistemas. Outros dois fabricantes de referência são a ORACLE (adquirida PeopleSoft que por sua vez tinha assimilado a JD Edwards Corporation) e a Infor Global Solutions (que adquiriu SSA, que haviam comprado o Baan Corporation). Rapidamente se conclui que a análise dos sistemas ERP destes dois grandes (ORACLE e Infor Global Solutions) seria difícil, pois as empresas, JD Edwards e Bann, por terem "mudado de mãos" várias vezes tornaram o software disperso, facto que torna a sua análise uma tarefa muito difícil.

A satisfação das necessidades presentes e previsíveis necessidades futuras dos actuais clientes da empresa Dinâmica Lda. são as principais motivações deste projecto.

Os objectivos deste projecto são dois, o primeiro é o desenvolvimento de um módulo de logística num ambiente *simples e de fácil utilização* integrado com os outros módulos do ERP jDx que está a ser construído. O segundo é inovar, isto é possuir uma funcionalidade na área da

logística que a concorrência não tenha. A escolha desta funcionalidade recaiu na capacidade de prever o volume mensal de compras a fornecedores.

1.4 Estrutura do Documento

Para além da introdução, este documento possui mais 4 capítulos.

No capítulo 2 é descrito o estado da arte na área da gestão de armazéns fazendo referência e análise a vários softwares incluindo o da SAP. Este capítulo apresenta também alguns métodos já existentes para o problema de selecção de fornecedores.

O capítulo 3, aborda a descrição de funcionalidades do sistema, módulo de logística, e a aplicação do método “Back Propagation” na previsão de compras mensais a fornecedores de empresas metalomecânica.

O capítulo 4, descreve a implementação do módulo de logística e o seu desenvolvimento recorrendo às ferramentas JBuilder, PostgreSQL e Jasper Report-iReport.

O capítulo 5, apresenta as conclusões do trabalho efectuado e linhas de desenvolvimento futuro.

Finalmente, são apresentadas as referências bibliográficas usadas ao longo deste trabalho.

2 Revisão Bibliográfica

2.1 Introdução

Neste capítulo é efectuada uma identificação e análise dos requisitos a satisfazer na área da logística que qualquer sistema de informação industrial e em particular um ERP) deve incluir.

- Neste capítulo da revisão bibliográfica e sempre tendo como objectivo último a melhoria do futuro ERP jDx, tentamos efectuar dois trabalhos de investigação: São analisados ERP's existentes no mercado, entre os quais o da SAP focando esta análise na área da logística. São identificadas as funcionalidades existentes e discutido o interesse da sua inclusão no módulo a desenvolver.
- Uma questão de importância crescente com o mercado global, é a selecção eficiente de fornecedores. É aqui efectuado um estudo de metodologias apropriadas à selecção de fornecedores, funcionalidade que se pretende incluir no ERP a desenvolver.

2.2 Logística

Esta secção apresenta o estado da arte em Tecnologia da Informação na área industrial, concentrando-se na discussão da Logística. São analisados dois temas principais, que são a

Gestão de Armazéns e o Planeamento da Procura. São apresentadas soluções já existentes e enumeradas as suas características.

A discussão sobre o estado da arte no que diz respeito à Logística, é iniciado com uma pergunta:

“ Quais são os problemas da cadeia de abastecimento que hoje os fabricantes têm de resolver? “

Nos últimos anos tem-se registado um incremento na utilização do *outsourcing* (entrega de fabrico a terceiros), tanto em *offshore* (longe das nossas coordenadas) como em *nearshore* (próximo de nós). Tal facto permite que os fornecedores estejam geograficamente distribuídos, o que implica a criação de redes que coloquem os produtos e os serviços no denominado mercado global. Em alguns casos o *outsourcing* é directo, noutros casos é indirecto, mas na maioria das situações as redes incluem ambos os tipos. Esta é a razão pela qual estas redes se tornam demasiado complexas, porque existem inúmeros nós a interagir uns com os outros que apresentam uma grande variedade de matérias-primas que devem ser combinadas para a obtenção do produto final.

É imperativo que estas redes globais de fornecimento exibam elevado grau de adaptabilidade, receptividade e capacidade de colaboração, ou rapidamente se tornam caóticas com mau serviço e elevados custos devido à ineficiência.

As duas formas usuais de fabricação global são a denominada propriedade e *outsourcing*. Com a necessária procura do produto e a variabilidade de ambas as formas (*propriedade* e *outsourcing*), rapidamente se degrada o desempenho de serviço e custos associados, se as empresas não possuem a capacidade de responder rapidamente e de forma decisiva a inevitáveis mudanças no mercado. É importante realçar que a procura de clientes tende para uma cada vez maior diversificação, quer na variedade dos produtos quer na entrega dos mesmos, facto que origina maior complexidade da cadeia de abastecimento, enquanto as empresas tentam acomodar aumento da expectativa de redução dos prazos de entrega.

Numa rede de fabricantes altamente distribuída, como já vimos, este aumento na complexidade é mais acentuado, e há uma correspondente incapacidade para dar resposta a estas novas realidades do mercado, que origina inevitavelmente um aumento dos stocks e perda de receitas. Estas tendências são particularmente complicadas para a construção da rede que tenta equilibrar adequadamente custo e serviço num ambiente onde a procura tende a crescer. Actualmente, a construção da rede que é maioritariamente distribuída (muitas vezes com uma mistura em termos de capacidade de propriedade e *outsourcing*), é uma tarefa bastante complexa.

A incapacidade para operar com este tipo de rede de uma forma contínua e sincronizada aumenta os níveis de inventário e diminui os níveis de serviço, ao mesmo tempo que nos aproximamos do final da cadeia de fornecimento esta torna-se mais baseada na procura.

O modelo moderno de cadeia de abastecimento é usada para articular actuais desafios na cadeia de abastecimento das empresas e trata de forma muito distinta os dois lados da rede de abastecimento: o lado da oferta e o lado da procura. Embora estes sejam claramente duas peças do mesmo conjunto, são bastante diferentes pois apresentam diferentes cadências e desafios. A oferta é afectada pela procura e é, portanto, caracterizada por uma política do tipo *demand-*

driven, apresenta prazos de execução curtos, e insere-se num ambiente do tipo *pull environment* (a procura em certas alturas “puxa” pelos produtores de equipamentos). A oferta é afectada pela globalização e variabilidade dos fornecimentos e, portanto, é caracterizada por uma relação *cost-driven* e longos prazos de execução num ambiente do tipo *push environment* (ambiente em que essencialmente o factor custo “empurra” para baixo ou seja dificulta a colocação no mercado dos produtos dos fornecedores mais caros). Equilibrar os processos *push* e *pull* em toda a rede distribuída requer regras claras de negócio (métricas), melhorar a colaboração, e um fluxo de informação transparente e claro de tomada de decisão. É para ajudar a resolver estes desafios que se torna útil o uso de software.

O mySAP SCM (*Supply Chain Management*) é a única aplicação da cadeia de abastecimento, de que tenhamos conhecimento, que integra colaboração, execução, implementação e coordenação de toda a rede da cadeia de abastecimento. É possível sincronizar a oferta à procura e acelerar a cadeia, desde a fábrica até á “ao campo de batalha”. A empresa pode responder a qualquer situação, com uma adaptação da cadeia de abastecimento (rede) que fornece a visibilidade, colaboração e análise de toda a rede. A figura 02 apresenta o processo genérico activado pelo mySAP SCM.

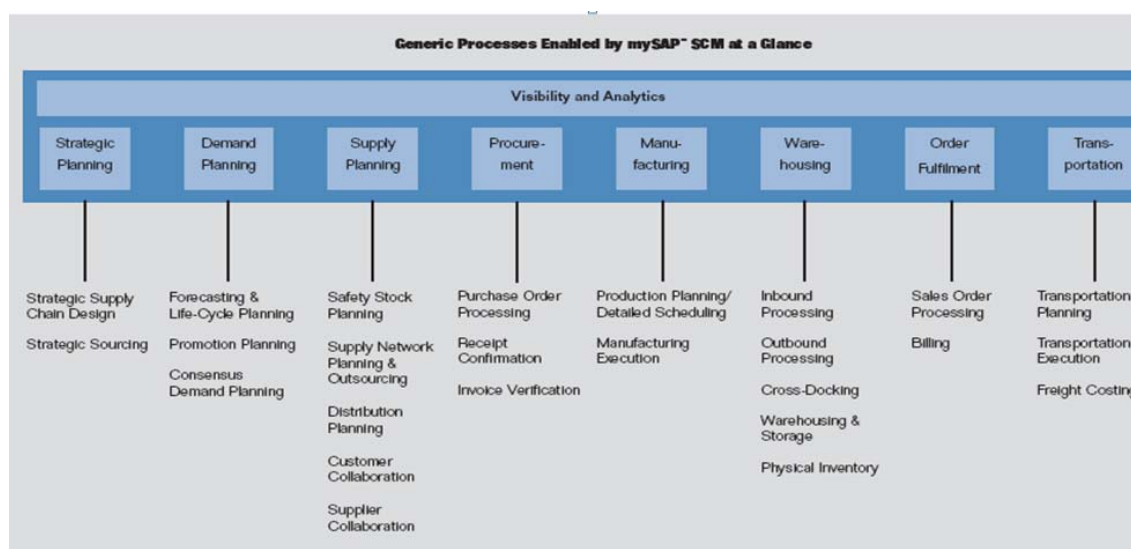


Fig.02 - Processo de gestão activados pelo mySAP SCM (figura retirada de documentação Comercial SAP)

Os subcapítulos seguintes apresentam uma breve compilação das mais importantes características encontradas em sistemas de gestão de armazéns da SAP. O SAP EWM (*Extended Warehouse Management*) tem a opção de mapear todas as facilidades de armazém em pormenor, até ao nível do local de armazenagem. Porque o SAP EWM é completamente integrado com a gestão e entrega do processo de inventário de software, é possível monitorar e melhorar diversos processos do armazém. Os processos empresariais causados por outros componentes da aplicação provocam movimentos no armazém. Estes movimentos podem ser organizados, geridos e monitorados com o SAP EWM. Este trabalho implica a gestão dos processos de

entrada, processos de saída, armazenamento e optimização dos locais de armazenagem, bem como a concepção de um centro de distribuição de processos.

2.2.1 Processos de entrada

Os processos de entrada são responsáveis pela gestão das entradas em armazém. Algumas das funcionalidades relacionadas com a gestão de processos de entrada são: gestão de rotas, saídas de stock e estratégias de remoção, recepção de mercadorias, *cross-docking*, serviços de valor acrescentado e gestão da qualidade. Estas funcionalidades são descritas sumariamente nos parágrafos seguintes.

Gestão de Rotas

Existe uma nova funcionalidade com a qual é possível gerir camiões e reboques nas suas rotas e mapear os seus movimentos com base nas tarefas em armazém, acompanhando a rota através de um monitor no armazém. A rota pode ser definida de acordo com a estrutura definida no armazém. Esta definição pode ser exclusiva para um armazém ou utilizada para vários armazéns. Várias rotas podem ser definidas para um armazém. Os espaços de estacionamento são mapeados como locais de armazenagem que podem ser agrupados em secções da rota. Os veículos são verificados à entrada e à saída dos pontos de verificação utilizados na rota. A partir de um ponto de verificação, um veículo pode ser direccionado para um espaço de estacionamento ou para uma porta de carga ou descarga imediata. Um reboque de “entrada” pode ser descarregado e, em seguida, imediatamente carregado como reboque de “saída”, de modo a maximizar o rendimento. Os movimentos de transmissão de rota são realizados através de rádio frequência (RF) ou via teclado. O serviço da arquitectura de gestão da rota permite a flexibilidade adicional necessária para melhorar a programação e racionalizar veículos ou actividades envolvendo unidades de transporte.

Saídas de Stock e Estratégias de Remoção

Com o SAP EWM, as estratégias de saída de stock e remoção são utilizadas para atribuir locais de armazenagem adequados para a colocação de mercadorias e *picking*. Estas estratégias determinam a correcta localização dos diferentes locais de armazenagem cada vez que a tarefa de criar um armazém é efectuada. Para os bens recepcionados, a estratégia de saída utiliza parâmetros usados no plano mestre de artigos para maximizar a capacidade do armazém, determinando automaticamente locais de armazenagem adequados para receber os produtos acabados de chegar. Quanto aos artigos armazenados, as estratégias para a remoção dos produtos são determinados pelo plano mestre de artigos para encontrar o melhor local de armazenagem para posteriormente efectuar o *picking*. O aplicativo também permite que sejam alterados manualmente os locais de armazenagem para determinadas movimentos de mercadorias. As estratégias de saída para remoção também são usados para manipular movimentos internos, por exemplo, reabastecimento e reafecção ao “layout” do armazém.

As estratégias de saída de stock incluem entrada manual (fixado o local de armazenagem), armazenagem geral, adição ao stock existente, local de armazenagem vazio, armazenagem no

local mais perto do ponto fixo de *picking*, armazenamento de paletes e o armazenamento a granel. As estratégias para a remoção incluem acções do tipo *first in first out* ou *last in first out*, quantidades parciais, remoção de acordo com o prazo de validade expirado e local de armazenagem fixos.

Recepção de Mercadorias “esperadas”

Tipicamente, uma notificação prévia de expedição ASN (*Advanced Notification of Shipping*) ou guia de entrada, é criada no planeamento da empresa (no ERP). O sistema inicia assim o processo de recepção da mercadoria no armazém. Com mySAP EWM, é o documento de compra do ERP que funciona como um documento de compra de mercadorias, que planeia a recepção permitindo que o processo de recepção de mercadorias comece no armazém. A recepção de mercadorias no mySAP EWM permite criar e verificar a entrada de entregas baseadas na previsão da chegada do camião. O responsável do armazém pode verificar as guias e planear a força de trabalho baseada no número de ASN e ordens de compra.

Cross-Docking

Com mySAP EWM os custos de armazenagem podem ser reduzidos, se associados à minimização da manipulação de produtos. O *Cross-Docking* permite transportar as mercadorias directamente para um cais de recepção de mercadorias, aumentando assim o número de unidades processadas e assegurando a carga de encomendas urgentes para reduzir os custos de armazenagem e processamento. As funções de *Cross-Docking* são divididas em duas categorias: funções não planeadas (caso da escolha a partir de mercadorias recebidas) e funções planeadas (caso do transporte *Cross-Docking*).

Seleccção a partir de Mercadorias recebidas

A função de selecção a partir de mercadorias recebidas (*Pick from Goods Receipt* - PFGR) categorizada como uma função de tipo (PD) é uma função não planeada de *Cross-Docking*. No caso de funções de *cross-docking* não programadas, o trabalho é efectuado com as entregas e inicia-se usando os bens recepcionados. No momento da recepção de mercadorias, o tipo de processo do armazém e tipo de stock são verificados para determinar se o produto é relevante para expedição sem demora. Se a expedição é relevante, o atraso inicia-se no armazém e são iniciadas as tarefas de armazém ligadas à expedição. Se uma encomenda existe e uma guia de remessa é criada, o produto é transferido para a área de embarque. Se o tipo de processo do armazém e as existências não são relevantes, as tarefas de armazém são geradas para envios sem demora, o que significa que as funções PD PFGR não são realizadas.

A SAP Advanced Planning & Optimization (SAP APO) é uma componente que define se uma entrega de entrada é PD-relevante ou PFGR-relevante. Isto significa que a SAP APO define a relevância do *cross-docking* após o destacamento das mercadorias recebidas. Em PFGR para entregas relevantes, a SAP APO determina qual o stock a ser movido directamente após a recepção para um cliente ou para outro armazém. A decisão é baseada numa ou várias

encomendas realizadas em volta da aplicação *SAP Customer Relationship Management* (SAP CRM). Para entregas PD-relevantes, SAP APO decide se as mercadorias vão ser deslocadas de um local para outro. Esta decisão é desencadeada pela recepção de mercadorias e baseia-se numa previsão de vendas.

Transporte *Cross-Docking*

O transporte *cross-docking* (TCD) é uma forma de planeamento *cross-docking* que permite a melhoria dos custos de transporte, suportando o transporte de unidades ou centros de distribuição, através de diferentes plataformas até ao seu destino final. Esta funcionalidade permite consolidar várias entregas a novos transportes, mudando o modo de transporte, ou actividades de exportação centralizadas. Se o destino final é um centro de distribuição ou um armazém no cliente, uma ordem de vendas no SAP CRM abre caminho para a base de TCD. No entanto, também é possível usar o TCD para proceder a movimentação de unidades no armazém final. Neste caso, um stock transfere ordens da base para TCD.

Serviços de valor acrescentado

Com o SAP EWM, os serviços de valor acrescentado (*Value Added Services* - VAS) podem ser executados no armazém utilizando encomendas. As actividades típicas de VAS são: montagem produto, etiquetagem, embalagem. A ordem do VAS informa o colaborador do armazém sobre que actividade deve ser executada para cada produto. As relações entre a entrega da mercadoria e a especificação da embalagem contendo as informações para o serviço que deve ser executado, estão também no VAS. Os produtos auxiliares utilizados para serviços específicos também são gravados na ordem do VAS. Podemos utilizar os dados recolhidos no final do VAS como uma base para o cálculo de facturação externa a prestadores de serviços internos. A ordem VAS serve também como documentação de toda a actividade.

Gestão da Qualidade

As funções de gestão da qualidade (GQ) em mySAP EWM são activadas através de um motor de inspecção da qualidade do (MIQ) que mapeia processos de inspecção. As funções de GQ devem verificar se os produtos entregues satisfazem os critérios especificados para a qualidade. Após a boa recepção, é agora possível inspeccionar todo o fornecimento, inspeccionar unidades entregues, contar produtos entregues e inspeccionar os produtos de uma devolução de um cliente. No interior do armazém, uma inspecção de qualidade pode ser accionada manualmente por um produto que tenha sido expedido. Usando SAP CRM, os parâmetros que influenciam as mercadorias recepcionadas e os processos de qualidade das devoluções dos clientes podem ser ajustados. Os resultados de uma inspecção são avaliados pelo responsável pelo armazém e, em seguida, pode desencadear acções de acompanhamento logístico, como a transferência ou a destruição de stock

O SAP EWM também usa um motor de inspecção de qualidade (MIQ) para lidar com tarefas de inspecção de qualidade. Uma inspecção de qualidade permite usar um catálogo de defeitos e avaliar a qualidade de um objecto (como uma entrega), a movimentação de uma

unidade, ou um produto. É possível ainda integrar essas funções de controlo em várias aplicações empresariais SAP, bem como em aplicações não SAP. As funções de MIQ suplantam as funções compreensivas de GQ bem como a função global da aplicação SAP *Product Lifecycle Management* (PLM SAP). O MIQ foi concebido para utilização num sistema heterogéneo tipo paisagem. Porque o MIQ é orientada para os serviços, pode apoiar os novos processos, como é o caso do processo de execução descentralizada de inspecções através do software de gestão de armazém no mySAP SCM.

2.2.2 Processos de saída

Os Processos de saída são responsáveis pela gestão das saídas nos armazéns. As funcionalidades mais evidentes relacionadas com os processos de saída são: processos onda, processo de reabastecimento. Estas duas funcionalidades são descritas de forma sumária nos parágrafos seguintes.

Processos “Onda”

Uma “onda” reúne artigos da aplicação do armazém, processos de controlo de armazenagem da loja, como a escolha das actividades ou a exibição das mudanças. Estes grupos são então processados em conjunto. O armazém pedido e os artigos divididos podem ser agrupados em ondas com base na área de actividade, na rota, ou no produto. As ondas podem ser geradas automaticamente ou manualmente utilizando modelos. A onda modelo define os atributos de uma onda genérica e serve como a infra-estrutura para a atribuição automática da onda. Os modelos permitem à mesma onda atributos para ser reutilizada para diferentes armazéns pedido itens que cumpram as mesmas condições. Os modelos também podem ser usados na criação manual da “onda”. No caso de criação automática da “onda”, os modelos devem ser utilizados para atribuir ou dividir artigos para “ondas” existentes.

O processo de saída começa agrupando os itens da linha de entrega em “ondas” que podem modelizar uma restrição baseada em cálculo tendo o manuseamento de materiais em mente. Com o número de paletes e locais de montagem conhecidos, uma quantidade significativa de trabalho pode ser identificado e realizado no solo. A identificação de algumas paletes já cheias, permite contornar o sistema transportador, passando estas para reserva, sendo enviadas directamente para o cais de embarque. Isso resulta numa significativa poupança de mão de obra. Outros itens são recolhidos para um transportador, sendo encaminhados para uma paleta de armazenagem intermédia ou para uma estação de embarque. Depois de colocados sobre uma paleta, os produtos são carregados e nas mercadorias são afixadas etiquetas.

Processo de reabastecimento

Os processos de reabastecimento devem garantir que os caminhos das áreas de recolha são guardados em quantidades apropriadas para apoiar os requisitos de recolha. Existem várias possibilidades para a gestão do reaprovisionamento incluindo a satisfação de critérios como: stock mínimo, stock máximo, níveis de existências, procura com base em requisitos circulantes,

e reposição baseada na excepção. Num sistema de reposição com base em níveis mínimo e máximo, quando o nível mínimo é atingido é criada uma tarefa de reaprovisionamento para reabastecer o local de armazenagem em palete, até ao nível máximo. Os planos de reaprovisionamento, baseado na procura, baseiam-se apenas em pedidos de armazém. A reposição directa ou com base na excepção têm origem em pequenos défices (rotura de stock) que eventualmente se manifestam durante as tarefas de confirmação do armazém.

2.2.3 Gestão e Optimização dos locais de armazenagem

O local de armazenagem é uma questão fundamental, porque tem influência directa na gestão do armazém e, portanto, no desempenho do mesmo. Dentro do mySAP EWM, este mecanismo é descrito com base em diferentes áreas de armazenamento. Por exemplo, áreas para o armazenamento, em *rack* isto é em altura, em volume, áreas fixas, são mapeados como áreas de armazenamento dentro da estrutura do armazém. Os inventários podem ser controlados como uma combinação de produtos e materiais de embalagem, definida como unidades de movimentação. O manuseio de unidades fornecem a flexibilidade de circulação, bem como a visibilidade do conteúdo de uma paleta ou um contentor.

Os locais de armazenagem são definidos de acordo com as necessidades, utilizando modelos. Cada local de armazenamento é mapeado no seu armazém, permitindo um acompanhamento constante de todos os movimentos. Existe visibilidade total dos produtos no armazém em todos os momentos.

Com mySAP EWM é possível otimizar a armazenagem de existências no armazém, de forma que cada produto é armazenado num local de armazenagem óptima em função da dimensão e frequência de acesso. Inicialmente, são usadas funções de *slotting* para sugerir o melhor ajuste para um produto dentro do armazém, após o que o armazém é reorganizado e são relocados os produtos que não estão actualmente armazenados em óptimas posições. A função de *slotting* permite ao mySAP EWM actualizar o plano mestre de artigos para assegurar a correcta colocação e efectuar o “picking” de produtos no futuro.

A gestão de inventário de um armazenamento prolongado, estão plenamente integrados. Permitindo, a utilização de procedimentos de inventário físico e contabilizando as diferenças, EWM SAP garante que o inventário de gestão bate certo com o stock do armazém.

Gerir Unidades de Movimentação

A manipulação é uma unidade física que inclui o material de embalagem e o produto. Todas as informações contidas no produto podem ser visualizadas a partir da manipulação da unidade. Os artigos que incluem a unidade **C**, podem ser materiais auxiliares, materiais de embalagem, manuseio ou outras unidades, que são exibidas numa visão geral. Cada unidade de manipulação é excepcionalmente identificada. A gestão geral do estado permite documentar o estado físico do tratamento unitário (por exemplo, realizado ou executado) e outros atributos (tais como bloqueado, pesados, carregados ou mercadoria de embalagem).

Slotting

Slotting determina qual é o plano mestre de artigos (define entre outras coisas que artigos são necessário comprar e que artigos vão ser incorporados na produção). A partir do plano mestre de artigos são tomadas as estratégias quer para as saídas quer para as entradas. Usando a função de *slotting* no mySAP EWM, é possível impedir a criação de locais de armazenagem para produtos que não tenham ainda sido “*slotted*”. Ao nível do armazém, é possível controlar se a determinação dos silos de armazenagem de um produto está ou não a ser permitida quando *slotting* ainda não foi realizado.

Além disso, é possível definir um esquema do utilizador para criar um estatuto específico para um tipo de material de embalagem.

O software de *slotting* leva em conta a data do produto, a procura de produtos, e as embalagens dos produtos para determinar o local de armazenagem óptimo no armazém. Estes parâmetros descrevem a área em que o produto deve ser armazenado, as propriedades exigidas para o armazenamento e o local de estratégia de saída a ser utilizada. O software *slotting* também analisa os planos mestre de artigos, que são dependentes do processo de execução. Se um processo de saída está dependente da execução de dados, esta informação é incluída na determinação de locais de armazenagem, o processo no entanto não tem qualquer influência sobre os resultados de *slotting*. É possível simular resultados de *slotting* percorrendo à função *slotting* sem actualizar o plano principal. Quando o resultado for satisfatório, é possível gravar e activar o plano actual.

Efectuar Inventário Físico

Com o SAP EWM, o inventário físico é executado ao nível do armazém. Os ciclos regulares de contagem garantem que existe a quantidade certa do produto correcto, no local de armazenagem correcto. É possível definir a frequência de contagem de artigos. Está disponível, um analisador, com grupos configuráveis de tolerância que permite controlar as diferenças, após o que é possível avaliar e publicar as diferenças e carregá-las de novo no ERP. Outra possibilidade é a de fixar o limite máximo percentual admissível ou o limite monetário para utilizadores específicos para publicar diferenças. Também é possível gerir a conta de um produto ou o nível de um local de armazenagem pelo ciclo de contagem, verificando se o produto se encontra no seu local, verificando o balanço no momento entre as entradas e as saídas, conduzindo a controlos de zero ou baixo stock ou conduzindo á realização manual de ponta a ponta (inventário total) dos procedimentos de inventário físico.

2.2.4 Centro de Distribuição de Processos

O Centro de Distribuição de Processos consiste num conjunto de características gerais incluídas no mySAP EWD. Destacam-se as funcionalidades de: planeamento e monitorização, suporte de rádio frequência, suporte de números de série, gestão de recursos, gestão do trabalho e sistemas de suporte para fluxo de material. Estas funcionalidades são descritas de forma sumária nos parágrafos seguintes.

Planeamento e Monitorização

Um armazém central monitorizado no mySAP EWM permite, em termos de pessoal afecto aos armazéns, uma visibilidade completa e actualizada da actividade em todos os armazéns. O armazém monitor exibe informações sobre recolha, inventário físico, recursos de gestão, stocks de armazém ou actividade em qualquer armazém. Os utilizadores podem configurar o monitor para exibir apenas os processos de negócio de que necessitam. Podem também usar o monitor como uma ferramenta interactiva para a atribuição, início, ou controlo de trabalho.

Suporte de Rádio Frequência (RF)

O EWM SAP suporta a tecnologia de rádio frequência (RF) para mais rapidamente e de uma forma mais precisa, se efectuar a entrada de dados. Os dispositivos de RF interagem directamente, garantindo dados precisos para validação. Estes permitem a entrada e verificação dos dados utilizando códigos ou *tags*, que garantem um alto padrão de qualidade dos produtos em armazém. O software SAP é agnóstico quanto a dispositivos, e fornece ferramentas para traduzir as mensagens e informações sempre que necessário a partir do dispositivo RF. A identificação de rádio frequência, pode também ser utilizadas em todos os processos do armazém como tarefas de confirmação, embalagem, carga e descarga.

Suporte de Números de Série

Os números de série também são suportados no SAP EWM e podem ser controlados ao nível do documento ou ao nível do local de armazenagem. Se os números de série são acompanhados no nível do documento, o número de série é gravado apenas no momento da entrada ou saída do documento. Se são monitorados ao nível do local de armazenagem, os números serão registados não apenas no momento da recepção e emissão, mas também sempre que ocorre uma tarefa de confirmação.

Gestão de Recursos

Com a funcionalidade de gestão dos recursos, a SAP EWM maximiza a eficiência dos processos ao facilitar a gestão do armazém e distribuição de trabalho através de uma fila. A acção pode decorrer num ambiente RF ou não RF. As filas ajudam a aperfeiçoar a selecção de

encomendas de armazém para o recurso a trabalhar, ao mesmo tempo que permite pedir ao monitor do armazém para acompanhar e controlar os recursos de forma eficaz.

Alocar recursos a filas assegura uma gestão focada e uma distribuição de tarefas ao longo de todo o armazém. O trabalho pode ser atribuído automaticamente ou manualmente aos recursos disponíveis. Recursos que requeiram trabalho recorrendo a sistemas guiados são alocados com as tarefas óptimas baseados numa série de factores que incluem: data de início mais recente, data de início mais tarde, modo de atribuição de filas, execuções prioritárias, qualificações dos recursos, e estado do entreposto.

Gestão do Trabalho

O EWM SAP oferece uma robusta gestão de pessoal com múltiplas funcionalidades que permitem acompanhar o desempenho de trabalho do colaborador para cumprir as previsões padrão, quer em termos de volume de mão de obra quer usando outras medidas de desempenho.

Com este recurso, o módulo de pessoal pode ser gerido de forma eficiente utilizando as ferramentas EWM para planeamento, simulação, medição das actividades dos colaboradores. O mySAP EWM Gestão do Trabalho e SAP EWM oferecem uma gestão robusta desta funcionalidade que permite acompanhar o desempenho do colaborador em todo o armazém

Com esta nova funcionalidade de gestão de pessoal, os utilizadores podem medir a produtividade dos colaboradores, sendo agora possível planear, simular, medir e ver as actividades do armazém. É permitido visualizar o desempenho dos colaboradores individualmente ou por grupos de actividades directas e indirectas. Os colaboradores podem ter *feedback* imediato sobre o seu próprio desempenho vendo os resultados da operação sobre o seu dispositivo ou via RF no monitor do armazém acessível a partir do seu computador. Os supervisores podem planear e simular diversas actividades através de vários “tempos”.

Também é permitido definir indicadores chave de desempenho (*Key Performance Indicators* - KPIs), que apoiam o modelo de negócio e configurar alertas quando KPIs não são cumpridos. Os KPIs podem ser exibidos numa estrutura gráfica que permite inserir múltiplos serviços imediatamente, dando uma rápida visão dos mais importantes KPIs a seguir. Porque estes dados de gestão de pessoal estão integrados com funções de gestão de software recursos humanos (IIR), é possível oferecer incentivos com base em salários. O supervisor tem aqui uma oportunidade para rever e aprovar o volume de trabalho antes de transferir bónus para cálculo no sistema de Recursos Humanos (RH).

Sistemas de Suporte para fluxo de material

O SAP EWM também contém uma ligação para sistemas externos (controlo de unidades de armazém), permitindo a integração e automatização de saídas, sistemas de armazenamento e recuperação, sistemas de controlo, sistemas de controlo de empilhadora, sistemas de transporte e outros equipamentos automatizados para todos os movimentos produto utilizando aplicação standard ligando e incorporação de transformação.

Um sistema de fluxo de material permite uma ligação directa com os sistemas automáticos de armazenamento e sistemas de recuperação. Basta ligar um controlador lógico programável

(PLC) ao mySAP EWM. É possível utilizar esse material para controlo de circulação de unidades de movimentação de sistemas automatizados, para activar ou desactivar transporte de segmentos (área que pode ser activada por exemplo por um interruptor de pressão), para o grupo transportador de segmentos, ou para activar ou desactivar a correspondência a diferentes níveis. O visor do armazém permite o acompanhamento de pontos da comunicação actual e anterior do fluxo, bem como do fluxo completo para um tratamento unitário.

2.3 Procura Planeamento com Duet e SAP SCM

Integração com o Microsoft Office Software, SAP, o Duet mudou radicalmente o cenário de perda de tempo e possíveis erros de utilização de dados, que hoje já não faz sentido, quando compilando dados para relatórios ou planos de negócios compilados a partir de uma variedade de fontes. O Duet dá aos colaboradores as informações de uma janela no coração das aplicações da empresa a partir do mySAP, melhorou significativamente o acesso aos processos de negócio e as informações essenciais tais como a planificação da procura.

Para os utilizadores, trabalhar com o Duet é como trabalhar com o Microsoft Excel. Dentro de uma folha de cálculo que contém dados a partir do planeamento do mySAP SCM, podemos usar muitas funções padrão do Microsoft Excel para adicionar linhas e colunas, para criar gráficos e fazer cálculos com fórmulas específicas. Uma característica identifica de uma forma destacada as mudanças que fizer para o planeamento de dados para que se possa analisar essas alterações antes de guardar os dados no mySAP SCM. Podemos também trabalhar *offline*-enquanto visitamos clientes, por exemplo.

2.3.1 Encontro com os desafios *Supply Chain*

Planear para a procura tradicional tem sido o domínio de um pequeno grupo de indivíduos altamente qualificados que geriam o processo de planeamento e previsão para a totalidade de uma organização e as suas divisões, grupos de produtos, ou regiões. Como resultado da centralização, os planeadores estão muitas vezes distantes da procura real do cliente e terá que confiar na sua própria experiência e instrumentos de planeamento sem valiosas entradas das suas organizações de vendas.

A implementação do *Supply Chain Management* da SAP (SAP SCM), prevê o perfeito conjunto de ferramentas para estes utilizadores, altamente qualificados, e experientes. O planeamento da procura com aplicação oferece uma gama completa de funções avançadas de análise de dados, planeamento multi-nível, gestão do ciclo de vida, previsão e planeamento. Além disso, mySAP SCM suporta colaboração e parcerias da cadeia de abastecimento, como inventário baseado na gestão “a vender”, planeamento colaborativo, previsão e reabastecimento.

2.3.2 Planeamento da procura com Duet e SAP SCM

Planear para a procura tradicional tem sido o domínio de um pequeno grupo de indivíduos altamente qualificados que geriam o processo de planeamento e previsão para a totalidade de

uma organização e as suas divisões, grupos de produtos, ou regiões. Como resultado da centralização, os planeadores estão muitas vezes distantes da procura real do cliente e terá que confiar na sua própria experiência e instrumentos de planeamento sem valiosas entradas das suas organizações de vendas.

A implementação do *Supply Chain Management* da SAP (SAP SCM), prevê o perfeito conjunto de ferramentas para estes utilizadores, altamente qualificados, e experientes. O planeamento da procura com aplicação oferece uma gama completa de funções avançadas de análise de dados, planeamento multi-nível, gestão do ciclo de vida, previsão e planeamento. Além disso, mySAP SCM suporta colaboração e parcerias da cadeia de abastecimento, como inventário baseado na gestão “a vender”, planeamento colaborativo, previsão e reabastecimento.

2.3.3 Regras do utilizador pré-configuradas

O mySAP SCM oferece quatro regras pré configuradas de planeamento da procura com funções para uso intuitivo. Essas funções variam de tarefas simples, numa área pré seleccionada para planeadores menos especializados, tais como responsáveis de vendas, até suportes avançados para planeadores de top que são responsáveis pelo planeamento e previsão da procura da empresa. Para os administradores do sistema, existe uma gama completa de funções para a criação e controlo de todo o processo de planeamento. As quatro regras pré-configuráveis são sugestões, e algumas organizações mais pequenas, podem optar por não utilizar todas as regras. Os detalhes para cada regra seguem de seguida.

O Planeador

O planeador tipicamente tem quase nenhum conhecimento do mySAP SCM e está envolvido no planeamento da procura para breves períodos com frequências variáveis- talvez contribuir para a base de dados trimestral. O planeador pode ser um vendedor que conheça o que o cliente procura e está muitas vezes fora do escritório, podendo usar a função de planeamento off-line para actualizar previsão dados. Pré-configurando folhas de planeamento e opções simples para aceder aos dados da procura de planeamento com o Duet fornecendo ao planeador um ambiente de trabalho eficiente usando as funções mais básicas do mySAP SCM.

O Planeador Avançado

O planeador tipicamente tem alguns conhecimentos avançados de mySAP SCM, necessita de um acesso flexível aos dados para o planear, e pode exigir a aplicação várias vezes ao dia e por um longo período. Um exemplo do planeador avançado é um gestor de logística que tem uma visão geral de uma empresa no tocante aos requisitos de planeamento, mas não passa o dia inteiro a trabalhar no processo de planeamento. No Duet, o planeador avançado recebe folhas pré planeadas que podem ser adaptadas a necessidades específicas.

O Planeador de top

O planeador de top tem tipicamente bons conhecimentos do mySAP SCM, requer flexibilidade no acesso aos dados de planeamento, e pode utilizar o software regularmente e por longos períodos. Um exemplo de planeador de top é um planeador da cadeia de abastecimento. O planeador de top é responsável pela transferência para outros utilizadores, locais ou regionais, do conhecimento sobre a configuração do software de planeamento e é o principal ponto de contacto para o administrador (ver abaixo). O planeador de top utiliza o Duet e SAP SCM para configurar folhas para todos os que contribuem para o processo de planeamento.

O Administrador

O administrador normalmente trabalha no departamento de Tecnologias de Informação (TI) e é responsável por configurar e administrar SAP SCM e o Duet. Embora familiarizado com as tarefas de planeamento da procura e de processos, o administrador suporta outros utilizadores nessas tarefas em vez de contribuir directamente para o processo de planeamento em si mesmo. O administrador pode usar o planeamento do Duet / SAP SCM para configurar folhas para o , planeador avançado e planeador de top.

2.3.4 Simplicidade de utilização das folhas de planeamento

Criar um Folha de Planeamento

Uma folha de planeamento contém os principais dados e características para o cenário de planeamento e exibe os dados na frequência necessária (como as semanas) e espaço de tempo ex: (de Junho a Dezembro de 2009). Isto permite que os utilizadores vejam exactamente os dados de que necessitam. A folha de planeamento exibe dados provenientes da aplicação SAP SCM e é a interface através da qual os utilizadores integram e alteram os dados, conforme necessário. Tal como acontece com outras folhas em Excel, podemos criar um livro que contém várias folhas de planeamento e fazer cálculos sobre uma folha de que tem referência sobre uma outra folha. Estes dados podem ter uma fonte diferente, como um sistema não SAP.

Editando uma folha de planeamento existente

Com a excepção do planeador, os utilizadores podem modificar as folhas de planeamento existentes em vários ângulos. O planeador avançado pode remover os aspectos principais, para alterar a ordem em que aparecem, e reduzir o horizonte temporal de planeamento (o período de tempo abrangido por um plano de procura). O planeador avançado pode mudar o detalhe em termos de diminuir a data dos dados sendo colocada como os dados são exibidos. Além das opções disponíveis para planeador avançado, o planeador de top pode alterar a frequência (por exemplo, de semanas ou meses) e alargar o horizonte de planeamento. O administrador tem acesso à gama completa de funções para editar uma folha de planeamento existente e pode adicionar novas chaves de acesso ou fazer ajustes para os valores que a tornem apenas só de

leitura. O administrador pode adicionar ou remover funcionalidades e alterar o tipo de horizonte de planeamento, absolutos (por exemplo, de Julho de 2008 a Julho de 2009) para mover (por exemplo, nos últimos três meses e seis meses no futuro, tendo como data de hoje um ponto de referência). Além disso, o administrador define que períodos do horizonte temporal de planeamento devem ser só de leitura (por exemplo, todos os períodos do passado).

Gerir a Selecção de Dados

A gestão da selecção de dados é uma função nuclear da planificação da procura com o SAP SCM e Duet. A selecção inclui todos os critérios que usamos para fazer o upload de dados no planeamento recorrendo a folhas. As selecções disponíveis no SAP SCM também existem no Duet para os utilizadores com a devida autorização. Temos que pré-atribuir pelo menos uma selecção de uma folha de planeamento para utilizar a procura de funções de planeamento no SAP SCM com Duet.

Todos os utilizadores podem alternar entre algumas das pré selecções assignadas. O planeador avançado, o planeador de top, e o administrador têm acesso à lista *quick-entry list* e *hit-list*, características que permitem que eles ainda restrinjam e ajustem as selecções para ver apenas as informações que eles precisam na folha de planeamento.

A função *quick-entry* permite restringir a entrada para a selecção de dados a uma característica, como a cor e, se necessário, para uma característica específica, como amarelo. Isto é uma maneira particularmente simples e eficaz para recuperar dados específicos. A função é particularmente útil se o utilizador está apenas a planear uma gama limitada de dados, por exemplo, os utilizadores estão a actualizar os valores de um ou dois produtos de um total de 100 na sua folha de planeamento.

A lista de critérios seleccionados que combinam critérios que restringem dados da folha de planeamento. Todas as funcionalidades incluídas na selecção podem ser usadas para filtrar e refinar os dados do utilizador na gama que quer mostrar. Todos os valores (tais como nomes de cada cliente ou produto) que satisfaçam os referidos critérios de pesquisa aparecem na “hit-list” da secção do painel do Duet. Com um clique do rato, os dados para um ou mais dos produtos que constam da lista podem ser carregados.

2.4 Selecção de fornecedores

Tradicionalmente, as empresas estão divididas em funções operacionais como o marketing, planeamento, produção, compras, finanças, etc. A logística é uma área que integra estas funções criando um plano geral para a actividade da empresa, que satisfaz a política de serviços minimizando o custo tanto quanto possível ao mesmo tempo que procura superar a concorrência a que a empresa está inevitavelmente sujeita. A logística é uma rede de serviços, que está envolvida na fabricação de um produto a partir da aquisição de matérias-primas até à distribuição do produto final ao cliente. As encomendas a fornecedores possuem um valor significativo na maioria das empresas, uma vez que a compra de matéria-prima, componentes e materiais subsidiários representam normalmente 40 a 60 por cento das vendas da empresa [Bal99]. Isto significa que pequenas reduções nos custos relativo à aquisição de materiais pode

ter um impacto maior sobre os lucros da empresa do que incrementos iguais noutras áreas de venda.

Tem havido uma evolução significativa do papel e da estrutura da função compra desde a década de noventa do século passado. A função compra tem vindo a ganhar grande importância na gestão da logística devido a factores como a globalização, o aumento de valor acrescentado no fornecimento e a acelerada evolução tecnológica.

A compra envolve a aquisição de matérias-primas, componentes e materiais subsidiários para a empresa. As actividades associadas a um processo de compra incluem várias funções como: selecção e classificação dos fornecedores, negociação de contratos, comparação de preço, qualidade e serviço, abastecimento de bens e serviços, calendarização de compras, condições de venda, avaliação do valor recebido e previsão do preço.

Uma das principais e talvez a mais importante função associada a um processo de compra é a selecção eficiente de fornecedores, pois por razões óbvias um bom fornecedor traz poupanças significativas para a empresa. O objectivo do processo de selecção de um fornecedor é reduzir o risco e maximizar o valor total para o comprador e envolve a consideração de múltiplas variáveis: o calendário de relacionamento com os fornecedores, a escolha entre fornecedores nacionais e internacionais, o número de fornecedores, isto é, escolher um ou múltiplos fornecedores tendo em conta os fornecedores existentes e o tipo de produto.

Diferentes autores defendem a consideração de diferentes critérios a ter em conta na selecção do fornecedor, tais como: o preço líquido, a qualidade, o prazo e condições de entrega, o histórico do desempenho do fornecedor, a capacidade do fornecedor, os sistemas de comunicação usados, os serviços disponibilizados pelo fornecedor, a localização geográfica, entre outros [Dic66],[Dem78], [WCB91].

Nos parágrafos seguintes é efectuado um resumo da metodologia presente num processo genérico de selecção de fornecedores e identificados os diferentes tipos de fornecedores.

Processo de Selecção de Fornecedores

O objectivo global do processo de avaliação de fornecedores é o de reduzir o risco e maximizar o valor global para o comprador. Uma empresa deve seleccionar fornecedores com que possa fazer negócios por um longo período de tempo.

As avaliações dos fornecedores seguem muitas vezes um rigoroso e estruturado processo de inquérito.

A elaboração de um inquérito para avaliação de fornecedores deve apresentar características específicas, tais como abrangência, objectividade, fiabilidade, flexibilidade, simplicidade e clareza. Para garantir que um inquérito possui tais características é recomendado efectuar um processo passo-a-passo na criação desta ferramenta. A Figura 3 apresenta os passos a seguir no desenvolvimento de um sistema deste tipo [MTH02]. O quadro presente na figura é explicado em detalhe a seguir.

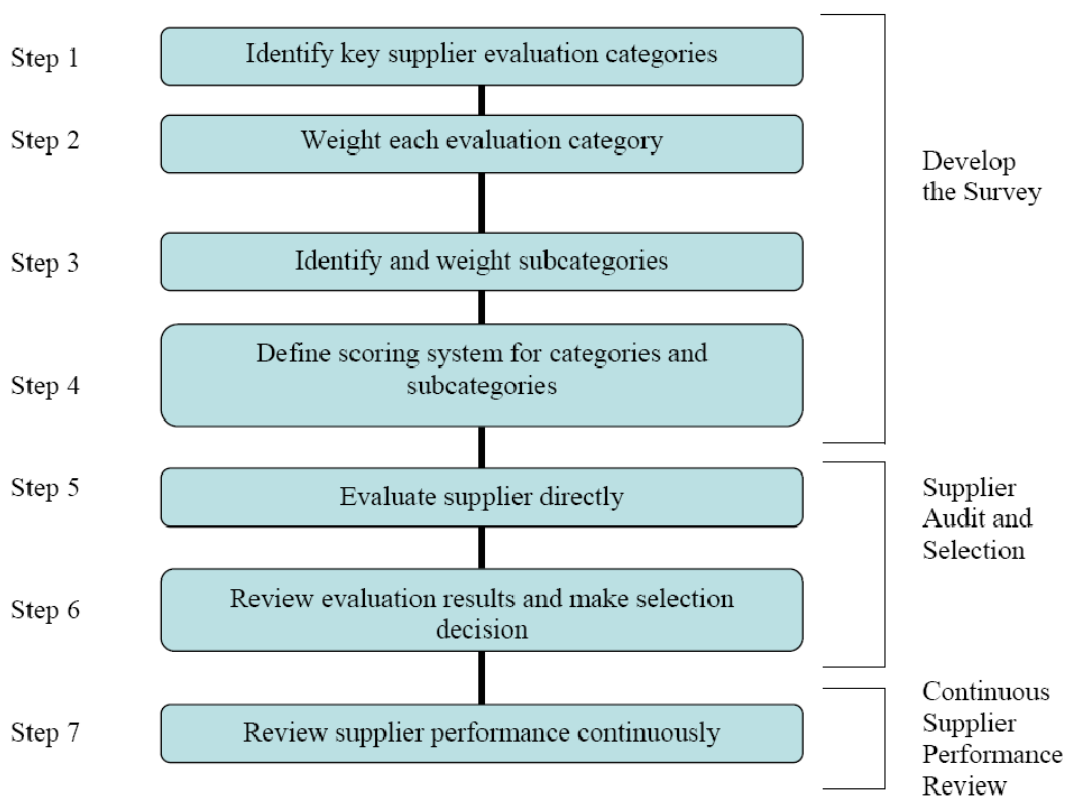


Fig 03 - Avaliação inicial do Fornecedor e Selecção da Auditoria de Desempenho (figura retirada de [MTH02])

Este processo inclui sete passos definidos a seguir:

PASSO1: Identificar as principais categorias de avaliação de fornecedores.

Um dos primeiros passos no desenvolvimento de um inquérito a um fornecedor é o comprador decidir que gama de critérios de desempenho deve incluir. Os critérios mais usuais são preço, qualidade e prazo de entrega, que são geralmente os critérios mais críticos para o comprador. Para muitos itens, estes três critérios de desempenho seriam suficientes. No entanto, para item críticos que obrigam a uma análise mais cuidada das capacidades do fornecedor, são incluídos outros critérios, nomeadamente:

Capacidade de gestão do Fornecedor

Esta é uma importante forma de avaliar o fornecedor, uma vez que a gestão “mexe” com o negócio e a tomada de decisões que afectam a competitividade do fornecedor.

Capacidade dos colaboradores em termos globais

Esta medida exige essencialmente uma avaliação de colaboradores em tarefas de gestão. As vantagens de uma força de trabalho, altamente treinada, estável e motivada, não deve ser subestimada.

Custos da Estrutura

Compreender a estrutura global de custos de um fornecedor ajuda um comprador a determinar o grau de eficiência com que um fornecedor efectua a produção de um item. Uma análise de custo também ajuda a identificar potenciais áreas de melhoria em termos de custeio.

Desempenho, Qualidade total, sistemas e filosofia

Uma parte importante do processo de avaliação aborda um fornecedor de qualidade processos de gestão, sistemas e filosofia.

Processo e capacidade tecnológica, incluindo a capacidade de concepção do fornecedor

A selecção dum determinado fornecedor num processo de produção pode influenciar na definição da tecnologia requerida, das competências dos recursos humanos, e no projecto de equipamentos eventualmente necessários.

Cumprimento da regulamentação ambiental

Este facto é importante, pois os compradores não querem ser associados a poluidores ambientais.

Capacidade financeira e estabilidade

Um grande número de compradores vê a avaliação financeira como um factor determinante na selecção dum processo ou como condição preliminar para que o fornecedor seja aceite.

Sistemas de controlo de produção, incluindo o desempenho da entrega do fornecedor

Identificar o grau de controlo que o fornecedor tem sobre os seus programas e processos de produção é também um factor importante a ter em conta na selecção de um fornecedor.

Capacidade dos sistemas de informação

O facto do fornecedor, estar a utilizar tecnologias apropriadas e adaptadas ao cenário actual de e-commerce é uma garantia de excelência deste.

Estratégias de compra do Fornecedor, políticas e técnicas

Estes critérios são um modo de conseguir uma maior perspectiva e compreensão da cadeia de abastecimento dos fornecedores.

Potencial Relacionamento de longo prazo

À selecção de um fornecedor está muitas vezes associada a expectativa de desenvolver relações de longo prazo que podem evoluir para alianças ou parcerias

PASSO 2: Ponderar critérios

A adequação de cada critério recebe geralmente um peso que reflecte a importância relativa desse critério. O total dos pesos de todos os critérios deve ser igual a 1.0. Uma importante característica para uma avaliação efectiva é a flexibilidade, que é conseguida pela atribuição de pesos diferentes aos critérios existentes ou pela alteração (inserção ou remoção) de critérios de acordo com as exigências de cada comprador.

PASSO 3: Identificar e ponderar subcritérios

Este processo requer identificar o desempenho dos subcritérios, se estes existirem. A soma da ponderação a atribuir aos subcritérios deve ser igual ao peso total do desempenho do critério.

PASSO 4: Definir o sistema de pontuação para os critérios

Uma pontuação deve ter regras claramente definidas e deve ser desenvolvida uma escala para a mensuração quantitativa. “Medir” métricas é eficaz se indivíduos diferentes interpretam e obtêm a mesma pontuação nos critérios em análise. Para fins ilustrativos, num exemplo de uma escala de 10 pontos, um sistema de pontuação possível seria 1-2 = pobre, 3-4 = fraco, 5-6 = marginal, 7-8 = qualificada, 9-10 = proeminente.

PASSO 5: Avaliar directamente o fornecedor

Um comprador pode comparar objectivamente os níveis dos diferentes fornecedores concorrentes ou seleccionar um fornecedor em detrimento de outro com base na pontuação. Também é possível, com base na avaliação actual, que um dado fornecedor não seja benéfico para ter em consideração em compras posteriores. Os compradores devem requerer um mínimo de desempenho aceitável que os fornecedores devem cumprir para serem admissíveis no conjunto base de fornecedores.

PASSO 6: Rever os resultados da avaliação e tomar a decisão de selecção.

O principal resultado desta etapa é uma recomendação sobre se deve aceitar ou não determinado fornecedor para determinado negócio. O comprador deve avaliar vários fornecedores que possam competir por um contracto. O objectivo da avaliação é o de beneficiar potenciais fornecedores para os actuais ou futuros contratos de compra.

PASSO 7: .Rever continuamente o desempenho do fornecedor

Quando um comprador decide escolher determinado fornecedor, o fornecedor deve, então, actuar de acordo com as necessidades do comprador. A ênfase vai desde as primeiras avaliações e selecção dos fornecedores para evidenciar a busca contínua na melhoria de fornecedores.

Tipo de Fornecedores

Os fornecedores são essenciais para qualquer empresa, razão pela qual o processo de identificação e selecção dos fornecedores é um processo relevante e essencial. Por vezes os fornecedores entram, em contacto com as empresas compradoras através de representantes de vendas da sua própria empresa. Mas com maior frequência, é o comprador que se vê obrigado a procurar os fornecedores, quer no âmbito de manifestações comerciais, comércio por grosso, showrooms e “feiras”, ou através da Net, em contactos fornecidos por vários sistemas: Páginas Amarelas, revistas industriais ou comerciais, etc. Os fornecedores estão geralmente divididos em quatro categorias: fabricantes, distribuidores, “artesãos” independentes e importadores. [Les01].

Os fabricantes são os fornecedores onde a maioria dos retalhistas vai comprar através de empresas ou vendedores representantes independentes. Os preços a partir destas fontes são geralmente mais baixos.

Os distribuidores, também conhecidos como grossistas, compram em quantidade a partir de várias fabricantes e armazenam as mercadorias para venda aos retalhistas. Embora os seus preços sejam superiores ao dos fabricantes, eles podem fornecer retalhistas de pequenas encomendas com uma variedade de fabricantes. Um montante de frete menor na factura e uma entrega mais rápida por parte de um distribuidor mais próximo por vezes compensa o custo mais elevado por item.

Um outro tipo de fornecedores, são os “artesãos” independentes que são distribuidores exclusivos das suas criações geralmente encontrados através de representantes ou em feiras comerciais

A última categoria de fornecedores, são os importadores, aos quais muitos retalhistas compram mercadoria estrangeira de um importador nacional, que funciona muitas vezes como um grossista nacional.

Métodos de selecção de fornecedores

O processo de avaliação e selecção dos fornecedores é um dos processos mais cruciais actualmente realizados pelas empresas. A seguir, são enumerados alguns dos métodos actualmente disponíveis que auxiliam na avaliação e selecção de fornecedores.

Existem vários métodos de selecção de fornecedores disponíveis na literatura. Alguns autores propõem modelos de ponderação linear em que os fornecedores são classificados segundo vários critérios, sendo as classificações desses múltiplos critérios combinadas num único valor. Os modelos mais comuns incluem o método *categorical*, o método *weighted point* [Tim86] e o método *analytical hierarchical process* [NH92]. Uma outra classe de métodos de

selecção de fornecedores são as abordagens de custo total que tentam quantificar em unidades monetárias todos os custos relacionados com a selecção de um fornecedor. Esta classe inclui o método da razão de custos (*cost ratio*) [Tim86] e o método do custo de propriedade (*ownership*) [Ell95]. Uma terceira classe inclui os modelos de programação matemática que consideram apenas os critérios mais quantitativos. Esta abordagem inclui o método de análise de componentes principais [PB00] e redes neurais [Wei97].

Os subcapítulos seguintes descrevem sumariamente cada um destes métodos.

2.4.1 O método *Categorical*

Este método baseia-se fortemente na experiência e na capacidade de cada comprador [Tim86]. As pessoas encarregues dos vários departamentos da empresa (compras, qualidade, produção, vendas) expressam as suas opiniões sobre o desempenho dos fornecedores com base nos critérios que são importantes para si. Estas opiniões podem variar entre satisfatório, insatisfatórios ou neutro, sendo atribuída uma opinião para cada um dos critérios seleccionados para avaliação para cada fornecedor. Em reuniões periódicas de avaliação, o comprador discute a classificação com os membros dos departamentos. O comprador então selecciona o fornecedor através de uma pontuação global. A principal vantagem deste método é que trata o processo de avaliação de uma forma clara e sistemática. Este método é bastante simples e não é suportado por critérios objectivos. A principal desvantagem deste método é que os atributos identificados pelas diferentes pessoas envolvidas no processo são ponderados equitativamente e as decisões tomadas por estes sistemas tendem a ser bastante subjectivas.

2.4.2 O método *Weighted Point*

O método *Weighted Point* (WPM) considera múltiplos critérios que são ponderados pelo comprador. O peso de cada critério é multiplicado pela pontuação que é atribuída, sendo depois somados todos os produtos são totalizados obtendo-se uma classificação final a atribuir ao fornecedor [Tim86]. Este sistema é projectado para utilizar medidas quantitativas. As vantagens deste método incluem a capacidade para a organização de incluir numerosos factores de avaliação e atribuir-lhes pesos de acordo com as necessidades da empresa. Os factores subjectivos da avaliação são assim minimizados.

A principal desvantagem deste método é que é difícil determinar critérios de avaliação qualitativa. O exemplo que se segue resume e ilustra a utilização do método *Weighted Point*.

Exemplo: Existem quatro critérios a ser utilizados na avaliação dos fornecedores: qualidade, preço, serviço e entrega.

Estes critérios são ponderados com a importância relativa considerada pelo comprador na gama de valores entre 0 (menos importante) e 1 (mais importante), conforme ilustrado na Tabela 1. Existem quatro fornecedores (Fornecedor 1, Fornecedor 2, Fornecedor 3 e Fornecedor 4) que enviam as suas propostas também incluídas na Tabela 01

Tabela 01 WPM Exemplo: Matriz ponderada com atributos

	Pesos	Fornecedor1	Fornecedor2	Fornecedor3	Fornecedor4
Qualidade	0.46	0.48	0.55	0.47	0.33
Preço	0.30	0.24	0.24	0.35	0.33
Serviço	0.14	0.12	0.12	0.12	0.22
Entrega	0.11	0.16	0.16	0.06	0.11

A Tabela 02 apresenta os resultados da avaliação final de cada fornecedor.

Tabela 02 WPM Exemplo: avaliações finais

Fornecedor 1	0.32
Fornecedor 2	0.35
Fornecedor 3	0.34
Fornecedor 4	0.29

A equação seguinte demonstra como os valores da Tabela 02 são calculados, usando neste caso o Fornecedor 1 como exemplo:

$$\text{Fornecedor 1} = (0,46 * 0,48) + (0,30 * 0,24) + (0,14 * 0,12) + (0,11 * 0,16) = 0,32$$

De acordo com os resultados anteriores, a maior avaliação pertence ao Fornecedor 2, que é considerado o melhor em termos globais. A relação ao custo, trata-se de um método adicional que relaciona todas as compras identificáveis ao valor monetário das mercadorias recebidas de fornecedores ([Tim86]). Quanto maior a razão custo valor, menor o *rating* aplicado ao fornecedor. As escolhas dos custos a serem incorporadas na avaliação dependem dos produtos envolvidos. Os custos associados à qualidade incluem os custos de visitas a um fornecedor e aprovação amostras, controlo dos custos de inspecção de encomendas recebidas, e os custos associados com produtos defeituosos, como processos de inspecção fora do comum, peças rejeitadas e perdas de fabrico devidas a produtos defeituosos.

Os custos de qualidade podem ser determinados e documentados pelo departamento de controlo da qualidade, com a ajuda de outros departamentos tais como a produção e recepção. Os custos associados com a entrega habitualmente incluem comunicações e os custos dos transportes de emergência (por exemplo, via aérea). O mesmo procedimento é seguido para os custos de qualidade. A relação custo/método estabelece uma "norma" entre fornecedores de

serviços e vendedores e avalia uma gama com um limite superior e inferior relativamente ao preço. Os elementos subjectivos comuns a outros métodos são, assim, reduzidos.

2.4.3 O método razão do custo

O método razão do custo (*cost ratio*) é baseado na análise dos custos que considera rácios de custo para a qualidade dos produtos, entrega, serviço ao cliente e preço. Este método mede as relações custo de cada factor como uma percentagem do total da compra ao fornecedor. Devido à grande flexibilidade deste método, qualquer empresa em qualquer mercado o pode adoptar. A desvantagem do método é a complexidade e consequente exigência de um sistema de contabilidade dos custos.

2.4.4 O método custo de propriedade

O método custo de propriedade (*ownership*) tenta quantificar todos os custos relacionados com a compra de uma determinada quantidade de produtos ou serviços a partir de um determinado fornecedor [DR99]. Além da componente do preço, outros factores de custo também podem desempenhar um papel importante, incluindo os custos associados com a qualidade dos prazos de entrega curtos, um fornecedor fiável no serviço de entrega, custos de transporte, custos de encomenda, custos de recepção e custos de inspecção. Este método usa custeio baseado em actividades, que é uma técnica de gestão contabilística que tenta atribuir os custos a actividades geradoras de custos dentro de um negócio. O primeiro passo deste método é definir todas as actividades relacionadas com as compras externas. Estas são específicas para cada empresa e devem ser expressas através da análise da actividade. Posteriormente, os custos devem ser atribuído às diferentes actividades. O próximo passo é definir factores que elevem o custo de uma determinada actividade (*cost drivers*). Finalmente, é preciso identificar quais as actividades que são geradas pela aquisição individual a cada fornecedor.

Este método baseia-se na análise de componentes principais (*Principal Component Analysis* - PCA), que é um método multi-objectivo que tenta fornecer um sistema de apoio à decisão útil para um gerente de compras confrontada com múltiplos fornecedores e múltiplos critérios (preço, entrega, confiabilidade e qualidade do produto) [PB00].

Este é um método de estatística multi-variada, sendo usada uma técnica de redução de dados para identificar um pequeno conjunto de variáveis que representam uma grande parte da variância total na variância original. Esta técnica também é utilizada para identificar a "latência" nas dimensões dos dados.

Este método é capaz de lidar com múltiplos critérios conflituosos inerentes à selecção de fornecedor. Para ilustrar este método é apresentado um exemplo de aplicação.

Exemplo: O método é aplicado à selecção de fornecedores num processo que envolve médias empresas fabricantes de máquinas de engarrafamento e embalagem completa de linhas [PB00]. A técnica PCA foi usada na avaliação do desempenho dos fornecedores de *grip heads*, um dos componentes mais críticos. A tabela 03 apresenta os critérios dos fornecedores considerados no processo de avaliação.

Tabela 03 APC Exemplo: Atributos dos fornecedores

Fornecedor	Capacidade de Gestão	Facilidades e Capacidade de Produção	Capacidade Tecnológica	Preço	Qualidade	Cumprimento da Entrega
1	0.622	0.261	0.667	0.958	0.100	0.122
2	0.500	0.333	0.571	1.000	0.200	0.200
3	0.737	0.429	0.400	0.935	0.133	0.167
4	0.683	0.286	0.444	0.983	0.182	1.000
5	0.452	0.353	0.400	0.958	0.400	0.040
6	0.509	1.000	0.800	0.975	0.167	0.032
7	1.000	0.500	0.571	0.943	0.333	0.179
8	0.778	0.667	0.571	0.983	1.000	0.093
9	0.596	0.176	0.444	0.920	0.167	0.060
10	0.528	0.545	1.000	1.000	0.222	0.049

Foram definidos seis rácios saída/entrada para os critérios dos fornecedores:

d1 = preço do produto / capacidade tecnológica

d2 = preço do produto / capacidades de gestão

d3 = qualidade frete/ capacidades de gestão

d4 = qualidade frete / capacidade tecnológica

d5 = cumprimento prazo de entrega / capacidade de produção

d6 = cumprimento prazo de entrega / capacidades de gestão.

O decisor pretende seleccionar o fornecedor que oferece a melhor combinação dos parâmetros de desempenho. Em termos estatísticos, estes fornecedores são observações extremas que estão “fora” do resto dos dados. PCA é um procedimento que identifica fornecedores periféricos, independentemente da importância que o gerente de compras atribui a cada parâmetro de desempenho do vendedor e é empregue para identificar as componentes principais que são, respectivamente, as diferentes combinações lineares dos desempenhos das variáveis de modo a que as principais componentes podem ser multiplicadas pelos respectivos valores próprios de forma a obter uma medida ponderada das variáveis.

O primeiro passo no PCA consiste em testar se as variáveis mostram um nível suficiente de correlação. A matriz de correlação é apresentada na Tabela 4 (a hipótese de nulidade é rejeitada ao nível 0,001).

Tabela 04 PCA Exemplo: Matriz de Correlação

	d1	d2	d3	d4	d5	d6
d1	1.000	0.192	0.253	0.203	0.278	0.104
d2	0.192	1.000	0.096	0.198	0.222	0.071
d3	0.253	0.096	1.000	0.704	0.236	.0121
d4	0.203	0.198	0.704	1.000	0.018	0.032
d5	0.278	0.222	0.236	0.018	1.000	0.900
d6	0.104	0.071	0.121	0.032	0.900	1.000

Uma regra de ouro para a determinação do número de componentes a extrair é a de considerar o critério "valores próprios maiores do que um". O gráfico dos valores próprios é frequentemente útil na determinação gráfica do número de factores extraídos (Figura 04). Na presente análise, existem três componentes que constituem uma solução viável (desde o residual todas as componentes têm valores próprios inferiores a 1).

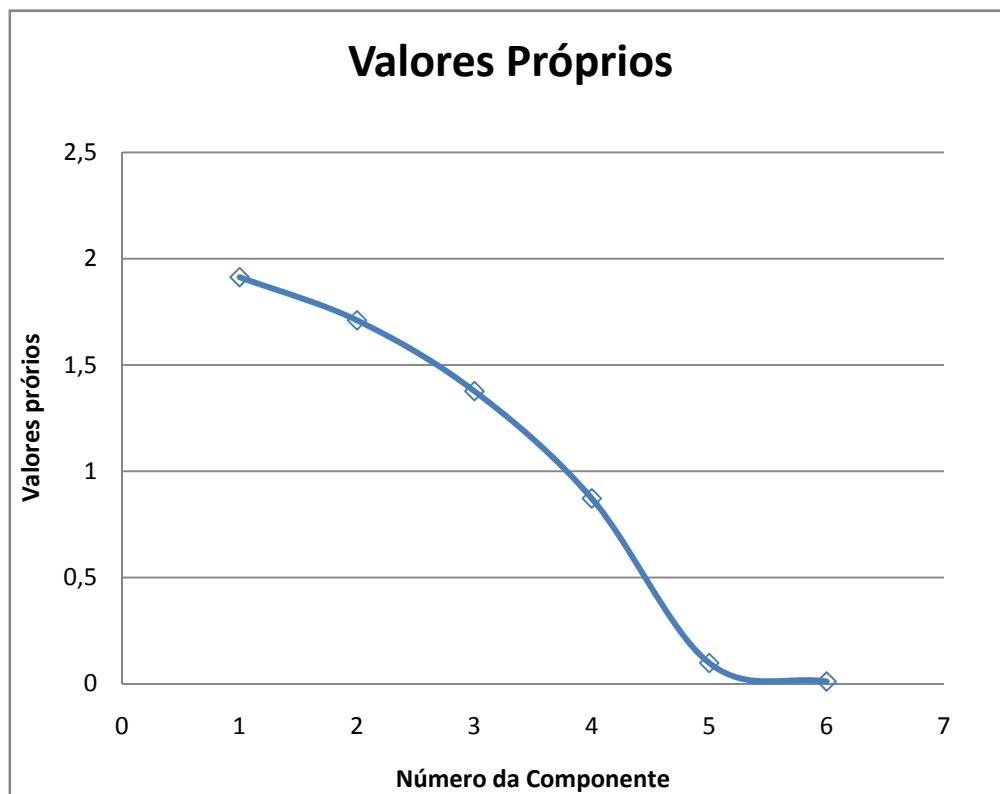


Fig. 04 - PCA Exemplo: Gráfico dos Valor próprios

As componentes 1, 2 e 3 representam cerca de 83 por cento do total da variância das variáveis (Tabela 05). A percentagem de variância explicada por cada componente representa a sua importância relativa.

Tabela 05 Total APC Exemplo: Total de variância explicada pelos componentes

Peso das componentes utilizadas			
Componente	Total	% da Variância	% Acumulada
1	1.913	31.885	31.885
2	1.710	28.508	60.393
3	1.377	22.949	83.342

Revisão Bibliográfica

A interpretação da Tabela 05 leva o comprador a concluir que a componente 1 “reforça” as “questões” relacionados com o cumprimento da entrega, a componente 2 “reforça” os assuntos relativos à qualidade dos produtos, e a componente 3 “reforça” as questões relativas ao preço.

A Tabela 6 apresenta a matriz de componentes alternadas...

Tabela 06 APC Exemplo: Matriz de componentes alternadas (Cargas menor que 0,1 são omitidas)

Variável	Componente		
	1	2	3
d6	0.987		
d5	0.946		0.247
d4	0.115	0.923	0.256
d3		0.918	0.282
d2			0.778
d1	0.171		0.749

Para cada variável considerada (d1, d2, d3, d4, d5 e d6), é obtido um coeficiente w_i ($i = 1$ a 6) multiplicando-se as cargas em cada componente, pela percentagem da variância explicada pelo componente. Por exemplo, w_1 é obtido como:

$$w_1 = 0,171 * 0,31885 + 0 * 0,28508 + 0,749 * 0,22949 = 0,2264$$

Os coeficientes w_2 a w_6 são obtidos de modo idêntico. Cada coeficiente é então multiplicado pelo valor da variável correspondente (d1 a d6) para cada fornecedor para obter a pontuação final do fornecedor. A Tabela 07 apresenta as pontuações finais dos fornecedores, ordenada por valor de pontuação.

Tabela 07 APC Exemplo: Classificação final dos fornecedores

Classificação	Número Fornecedor
2.292	4
1.798	14
1.658	5
1.639	8
1.622	17
1.482	11
1.396	18
1.391	22
1.356	2
1.271	12
1.241	20
1.224	13
1.209	9
1.180	19
1.168	23
1.151	16
1.091	3
1.066	21
1.013	7
0.974	15
0.937	10
0.915	1
0.857	6

Neste exemplo, o fornecedor 4 é classificado como o fornecedor que oferece o melhor desempenho em relação aos três componentes identificados.

2.4.5 O Método Analytical Hierarchical Process (AHP)

O método *Analytical Hierarchical Process* (AHP) é um método de tomada de decisão desenvolvido por Saaty [Saa80]. Este método ordena alternativas quando devem ser considerados múltiplos critérios, permitindo que o comprador estruture problemas complexos

sob a forma de uma hierarquia, ou um conjunto de níveis integrados. Geralmente, a hierarquia tem pelo menos três níveis: o objectivo, os critérios e as alternativas. Para o problema da selecção de fornecedores, o objectivo é seleccionar o melhor fornecedor global [NH92]. Os critérios podem ser qualidade, preço, serviço, entrega, etc. As alternativas são as diferentes propostas oferecidos pelos fornecedores.

O método AHP oferece uma metodologia para classificar cursos alternativos de acção baseado no facto do decisor tomar decisões relativas à importância dos critérios e das medidas em que estas são respeitadas por cada alternativa.

O problema da hierarquia presta-se a uma análise sobre o impacto de um determinado nível sobre o próximo nível mais elevado. O processo começa por determinar a relação entre a importância dos critérios e o cumprimento dos objectivos. Em seguida, mede-se a forma como as alternativas afectam cada um dos critérios. Finalmente, os resultados das duas análises são sintetizados para calcular a importância relativa das alternativas em atingir o objectivo

As “deliberações” da gestão são utilizados para conduzir à aproximação AHP. Estas decisões são expressas em termos de comparações tipo “pares de sábios” de itens num determinado nível da hierarquia em relação ao seu impacto sobre o nível imediatamente superior. Estas comparações tipo “pares de sábios” expressam a importância relativa de um item numa ou outra reunião versus uma meta ou um critério. Cada uma das comparações “pares de sábios” representa uma estimativa do rácio entre os pesos dos dois critérios em comparação.

O uso da abordagem AHP oferece uma série de benefícios. Uma importante vantagem é a sua simplicidade. A AHP também pode acomodar informação incerta e subjectiva, e permite a aplicação da experiência, introspecção, e intuição de uma forma lógica.

A abordagem AHP, tal como aplicado ao problema da selecção de fornecedores, consiste nas seguintes cinco etapas [NH92]:

1. Especificar o conjunto de critérios de avaliação do fornecedor propostas.
2. Comparar “pares de sábios” com importância relativa nos critérios para alcançar o objectivo, e calcular as prioridades ou pesos dos critérios baseados nessas informações.
3. Obter medidas que descrevam o grau em que cada fornecedor atinge os critérios.
4. Utilizando as informações do passo 3, obter as comparações dos “pares de sábios” com importância relativa dos fornecedores em relação ao critério, e calcular as correspondentes prioridades.
5. Utilizando os resultados dos passos 2 e 4, calcular as prioridades de cada fornecedor na busca do objectivo da hierarquia.

A aplicação deste método é ilustrada num exemplo apresentado a seguir.

Exemplo: Existem quatro critérios que estão a ser utilizados para avaliar fornecedores: qualidade, preço, serviço e entrega [NH92]. Estão a ser consideradas propostas de quatro

fornecedores (fornecedor 1 (S1), fornecedor 2 (S2), o fornecedor 3 (S3) e fornecedor 4 (S4)). A Figura 05 mostra a estrutura da hierarquia de fornecedores na consecução do objectivo.

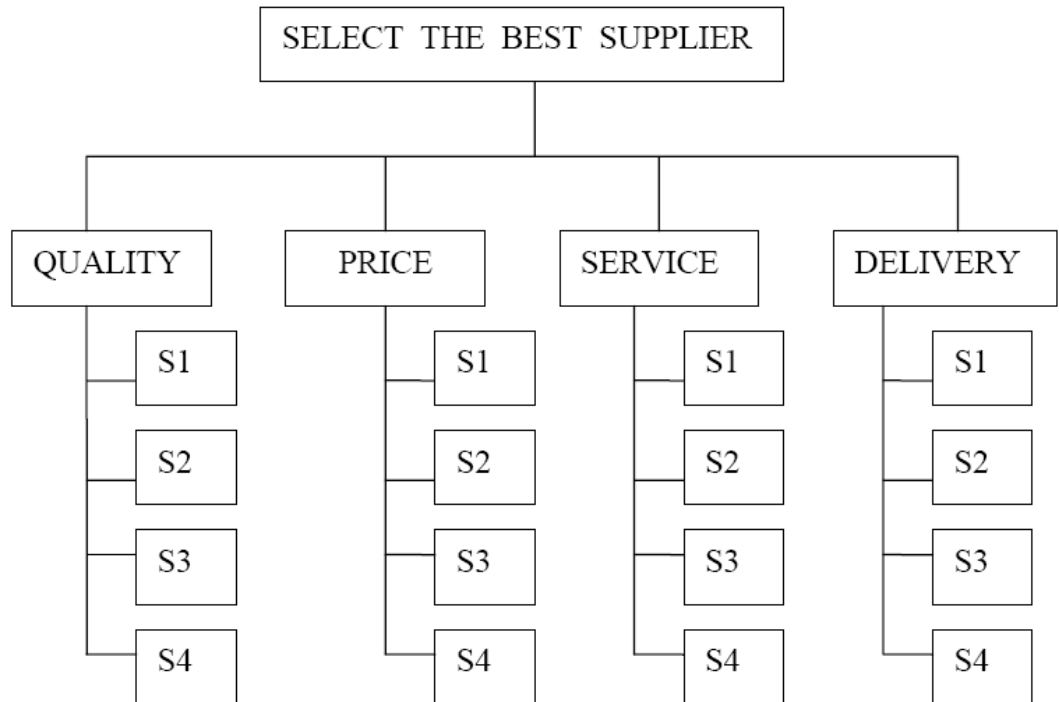


Fig. 05 - Exemplo da Hierarquia do AHP (figura retirada de [NH92])

A Tabela 08 apresenta a escala utilizada para quantificar decisões da gestão para a análise AHP. Estas tomadas de posição são necessárias para definir regras de comparação para as alternativas de cada critério. Esta informação é geralmente fornecida pelo comprador.

Tabela 08 Medição escala AHP

ESCALA DE MEDIDA	
Julgamento verbal de preferência	Classificação Numérica
Extremamente preferido	9
Muito preferido	7
Bastante preferido	5
Moderadamente preferido	3
Igualmente preferido	1
Os valores intermédios 2,4,6 e 8 adicionam níveis suplementares de discriminação	

Revisão Bibliográfica

O comprador deverá agora desenvolver um conjunto de comparações tipo “pares de sábios” para definir a importância relativa dos critérios, obtendo-se os valores da Tabela 09.

Tabela 09 AHP Exemplo: Matriz Original

	Qualidade	Preço	Serviço	Entrega
Qualidade	1.00	2.00	4.00	3.00
Preço	0.50	1.00	3.00	3.00
Serviço	0.25	0.33	1.00	2.00
Entrega	0.33	0.33	0.50	1.00
Total	2.08	3.67	8.50	9.00

Os dados desta tabela podem ser utilizados para gerar uma boa estimativa dos pesos dos critérios. Os pesos fornecem uma medida da importância relativa de cada critério. Este processo é resumido nos seguintes três passos, e ilustrado na Tabela 10:

1. Soma dos elementos em cada coluna
2. Dividir cada valor pela sua coluna soma
3. Calcular linha média

Tabela 10 AHP Exemplo: Matriz Normalizada

	Qualidade	Preço	Serviço	Entrega	Pesos
Qualidade	0.48	0.55	0.47	0.33	0.46
Preço	0.24	0.27	0.35	0.33	0.30
Serviço	0.12	0.09	0.12	0.22	0.14
Entrega	0.16	0.09	0.06	0.11	0.11
Total	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Em seguida, os quatro fornecedores devem ser comparados usando o método “pares de sábios” para cada critério. Este processo é praticamente idêntico ao processo que foi utilizado para desenvolver matriz dos critérios comparação. A única diferença é que existe uma matriz de comparação de fornecedor para cada critério. Portanto, o decisor compara cada par de fornecedores no que diz respeito ao critério de qualidade, conforme mostrado nas Tabelas 11 e 12:

Tabela 11 AHP Exemplo: Matriz da Qualidade

	Fornecedor 1	Fornecedor 2	Fornecedor 3	Fornecedor 4
Fornecedor 1	1.00	5.00	6.00	0.33
Fornecedor 2	0.20	1.00	2.00	0.17
Fornecedor 3	0.17	0.50	1.00	0.13
Fornecedor 4	3.00	6.00	8.00	1.00
Total	4.37	12.50	17.00	1.63

Tabela 12 AHP Exemplo: Matriz Normalizada da Qualidade

	Fornecedor 1	Fornecedor 2	Fornecedor 3	Fornecedor 4	Pesos
Fornecedor 1	0.23	0.40	0.35	0.21	0.30
Fornecedor 2	0.05	0.08	0.12	0.10	0.09
Fornecedor 3	0.04	0.04	0.06	0.08	0.05
Fornecedor 4	0.69	0.48	0.47	0.62	0.56
Total	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

O critério preço é comparado com cada par de fornecedores (Tabelas 13 e 14):

Tabela 13 AHP Exemplo: Matriz Preço

	Fornecedor 1	Fornecedor 2	Fornecedor 3	Fornecedor 4
Fornecedor 1	1.00	0.33	5.00	8.00
Fornecedor 2	3.00	1.00	7.00	9.00
Fornecedor 3	0.20	0.14	1.00	2.00
Fornecedor 4	0.13	0.11	0.50	1.00
Total	4.33	1.59	13.50	20.00

Tabela 14 AHP Exemplo: Matriz Normalizada do Preço

	Fornecedor 1	Fornecedor 2	Fornecedor 3	Fornecedor 4	Pesos
Fornecedor 1	0.23	0.21	0.37	0.40	0.30
Fornecedor 2	0.69	0.63	0.52	0.45	0.57
Fornecedor 3	0.05	0.09	0.07	0.10	0.08
Fornecedor 4	0.03	0.07	0.04	0.05	0.05
Total	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Revisão Bibliográfica

O critério de serviço é comparado com cada par de fornecedores (Tabelas 15 e 16).

Tabela 15 AHP Exemplo: Matriz de Serviço

	Fornecedor 1	Fornecedor 2	Fornecedor 3	Fornecedor 4
Fornecedor 1	1.00	5.00	4.00	8.00
Fornecedor 2	0.20	1.00	0.50	4.00
Fornecedor 3	0.25	2.00	1.00	5.00
Fornecedor 4	0.13	0.25	0.20	1.00
Total	1.58	8.25	5.70	18.00

Tabela 16 AHP Exemplo: Matriz Normalizada de Serviço

	Fornecedor 1	Fornecedor 2	Fornecedor 3	Fornecedor 4	Pesos
Fornecedor 1	0.63	0.61	0.70	0.44	0.60
Fornecedor 2	0.13	0.12	0.12	0.22	0.14
Fornecedor 3	0.16	0.24	0.24	0.28	0.21
Fornecedor 4	0.08	0.03	0.03	0.06	0.05
Total	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

O critério de entrega é comparado com cada par de fornecedores (Tabelas 17 e 18)

Tabela 17 AHP Exemplo: Matriz de Entrega

	Fornecedor 1	Fornecedor 2	Fornecedor 3	Fornecedor 4
Fornecedor 1	1.00	3.00	0.20	1.00
Fornecedor 2	0.33	1.00	0.13	0.33
Fornecedor 3	5.00	8.00	1.00	5.00
Fornecedor 4	1.00	3.00	0.20	1.00
Total	7.33	15.00	1.53	7.33

Tabela 18 AHP Exemplo: Matriz de Entregas Normalizada

	Fornecedor 1	Fornecedor 2	Fornecedor 3	Fornecedor 4	Pesos
Fornecedor 1	0.14	0.20	0.13	0.44	0.15
Fornecedor 2	0.05	0.07	0.08	0.05	0.06
Fornecedor 3	0.68	0.53	0.66	0.68	0.64
Fornecedor 4	0.14	0.20	0.13	0.14	0.15
Total	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

A fase final da análise AHP está resumida na tabela seguinte (Tabela 19):

Tabela 19 AHP Exemplo: Resumo dos Resultados

	Qualidade	Preço	Serviço	Entrega	Pesos
Fornecedor 1	0.14	0.09	0.08	0.02	0.33
Fornecedor 2	0.04	0.17	0.02	0.01	0.24
Fornecedor 3	0.02	0.02	0.03	0.07	0.14
Fornecedor 4	0.26	0.01	0.01	0.02	0.29
				Total	1.00

De acordo com os resultados anteriores, a maior avaliação pertence ao fornecedor 1, que é assim considerado o melhor.

2.4.6 Comparação dos métodos de selecção de fornecedores

Como análise comparativa desses modelos, é apresentada a Tabela 20. Esta tabela resume todos os métodos anteriormente apresentados, bem como as suas vantagens e desvantagens.

O modelo *categorical* é um método simples, é também o mais rápido, mais fácil e menos dispendioso de implementar, mas pode ser influenciado pelos acontecimentos recentes, normalmente implica um alto nível de subjectividade e é impreciso.

O modelo *weighted point* é também fácil de implementar, flexível, e bastante eficiente na optimização de decisões de selecção do fornecedor. É mais custoso que o método *categorical*, mas tende a ser mais objectivo, embora dependa da avaliação pelo comprador do desempenho do fornecedor.

O método razão do custo é muito flexível e menos subjectivo que os anteriores. É complexo pois requer o desenvolvimento de um sistema de contabilização dos custos.

O método custo total é preciso, custoso de implementar devido à sua complexidade, exige mais tempo, e implica a capacidade de identificar os mais importantes elementos.

O método PCA tem a vantagem de ser acessível e capaz de lidar com múltiplos critérios conflituosos.

O método AHP é relativamente simples de utilizar e compreender. Este método incorpora critérios qualitativos e quantitativos.

O processo analítico hierarquia é relativamente simples de utilizar e compreender. Este método é qualitativo e incorpora critérios quantitativos.

Tabela 20 Comparação de métodos de selecção do fornecedor

Método	Referência	Parâmetros/ Qualitativos Quantitativos	Vantagens	Desvantagens
Categorical	[Tim86]	-Qualidade -Entrega -Serviço -Preço	-O processo de avaliação é claro e sistemático -não é caro -Requere dados com um mínimo de qualidade	- Atributos pesados igualmente -Subjectivo -Impreciso
Weighted Point	[Tim86]	-Qualidade -Entrega -Serviço -Preço	-Atributos são pesados por importância	-Subjectivo -Difícil de efectivamente considerar critério qualitativo
Razão do custo	[Tim 86]	-Qualidade -Entrega -Serviço -Preço	-Subjectividade é reduzida -Flexibilidade	-Complexidade e necessidade de desenvolvimento de sistema de contabilidade de custos -Medidas de performance (rácios de custos) são expressos artificialmente nas mesmas unidades

Tabela 20: Continuação

Método	Referência	Parâmetros/ Qualitativos Quantitativos	Vantagens	Desvantagens
Custo de propriedade	[Ell95]	- Preço -Custos de qualidade -Custos de serviços devido a uma entrega incerta -Custos de encomenda -Custos de recepção - Custos de inspecção	-Poupanças substanciais em termos de custos -Permite várias políticas de compras que podem ser comparadas entre si	-Complexo
Principal Component Analysis	[PB00]	-Preço -Confiabilidade da Entrega -Qualidade	-Considera simultaneamente e múltiplas entradas e saídas sem à priori serem assignados pesos	- São requeridos conhecimentos de estatística avançados.
Analytic Hirarchical Process	[NH00]	-Qualidade -Preço -Entrega -Serviço	-Simplicidade -Capturas com ambos os critérios, qualitativos e quantitativos	-inconsistências no método
Neural Networks	[Wei97]	-Performance -Qualidade -Geografia -Preço	-Poupa muito tempo e dinheiro no sistema de desenvolviment o	

Em conclusão, os métodos descritos aparentemente são úteis para o processo de selecção de fornecedores, faltando no entanto comprovar se realmente estes métodos foram ou estão a ser empregues pelas empresas e quais os resultados obtidos.

2.5 Princípios de aprendizagem multi-camada usando redes neuronais usando o método “back propagation”

Vamos descrever o processo de aprendizagem multi-camada de uma rede neuronal usando o método “back propagation” empregando um algoritmo.

Isto porque a opção seleccionada como inovação no módulo de logística foi a previsão do montante mensal de encomendas a fornecedores e para atingirmos esse objectivo, vamos usar redes neuronais e o método “back propagation”.

Para ilustrar este processo, rede neuronal com três camadas, duas de entrada e uma de saída, mostra-se a imagem abaixo (fig 06):

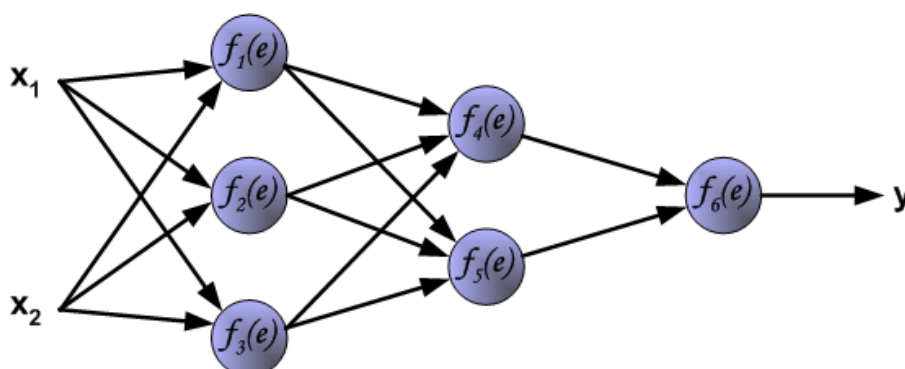


Fig. 06 - Exemplo: Rede Neuronal com 3 camadas

Cada neurónio é composto de duas unidades. A primeira unidade acrescenta produtos de pesos, coeficientes e sinais de entrada. A segunda unidade vai “perceber” a função não linear, chamada função de activação do neurónio. O sinal adicional é o sinal de saída, $y = f(e)$ é sinal de saída do elemento não linear. Sinal y é também sinal de saída do neurónio.

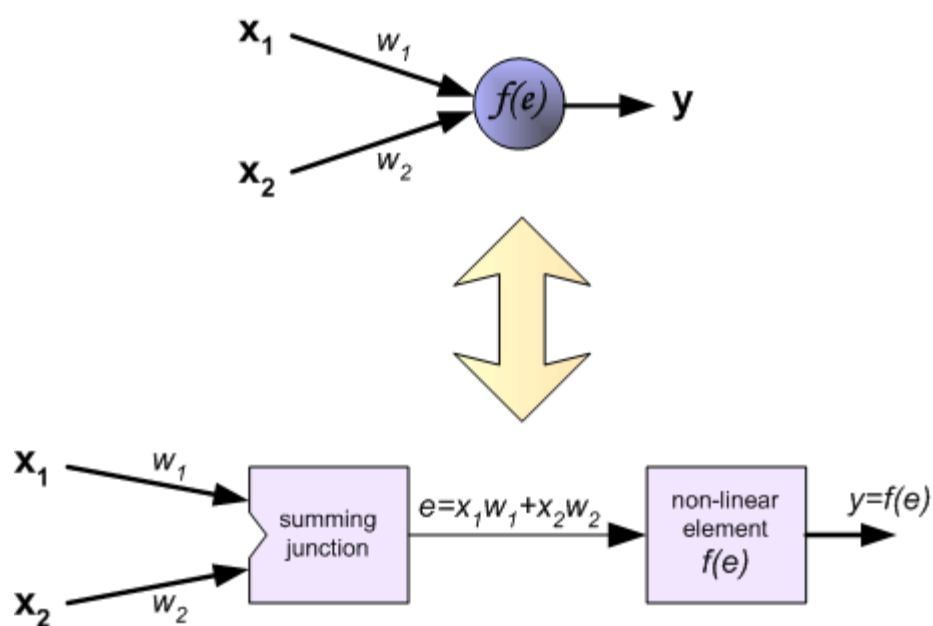


Fig. 07 - O papel de cada uma das 3 camadas

Para “ensinar” a rede neuronal é preciso “treinar”, isto é efectuar um processo de aprendizagem a um conjunto de dados. A aprendizagem de um conjunto de dados consiste em sinais de entrada (x_1 e x_2) serem atribuídos com correspondente alvo (saída desejada) z . A rede de aprendizagem é um processo iterativo. Em cada iteração os pesos coeficientes de nós são modificados utilizando os novos dados de aprendizagem do conjunto de dados. A modificação é calculada utilizando o algoritmo descrito abaixo: cada etapa de aprendizagem começa, forçando ambos sinais de entrada a partir da aprendizagem. Após essa etapa, pode-se determinar sinais de saída valores para cada neurónio em cada camada de rede. As figuras 08, 09 e 10 ilustram como sinal é propagado através da rede, símbolos $w_{(xm)}$ representam pesos das conexões entre entrada da rede, x_m e o neurónio, n na camada de entrada. Símbolos y_n , representa sinal de saída do neurónio n .

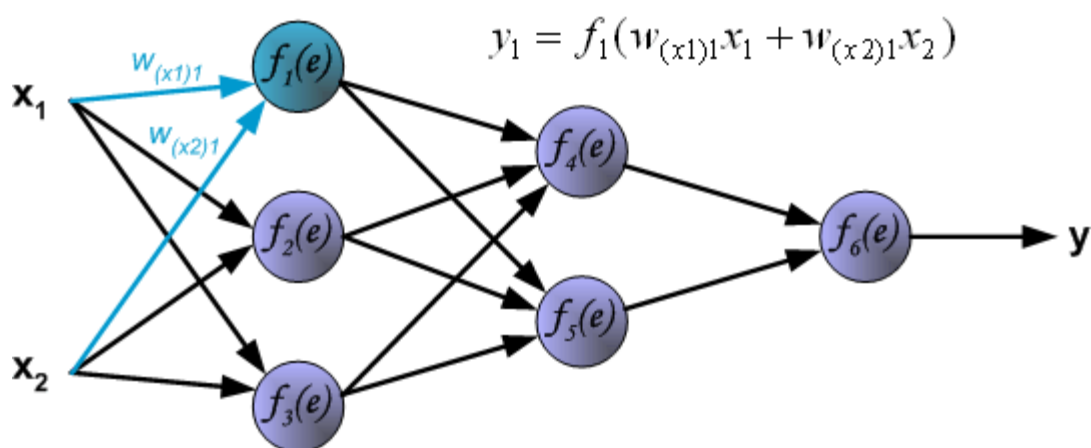


Fig. 08 - Propagação do sinal na rede (1)

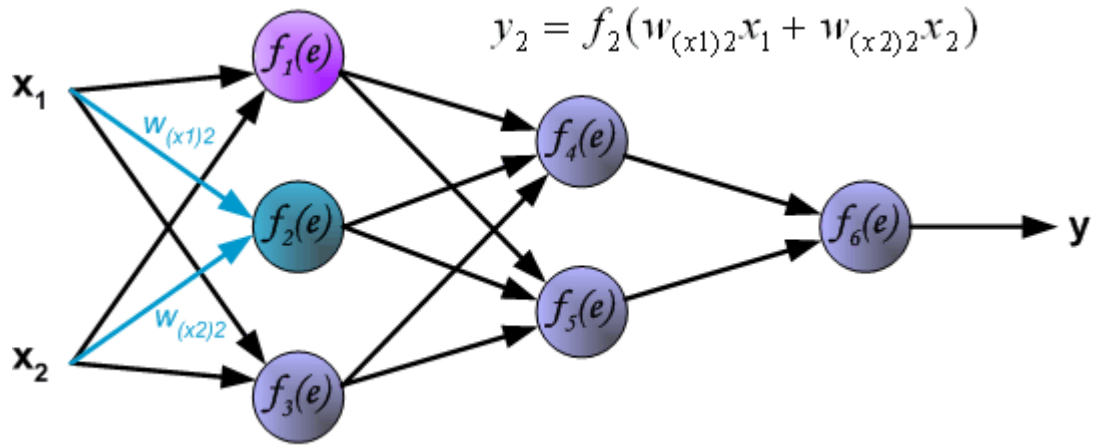


Fig. 09 - Propagação do sinal na rede (2)

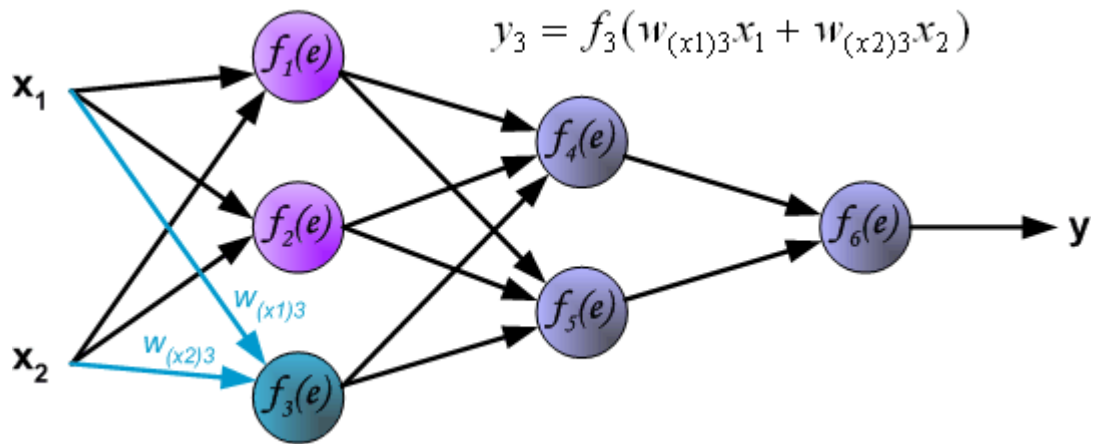


Fig. 10 - Propagação do sinal na rede (3)

Propagação de sinais através da camada escondida. Símbolos w_{mn} representam pesos das conexões entre a saída do neurónio m e n entrada de neurónio na próxima camada. Ver figuras 11 e 12.

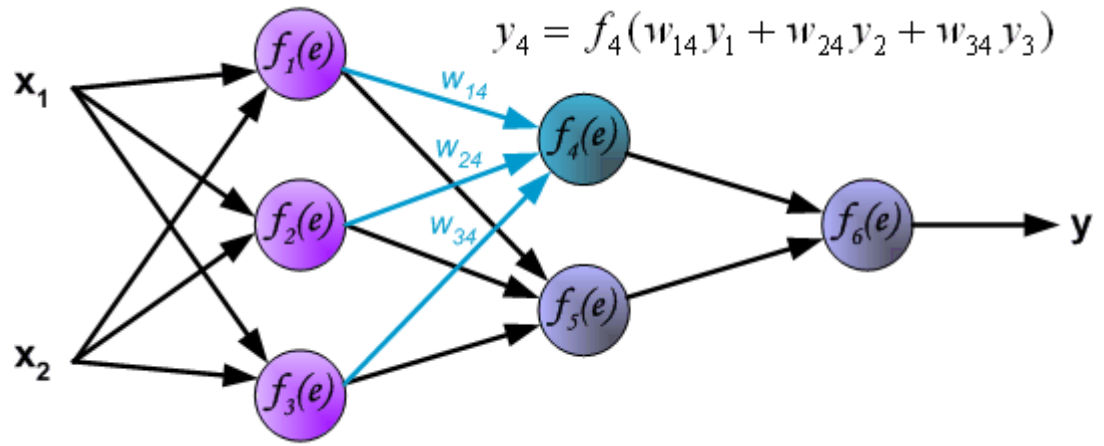


Fig. 11 - Propagação do sinal através da camada escondida (1)

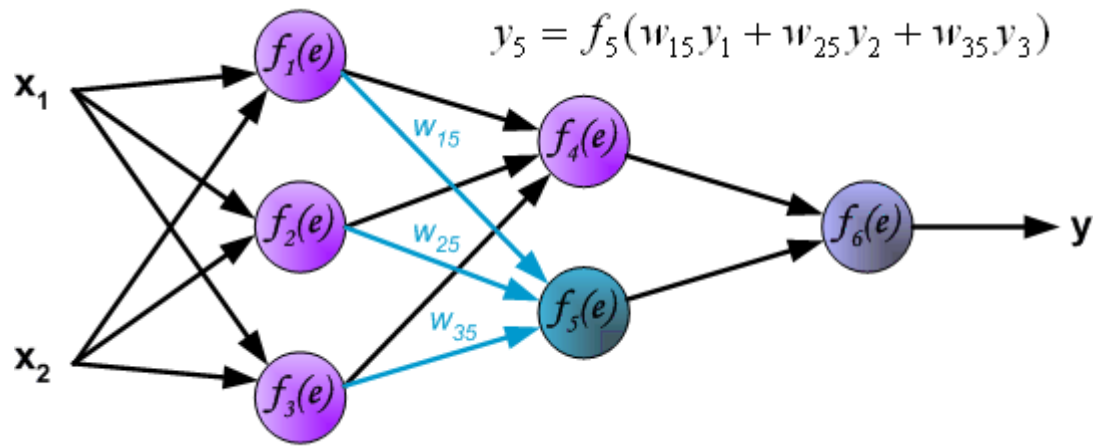


Fig. 12 - Propagação do sinal através da camada escondida (2)

Propagação de sinais através da camada de saída. Ver figura 13.

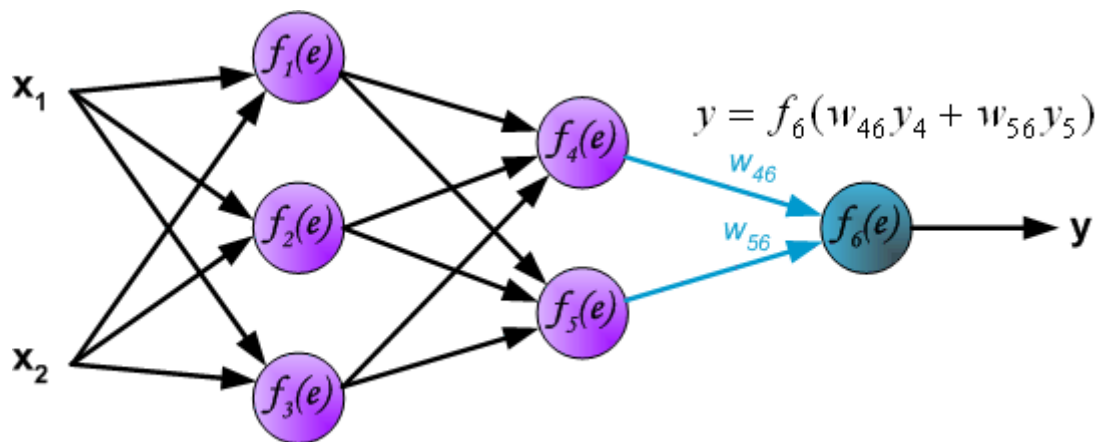


Fig. 13 - Propagação do sinal através da camada saída (2)

No próximo passo, o algoritmo sinal de saída da rede y é comparada com o valor de saída desejado (o alvo), que se encontra em formação conjunto de dados. A diferença é chamada de erro de saída de sinal d da camada de saída do neurónio. Ver figura 14

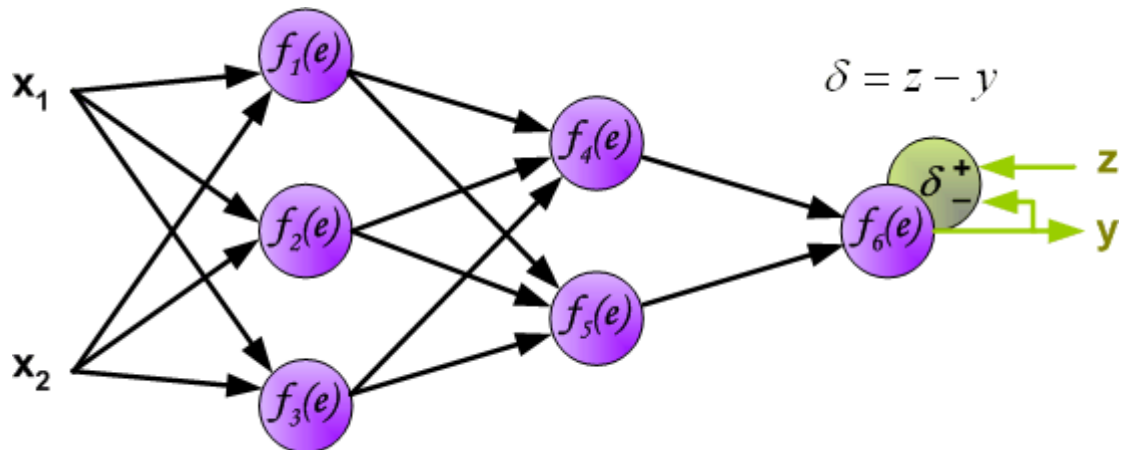


Fig. 14 - Comparação do sinal de saída com valor de saída desejado

É impossível calcular erro de sinal interno dos neurónios directamente, porque os valores de saída para esses neurónios são desconhecidos. Durante muitos anos, o método eficaz para a “treinar” redes *multi-player* tem sido desconhecido. Só em meados dos anos oitenta o algoritmo “back propagation” foi desenvolvido. A ideia é a de propagar erro de sinal d (calculada em

aprendizagem de um único passo) de volta para todos os neurónios, que foram dados para sinais de saída para o neurónio a ser discutido.

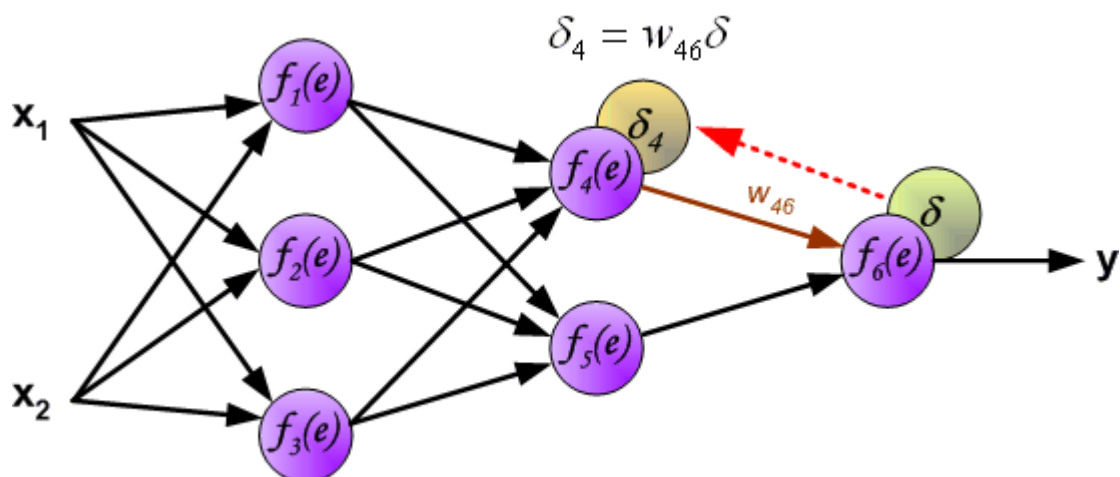


Fig. 15 - Impossibilidade de cálculo do erro de sinal p/ neurónios internos directamente (1)

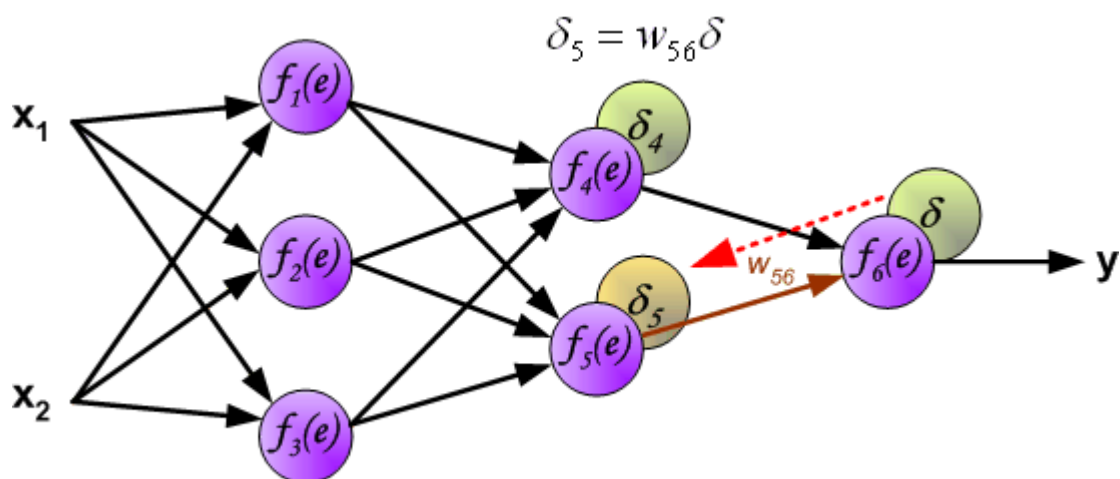


Fig. 16 - Impossibilidade de cálculo do erro de sinal p/ neurónios internos directamente (2)

Os coeficientes de pesos w_{mn} utilizados para propagar erros para trás são iguais aos valores utilizados durante computação de saída. Somente a direcção do fluxo de dados é alterado (os sinais são propagados a partir da saída, uma após a outra). Esta técnica é utilizada para todas as camadas de rede. Se aparecerem erros de propagação de alguns neurónios são acrescentados. Ver figuras 17, 18 e 19.

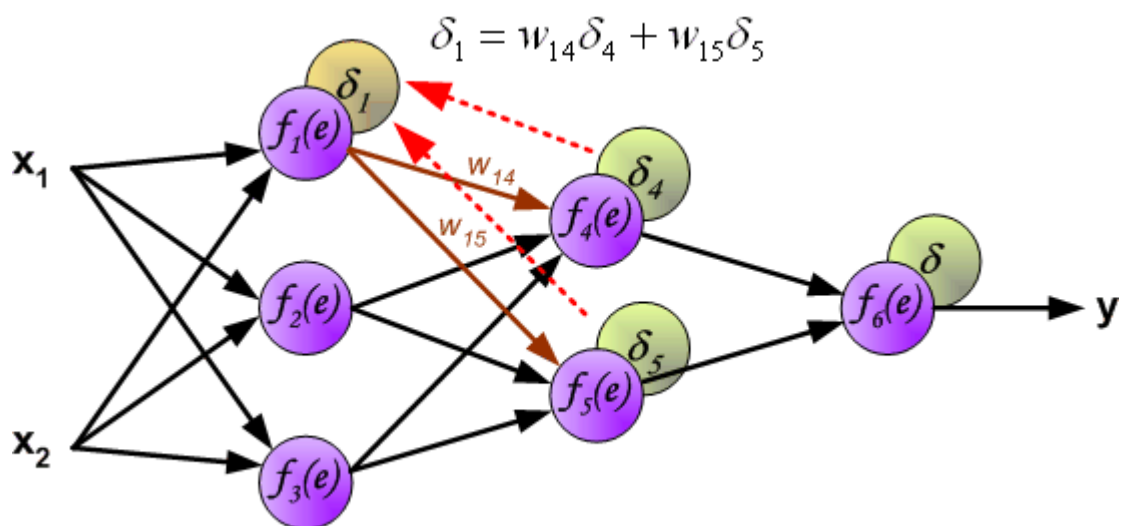


Fig. 17 - Coeficientes de peso w_{mn} (1)

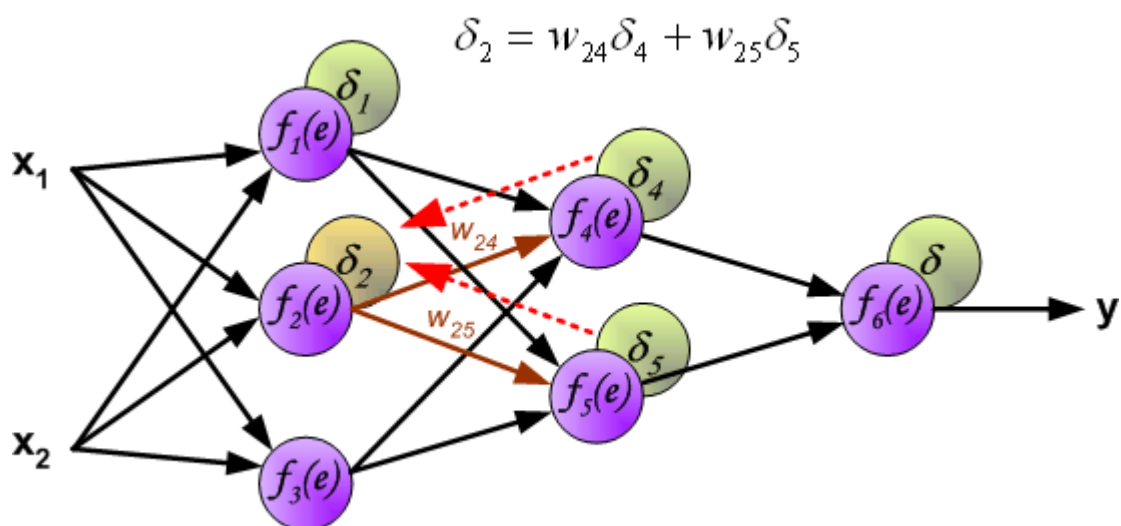


Fig. 18 - Coeficientes de peso w_{mn} (2)

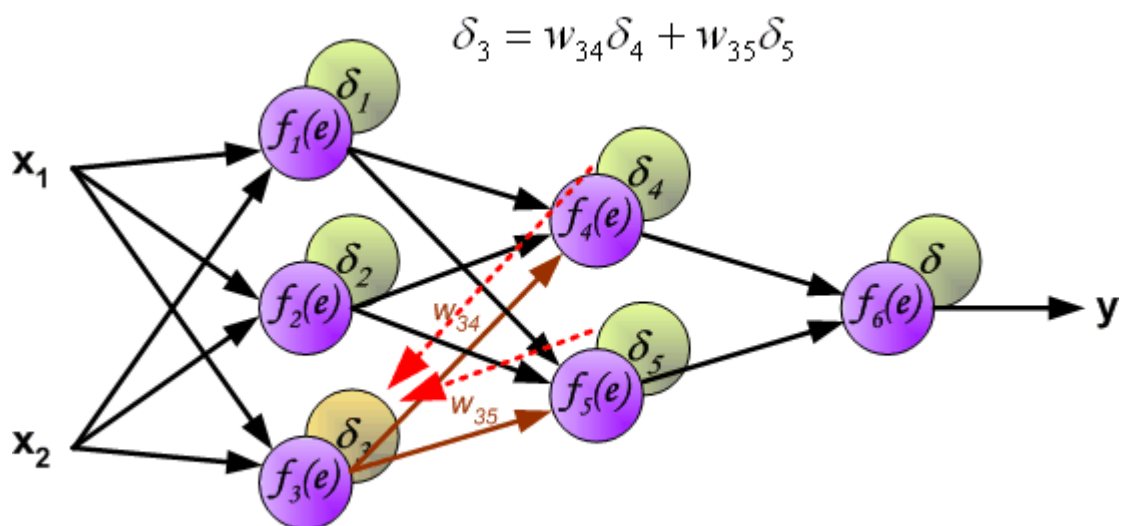


Fig. 19 - Coeficientes de peso w_{mn} (3)

Quando o sinal de erro para cada neurónio é computado, os coeficientes de pesos de cada neurónio entrada de nó pode ser modificada. Nas fórmulas abaixo indicadas $df(e) / de$ representa as derivadas da função de activação do neurónio (cujos pesos foram modificados). Ver figuras 20, 21, 22, 23, 24, 25 e 26.

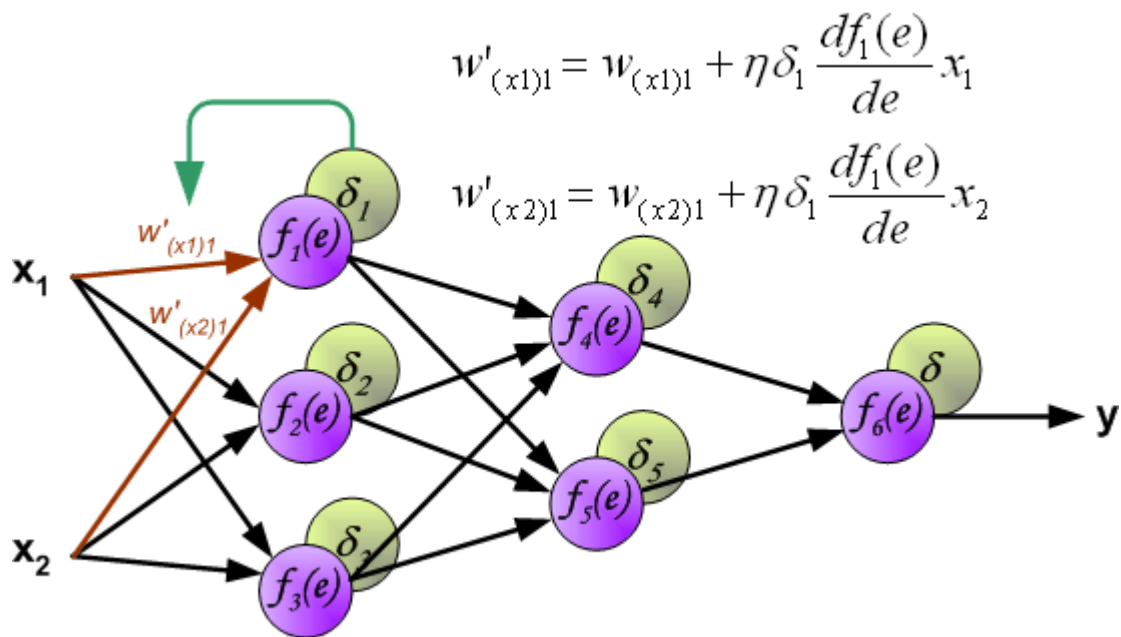


Fig. 20 - Computação do sinal de erro para cada neurónio (1)

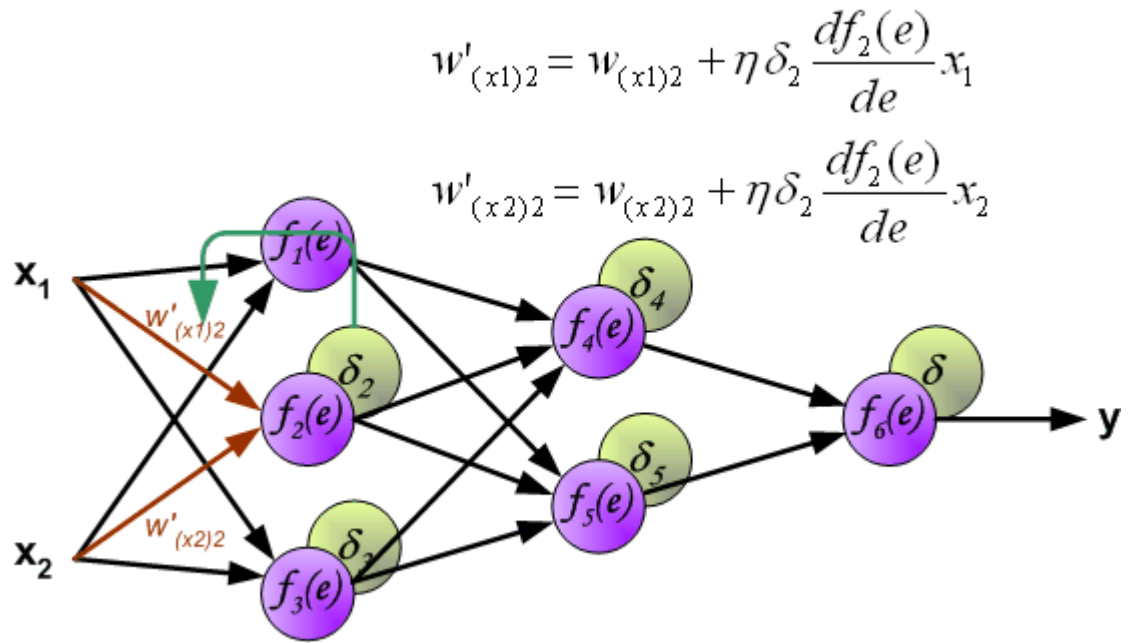


Fig. 21 - Computação do sinal de erro para cada neurónio (2)

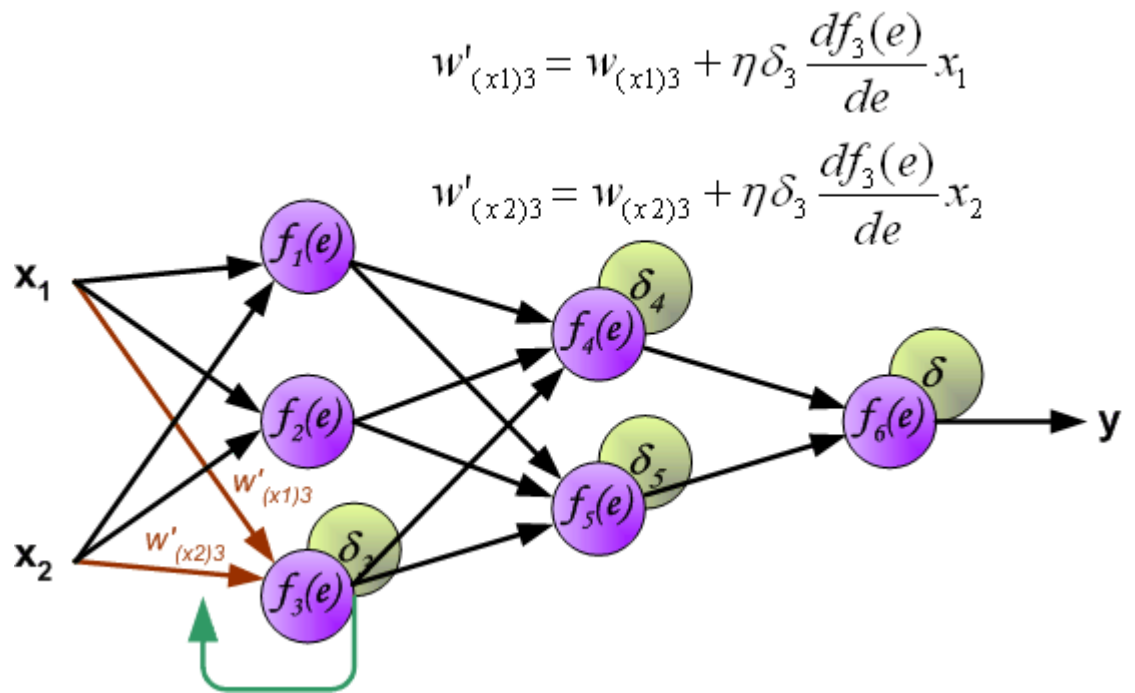


Fig. 22 - Computação do sinal de erro para cada neurónio (3)

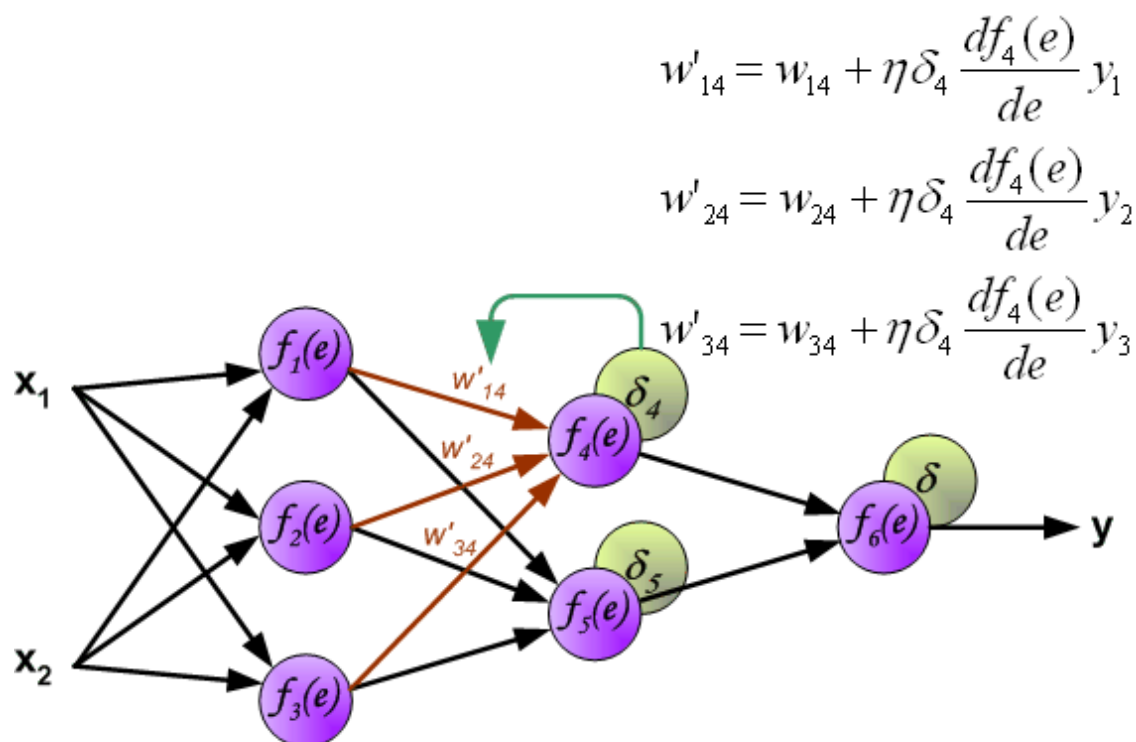


Fig. 23 - Computação do sinal de erro para cada neurónio (4)

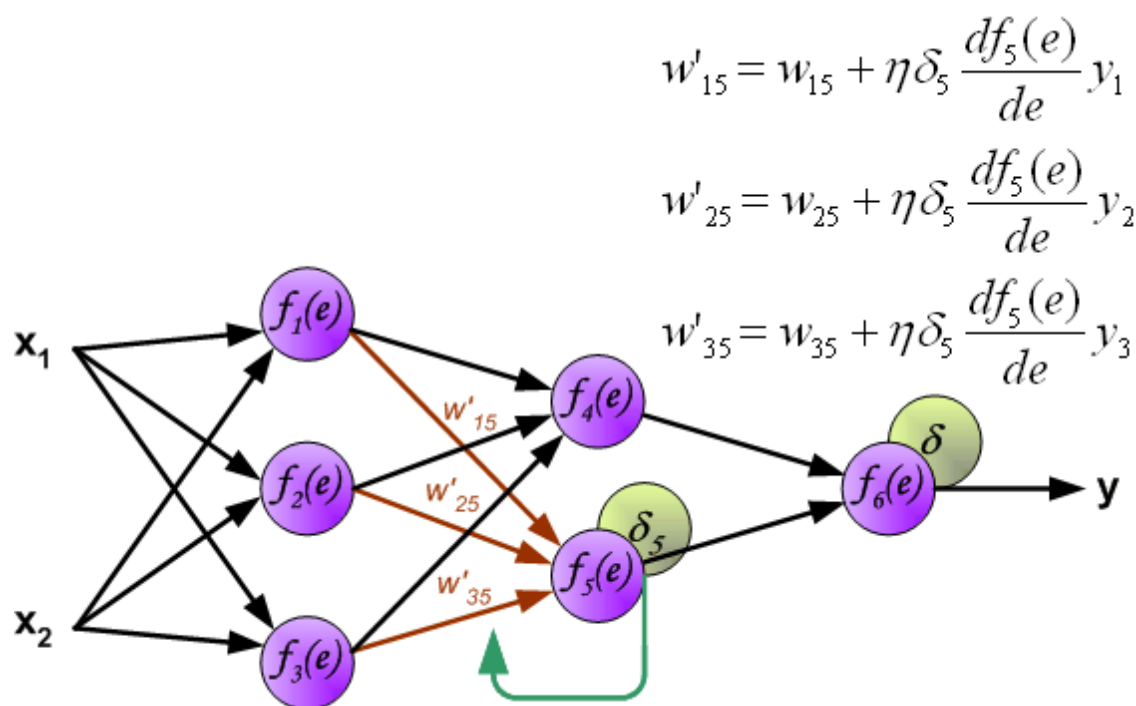


Fig. 24 - Computação do sinal de erro para cada neurónio (5)

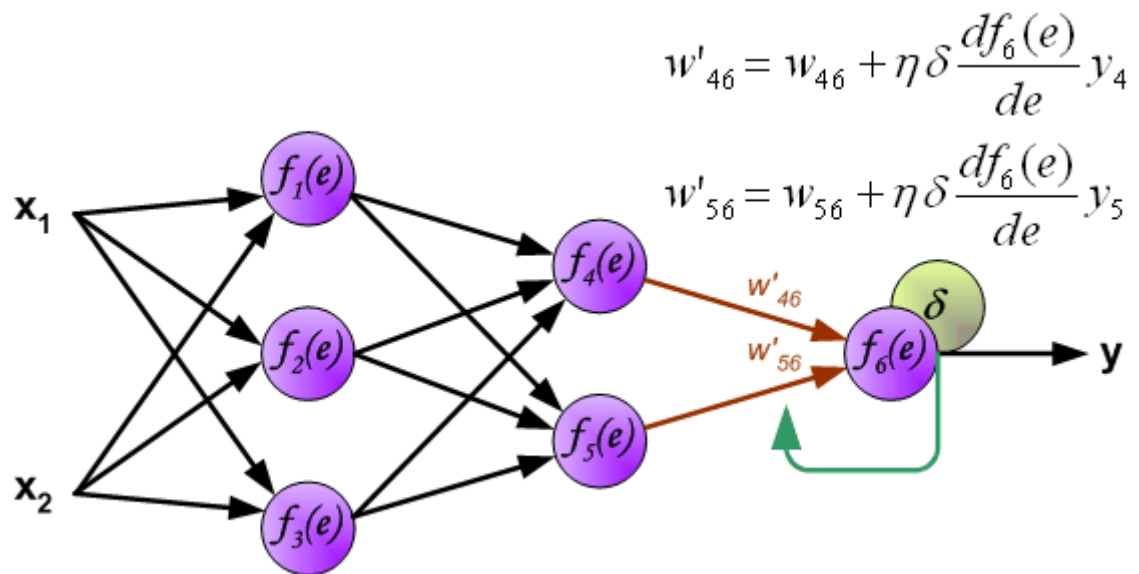


Fig. 25 - Computação do sinal de erro para cada neurónio (6)

O coeficiente h afecta a velocidade de aprendizagem da rede. Existem algumas técnicas para seleccionar este parâmetro. O primeiro método é começar o processo de aprendizagem com um grande valor para o parâmetro. Enquanto estão a ser estabelecidos coeficientes ponderadores o parâmetro está sendo diminuído gradualmente. O segundo, mais complicado, o método de aprendizagem começa com pequenos valores para o parâmetro. Durante o processo de ensino o parâmetro está a ser aumentado quando a aprendizagem é avançada e, em seguida, voltou a diminuir na fase final. No Início do processo de aprendizagem com baixo valor de parâmetro permite determinar os sinais coeficientes de pesos.

2.6 Conclusões

No que diz respeito subcapítulo 2.2) e embora, devido aos requisitos dos clientes da empresa, em algumas áreas não seja necessário chegar ao detalhe a que o estado da arte foi realizado considera-se este estudo muito importante pois permite conhecer as funcionalidades de outros sistemas na área da logística. As conclusões a retirar são enumeradas nos pontos seguintes:

- No que diz respeito ao tratamento de rotas, e uma vez que os clientes da empresa Dinâmica subcontratam transportadores, não faz sentido incluir rotinas para gerir rotas, com detalhes em que os parques de estacionamento sejam zonas de armazenagem ou outras funcionalidades do tipo.

- Já as estratégias de Saída e Remoção de Stock mereceram uma profunda reflexão no que diz respeito às unidades de compra / consumo e venda. Em termos práticos parece ser muito

difícil implementar toda a flexibilidade em termos de movimentação de stock proposto pela SAP, estamos-nos a referir á pallete e ao *bulk*.

Os mecanismos de *Cross-Docking*, não são muito importantes para a realidade dos clientes da Dinâmica estes são clientes ligados à indústria é muito raro, que dê entrada em armazém um artigo que sem qualquer valor acrescentado, seja imediatamente expedido. A única situação em que, tal é relevante é na transferência entre armazéns da organização.

- As funcionalidades de *Cross-Docking* em termos de transporte não possuem relevância de maior, pela razão já referida os clientes da Dinâmica subcontrataram o serviço de transportes, no entanto, os conceitos de hub de transporte e *slice* de transporte merecem uma análise mais cuidada no futuro.

Os processos “onda” como se disse efectuem a agregação dos artigos seguindo critérios como a rota ou o artigo. Em vez deste esquema o que existe actualmente no ERP da empresa é uma rotina, que de todas as ordens colocadas aos fornecedores que são carregadas no sistema, gera um conjunto de sugestões para as ordens a fornecedores que podem ou não ser validadas pelo utilizador.

- Relativamente à gestão dos locais de armazenagem, não tem sido considerado relevante. A empresa Dinâmica tem vindo gradualmente a dar menos atenção a este item, porque os clientes não utilizam as funcionalidades que existem no ERP actual relacionadas com a gestão de locais de armazenamento. Inicialmente existia uma localização tridimensional dos artigos no armazém, que era utilizada pelos clientes. Mais tarde constatou-se que esses mesmos clientes tinham deixado de usar essa cota. Isto não quer dizer que a melhor localização dependendo do tamanho e da frequência de “pesquisas” não seja importante.

- A utilização de rádio frequência é uma funcionalidade a considerar em implementações futuras.

- O suporte para número de série é uma funcionalidade que faz sentido considerar.

Claro que nesta altura uma secretária ou um armário metálico nos clientes ainda não é contemplado com um número de série mas podê-lo-á ser num futuro próximo.

No tocante ao ponto 2.3) Procura Planeamento com Duet e SAP SCM, incluímos um breve estado da arte, devido à grande afinidade que esta área tem com a logística. Claro que o módulo de logística que foi desenvolvido na sequência deste projecto, não trata a problemática da procura.

Relativamente ao ponto 2.4) Selecção de fornecedores, era nossa intenção no início do projecto, incluir no módulo de Logística uma rotina de selecção de fornecedores, baseada em redes neuronais e no método “back propagation”. No entanto e no decorrer das análises e estudos efectuados chegou-se à conclusão que sem um bom histórico sobre fornecedores a

Revisão Bibliográfica

aprendizagem da rede neuronal estaria condenada ao fracasso (e actualmente não existe um histórico com dimensão adequada para tal).

Foi este aspecto que originou abandono do desenvolvimento desta funcionalidade. Mas porque será seguramente um trabalho a recuperar no futuro, quando tivermos os dados de fornecedores compilados, pareceu-nos pertinente incluir neste projecto o estado da arte já desenvolvido.

.

3. Especificações do módulo de logística

3.1 Descrição do Sistema

O sistema a tratar está inserido num outro, ainda de maior dimensão, que é o desenvolvimento de um ERP que substitua o Dinamix, sistema desenvolvido no início da década, e que se encontra ultrapassado tecnologicamente e a muitos outros níveis.

Este projecto é então um sub problema do atrás descrito, ou seja, o desenvolvimento em Java, utilizando o PostgreSql como motor de base de dados, de um módulo de logística para o ERP da Dinâmica.

Desenvolver um módulo de logística de um ERP, como sabemos, não é uma tarefa fácil nem pequena, havendo constantemente a possibilidade de uma melhoria incremental desde que inicialmente tenha sido efectuada uma boa análise.

Outra das grandes questões será o “perder” bastante tempo nestas tecnologias, todas as ferramentas a utilizar serão completa novidade e terão de ser bem dominadas antes de se avançar para o desenvolvimento do projecto.

3.2 Módulo de Logística

No desenvolvimento do módulo de logística foram tratadas todas as manutenções de documentos de armazém (ENF (Encomenda a Fornecedor), GRC (Guia de Recepção de Cliente), GEE (Guia de Entrada de Encomenda), GDF (Guia de Devolução a Fornecedor), NCF (Nota de Crédito a Fornecedor), TRF (Transferência para Fornecedor), GRI (Guia de Recepção

Interna) e GDI (Guia de Devolução Interna)). Sempre que os tipos de documentos envolvam contas correntes de fornecedores, procurar-se-á efectuar os respectivos lançamentos.

Será também desenvolvido um quadro de bordo, no sentido de auxiliar a gestão de topo da empresa.

Foram também efectuados variados mapas (utilizando o *iReport*), no sentido de produzir relatórios fundamentais para a gestão e acompanhamento dos fornecedores da empresa.

Foi ainda utilizado método de aprendizagem de redes neuronais “Back Propagation” com o intuito de efectuar previsões de compras mensais a fornecedores.

3.3 Previsão de Compras a Fornecedores

O que vamos fazer é efectuar a previsão de compras a fornecedores mensais para os anos seguintes, baseada num histórico de compras e num conjunto de parâmetros bem definido (número de empregados da empresa, número de máquinas, stock no fim do mês anterior, valor de compras no mesmo mês do ano anterior, produto interno bruto, taxa de desemprego e índice de preços no consumidor). É utilizada uma rede neuronal e o algoritmo “Back-Propagation” nesta previsão.

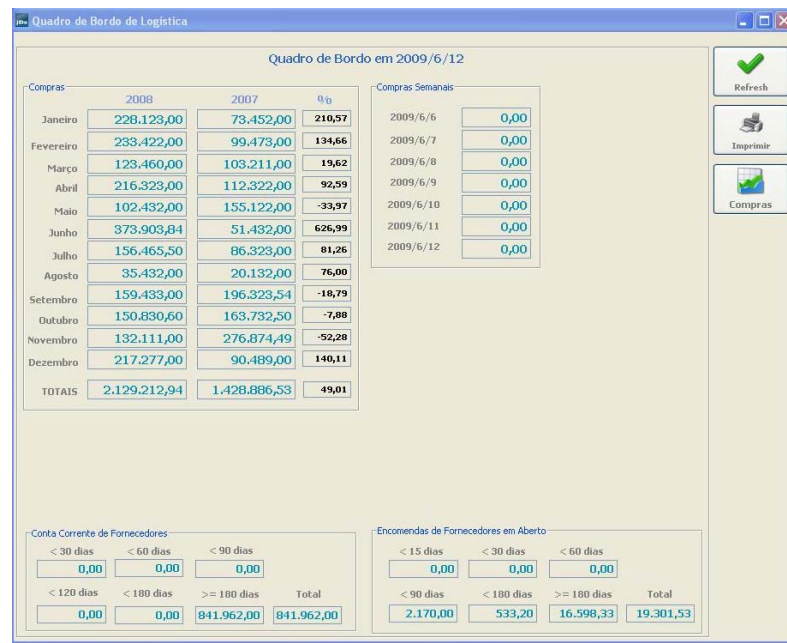


Fig 26 – “Print Screen” da execução da classe “BrowserQuadroBordo” do projecto

A figura 26 representa o quadro de bordo cuja principal objectivo é dar á gestão de topo uma ideia rápida de qual o ponto da situação em termos reais por idades e também em termos previsionais isto no que diz respeito a fornecedores.

Em termos reais são então fornecidos:

- Os totais diários da semana em curso em termos de compras a fornecedores;

Especificações do módulo de logística

- Os totais mensais de compras a fornecedores até ao mês em curso para o ano actual;
- Montante de Contas Corrente a Fornecedores por idades <30, <60, <90, <180, >=180 dias;
- Encomendas a Fornecedores em Aberto por idades <15, <30, <60, <90, <180, >=180 dias.

O objectivo é prever as compras mensais a fornecedores para 2009. Os parágrafos seguintes descrevem o procedimento na utilização do método “Back Propagation”.

Compras	2008	2007	%
Janeiro	228.123,00	73.452,00	210,57
Fevereiro	233.422,00	99.473,00	134,66
Março	123.460,00	103.211,00	19,62
Abril	216.323,00	112.322,00	92,59
Maio	102.432,00	155.122,00	-33,97
Junho	373.903,84	51.432,00	626,99
Julho	156.465,50	86.323,00	81,26
Agosto	35.432,00	20.132,00	76,00
Setembro	159.433,00	196.323,54	-18,79
Outubro	150.830,60	163.732,50	-7,88
Novembro	132.111,00	276.874,49	-52,28
Dezembro	217.277,00	90.489,00	140,11
TOTAIS	2.129.212,94	1.428.886,53	49,01

Fig 27 – “Print Screen” da execução da classe “BrowserQuadroBordo” do projecto (Compras Mensais)

Vamos implementar a rede que podemos adiantar ser constituída por 3 blocos:

- .Bloco1- O erro associado ao “back propagation” propriamente dito;
- .Bloco2- Realimentação para formação das entradas padrão;
- .Bloco3- O ajuste dos pesos.

As unidades entre duas camadas adjacentes estão interligadas. Cada unidade a partir da camada de entrada enviará um sinal para cada unidade da camada escondida. Cada unidade de entrada recebe um sinal e transmite-o para cada uma das unidades escondidas. Cada unidade oculta soma os sinais com os diferentes pesos e, em seguida, aplica as suas funções de activação para gerar os sinais de saída, enviando-os para as unidades na camada de saída. A unidade de saída recebe um sinal de cada camada escondida e calcula o resultado correspondente tendo em atenção os pesos dos sinais. Este processo pode-se repetir, se houver mais camadas escondidas. O pesos vão ser determinados utilizando o algoritmo “back propagation”. O algoritmo escolhe aleatoriamente os pesos iniciais, e compara a saída calculada para uma dada observação com a saída esperada para essa observação. Usando a média do erro quadrado, a diferença entre os valores de saída esperados e calculados em todas as observações é então preparado.

Especificações do módulo de logística

Todas as observações são apresentadas à rede, os pesos são modificados de acordo com uma regra delta generalizada para distribuir o erro total entre todas as unidades da rede. Este processo de realimentação dos sinais e de propagação dos erros é repetido iterativamente até terminar, após uma condição estar satisfeita. A paragem pode ser definida com um limiar de erro, ou quando o quadrado do erro começa a aumentar, quer em “formação” dos dados ou em análise dos mesmos, se aplicável. Depois da rede treinada e os seus pesos obtidos, podemos utilizar este algoritmo para a previsão.

A empresa utilizada na implementação do método de aprendizagem de redes neuronais “Back Propagation” para a previsão de compras mensais a fornecedores é uma PME cuja produção é mobiliário de escritório metálico.

Sentimos que a fase de selecção dos parâmetros a escolher para treinar a rede, são fundamentais para aumentar a qualidade dos resultados de previsão da rede.

Após uma profunda análise, seguida de reflexão os parâmetros de base escolhidos foram:

- . O valor de compras no mesmo mês do ano anterior
- .A evolução do produto interno bruto
- .O índice de preços no consumidor
- .A taxa de desemprego

Os três últimos parâmetros tiveram como fonte o Instituto Nacional de Estatística.

Escolhemos estes parâmetros baseados essencialmente na minha experiência de 20 anos de consultoria industrial.

A evolução do número de funcionários nesta empresa em particular teve uma trajectória ascendente até 2007, tendo esse número estagnado a partir daí, poderia também ser um bom parâmetro. Parece-nos ser um bom parâmetro a ser utilizado na aprendizagem da rede, já que se trata de empresa sólida por um lado e “honesta” por outro. Ou seja não vai seguramente aproveitar a “boleia” da crise para reduzir a “força” de trabalho, isto é só o fará se na realidade o mercado a obrigar a isso. Obviamente que tal comportamento só vai majorar a credibilidade do parâmetro número de funcionários.

A evolução do número de máquinas nesta empresa é absolutamente vital para a gestão da mesma. Os gestores desta empresa sempre optaram por investir em tecnologia que em aumentar os recursos humanos. Sempre foi uma empresa que apostou em tecnologia, tendo o número total de máquinas no “lay-out” fabril crescido até aos dias de hoje. Desta forma pareceu-nos um razoável parâmetro a utilizar na aprendizagem da rede, uma vez que se prevê que um incremento neste parâmetro revele expansão no negócio, mas uma estagnação ou diminuição no negócio terão por parte deste parâmetro o mesmo comportamento que é uma estagnação (não aquisição de tecnologia).

A evolução mensal de compras é um bom parâmetro de aprendizagem, uma vez exceptuando a chapa que é adquirida em grandes quantidades quando a gestão entende que o mercado está apeteçível, todas as outras matérias-primas e subsidiárias tem stocks marginais, sendo feitas as compras praticamente quando das necessidades industriais. Logo o histórico evidencia bem a sazonalidade das vendas (por exemplo, desde que a empresa foi constituída, o

mês de Agosto sempre foi o mais fraco em termo de vendas), esta sazonalidade nas vendas é seguida com um ligeiro avanço nas compras, com a excepção da chapa como já se disse. Desta forma pareceu-nos um bom parâmetro para a aprendizagem da rede. Da mesma forma o último trimestre de cada ano, costuma ser um bom período de vendas para a empresa.

A evolução mensal de stock é o parâmetro que mais varia ao longo do tempo, por razões óbvias, ele depende das vendas e das compras entre outros factores. Numa altura em que os mercados se encontram um pouco estagnado em termos de vendas, é de difícil previsão a sua evolução. Desta forma a previsão mensal das vendas parece-nos no entanto, ser um bom parâmetro a utilizar na aprendizagem da rede, embora nos pareça ser o mais difícil de prever pela mesma rede.

No entanto a experiência aponta para a selecção dos seguintes parâmetros:

- .O valor de compras no mesmo mês do ano anterior
- .A evolução do produto interno bruto
- .O índice de preços no consumidor
- .A taxa de desemprego

Estes parâmetros podem ser considerados mais de conjectura económica e por consequência de mercado onde a empresa está inserida, pelo que nos pareceram úteis nos trabalhos a desenvolver.

O Produto Interno Bruto (**PIB**) representa a soma (em valores monetários) de todos os bens e serviços finais produzidos numa determinada região, durante um período determinado (mês, trimestre, ano, etc). O PIB é um dos indicadores mais utilizados na macro economia, com o objectivo de medir a actividade económica de uma região.

Na economia, **taxa de desemprego** representa a percentagem de pessoas capazes de exercer uma profissão e que procuram um emprego remunerado, mas que, por diversas razões, não entram no mercado de trabalho. Também podem estar incluídos na taxa de desemprego, aqueles que exercem trabalhos não remunerados. A taxa de desemprego é o número dos trabalhadores desempregados dividido pela força de trabalho total.

O Índice de Preços no Consumidor considera a variação dos preços, calculado mensalmente, e que toma por base os gastos das famílias.

3.4Resumo e Conclusões

Não foi simples efectuar a selecção dos parâmetros a utilizar, de forma a que a previsão dos montantes das encomendas a fornecedores tivessem valores com erros relativos aceitáveis.

Chegamos, após termos experimentado outras combinações de parâmetros, à conclusão que obtínhamos bons resultados usando os parâmetros (Compras, PIB, IPC e Taxa de

Especificações do módulo de logística

Desemprego) ou (Compras, PIB, IPC e Vendas). O resultado das previsões mensais de compras a fornecedores era de qualidade idêntica para estes 2 grupos de parâmetros.

O aspecto mais preocupante nestas previsões é que aleatoriamente e aconteceu sensivelmente sempre próximo de meio da série de valores, por vezes a previsão “sugere” um valor bastante diferente do valor real.

4 Implementação

Este projecto conforme já foi referido, assenta em tecnologia Java. O módulo de Logística do ERP jDx, foi desde o início da implementação desenvolvido utilizando o IDE da Borland, JBuilder 2006:

Vamos nos próximos parágrafos em termos de análise tecer algumas considerações sobre o módulo de logística e a sua integração no jDx.

No módulo logística, todas as classes começadas por Browser são de CRUD (Create, read, update and delete) de cada tabela associada ao seu nome.

Em cada classe Browser* associamos classes Dial* que permitem parametrizar a informação a trocar com o sistema de gestão de relatórios (iReport), permitem interagir com classes de ajuda (Pesq*), classes estas que permitem variadas formas de acesso à informação e interacção entre elas.

As classes que modelam a estrutura de documentos trocados entre o sistema e o seu ambiente.

As classes EcrRes* permitem-nos apresentar dinamicamente os menus na língua do utilizador.

A classe LoadRelGeral é única para a chamada do iReport.

A classe Repositório permite-nos manter informação acessível a todas as classes do projecto.

Implementação

A classe SqlRes efectua a conversão de “palavras chave” utilizadas nas diferentes classes para o respectivo código SQL.

Classes que modelam tipos de dados (usados nos atributos e operações das classes anteriores)

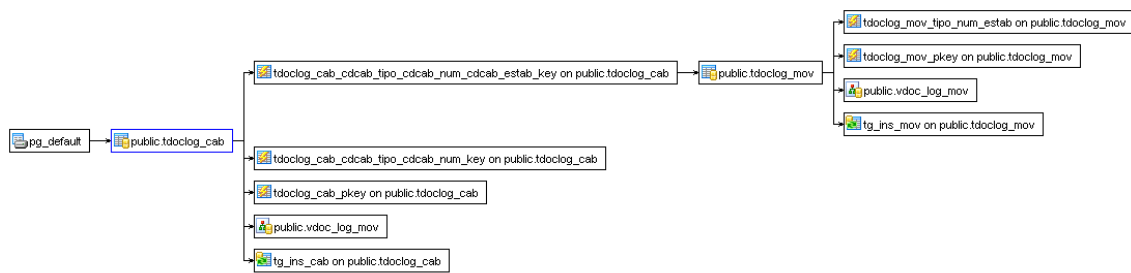


Fig. 28 - Relacionamento entre as tabelas de documentos do módulo logística do projecto jDx

Os requisitos suplementares, também conhecidos por requisitos não funcionais, apresentam-se como um complemento aos requisitos funcionais e têm que ver principalmente com questões como tempos de resposta, segurança, fiabilidade, normas, e outros. Estes requisitos assumem, por vezes, maior relevância que os requisitos funcionais uma vez que os podem inviabilizar, tornando o sistema obsoleto.

Usabilidade

Descrição: A interface do software procurou ser o mais intuitiva possível. Usaram-se interfaces simples, comuns e de fácil interpretação e aprendizagem para utilizadores. O percurso do utilizador foi acompanhado com tópicos de ajuda e mensagens de erro claras e esclarecedoras. A facilidade de configuração do sistema foi também uma aposta tendo em vista esta adaptação ao utilizador.

Prioridade: Essencial

Utilidade

Descrição: Sendo um dos objectivos deste módulo a geração de documentação, esta deverá apresentar-se como uma real mais valia a soluções já existentes, assim este foi pensado de forma a ser um ponto a privilegiar, permitindo a criação de documentação realmente fácil de criar, ler, pesquisar e editar, assumindo características como a boa estruturação, a consistência e a modularidade.

Prioridade: Essencial

Eficiência

Descrição: O sistema deverá ter um tempo de resposta reduzido às acções realizadas pelo Utilizador. Desta forma, sabendo que o software irá ser desenvolvido em java, a qualidade do código produzido foi preponderante para acelerar as tarefas. Outro factor decisivo para atingir este objectivo foi a eficiência do repositório visto que os acessos ao mesmo serão bastante frequentes.

Prioridade: Desejável

Fiabilidade

Descrição: A robustez do software foi o mais apurada possível, evitando perdas/corrupção da informação.

Prioridade: Essencial

Manutenção

Descrição: O sistema foi concebido de maneira a permitir uma fácil manutenção/alteração das funcionalidades que o constituem, bem como a introdução de novas funcionalidades.

Prioridade: Desejável

Portabilidade

Descrição: Relativamente a este aspecto o sistema foi pensado de forma a ser o mais portátil possível, é, pelo menos, compatível com os diversos sistemas operativos que o JVM actualmente suporta.

Prioridade: Desejável

Ao nível das interfaces com o utilizador o sistema fornece ao utilizador um ambiente de interacção bastante intuitiva. O IDE *JBuilder* fornece as ferramentas de trabalho que possibilitarão a criação de máscaras com um bom nível de interactividade com o utilizador que servirão como meio, para o utilizador, inserir informação no repositório e posteriormente a poder explorar/pesquisar. No que diz respeito à GUI (graphical user interface), esta será simples.

Os utilizadores finais do produto serão aqueles que lidam com sistemas de *software*, nas suas diversas fases de desenvolvimento. Tendo em conta que o ERP será uma ferramenta que vai ser utilizada desde o *fiel de armazém*, até ao responsável pela Empresa, vemos que os utilizadores são bastante heterogéneos a todos os níveis, quer em termos de conhecimentos informáticos, quer em termos de conhecimento sobre a organização, quer ainda em termos de formação geral. Razão pela qual teve-se em atenção no desenvolvimento das máscaras de interface com os utilizadores o *utilizador potencial*, de forma a maximizar a sua adaptabilidade.

4.1 A implementação do Módulo Logística

A definição de uma correcta e adequada estrutura lógica de alto nível para a criação de *software* é determinante para o sucesso/longevidade do produto.

No entanto como em qualquer sistema a performance, velocidade, está muito ligada à quantidade de subsistemas utilizados. Ou seja mais subsistemas, implicam mais interfaces, logo há grande probabilidade de termos menor velocidade se usarmos muitos subsistemas. É ainda verdade que mais subsistemas implicariam em princípio mais “peças” de software pelo que a probabilidade de colapso do conjunto parece-nos que iria também aumentar. Sabemos que isto não é consensual.

Mas o cálculo probabilístico também não nos ajuda a “sair” deste impasse pois por exemplo, partindo do princípio que para que exista sucesso num voo seja necessário chegar ao destino com metade dos motores em funcionamento (apenas isto nesta modelização simplista) prova-se que para uma dada gama de valores de probabilidade de falha de motor, um bimotor é mais seguro que um quadrimotor.

Implementação

Por outro lado, embora não tendo nenhum trauma quanto a sistemas distribuídos, mas para sermos intelectualmente honestos, na prática a empresa Dinâmica evita um pouco essa arquitectura.

É no entanto verdade que se eventualmente a Dinâmica quisesse trocar o *PostgreSQL*, por outro DBMS essa permuta seria muito mais fácil de efectuar se o projecto tivesse sido desenvolvido usando 3 camadas (Interface, Lógica de Negócios e Acesso a Dados) resultantes da adaptação do modelo MVC (*Model, View, Controller*), mas o trabalho de desenvolvimento para manter esse modelo seria também maior.

Para finalizar falta tocarmos no aspecto comercial, não é fácil no cliente tipo, da Dinâmica e note-se que são PME's, falar num Servidor Web ou Ficheiros + Servidor para a Camada Lógica de Negócio + Servidor PostgreSQL, mesmo que fisicamente juntássemos os Servidores de Ficheiros com o Servidor PostgreSQL, continuaria a não ser fácil esta aproximação.

Esta abordagem comercial iria “abrir” na melhor das hipóteses um dossier comercial longo e possivelmente “perdedor” para a empresa Dinâmica... Mas a nós técnicos cabe-nos continuar a apoiar os clientes na busca das melhores decisões técnicas e economicamente viáveis.

Como pensamos ter deixado claro, foram esta panóplia de princípios empírico/históricos que nos levaram a realmente só termos 2 camadas (Interface / Acesso aos Dados). O que podemos afirmar é que no próximo projecto de software em que haja viabilidade e autonomia, reformularemos os nossos procedimentos de forma a tornar o produto mais independente das ferramentas utilizadas ou seja usaremos mais camadas pois ao que conseguimos apurar a quantificação desse número a 3 não é consensual.

4.1.1 Arquitectura lógica

Uma perspectiva geral da decomposição horizontal e vertical do módulo comercial do jDx pode ser a seguinte:

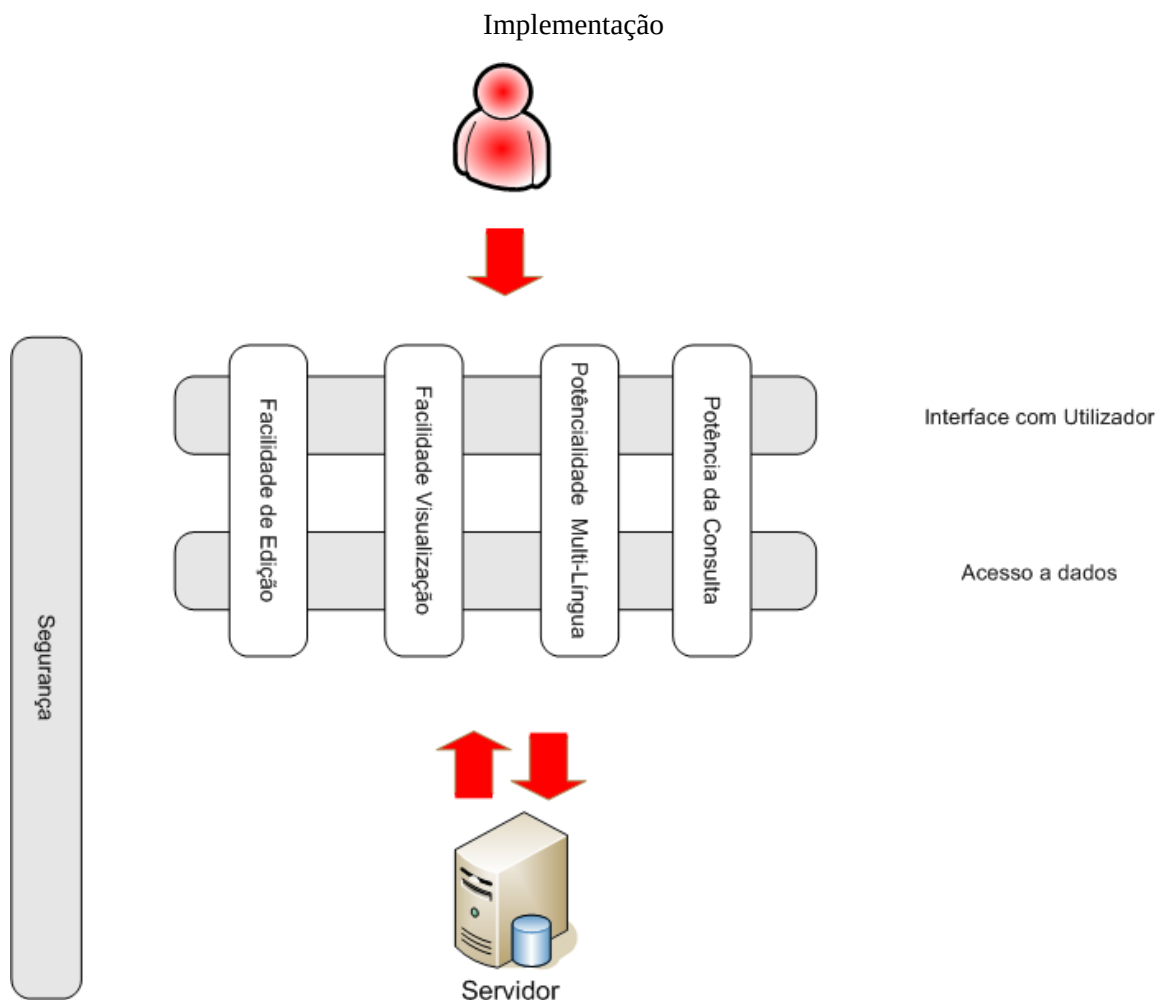


Fig. 29 - Arquitectura lógica do módulo comercial do jDx

A definição de uma arquitectura horizontal pode condicionar decisivamente a qualidade de um produto de *software*. Vários problemas podem ocorrer se uma aplicação misturar código de acesso a dados, lógica de negócio e apresentação, sendo que, estes tipos de aplicações são normalmente difíceis de manter devido à interdependência entre componentes. Actualmente, no desenvolvimento de interfaces, e mesmo de aplicações completas, um dos modelos mais utilizados é o MVC. No entanto neste projecto utilizamos uma divisão em 2 camadas, como já foi dito, também “levados” pela ferramenta JBuilder, é bom que se diga, não foi uma decisão unilateral do projectista. Quando referimos “levados” pelo JBuilder referimo-nos essencialmente no tocante à utilização das classes/ferramentas para trabalhar a interface gráfica com o utilizador específicas da Borland que nos “ajudaram” a cair nesta arquitectura.

Na implementação do jDx procurou-se encontrar para cada camada a tecnologia que melhor se adequasse aos objectivos em vista. Claro que, existiu uma tecnologia que se apresentou transversal a praticamente todos os módulos, que foi o JBuilder que é usado essencialmente na camada de apresentação. Na camada de acesso aos dados, será utilizado o iReport para o acesso aos dados e o DBMS PostgreSQL para o armazenamento/gestão desses mesmos dados.

Concretizando e pormenorizando, poderá traduzir-se no seguinte esquema:

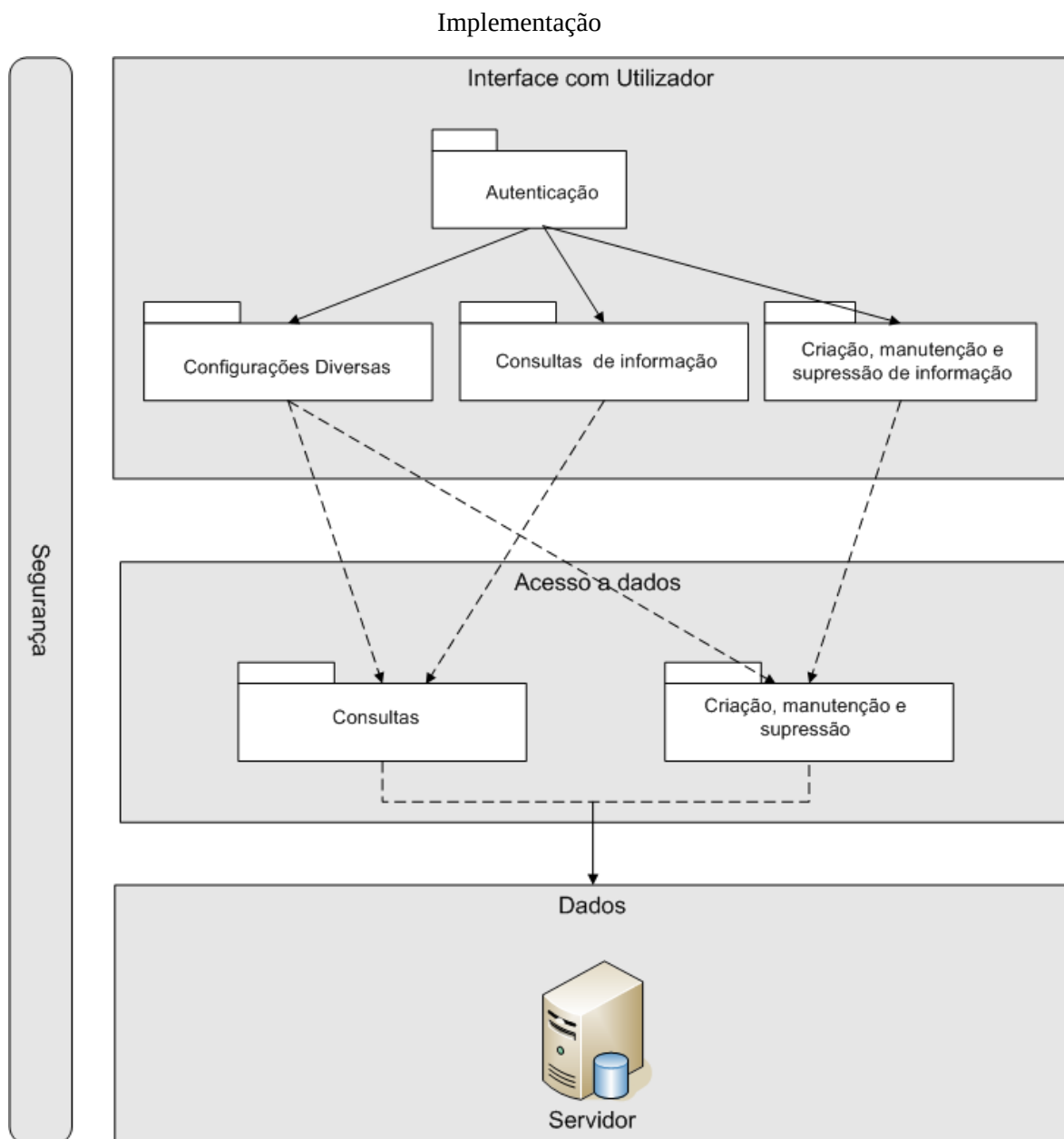


Fig. 30 - Perspectiva geral do jDx

No módulo comercial do jDx foram levadas bastante a sério as seguinte funcionalidades:

- Funcionalidade de Edição;
- Funcionalidade de Visualização;
- Funcionalidade de Multi-Língua;
- Potência da Consulta.

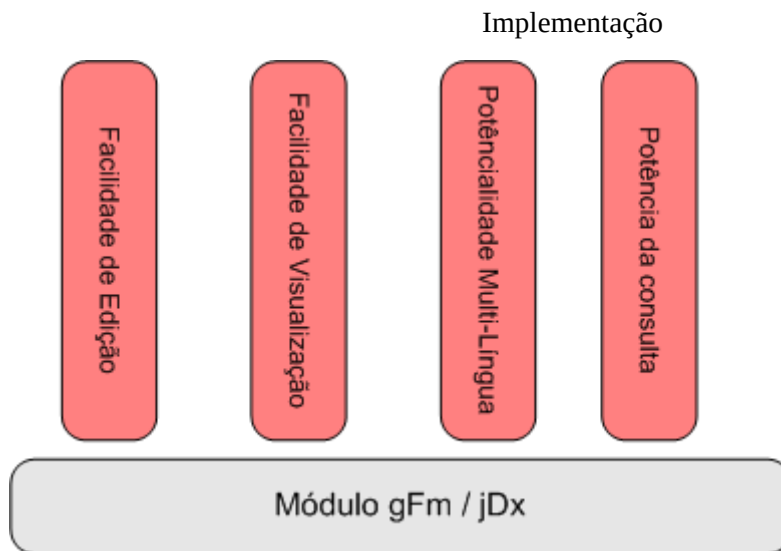


Fig. 31 - Algumas funcionalidades do módulo de logística do jDx

4.1.2 Arquitetura física

4.1.2.1 Modelo

O sistema a desenvolver trata-se de um sistema distribuído em que existe um servidor, o repositório, que fornecerá e receberá dados de diversos clientes. Assim, estamos perante uma arquitetura física segundo o modelo cliente-servidor:

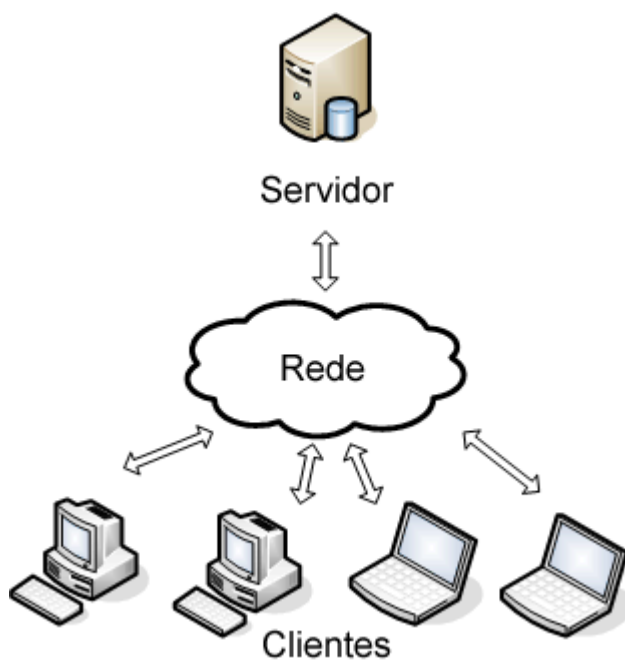


Fig. 32 - Modelo de Arquitetura física do jDx

4.1.2.2 Arquitectura

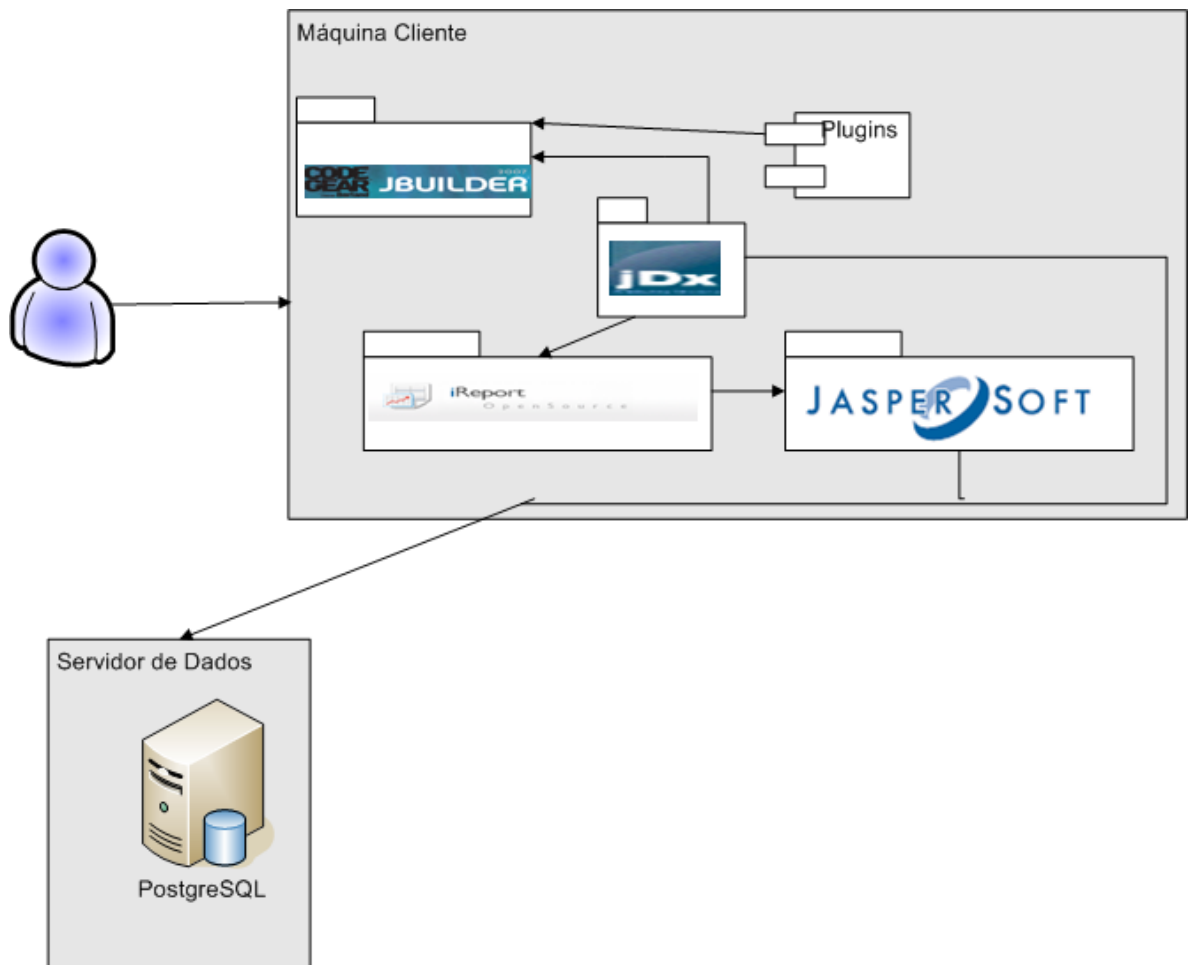


Fig. 33 - Arquitectura do jDx

4.1.2.3 Máquina Cliente

O acesso à informação produzida pelo **jDx**, possibilita as seguintes funcionalidades:

- Funcionalidades de autenticação;
- Restantes requisitos funcionais.

4.1.2.4 Servidor de dados

Trata-se de um servidor de dados, utiliza o SGBD *PostgreSql*.

4.1.3 Principais decisões de projecto

O desenvolvimento de aplicações apresenta-se maioritariamente como um processo bastante repetitivo. Assim torna-se importante definir um conjunto de características gerais que se verificam nos diversos aspectos da aplicação. O conjunto destas decisões permite, assim,

agilizar o processo de integração de diversas funcionalidades de um mesmo módulo e inclusivamente com módulos externos, como acontece no projecto global (ERP) que se desenvolveu

No tocante ao módulo de logística do jDx as principais decisões de projecto foram:

1 - Independência do idioma: neste momento o que está projectado e implementado é em função da autenticação ser automaticamente escolhido o idioma a utilizar pela aplicação.

2 - Impressão/Visualização: Garantir que tudo o que é passível de ser impresso seja também “visualizável” no ecrã. Esta pode parecer uma decisão estranha, mas trata-se de uma luta antiga, pois ainda hoje muitos dos utilizadores típicos arranjam todos os pretextos e mais algum para “imprimirem” a maioria das vezes sem haver necessidade.

3 - Erros: Actualmente a linguagem de desenvolvimento adoptada, o Java, tal como muitas outras linguagens orientadas a objectos, permitem o tratamento de erros através do uso de excepções. Assim, este será maioritariamente o mecanismo de processamento de erros do sistema. A forma de apresentação destes erros ao utilizador será, maioritariamente, através do recurso a janelas de diálogo especialmente concebidas para o efeito e disponibilizadas pela plataforma de desenvolvimento. As mensagens serão o mais adequadas possível às situações, fornecendo ao utilizador uma clara ideia do tipo de erro que acabou de surgir e, eventualmente, de como o corrigir.

4.1.4 As tecnologias

As tecnologias escolhidas poderão condicionar totalmente a qualidade e o tempo de desenvolvimento do produto de *software* a desenvolver. Assim uma boa escolha das mesmas será de bastante importância e assume um carácter decisivo. As principais tecnologias a ser utilizadas serão:

4.1.4.1 Java

Quando estudamos a tecnologia Java houve uma situação, aparentemente pouco importante, mas que foi fundamental para nos “convencer”, a alegada origem da linguagem. Reza então a história que os técnicos da Sun tinham em mãos um projecto que era implementar software de controlo para chips que seriam assemblados em máquinas de lavar a roupa ou loiça. Claro que, não era seguramente uma tarefa crítica, mas seria difícil explicar uma falha devido a causas imputáveis ao software. Os engenheiros da Sun atacaram o problema com as ferramentas que dominavam ou seja no caso deles “à la C”, os resultados não foram animadores, pensamos que em grande parte devido à complexa gestão de memória do C foi necessário criar algo mais simples, mas ao mesmo tempo bastante robusto e assim nasceu o Java. Depois a Web deu uma ajudinha, grande, e chegou o estágio de estrelato que hoje conhecemos.

Foi esta procura de robustez empírica que muito nos agradou na génese do Java. Este processo fez-nos ainda lembrar, um projecto que tínhamos realizado poucos anos antes. A inovação significativa do nosso circuito de gestão de produção que de uma gestão orientada ao código de barras tinha passado para uma gestão orientada à “memória dinâmica” (sem papeis). Este *upgrade*, do qual ainda hoje nos orgulhamos, usava as estruturas de dados e gestão de

memória possibilitadas pelo trinómio TwinServer (Sistema Operativo) / Abal(Linguagem de 3 Geração) / Dialogue3(SGBD) –, já referido teve um resultado bastante interessante.

Com isto apenas queremos apenas dizer que em ambientes industriais e comerciais o Java não vai seguramente causar problemas à Dinâmica.

A linguagem Java é uma linguagem orientada a objectos, desenvolvida para ser compilada para *bytecode's*, interpretados em *runtime*. É uma linguagem proprietária, mas apesar disso a Sun (sua titular), disponibiliza a maioria das suas implementações livres de custo.

4.1.4.2 JBuilder

Embora isso já tivesse sido referido, a decisão de utilizar o JBuilder foi tomada em Janeiro de 2005, pela Dinâmica essencialmente porque:

Pesquisando a informação disponível à data e recorrendo à colaboração de pessoas de reconhecido mérito na área da informática, a empresa chegou à conclusão que para cumprir os seus 2 grandes objectivos que eram:

- desenvolver uma aplicação independente (o mais possível...) da plataforma - o sistema operativo -.

- arranjar uma ferramenta que lhe permitisse optimizar interface gráfico com o utilizador pois era a sua maior lacuna na altura.

A melhor solução seria JBuilder. Claro que se fosse hoje certamente seria diferente...

4.1.4.3 PostgreSQL

PostgreSQL é o DBMS objecto-relacional, *open source*, realmente gratuito mas não deixando de ser por isso uma solução fiável ao nível das aplicações Industriais/Comerciais.

De entre as funcionalidades disponíveis, são de realçar as seguintes:

Execução de funções no código do próprio servidor, escritas em diversas linguagens;

PL/pgSQL, linguagem nativa do postgresQL;

C/C++ ou Java;

Definição de *triggers* sobre tabelas;

Gestão de acessos concorrentes;

Variadíssimos tipos de dados;

Criação de objectos definidos pelo utilizador;

Herança de atributos duma tabela pai, para uma tabela filha;

Transacções;

Foram essencialmente os aspectos gratuidade e fiabilidade aliado a já estar no mercado à muito tempo e com boas indicações em fóruns que estiveram na base da nossa escolha. O facto de ser *opensource* não nos trás qualquer tipo de constrangimento.

4.1.4.4 Jasper Report

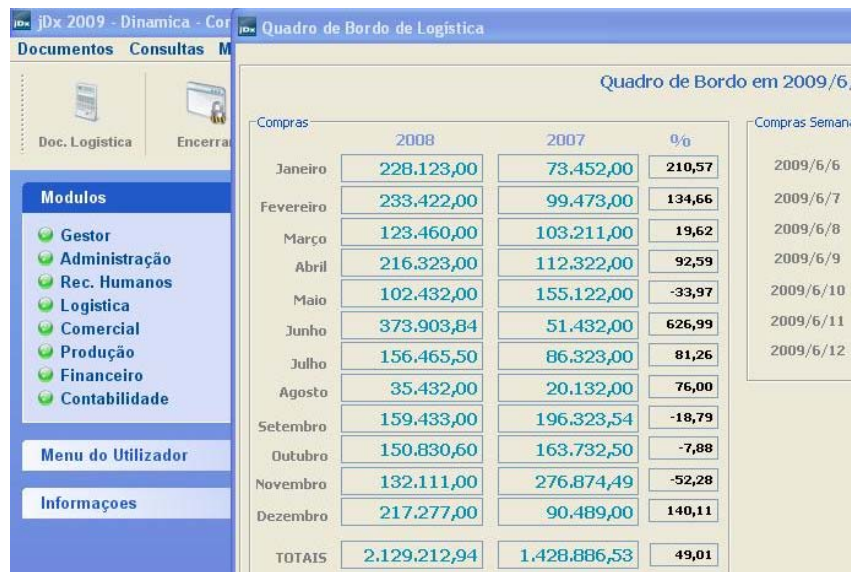
É no fundo o motor que vai fazer a ligação do iReport ao PostgreSQL. Na sua classe em termos gratuitos pareceu-nos a melhor opção.

4.1.4.5 iReport

É um editor de formulários, gratuito que trabalha muito bem com o Jasper Report. Logo após a escolha do Jasper Report a do iReport é de alguma forma natural.

4.2 A implementação do quadro de Bordo

A selecção da classe Quadro de Bordo para exemplificar a implementação, parece-nos pertinente já que serve de teste para muitas classes que vão sendo desenvolvidas no ERP jDx, tais como classes do módulo financeiro, módulo Comercial e módulo de Logística.



Quadro de Bordo em 2009/6,			
Compras	2008	2007	%
Janeiro	228.123,00	73.452,00	210,57
Fevereiro	233.422,00	99.473,00	134,66
Março	123.460,00	103.211,00	19,62
Abril	216.323,00	112.322,00	92,59
Maio	102.432,00	155.122,00	-33,97
Junho	373.903,84	51.432,00	626,99
Julho	156.465,50	86.323,00	81,26
Agosto	35.432,00	20.132,00	76,00
Setembro	159.433,00	196.323,54	-18,79
Outubro	150.830,60	163.732,50	-7,88
Novembro	132.111,00	276.874,49	-52,28
Dezembro	217.277,00	90.489,00	140,11
TOTAIS	2.129.212,94	1.428.886,53	49,01

Fig 34 – A chamada da classe “BrowserQuadroBordo”

Como qualquer classe desenvolvida ou a desenvolver no ERP jDx, esta classe é multi-idioma, situação que é parametrizada pelo utilizador:



	LOGIN	PASSWORD	NOME	DEPARTAMENTO	GRUPO	LINGUA
1	carl		Carlos		SUPER	pt
2	joao		Joao		SUPER	en
3	jose		Jose		ADMINISTRATIVOS	pt

Fig 35 – A gestão de utilizadores

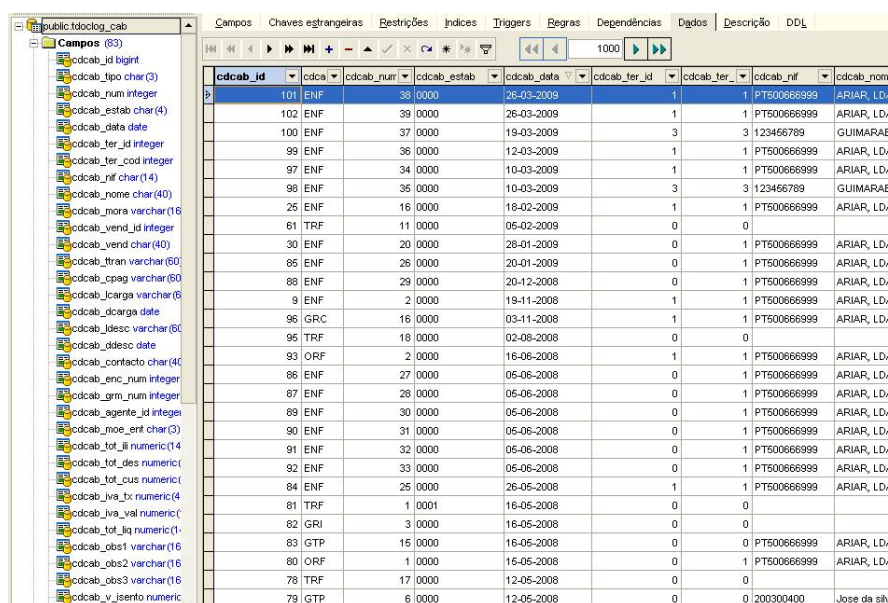
Consoante o idioma do utilizador, será utilizada uma classe de tradução “EcrRes_”+idioma, conforme exemplo :

Implementação

Todas as chamadas à base de dados utilizam a classe “SqlRes”, que utiliza SQL para abordar os ficheiros ou vistas necessárias:

Desta forma conseguimos que o código necessário para cada classe seja reduzido, nomeadamente o da classe “BrowserQuadroBordo”

Os tipo de documentos a tratar são feitos de uma forma dinâmica, aproveitando as características do Java :



The screenshot shows a PostgreSQL database interface. On the left, a tree view displays the database structure, including a table named 'cdcab' with various fields like 'cdcab_id', 'cdcab_tipo', 'cdcab_num', 'cdcab_estab', 'cdcab_data', 'cdcab_ter_id', 'cdcab_ter_cod', 'cdcab_ter_nom', 'cdcab_nome', 'cdcab_mora', 'cdcab_vend_id', 'cdcab_vend_char', 'cdcab_tran', 'cdcab_cpag', 'cdcab_larga', 'cdcab_darga', 'cdcab_desc', 'cdcab_desc_date', 'cdcab_contacto', 'cdcab_enc_num', 'cdcab_gm_num', 'cdcab_agente_id', 'cdcab_moe_ent', 'cdcab_tot_li', 'cdcab_tot_des', 'cdcab_tot_cus', 'cdcab_jva_tx', 'cdcab_jva_val', 'cdcab_tot_liq', 'cdcab_obs1', 'cdcab_obs2', 'cdcab_obs3', and 'cdcab_v_sento'. The main window displays a table with columns: 'cdcab_id', 'cdcab_tipo', 'cdcab_num', 'cdcab_estab', 'cdcab_data', 'cdcab_ter_id', 'cdcab_ter_cod', 'cdcab_ter_nom', and 'cdcab_nome'. The table contains 20 rows of data, including records for 'ARIAR, LD', 'GUIMARAE', and 'Jose da silv'.

Fig 36 – Registos a tratar no PostgreSQL

Fica assim facilitado o cálculo mensal das compras dos anos pretendidos.

4.3 Previsão de Compras a Fornecedores com “Back Propagation”

A previsão de compras a fornecedores, utilizando o método de redes neuronais “Back Propagation”, para os doze meses do ano seguinte, utilizando quatro anos de histórico (quarenta e oito meses), foi sub dividido em quatro fases.

Foi utilizada a classe Back Propagation, e as classes e BP4COM_VENDAS e BP4COMPRAS para chamada e testes com quatro parâmetros.

Obtiveram-se os seguintes resultados:

Foram utilizados, como já se disse, quatro parâmetros, ou seja quatro nós na camada de entrada, três nós na camada escondida e o nó de saída e inicialmente.

bpn: learning Rate=0.5

theta=0.0

elasticity=1.0

calmingRate=1.0

Implementação

momentum=0.1

elasticityRate=0.0

Tal como já foi referido, pensamos que as simulações são credíveis. Em primeiro lugar porque os dados utilizados na aprendizagem foram-nos fornecidos pela Dinâmica e pertencem a um cliente desta, depois foram efectuadas cerca de 100 simulações para cada um dos dois conjuntos de 4 parâmetros (Compras, PIB, IPC-Índice de Preços no Consumidor- e Taxa de Desemprego) e (Compras, PIB, IPC e Vendas). Foram escolhidos estes conjuntos de parâmetros, pois foram os que “melhor se comportaram” entre os ensaiados como já se disse.

Em termos de comentários aos resultados obtidos, gostaríamos de indicar que a única ocorrência negativa digna de registo é que ocorreram simulações em que sensivelmente a meio da serie ou seja nos meses de Junho, Julho ocorreram previsões com um erro relativo na casa de 100% nesse mês, estando todos os outros meses com um erro relativo < 3%.

No entanto se fosse efectuada uma nova simulação já conseguíamos previsões para os 12 meses < 3 %.

Os especialistas costumam justificar estas situações como podendo estar relacionadas com a eventual existência de um valor atípico, ou podendo ainda significar que os dados de entrada não são os melhores, ou que a estrutura da rede deveria ser outra (por exemplo, se existir sazonalidade poder-se-á usar uma rede para o Verão e outra para o Inverno).

Relativamente à questão da existência de um valor atípico, podemos dizer que eventualmente na zona onde aleatoriamente se detecta a “falha” mais acentuada na previsão de certa forma termos um valor atípico, isto é, o valor das compras a fornecedores em Agosto, isto independentemente do ano em causa, é extremamente diminuto quando comparado com os outros meses.

Questionar a qualidade dos dados parece-nos não ser um caminho correcto pois a Dinâmica é uma empresa credível e já trabalha com este cliente à uma década.

Segmentar a rede devido a questões sazonais também não nos parece um comportamento adequado.

Concluindo, talvez o problema encontrado na previsão esteja relacionado com o facto de Agosto ter fornecimentos muito mais baixos que os outros meses.

Gostaríamos no entanto de dizer que não ocorrem, problemas nas previsões na entrada e/ou saída da série, situações que por vezes ocorrem quando se usa esta metodologia.

Pedindo desde já desculpa ao leitor, vamos agora apresentar de “rajada” algumas dessas simulações para se entender melhor que realmente estamos a falar de simulações credíveis.

Implementação

Seguidamente vamos ver para a classe BP4COMPRAS e para vários valores de Momentum e Learning Rate os valores previsionais, mensais, para 2008, das compras a fornecedores. Primeiro um quadro resumo e depois os valores detalhados

Análises_2008_COMPRAS_PIB_IPC_TXDESEMP								
	A	B	C	D	E	F	G	H
2	(COMPRAS / PIB / IPC / Taxa de Desemprego)							
3	Nº de iterações de aprendizagem da rede = 500000							
4	Nº Elementos do Conjunto de Treino = 48							
5	Nº Elementos do Conjunto de Teste = 12							
6			Learning Rate	0,5	0,6	0,7	0,8	
7		Momentum						
8	ERRO MÉDIO	0,1		1,147	30,978	31,108	1,514	Mínimo
9		0,2		0,659	30,010	0,715	30,857	0,515
10		ABSOLUTO	0,3		0,698	1,344	1,386	0,515
11	(milhares de euros)	0,4		2,821	1,562	0,565	34,127	34,127
12								
13			Learning Rate	0,5	0,6	0,7	0,8	
14		Momentum						
15	ERRO MÉDIO	0,1		0,791	8,430	8,510	0,991	Mínimo
16		0,2		0,635	8,178	0,523	8,486	0,461
17		(%)	0,3		0,896	1,017	0,886	0,461
18		0,4		2,530	1,082	0,555	10,707	10,707
19								
20			Learning Rate	0,5	0,6	0,7	0,8	
21		Momentum						
22	ERRO MÁXIMO	0,1		2,727	367,046	369,520	8,840	Mínimo
23		0,2		1,514	355,833	1,640	363,759	1,514
24		ABSOLUTO	0,3		2,567	3,428	3,363	1,602
25	(milhares de euros)	0,4		11,949	3,211	1,713	369,505	369,520
26								
27			Learning Rate	0,5	0,6	0,7	0,8	
28		Momentum						
29	ERRO MÁXIMO	0,1		1,934	98,404	99,067	4,093	Mínimo
30		0,2		4,011	95,398	1,706	97,523	1,706
31		(%)	0,3		7,334	3,283	2,343	2,434
32		0,4		8,411	2,309	3,480	99,063	99,067
33								
34			Learning Rate	0,5	0,6	0,7	0,8	
35		Momentum						
36	ERRO MÉDIO	0,1		0,00374	0,00323	0,00255	0,00225	Mínimo
37		0,2		0,00355	0,00375	0,00355	0,00345	0,00225
38		QUADRÁTICO	0,3		0,00366	0,00299	0,00372	0,00324
39		0,4		0,00378	0,00330	0,00321	0,00372	0,00378
40			Learning Rate	0,5	0,6	0,7	0,8	

Fig 37 – Quadro resumo erros classe BP4COMPRAS

Previsões Compras Mensais Ano 2008 - 4 Parâmetros - Back Propagation					
2	(COMPRAS / PIB / IPC / Taxa de Desemprego)				
3	Nº de iterações de aprendizagem da rede = 500000				
4	Momentum = 0.1				
5	Learning Rate = 0.5				
6	Nº Elementos do Conjunto de Treino = 48				
7	Nº Elementos do Conjunto de Teste = 12				
8	Compras Reais	Compras Reais (Milhares Euros)	Previsão de Compras (Milhares Euros)	Si - Vi	Si - Vi / Si
9					
10	Janeiro de 2008	228	229,114	1,114	0,489%
11	Fevereiro de 2008	233	235,010	2,010	0,863%
12	Março de 2008	123	125,379	2,379	1,934%
13	Abril de 2008	216	215,491	0,509	0,236%
14	Maio de 2008	102	101,996	0,004	0,004%
15	Junho de 2008	373	373,271	0,271	0,073%
16	Julho de 2008	156	158,727	2,727	1,748%
17	Agosto de 2008	35	35,571	0,571	1,631%
18	Setembro de 2008	159	160,939	1,939	1,219%
19	Outubro de 2008	150	150,939	0,939	0,626%
20	Novembro de 2008	132	132,236	0,236	0,179%
21	Dezembro de 2008	217	218,069	1,069	0,493%

Implementação

Fig 38– Quadro dados BP4COMPRAS Momentum 0.1 Learning Rate 0.5

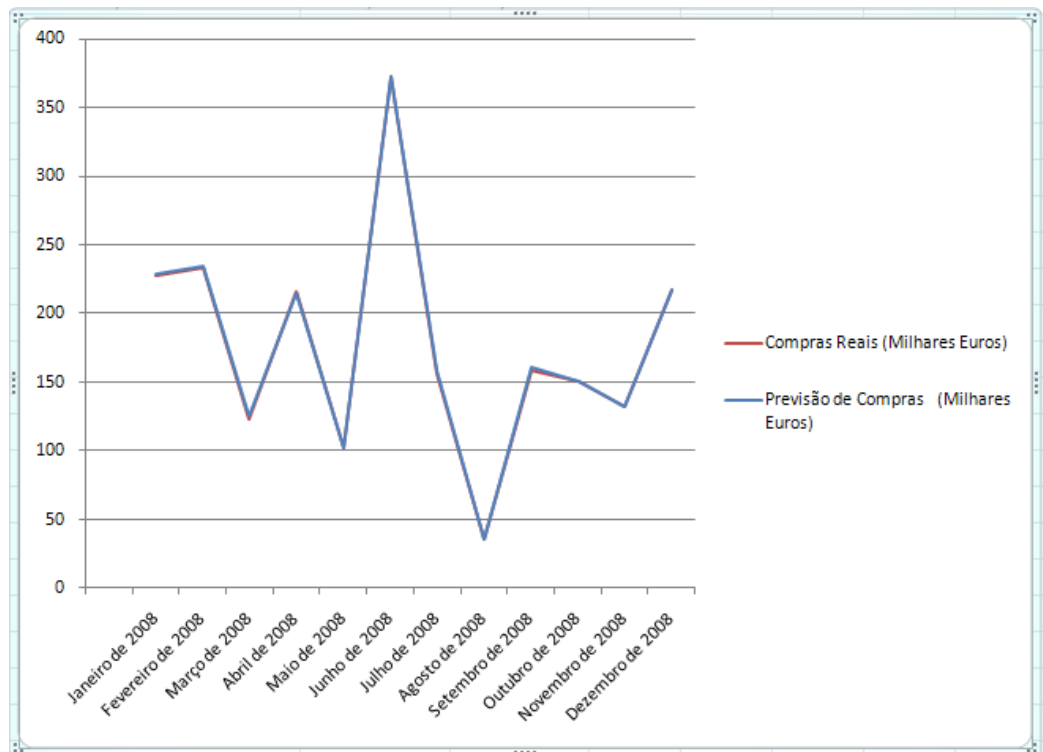


Fig 39 – Gráfico BP4COMPRAS Momentum 0.1 Learning Rate 0.5

	A	B	C	D	E	F	G
1	Previsões Compras Mensais Ano 2008 - 4 Parâmetros - Back Propagation						
2	(COMPRAS / PIB / IPC / Taxa de Desemprego)						
3	Nº de iterações de aprendizagem da rede = 500000						
4	Momentum = 0.2						
5	Learning Rate = 0.5						
6	Nº Elementos do Conjunto de Treino = 48						
7	Nº Elementos do Conjunto de Teste = 12						
8		Compras Reais		Compras Reais (Milhares Euros)	Previsão de Compras (Milhares Euros)	Si - Vi	Si - Vi / Si
9							
10		Janeiro de 2008		228	229,514	1,514	0,664%
11		Fevereiro de 2008		233	231,835	1,165	0,500%
12		Março de 2008		123	123,816	0,816	0,663%
13		Abril de 2008		216	214,908	1,092	0,506%
14		Maio de 2008		102	101,863	0,137	0,134%
15		Junho de 2008		373	373,049	0,049	0,013%
16		Julho de 2008		156	156,295	0,295	0,189%
17		Agosto de 2008		35	36,404	1,404	4,011%
18		Setembro de 2008		159	159,032	0,032	0,020%
19		Outubro de 2008		150	150,361	0,361	0,241%
20		Novembro de 2008		132	132,674	0,674	0,511%
21		Dezembro de 2008		217	216,634	0,366	0,169%

Fig 40 – Quadro dados BP4COMPRAS Momentum 0.2 Learning Rate 0.5

Implementação

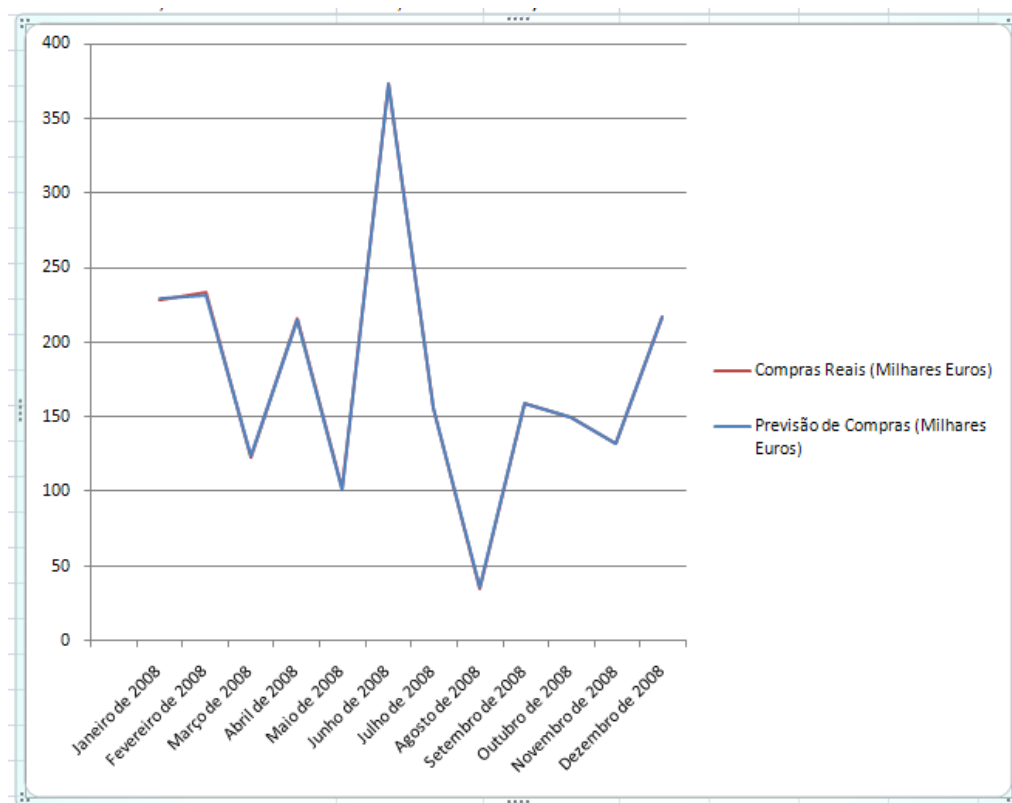


Fig 41 – Gráfico BP4COMPRAS Momentum 0.2 Learning Rate 0.5

	A	B	C	D	E	F	G
1	Previsões Compras Mensais Ano 2008 - 4 Parâmetros - Back Propagation						
2	(COMPRAS / PIB / IPC / Taxa de Desemprego)						
3	Nº de iterações de aprendizagem da rede = 500000						
4	Momentum = 0.3						
5	Learning Rate = 0.5						
6	Nº Elementos do Conjunto de Treino = 48						
7	Nº Elementos do Conjunto de Teste = 12						
8	Compras Reais		Compras Reais (Milhares Euros)	Previsão de Compras (Milhares Euros)	Si - Vi	Si - Vi / Si	
9							
10	Janeiro de 2008		228	228,734	0,734	0,322%	
11	Fevereiro de 2008		233	234,600	1,600	0,687%	
12	Março de 2008		123	124,157	1,157	0,941%	
13	Abril de 2008		216	215,748	0,252	0,117%	
14	Maio de 2008		102	101,768	0,232	0,227%	
15	Junho de 2008		373	373,153	0,153	0,041%	
16	Julho de 2008		156	156,479	0,479	0,307%	
17	Agosto de 2008		35	37,567	2,567	7,334%	
18	Setembro de 2008		159	159,387	0,387	0,243%	
19	Outubro de 2008		150	149,881	0,119	0,079%	
20	Novembro de 2008		132	132,454	0,454	0,344%	
21	Dezembro de 2008		217	217,245	0,245	0,113%	

Fig 42 – Quadro dados BP4COMPRAS Momentum 0.3 Learning Rate 0.5

Implementação

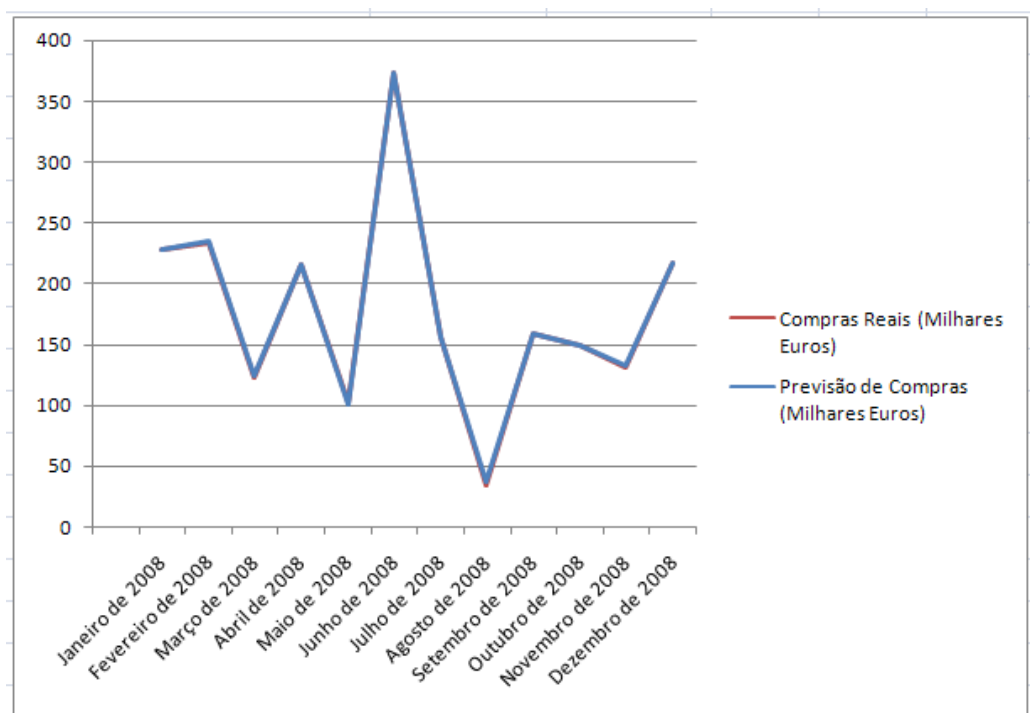


Fig 43– Gráfico BP4COMPRAS Momentum 0.3 Learning Rate 0.5

	A	B	C	D	E	F	G
1	Previsões Compras Mensais Ano 2008 - 4 Parâmetros - Back Propagation						
2	(COMPRAS / PIB / IPC / Taxa de Desemprego)						
3	Nº de iterações de aprendizagem da rede = 500000						
4	Momentum = 0.4						
5	Learning Rate = 0.5						
6	Nº Elementos do Conjunto de Treino = 48						
7	Nº Elementos do Conjunto de Teste = 12						
8	Compras Reais		Compras Reais (Milhares Euros)	Previsão de Compras (Milhares Euros)	 Si - Vi 	 Si - Vi / Si	
9							
10	Janeiro de 2008		228	226,777	1,223	0,536%	
11	Fevereiro de 2008		233	230,582	2,418	1,038%	
12	Março de 2008		123	118,834	4,166	3,387%	
13	Abril de 2008		216	216,588	0,588	0,272%	
14	Maio de 2008		102	96,300	5,700	5,588%	
15	Junho de 2008		373	373,232	0,232	0,062%	
16	Julho de 2008		156	155,366	0,634	0,406%	
17	Agosto de 2008		35	37,944	2,944	8,411%	
18	Setembro de 2008		159	158,299	0,701	0,441%	
19	Outubro de 2008		150	138,051	11,949	7,966%	
20	Novembro de 2008		132	129,535	2,465	1,867%	
21	Dezembro de 2008		217	216,170	0,830	0,382%	

Fig 44 – Quadro dados BP4COMPRAS Momentum 0.4 Learning Rate 0.5

Implementação

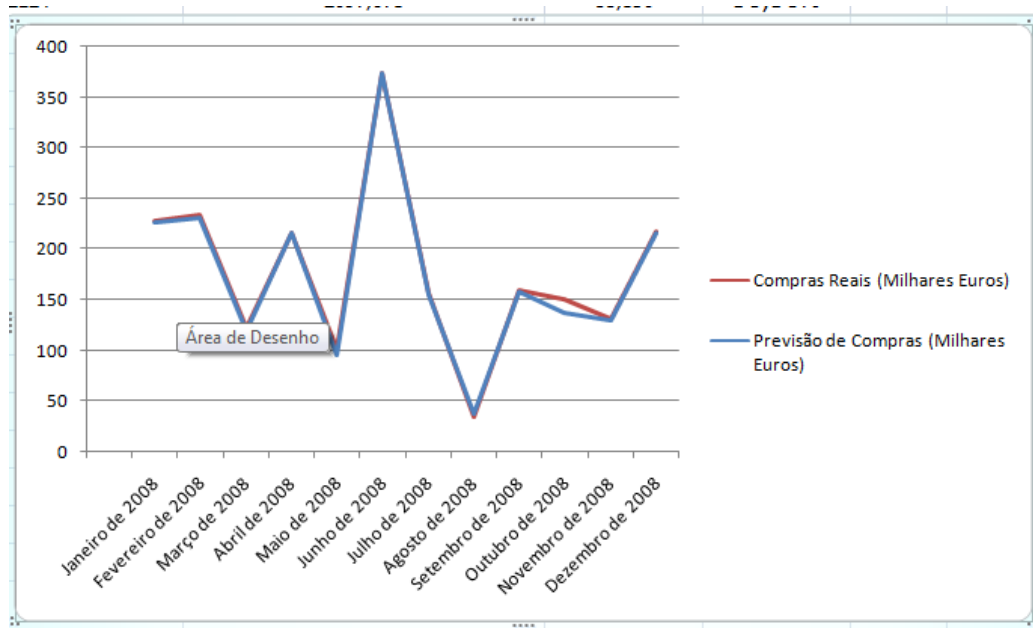


Fig 45 – Gráfico BP4COMPRAS Momentum 0.4 Learning Rate 0.5

Previsões Compras Mensais Ano 2008 - 4 Parâmetros - Back Propagation					
1					
2	(COMPRAS / PIB / IPC / Taxa de Desemprego)				
3	Nº de iterações de aprendizagem da rede = 500000				
4	Momentum = 0.1 (fazer 0.1, 0.2, 0.3 e 0.4)				
5	Learning Rate = 0.6 (fazer 0.5, 0.6, 0.7 e 0.8)				
6	Nº Elementos do Conjunto de Treino = 48				
7	Nº Elementos do Conjunto de Teste = 12				
8	Compras Reais	Compras Reais (Milhares Euros)	Previsão de Compras (Milhares Euros)	Si - Vi	Si - Vi / Si
9					
10	Janeiro de 2008	228	228,887	0,887	0,389%
11	Fevereiro de 2008	233	233,980	0,980	0,421%
12	Março de 2008	123	123,040	0,040	0,033%
13	Abril de 2008	216	216,286	0,286	0,132%
14	Maio de 2008	102	101,622	0,378	0,371%
15	Junho de 2008	373	5,954	367,046	98,404%
16	Julho de 2008	156	155,852	0,148	0,095%
17	Agosto de 2008	35	34,958	0,042	0,120%
18	Setembro de 2008	159	159,759	0,759	0,477%
19	Outubro de 2008	150	150,062	0,062	0,041%
20	Novembro de 2008	132	132,554	0,554	0,420%
21	Dezembro de 2008	217	216,444	0,556	0,256%

Fig 46 – Quadro dados BP4COMPRAS Momentum 0.1 Learning Rate 0.6

Implementação

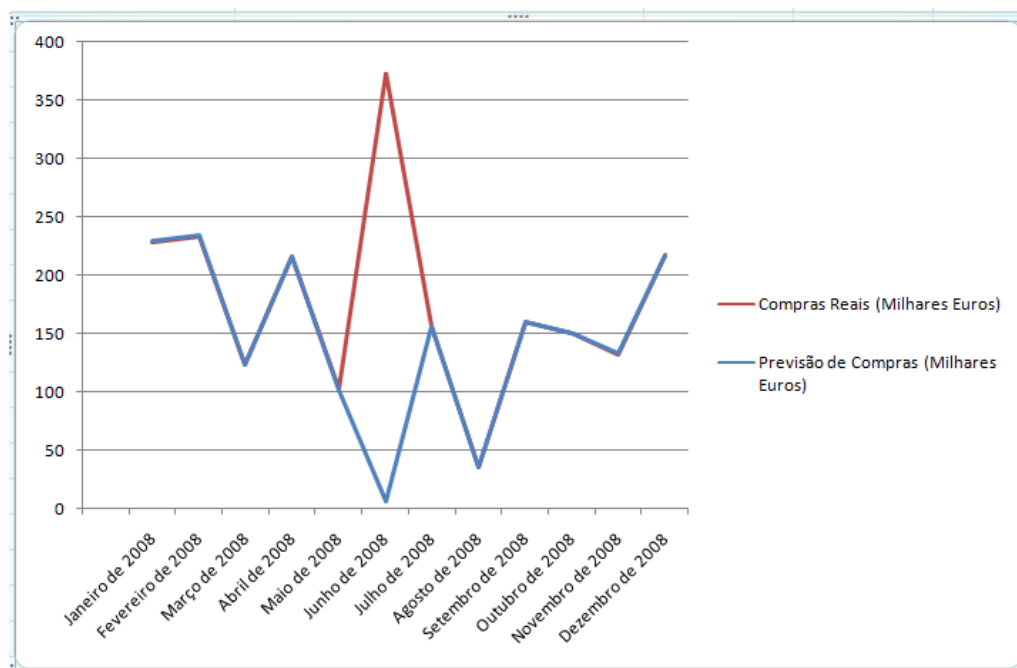


Fig 47 – Gráfico BP4COMPRAS Momentum 0.1 Learning Rate 0.6

	A	B	C	D	E	F	G
1	Previsões Vendas Mensais Ano 2008 - 4 Parâmetros - Back Propagation						
2	(Nº de Funcionários / PIB / IPC / Taxa de Desemprego)						
3	Nº de iterações de aprendizagem da rede = 500000						
4	Momentum = 0.2 (fazer 0.1, 0.2, 0.3 e 0.4)						
5	Learning Rate = 0.6 (fazer 0.5, 0.6, 0.7 e 0.8)						
6	Nº Elementos do Conjunto de Treino = 48						
7	Nº Elementos do Conjunto de Teste = 12						
8		Vendas Reais	Compras Reais (Milhares Euros)	Previsão de Compras (Milhares Euros)	 Si - Vi 	 Si - Vi / Si	
9							
10		Janeiro de 2008	228	227,688	0,312	0,137%	
11		Fevereiro de 2008	233	232,338	0,662	0,284%	
12		Março de 2008	123	122,658	0,342	0,278%	
13		Abril de 2008	216	216,694	0,694	0,321%	
14		Maio de 2008	102	101,624	0,376	0,369%	
15		Junho de 2008	373	17,167	355,833	95,398%	
16		Julho de 2008	156	155,562	0,438	0,281%	
17		Agosto de 2008	35	34,906	0,094	0,269%	
18		Setembro de 2008	159	158,932	0,068	0,043%	
19		Outubro de 2008	150	149,609	0,391	0,261%	
20		Novembro de 2008	132	132,266	0,266	0,202%	
21		Dezembro de 2008	217	216,351	0,649	0,299%	

Fig 48 – Quadro dados BP4COMPRAS Momentum 0.2 Learning Rate 0.6

Implementação

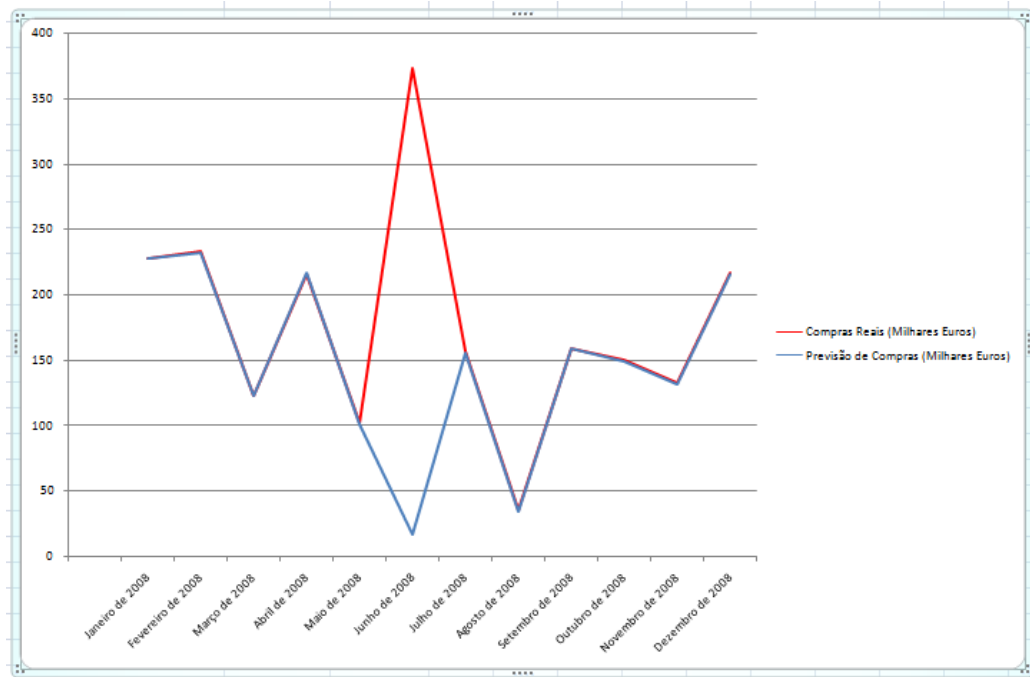


Fig 49 – Gráfico BP4COMPRAS Momentum 0.2 Learning Rate 0.6

1	Previsões Compras Mensais Ano 2008 - 4 Parâmetros - Back Propagation				
2	(COMPRAS / PIB / IPC / Taxa de Desemprego)				
3	Nº de iterações de aprendizagem da rede = 500000				
4	Momentum = 0.3				
5	Learning Rate = 0.6				
6	Nº Elementos do Conjunto de Treino = 48				
7	Nº Elementos do Conjunto de Teste = 12				
8	Compras Reais	Compras Reais (Milhares Euros)	Previsão de Compras (Milhares Euros)	Si - Vi	Si - Vi / Si
9					
10	Janeiro de 2008	228	229,533	1,533	0,672%
11	Fevereiro de 2008	233	236,428	3,428	1,471%
12	Março de 2008	123	124,749	1,749	1,422%
13	Abril de 2008	216	215,348	0,652	0,302%
14	Maio de 2008	102	102,749	0,749	0,734%
15	Junho de 2008	373	373,368	0,368	0,099%
16	Julho de 2008	156	156,912	0,912	0,585%
17	Agosto de 2008	35	36,149	1,149	3,283%
18	Setembro de 2008	159	159,618	0,618	0,389%
19	Outubro de 2008	150	151,315	1,315	0,877%
20	Novembro de 2008	132	134,310	2,310	1,750%
21	Dezembro de 2008	217	218,340	1,340	0,618%

Fig 50 – Quadro dados BP4COMPRAS Momentum 0.3 Learning Rate 0.6

Implementação

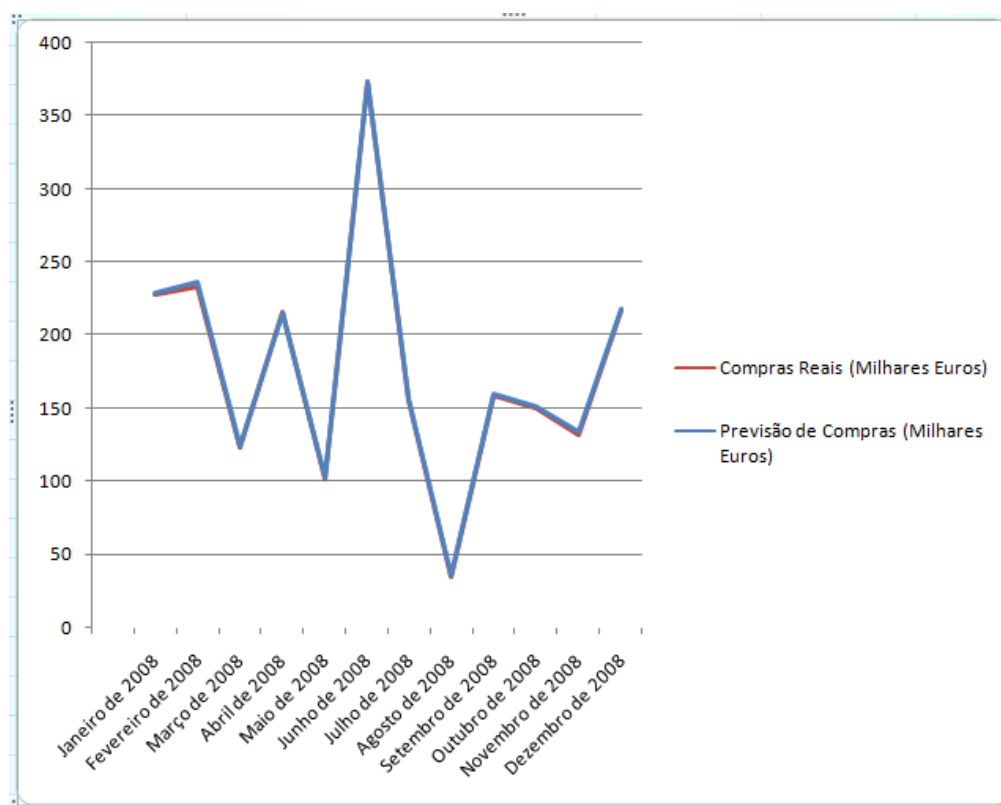


Fig 51 – Gráfico BP4COMPRAS Momentum 0.3 Learning Rate 0.6

1	Previsões Compras Mensais Ano 2008 - 4 Parâmetros - Back Propagation				
2	(COMPRAS / PIB / IPC / Taxa de Desemprego)				
3	Nº de iterações de aprendizagem da rede = 500000				
4	Momentum = 0.4				
5	Learning Rate = 0.6				
6	Nº Elementos do Conjunto de Treino = 48				
7	Nº Elementos do Conjunto de Teste = 12				
8	Compras Reais	Compras Reais (Milhares Euros)	Previsão de Compras (Milhares Euros)	Si - Vi	Si - Vi / Si
9					
10	Janeiro de 2008	228	230,394	2,394	1,050%
11	Fevereiro de 2008	233	234,864	1,864	0,800%
12	Março de 2008	123	125,088	2,088	1,698%
13	Abril de 2008	216	214,793	1,207	0,559%
14	Maio de 2008	102	101,741	0,259	0,254%
15	Junho de 2008	373	373,117	0,117	0,031%
16	Julho de 2008	156	157,701	1,701	1,090%
17	Agosto de 2008	35	35,808	0,808	2,309%
18	Setembro de 2008	159	162,211	3,211	2,019%
19	Outubro de 2008	150	152,742	2,742	1,828%
20	Novembro de 2008	132	132,881	0,881	0,667%
21	Dezembro de 2008	217	218,471	1,471	0,678%

Fig 52 – Quadro dados BP4COMPRAS Momentum 0.4 Learning Rate 0.6

Implementação

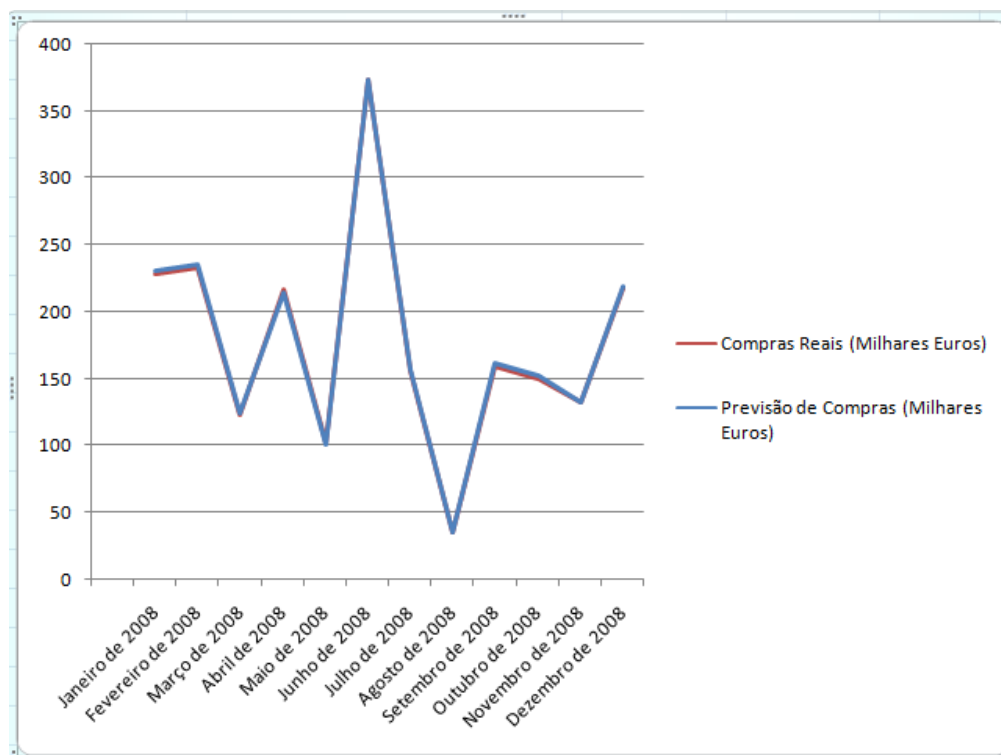


Fig 53 – Gráfico BP4COMPRAS Momentum 0.4 Learning Rate 0.6

	A	B	C	D	E	F	G
1	Previsões Compras Mensais Ano 2008 - 4 Parâmetros - Back Propagation						
2	(COMPRAS / PIB / IPC / Taxa de Desemprego)						
3	Nº de iterações de aprendizagem da rede = 500000						
4	Momentum = 0.1						
5	Learning Rate = 0.7						
6	Nº Elementos do Conjunto de Treino = 48						
7	Nº Elementos do Conjunto de Teste = 12						
8	Compras Reais		Compras Reais (Milhares Euros)	Previsão de Compras (Milhares Euros)	 Si - Vi 	 Si - Vi / Si	
9							
10		Janeiro de 2008	228	228,907	0,907	0,398%	
11		Fevereiro de 2008	233	233,780	0,780	0,335%	
12		Março de 2008	123	122,952	0,048	0,039%	
13		Abril de 2008	216	216,014	0,014	0,006%	
14		Maio de 2008	102	101,767	0,233	0,228%	
15		Junho de 2008	373	3,480	369,520	99,067%	
16		Julho de 2008	156	155,654	0,346	0,222%	
17		Agosto de 2008	35	35,410	0,410	1,171%	
18		Setembro de 2008	159	159,062	0,062	0,039%	
19		Outubro de 2008	150	149,724	0,276	0,184%	
20		Novembro de 2008	132	132,365	0,365	0,277%	
21		Dezembro de 2008	217	216,668	0,332	0,153%	

Fig 54 – Quadro dados BP4COMPRAS Momentum 0.1 Learning Rate 0.7

Implementação

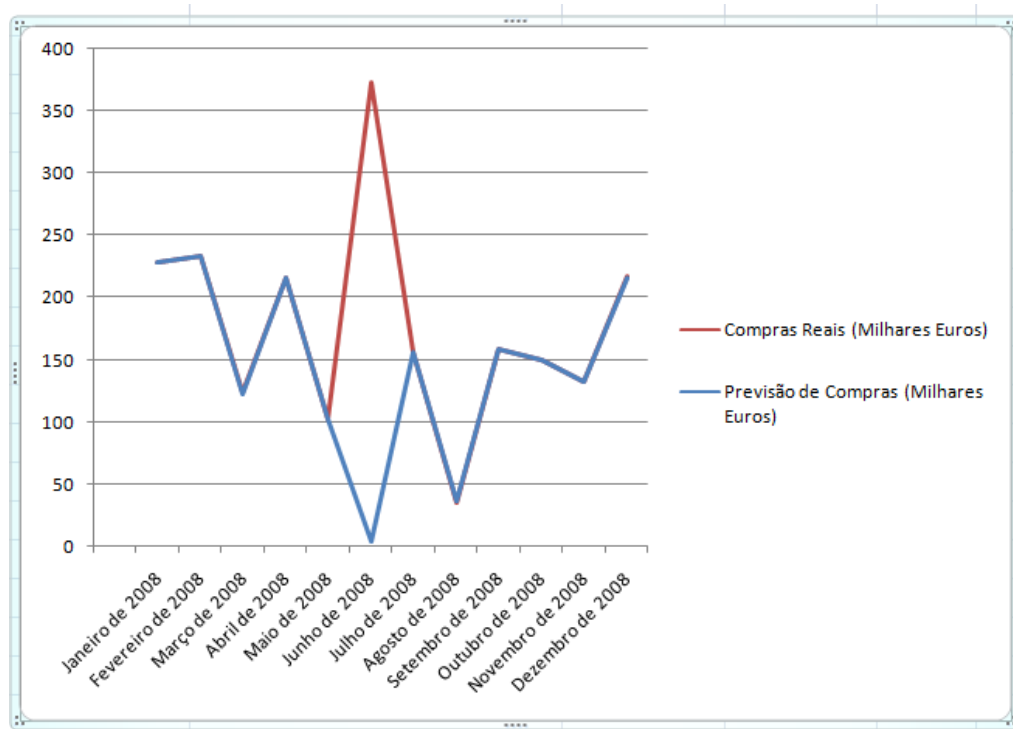


Fig 55 – Gráfico BP4COMPRAS Momentum 0.1 Learning Rate 0.7

1	Previsões Compras Mensais Ano 2008 - 4 Parâmetros - Back Propagation				
2	(COMPRAS / PIB / IPC / Taxa de Desemprego)				
3	Nº de iterações de aprendizagem da rede = 500000				
4	Momentum = 0.2				
5	Learning Rate = 0.7				
6	Nº Elementos do Conjunto de Treino = 48				
7	Nº Elementos do Conjunto de Teste = 12				
8	Compras Reais	Compras Reais (Milhares Euros)	Previsão de Compras (Milhares Euros)	 Si - Vi 	 Si - Vi / Si
9					
10	Janeiro de 2008	228	228,362	0,362	0,159%
11	Fevereiro de 2008	233	232,320	0,680	0,292%
12	Março de 2008	123	123,144	0,144	0,117%
13	Abril de 2008	216	214,842	1,158	0,536%
14	Maio de 2008	102	100,533	1,467	1,438%
15	Junho de 2008	373	371,360	1,640	0,440%
16	Julho de 2008	156	155,549	0,451	0,289%
17	Agosto de 2008	35	35,597	0,597	1,706%
18	Setembro de 2008	159	159,011	0,011	0,007%
19	Outubro de 2008	150	150,918	0,918	0,612%
20	Novembro de 2008	132	132,496	0,496	0,376%
21	Dezembro de 2008	217	216,342	0,658	0,303%

Fig 56– Quadro dados BP4COMPRAS Momentum 0.2 Learning Rate 0.7

Implementação

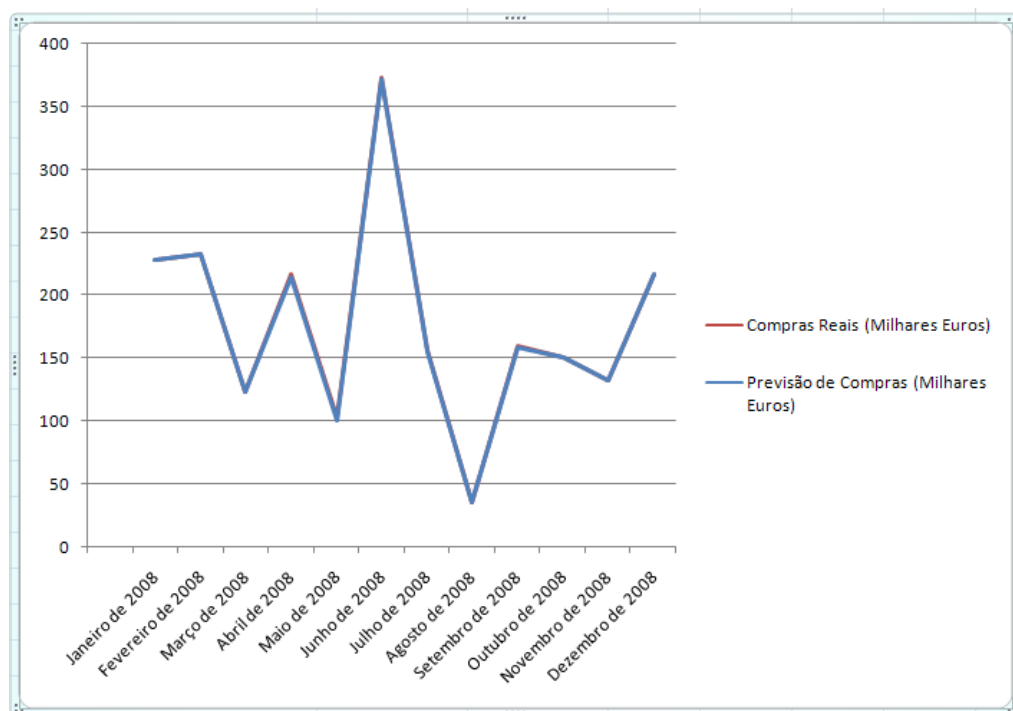


Fig 57 – Gráfico BP4COMPRAS Momentum 0.2 Learning Rate 0.7

	A	B	C	D	E	F	G
1	Previsões Compras Mensais Ano 2008 - 4 Parâmetros - Back Propagation						
2	(COMPRAS/ PIB / IPC / Taxa de Desemprego)						
3	Nº de iterações de aprendizagem da rede = 500000						
4	Momentum = 0.3						
5	Learning Rate = 0.7						
6	Nº Elementos do Conjunto de Treino = 48						
7	Nº Elementos do Conjunto de Teste = 12						
8		Compras Reais	Compras Reais (Milhares Euros)	Previsão de Compras (Milhares Euros)	 Si - Vi 	 Si - Vi / Si	
9							
10		Janeiro de 2008	228	230,318	2,318	1,017%	
11		Fevereiro de 2008	233	236,152	3,152	1,353%	
12		Março de 2008	123	124,585	1,585	1,289%	
13		Abril de 2008	216	217,425	1,425	0,660%	
14		Maio de 2008	102	102,041	0,041	0,040%	
15		Junho de 2008	373	373,415	0,415	0,111%	
16		Julho de 2008	156	156,997	0,997	0,639%	
17		Agosto de 2008	35	35,820	0,820	2,343%	
18		Setembro de 2008	159	160,401	1,401	0,881%	
19		Outubro de 2008	150	151,024	1,024	0,683%	
20		Novembro de 2008	132	132,096	0,096	0,073%	
21		Dezembro de 2008	217	220,363	3,363	1,550%	

Fig 58 – Quadro dados BP4COMPRAS Momentum 0.3 Learning Rate 0.7

Implementação

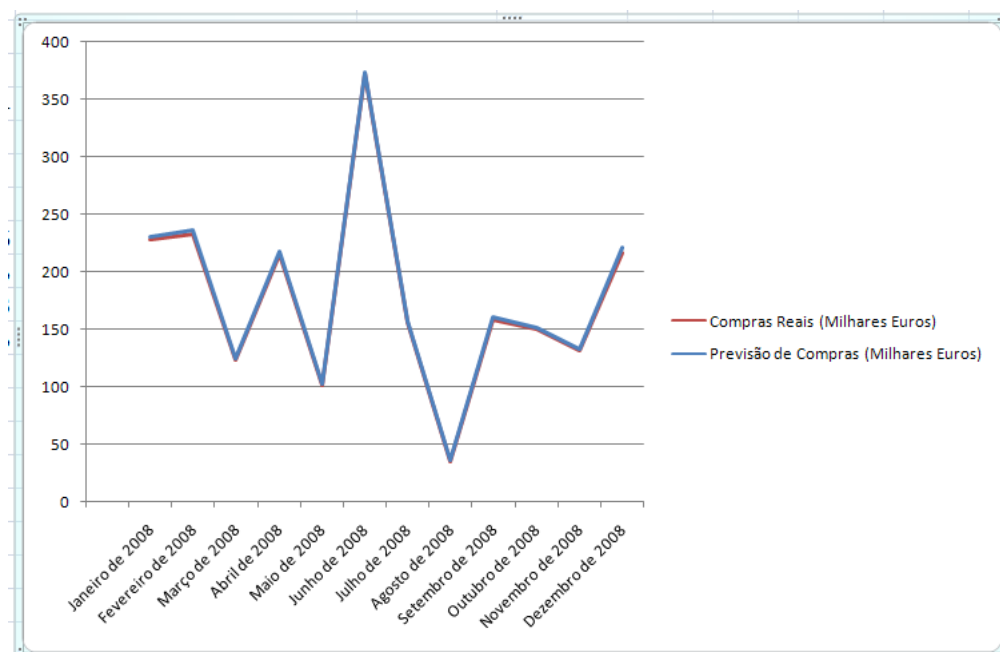


Fig 59 – Gráfico BP4COMPRAS Momentum 0.3 Learning Rate 0.7

	A	B	C	D	E	F	G
1	Previsões Compras Mensais Ano 2008 - 4 Parâmetros - Back Propagation						
2	(COMPRAS / PIB / IPC / Taxa de Desemprego)						
3	Nº de iterações de aprendizagem da rede = 500000						
4	Momentum = 0.4						
5	Learning Rate = 0.7						
6	Nº Elementos do Conjunto de Treino = 48						
7	Nº Elementos do Conjunto de Teste = 12						
8		Compras Reais	Compras Reais (Milhares Euros)	Previsão de Compras (Milhares Euros)	Si - Vi	Si - Vi / Si	
9							
10		Janeiro de 2008	228	228,860	0,860	0,377%	
11		Fevereiro de 2008	233	234,713	1,713	0,735%	
12		Março de 2008	123	123,970	0,970	0,789%	
13		Abril de 2008	216	215,804	0,196	0,091%	
14		Maio de 2008	102	101,962	0,038	0,037%	
15		Junho de 2008	373	373,204	0,204	0,055%	
16		Julho de 2008	156	155,819	0,181	0,116%	
17		Agosto de 2008	35	36,218	1,218	3,480%	
18		Setembro de 2008	159	159,167	0,167	0,105%	
19		Outubro de 2008	150	149,803	0,197	0,131%	
20		Novembro de 2008	132	132,878	0,878	0,665%	
21		Dezembro de 2008	217	216,840	0,160	0,074%	

Fig 60 – Quadro dados BP4COMPRAS Momentum 0.4 Learning Rate 0.7

Implementação

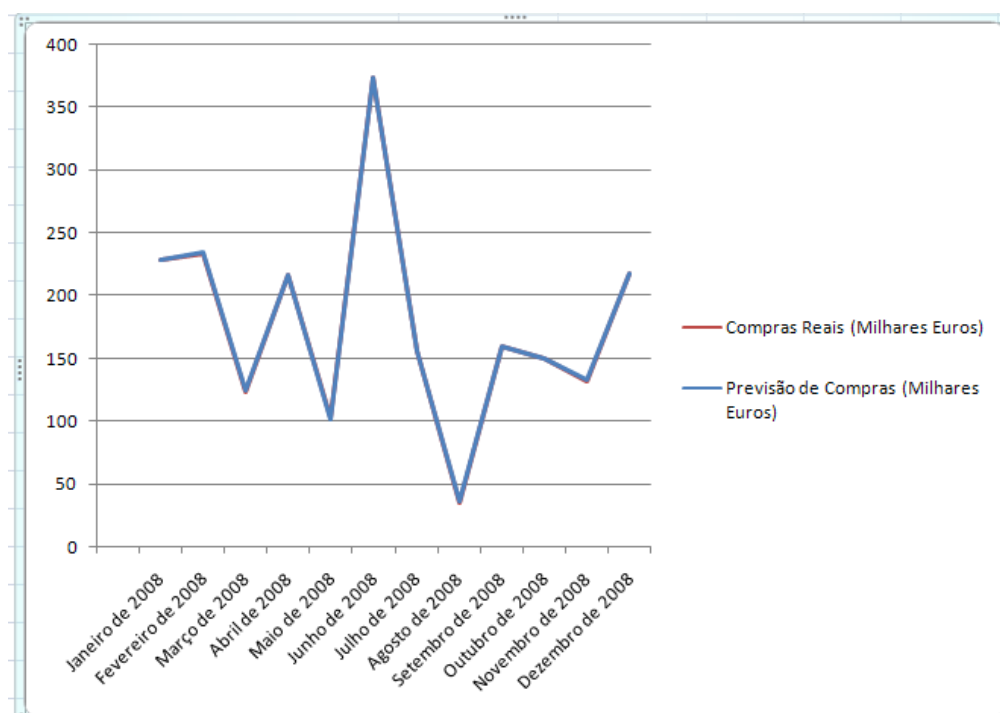


Fig 61 – Gráfico BP4COMPRAS Momentum 0.4 Learning Rate 0.7

1	Previsões Compras Mensais Ano 2008 - 4 Parâmetros - Back Propagation				
2	(COMPRAS / PIB / IPC / Taxa de Desemprego)				
3	Nº de iterações de aprendizagem da rede = 500000				
4	Momentum = 0.1				
5	Learning Rate = 0.8				
6	Nº Elementos do Conjunto de Treino = 48				
7	Nº Elementos do Conjunto de Teste = 12				
8	Compras Reais	Compras Reais (Milhares Euros)	Previsão de Compras (Milhares Euros)	Si - Vi	Si - Vi / Si
9					
10	Janeiro de 2008	228	228,121	0,121	0,053%
11	Fevereiro de 2008	233	232,630	0,370	0,159%
12	Março de 2008	123	124,004	1,004	0,816%
13	Abril de 2008	216	207,160	8,840	4,093%
14	Mai de 2008	102	100,955	1,045	1,025%
15	Junho de 2008	373	372,762	0,238	0,064%
16	Julho de 2008	156	156,490	0,490	0,314%
17	Agosto de 2008	35	35,738	0,738	2,109%
18	Setembro de 2008	159	160,121	1,121	0,705%
19	Outubro de 2008	150	152,391	2,391	1,594%
20	Novembro de 2008	132	132,433	0,433	0,328%
21	Dezembro de 2008	217	215,627	1,373	0,633%

Fig 62 – Quadro dados BP4COMPRAS Momentum 0.1 Learning Rate 0.8

Implementação

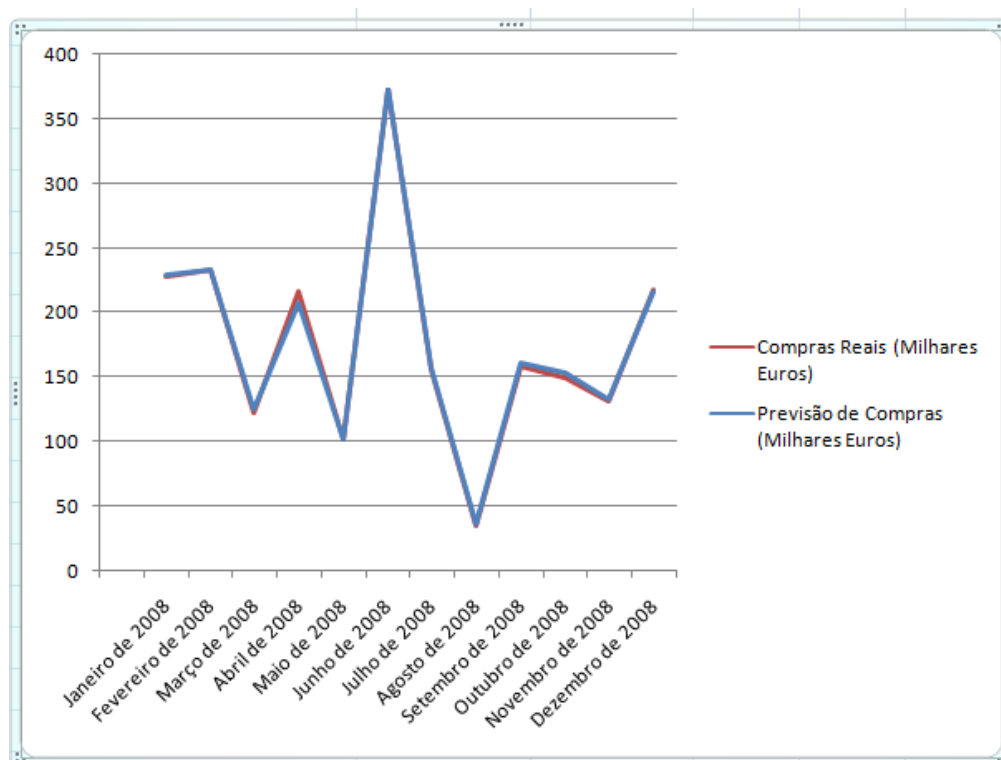


Fig 63 – Gráfico BP4COMPRAS Momentum 0.1 Learning Rate 0.8

1	Previsões Compras Mensais Ano 2008 - 4 Parâmetros - Back Propagation				
2	(COMPRAS / PIB / IPC / Taxa de Desemprego)				
3	Nº de iterações de aprendizagem da rede = 500000				
4	Momentum = 0.2				
5	Learning Rate = 0.8				
6	Nº Elementos do Conjunto de Treino = 48				
7	Nº Elementos do Conjunto de Teste = 12				
8	Compras Reais	Compras Reais (Milhares Euros)	Previsão de Compras (Milhares Euros)	Si - Vi	Si - Vi / Si
9					
10	Janeiro de 2008	228	229,352	1,352	0,593%
11	Fevereiro de 2008	233	234,418	1,418	0,609%
12	Março de 2008	123	122,653	0,347	0,282%
13	Abril de 2008	216	216,628	0,628	0,291%
14	Maio de 2008	102	101,170	0,830	0,814%
15	Junho de 2008	373	9,241	363,759	97,523%
16	Julho de 2008	156	155,684	0,316	0,203%
17	Agosto de 2008	35	34,776	0,224	0,640%
18	Setembro de 2008	159	159,671	0,671	0,422%
19	Outubro de 2008	150	149,546	0,454	0,303%
20	Novembro de 2008	132	131,926	0,074	0,056%
21	Dezembro de 2008	217	217,214	0,214	0,099%

Fig 64 – Quadro dados BP4COMPRAS Momentum 0.2 Learning Rate 0.8

Implementação

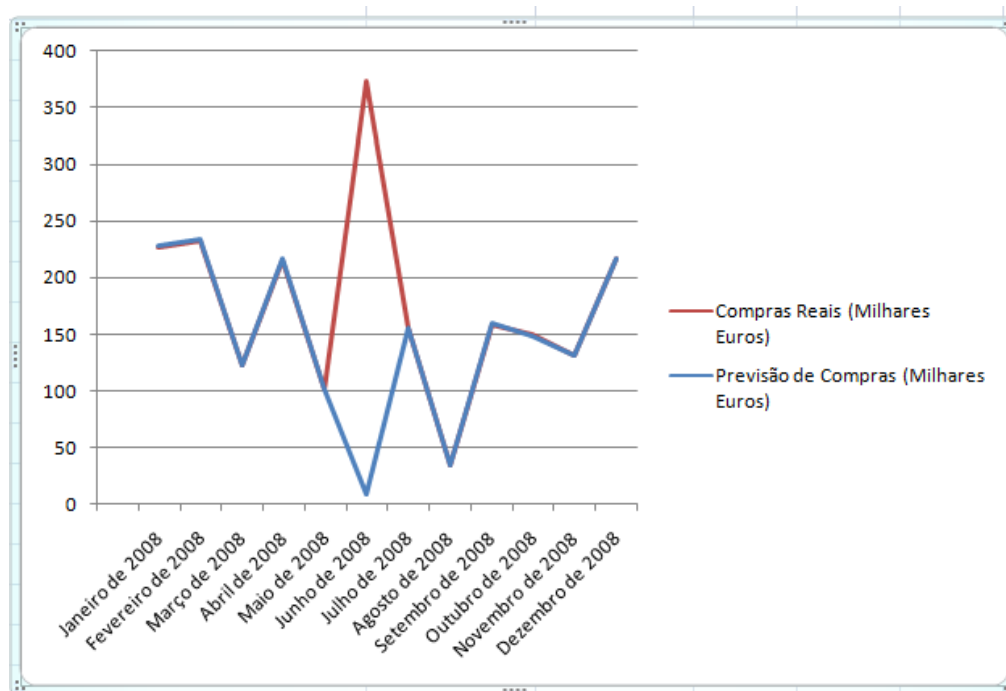


Fig 65 – Gráfico BP4COMPRAS Momentum 0.2 Learning Rate 0.8

1	Previsões Compras Mensais Ano 2008 - 4 Parâmetros - Back Propagatio				
2	(COMPRAS/ PIB / IPC / Taxa de Desemprego)				
3	Nº de iterações de aprendizagem da rede = 500000				
4	Momentum = 0.3				
5	Learning Rate = 0.8				
6	Nº Elementos do Conjunto de Treino = 48				
7	Nº Elementos do Conjunto de Teste = 12				
8	Compras Reais	Compras Reais (Milhares Euros)	Previsão de Compras (Milhares Euros)	Si - Vi	Si - Vi / Si
9					
10	Janeiro de 2008	228	228,916	0,916	0,402%
11	Fevereiro de 2008	233	234,602	1,602	0,688%
12	Março de 2008	123	123,295	0,295	0,240%
13	Abril de 2008	216	216,479	0,479	0,222%
14	Maio de 2008	102	101,254	0,746	0,731%
15	Junho de 2008	373	372,878	0,122	0,033%
16	Julho de 2008	156	155,838	0,162	0,104%
17	Agosto de 2008	35	35,852	0,852	2,434%
18	Setembro de 2008	159	158,864	0,136	0,086%
19	Outubro de 2008	150	149,463	0,537	0,358%
20	Novembro de 2008	132	131,715	0,285	0,216%
21	Dezembro de 2008	217	216,947	0,053	0,024%

Fig 66 – Quadro dados BP4COMPRAS Momentum 0.3 Learning Rate 0.8

Implementação

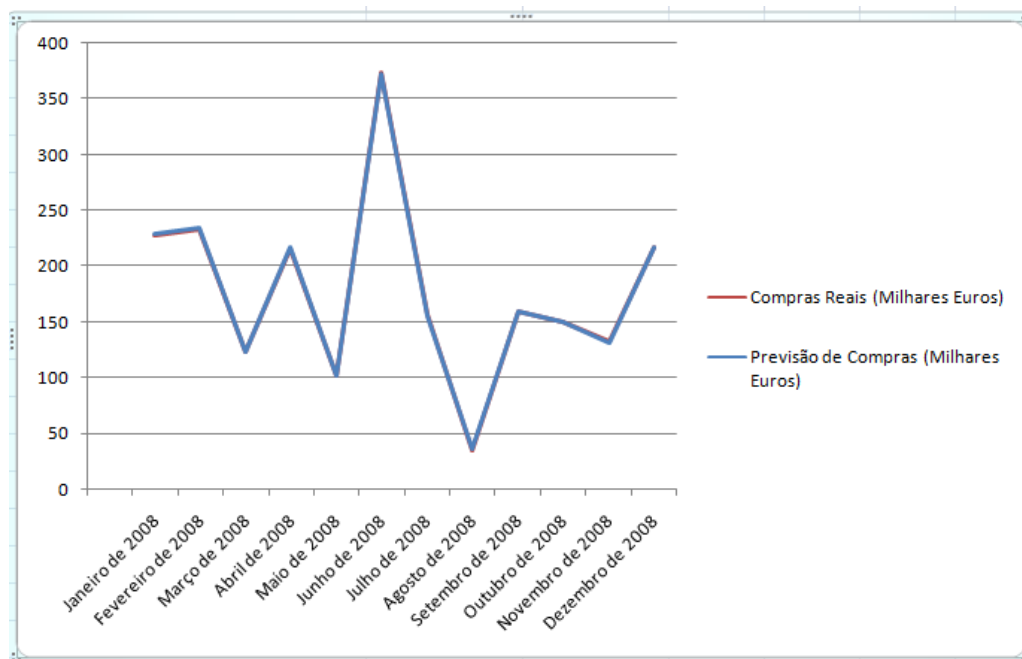


Fig 67 – Gráfico BP4COMPRAS Momentum 0.3 Learning Rate 0.8

1	Previsões Compras Mensais Ano 2008 - 4 Parâmetros - Back Propagation				
2	(COMPRAS / PIB / IPC / Taxa de Desemprego)				
3	Nº de iterações de aprendizagem da rede = 500000				
4	Momentum = 0.4				
5	Learning Rate = 0.8				
6	Nº Elementos do Conjunto de Treino = 48				
7	Nº Elementos do Conjunto de Teste = 12				
8	Compras Reais	Compras Reais (Milhares Euros)	Previsão de Compras (Milhares Euros)	Si - Vi	Si - Vi / Si
9					
10	Janeiro de 2008	228	220,402	7,598	3,332%
11	Fevereiro de 2008	233	223,594	9,406	4,037%
12	Março de 2008	123	121,400	1,600	1,301%
13	Abril de 2008	216	214,227	1,773	0,821%
14	Maio de 2008	102	96,136	5,864	5,749%
15	Junho de 2008	373	3,495	369,505	99,063%
16	Julho de 2008	156	158,892	2,892	1,854%
17	Agosto de 2008	35	37,511	2,511	7,174%
18	Setembro de 2008	159	162,393	3,393	2,134%
19	Outubro de 2008	150	152,328	2,328	1,552%
20	Novembro de 2008	132	131,184	0,816	0,618%
21	Dezembro de 2008	217	215,167	1,833	0,845%

Fig 70 – Quadro dados BP4COMPRAS Momentum 0.4 Learning Rate 0.8

Implementação

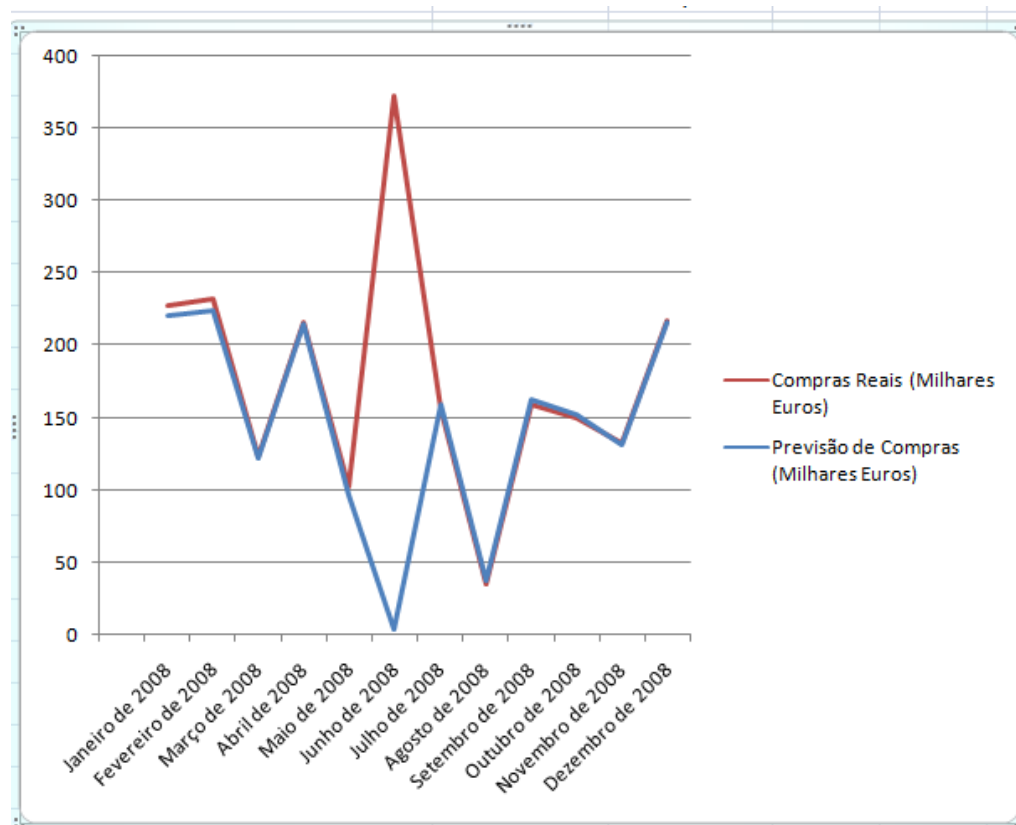


Fig 71 – Gráfico BP4COMPRAS Momentum 0.4 Learning Rate 0.8

Seguidamente vamos ver para a classe BP4COM_VENDAS e para vários valores de Momentum e Learning Rate os valores previsionais, mensais, para 2008, das compras a fornecedores. Primeiro um quadro resumo e depois os valores detalhados.

Implementação

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Previsões Compras Mensais Ano 2008 - 4 Parâmetros - Back Propagation							
2	(COMPRAS / PIB / IPC / Vendas)							
3	Nº de iterações de aprendizagem da rede = 500000							
4	Nº Elementos do Conjunto de Treino = 48							
5	Nº Elementos do Conjunto de Teste = 12							
6			Learning Rate	0,5	0,6	0,7	0,8	
7		Momentum						
8		0,1		1,862	14,942	3,766	40,893	Mínimo
9	ERRO MÉDIO	0,2		1,441	20,280	27,196	0,542	0,542
10	ABSOLUTO	0,3		28,233	0,651	12,118	26,788	Máximo
11	(milhares de euros)	0,4		19,020	0,874	1,054	15,910	40,893
12								
13			Learning Rate	0,5	0,6	0,7	0,8	
14		Momentum						
15		0,1		1,167	7,625	1,910	27,439	Mínimo
16	ERRO MÉDIO	0,2		0,837	5,584	7,444	0,321	0,321
17	(%)	0,3		7,746	0,427	3,401	7,326	Máximo
18		0,4		12,295	0,561	0,857	11,322	27,439
19								
20			Learning Rate	0,5	0,6	0,7	0,8	
21		Momentum						
22		0,1		19,609	157,213	26,869	238,581	Mínimo
23	ERRO MÁXIMO	0,2		6,504	239,141	322,705	1,289	1,289
24	ABSOLUTO	0,3		334,776	2,057	142,640	317,508	Máximo
25	(milhares de euros)	0,4		217,259	1,572	2,953	30,323	334,776
26								
27			Learning Rate	0,5	0,6	0,7	0,8	
28		Momentum						
29		0,1		12,333	72,448	7,203	152,937	Mínimo
30	ERRO MÁXIMO	0,2		2,997	64,113	86,516	0,826	0,826
31	(%)	0,3		89,752	1,319	38,241	85,123	Máximo
32		0,4		139,269	1,278	4,117	25,198	152,937
33								
34			Learning Rate	0,5	0,6	0,7	0,8	
35		Momentum						
36		0,1		0,00355	0,00270	0,00327	0,00270	Mínimo
37	ERRO MÉDIO	0,2		0,00410	0,00382	0,00312	0,00255	0,00255
38	QUADRÁTICO	0,3		0,00333	0,00324	0,00293	0,00373	Máximo
39		0,4		0,00384	0,00312	0,00361	0,00390	0,00410
40			Learning Rate	0,5	0,6	0,7	0,8	

Fig 72– Quadro resumo erros classe BP4COM_VENDAS

	A	B	C	D	E	F	G
1	Previsões Vendas Mensais Ano 2008 - 4 Parâmetros - Back Propagation						
2	(Compras / PIB / IPC / Vendas)						
3	Nº de iterações de aprendizagem da rede = 500000						
4	Momentum = 0.1						
5	Learning Rate = 0.5						
6	Nº Elementos do Conjunto de Treino = 48						
7	Nº Elementos do Conjunto de Teste = 12						
8		Vendas Reais	Compras Reais (Milhares Euros)	Previsão de Compras (Milhares Euros)	Si - Vi	Si - Vi / Si	
9							
10		Janeiro de 2008	228	228,055	0,055	0,024%	
11		Fevereiro de 2008	233	233,179	0,179	0,077%	
12		Março de 2008	123	122,800	0,200	0,163%	
13		Abril de 2008	216	216,420	0,420	0,194%	
14		Maio de 2008	102	101,568	0,432	0,424%	
15		Junho de 2008	373	373,412	0,412	0,110%	
16		Julho de 2008	156	156,198	0,198	0,127%	
17		Agosto de 2008	35	35,017	0,017	0,049%	
18		Setembro de 2008	159	139,391	19,609	12,333%	
19		Outubro de 2008	150	149,903	0,097	0,065%	
20		Novembro de 2008	132	132,343	0,343	0,260%	
21		Dezembro de 2008	217	216,621	0,379	0,175%	

Fig 73 – Quadro dados BP4COM_VENDAS Momentum 0.1 Learning Rate 0.5

Implementação

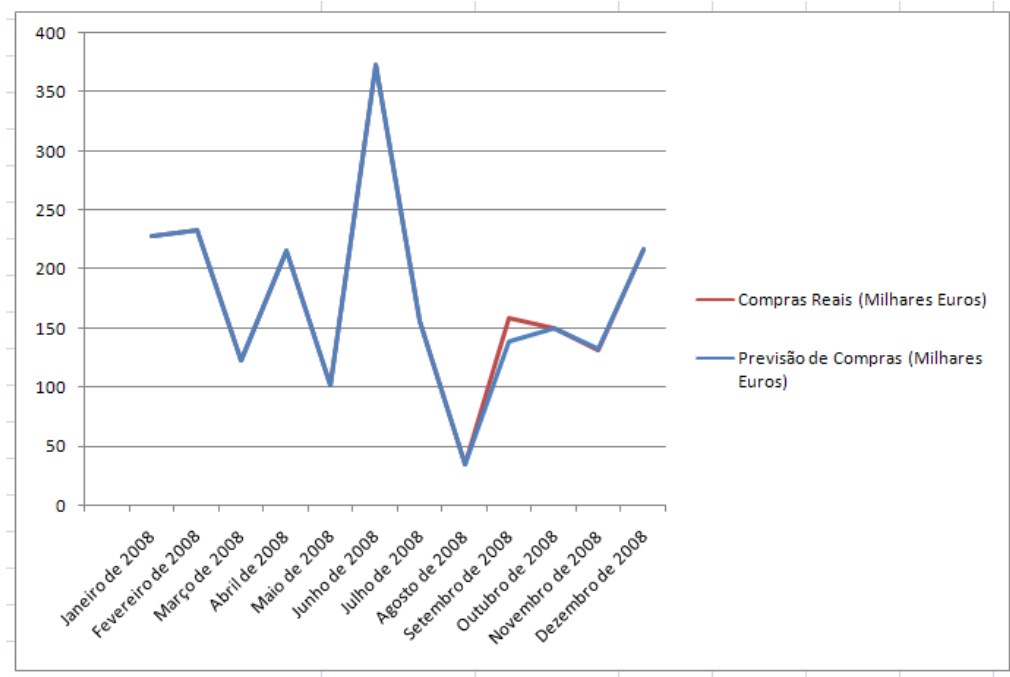


Fig 74 – Gráfico BP4COM_VENDAS Momentum 0.1 Learning Rate 0.5

	A	B	C	D	E	F	G
1	Previsões Compras Mensais Ano 2008 - 4 Parâmetros - Back Propagation						
2	(Compras / PIB / IPC / Vendas)						
3	Nº de iterações de aprendizagem da rede = 500000						
4	Momentum = 0.2						
5	Learning Rate = 0.5						
6	Nº Elementos do Conjunto de Treino = 48						
7	Nº Elementos do Conjunto de Teste = 12						
8		Compras Reais		Compras Reais (Milhares Euros)	Previsão de Compras (Milhares Euros)	 Si - Vi 	 Si - Vi / Si
9							
10		Janeiro de 2008		228	229,091	1,091	0,479%
11		Fevereiro de 2008		233	234,806	1,806	0,775%
12		Março de 2008		123	124,103	1,103	0,897%
13		Abril de 2008		216	217,491	1,491	0,690%
14		Maio de 2008		102	102,585	0,585	0,574%
15		Junho de 2008		373	373,160	0,160	0,043%
16		Julho de 2008		156	155,297	0,703	0,451%
17		Agosto de 2008		35	34,817	0,183	0,523%
18		Setembro de 2008		159	159,579	0,579	0,364%
19		Outubro de 2008		150	150,930	0,930	0,620%
20		Novembro de 2008		132	134,153	2,153	1,631%
21		Dezembro de 2008		217	223,504	6,504	2,997%

Fig 75 – Quadro dados BP4COM_VENDAS Momentum 0.2 Learning Rate 0.5

Implementação

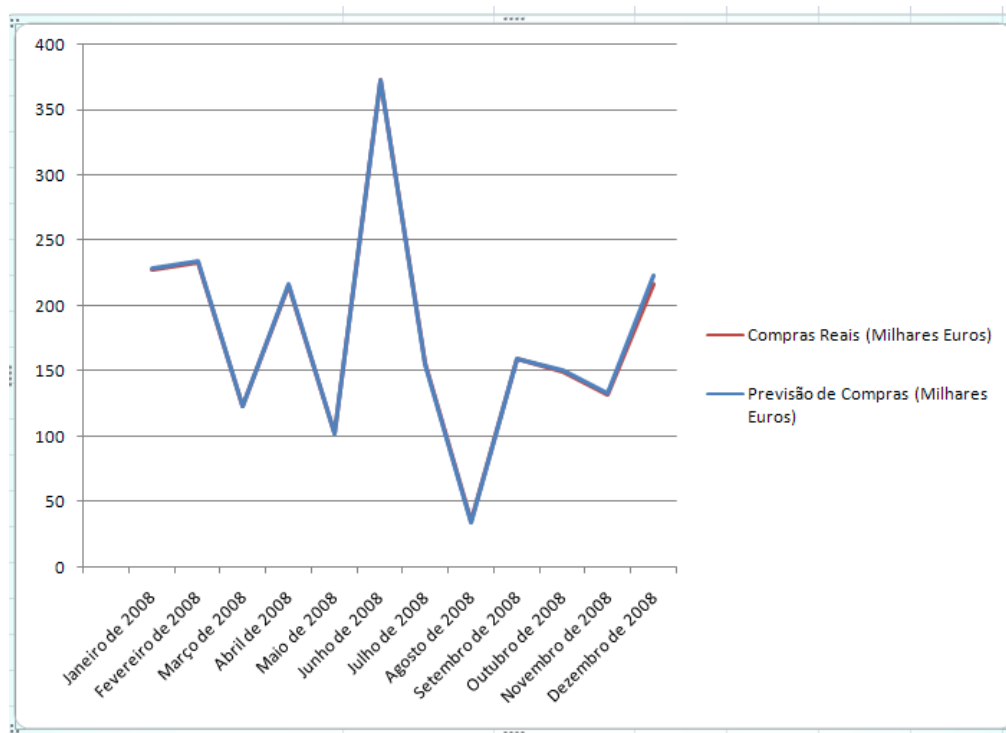


Fig 76 – Gráfico BP4COM_VENDAS Momentum 0.2 Learning Rate 0.5

Resultados_2008_4par_COMP_IPC_PIB_TXDESEMP_LR05_MOM01						
A	B	C	D	E	F	G
1	Previsões Compras Mensais Ano 2008 - 4 Parâmetros - Back Propagation					
2	(COMPRAS / PIB / IPC / Vendas)					
3	Nº de iterações de aprendizagem da rede = 500000					
4	Momentum = 0.3					
5	Learning Rate = 0.5					
6	Nº Elementos do Conjunto de Treino = 48					
7	Nº Elementos do Conjunto de Teste = 12					
8	Compras Reais	Compras Reais (Milhares Euros)	Previsão de Compras (Milhares Euros)	Si - Vi	Si - Vi / Si	
9						
10	Janeiro de 2008	228	228,305	0,305	0,134%	
11	Fevereiro de 2008	233	232,881	0,119	0,051%	
12	Março de 2008	123	122,740	0,260	0,211%	
13	Abril de 2008	216	217,114	1,114	0,516%	
14	Mai de 2008	102	101,728	0,272	0,267%	
15	Junho de 2008	373	38,224	334,776	89,752%	
16	Julho de 2008	156	155,738	0,262	0,168%	
17	Agosto de 2008	35	35,349	0,349	0,997%	
18	Setembro de 2008	159	159,463	0,463	0,291%	
19	Outubro de 2008	150	149,941	0,059	0,039%	
20	Novembro de 2008	132	132,497	0,497	0,377%	
21	Dezembro de 2008	217	216,683	0,317	0,146%	

Fig 77 – Quadro dados BP4COM_VENDAS Momentum 0.3 Learning Rate 0.5

Implementação

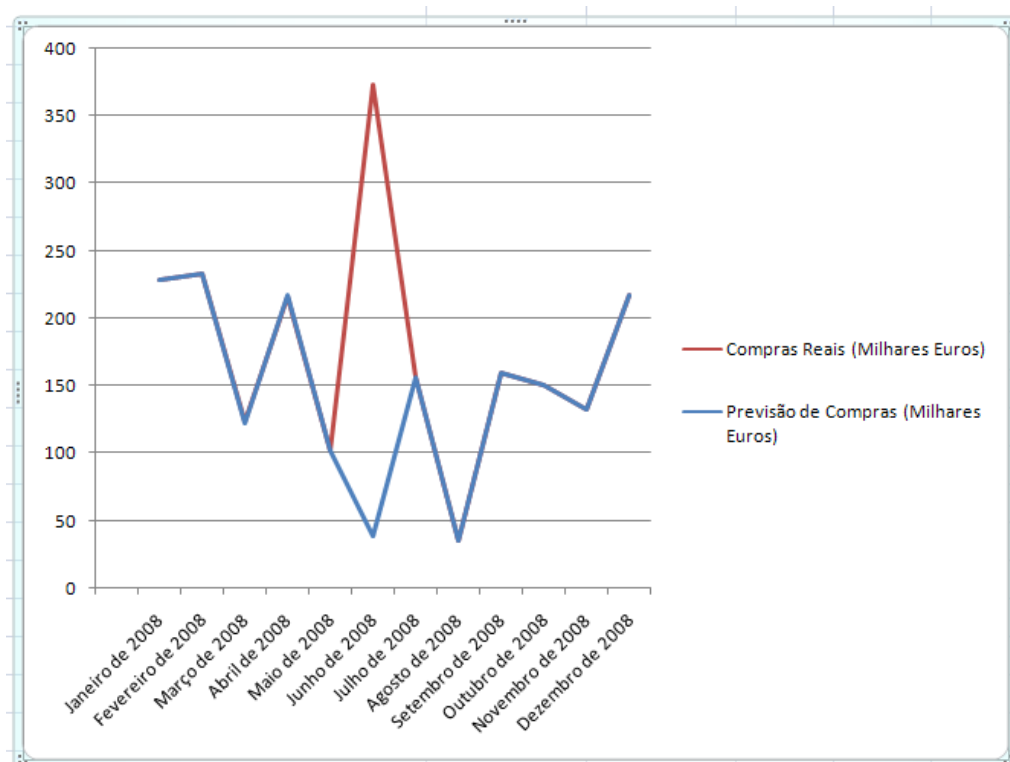


Fig 78 – Gráfico BP4COM_VENDAS Momentum 0.3 Learning Rate 0.5

1	Previsões Compras Mensais Ano 2008 - 4 Parâmetros - Back Propagation				
2	(Compras / PIB / IPC / Vendas)				
3	Nº de iterações de aprendizagem da rede = 500000				
4	Momentum = 0.4				
5	Learning Rate = 0.5				
6	Nº Elementos do Conjunto de Treino = 48				
7	Nº Elementos do Conjunto de Teste = 12				
8	Compras Reais	Compras Reais (Milhares Euros)	Previsão de Compras (Milhares Euros)	Si - Vi	Si - Vi / Si
9					
10	Janeiro de 2008	228	229,245	1,245	0,546%
11	Fevereiro de 2008	233	235,008	2,008	0,862%
12	Março de 2008	123	124,769	1,769	1,438%
13	Abril de 2008	216	216,895	0,895	0,414%
14	Maio de 2008	102	103,295	1,295	1,270%
15	Junho de 2008	373	373,259	0,259	0,069%
16	Julho de 2008	156	373,259	217,259	139,269%
17	Agosto de 2008	35	35,645	0,645	1,843%
18	Setembro de 2008	159	159,193	0,193	0,121%
19	Outubro de 2008	150	149,761	0,239	0,159%
20	Novembro de 2008	132	133,437	1,437	1,089%
21	Dezembro de 2008	217	217,997	0,997	0,459%

Fig 79 – Quadro dados BP4COM_VENDAS Momentum 0.4 Learning Rate 0.5

Implementação

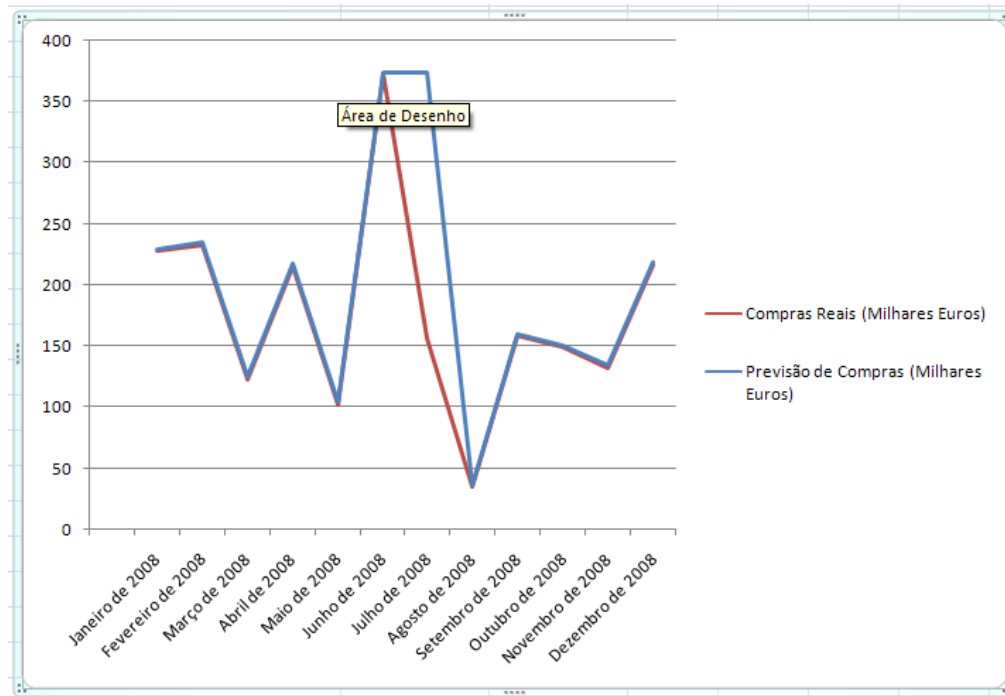


Fig 80 – Gráfico BP4COM_VENDAS Momentum 0.4 Learning Rate 0.5

1	Previsões Compras Mensais Ano 2008 - 4 Parâmetros - Back Propagation				
2	(Compras / PIB / IPC / Vendas)				
3	Nº de iterações de aprendizagem da rede = 500000				
4	Momentum = 0.1				
5	Learning Rate = 0.6				
6	Nº Elementos do Conjunto de Treino = 48				
7	Nº Elementos do Conjunto de Teste = 12				
8	Compras Reais	Compras Reais (Milhares Euros)	Previsão de Compras (Milhares Euros)	 Si - Vi 	 Si - Vi / Si
9					
10	Janeiro de 2008	228	224,794	3,206	1,406%
11	Fevereiro de 2008	233	234,275	1,275	0,547%
12	Março de 2008	123	124,835	1,835	1,492%
13	Abril de 2008	216	218,501	2,501	1,158%
14	Maio de 2008	102	101,359	0,641	0,628%
15	Junho de 2008	373	373,418	0,418	0,112%
16	Julho de 2008	156	158,376	2,376	1,523%
17	Agosto de 2008	35	37,515	2,515	7,186%
18	Setembro de 2008	159	161,527	2,527	1,589%
19	Outubro de 2008	150	152,474	2,474	1,649%
20	Novembro de 2008	132	134,328	2,328	1,764%
21	Dezembro de 2008	217	374,213	157,213	72,448%

Fig 81 – Quadro dados BP4COM_VENDAS Momentum 0.1 Learning Rate 0.6

Implementação

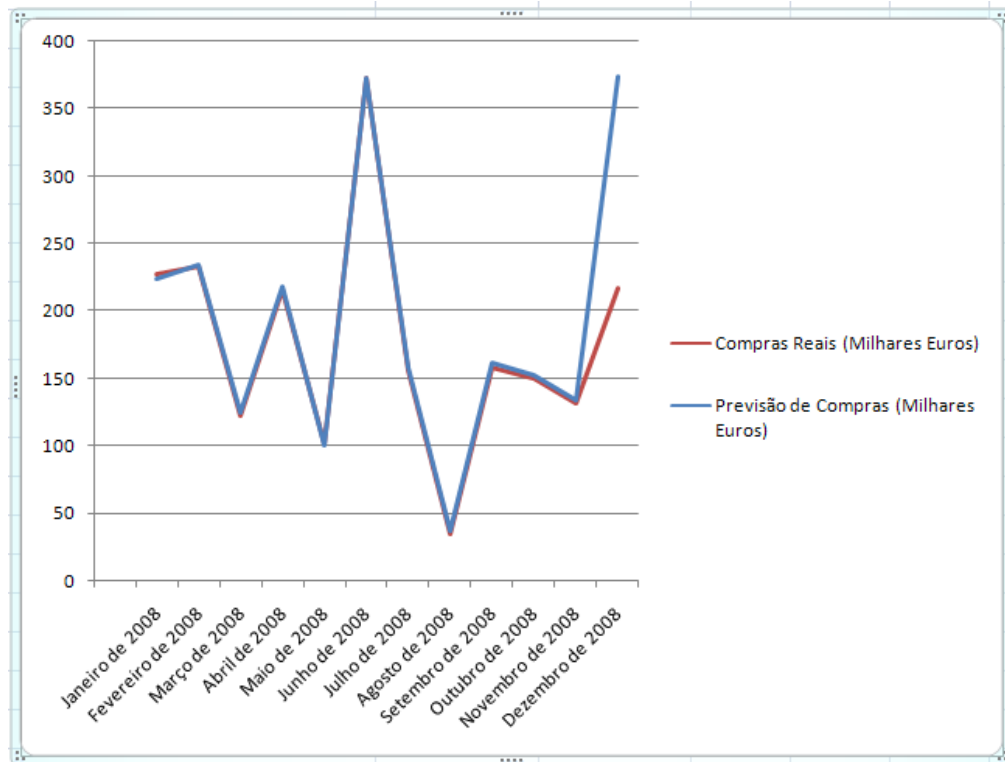


Fig 82– Gráfico BP4COM_VENDAS Momentum 0.1 Learning Rate 0.6

Previsões Compras Mensais Ano 2008 - 4 Parâmetros - Back Propagation					
2	(Compras/ PIB / IPC / Vendas)				
3	Nº de iterações de aprendizagem da rede = 500000				
4	Momentum = 0.2				
5	Learning Rate = 0.6				
6	Nº Elementos do Conjunto de Treino = 48				
7	Nº Elementos do Conjunto de Teste = 12				
8	Compras Reais	Compras Reais (Milhares Euros)	Previsão de Compras (Milhares Euros)	Si - Vi	Si - Vi / Si
9					
10	Janeiro de 2008	228	227,811	0,189	0,083%
11	Fevereiro de 2008	233	233,078	0,078	0,033%
12	Março de 2008	123	122,848	0,152	0,124%
13	Abril de 2008	216	215,924	0,076	0,035%
14	Maio de 2008	102	101,647	0,353	0,346%
15	Junho de 2008	373	133,859	239,141	64,113%
16	Julho de 2008	156	154,928	1,072	0,687%
17	Agosto de 2008	35	34,914	0,086	0,246%
18	Setembro de 2008	159	158,405	0,595	0,374%
19	Outubro de 2008	150	148,990	1,010	0,673%
20	Novembro de 2008	132	131,956	0,044	0,033%
21	Dezembro de 2008	217	216,442	0,558	0,257%

Fig 83 – Quadro dados BP4COM_VENDAS Momentum 0.2 Learning Rate 0.6

Implementação

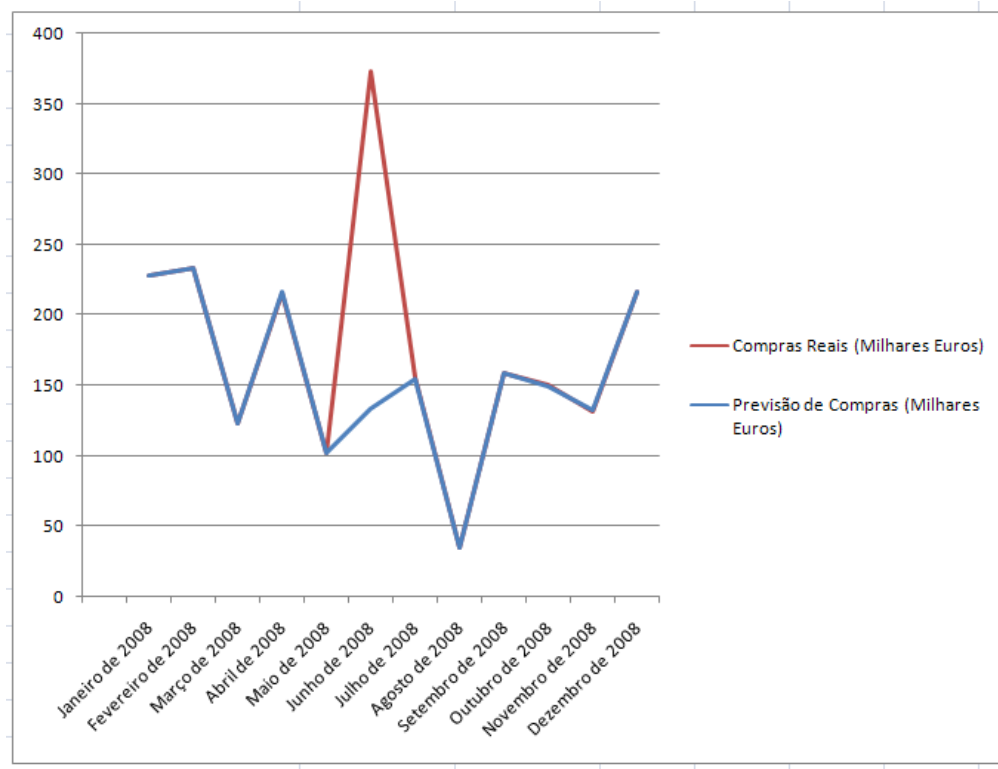


Fig 84 – Gráfico BP4COM_VENDAS Momentum 0.2 Learning Rate 0.6

1	Previsões Compras Mensais Ano 2008 - 4 Parâmetros - Back Propagation				
2	(Compras/ PIB / IPC / Vendas)				
3	Nº de iterações de aprendizagem da rede = 500000				
4	Momentum = 0.3				
5	Learning Rate = 0.6				
6	Nº Elementos do Conjunto de Treino = 48				
7	Nº Elementos do Conjunto de Teste = 12				
8	Compras Reais	Compras Reais (Milhares Euros)	Previsão de Compras (Milhares Euros)	Si - Vi	Si - Vi / Si
9					
10	Janeiro de 2008	228	228,135	0,135	0,059%
11	Fevereiro de 2008	233	233,943	0,943	0,405%
12	Março de 2008	123	122,925	0,075	0,061%
13	Abril de 2008	216	215,483	0,517	0,239%
14	Maio de 2008	102	101,683	0,317	0,311%
15	Junho de 2008	373	372,520	0,480	0,129%
16	Julho de 2008	156	153,943	2,057	1,319%
17	Agosto de 2008	35	34,807	0,193	0,551%
18	Setembro de 2008	159	158,093	0,907	0,570%
19	Outubro de 2008	150	148,287	1,713	1,142%
20	Novembro de 2008	132	131,627	0,373	0,283%
21	Dezembro de 2008	217	216,893	0,107	0,049%

Fig 85– Quadro dados BP4COM_VENDAS Momentum 0.3 Learning Rate 0.6

Implementação

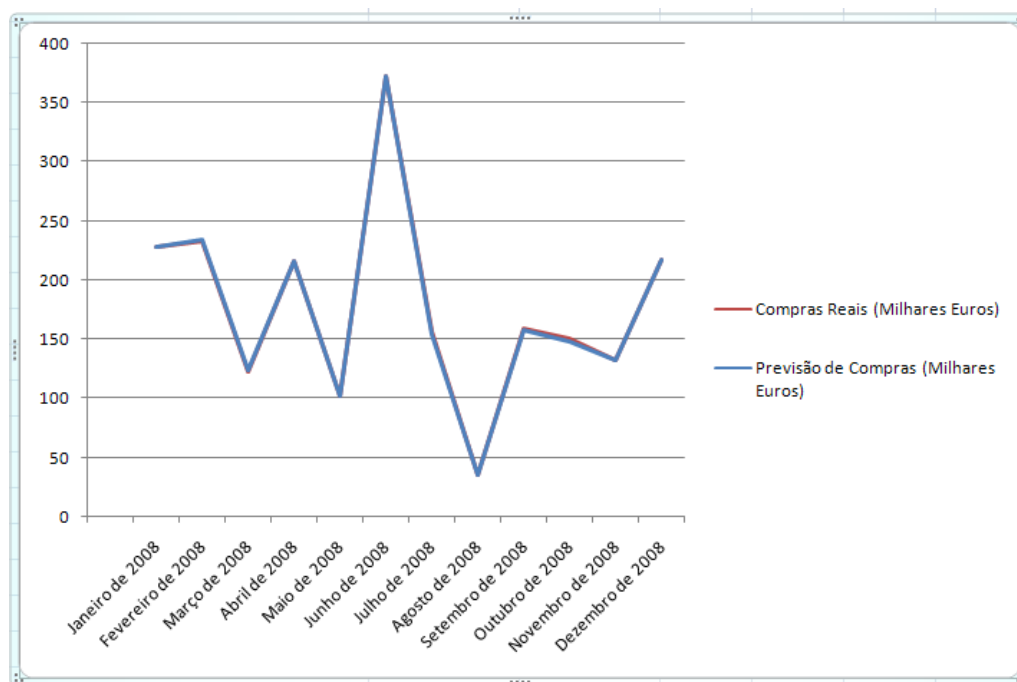


Fig 86– Gráfico BP4COM_VENDAS Momentum 0.3 Learning Rate 0.6

Previsões Compras Mensais Ano 2008 - 4 Parâmetros - Back Propagation					
(Compras/ PIB / IPC / Vendas)					
Nº de iterações de aprendizagem da rede = 500000					
Momentum = 0.4					
Learning Rate = 0.6					
Nº Elementos do Conjunto de Treino = 48					
Nº Elementos do Conjunto de Teste = 12					
Compras Reais	Compras Reais (Milhares Euros)	Previsão de Compras (Milhares Euros)	Si - Vi	Si - Vi / Si	
Janeiro de 2008	228	226,811	1,189	0,521%	
Fevereiro de 2008	233	232,221	0,779	0,334%	
Março de 2008	123	124,572	1,572	1,278%	
Abril de 2008	216	214,522	1,478	0,684%	
Mai de 2008	102	102,511	0,511	0,501%	
Junho de 2008	373	373,155	0,155	0,042%	
Julho de 2008	156	156,666	0,666	0,427%	
Agosto de 2008	35	34,935	0,065	0,186%	
Setembro de 2008	159	160,304	1,304	0,820%	
Outubro de 2008	150	151,417	1,417	0,945%	
Novembro de 2008	132	133,257	1,257	0,952%	
Dezembro de 2008	217	216,908	0,092	0,042%	

Fig 87 – Quadro dados BP4COM_VENDAS Momentum 0.4 Learning Rate 0.6

Implementação

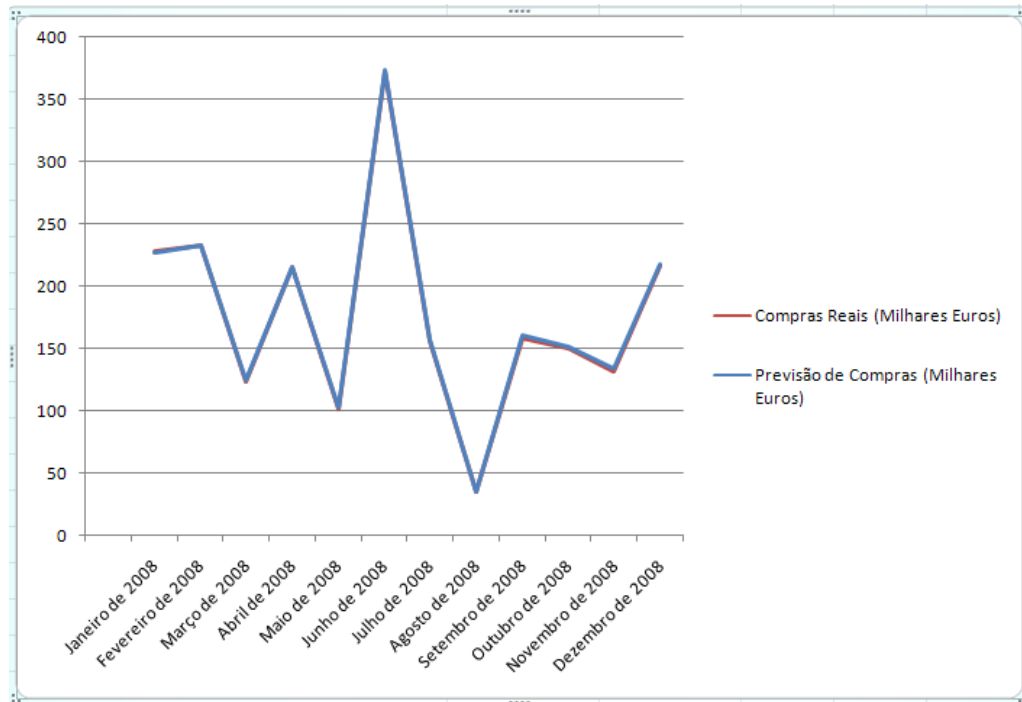


Fig 88 – Gráfico BP4COM_VENDAS Momentum 0.4 Learning Rate 0.6

1	Previsões Compras Mensais Ano 2008 - 4 Parâmetros - Back Propagation				
2	(Compras/ PIB / IPC / Vendas)				
3	Nº de iterações de aprendizagem da rede = 500000				
4	Momentum = 0.1				
5	Learning Rate = 0.7				
6	Nº Elementos do Conjunto de Treino = 48				
7	Nº Elementos do Conjunto de Teste = 12				
8	Compras Reais	Compras Reais (Milhares Euros)	Previsão de Compras (Milhares Euros)	Si - Vi	Si - Vi / Si
9					
10	Janeiro de 2008	228	226,618	1,382	0,606%
11	Fevereiro de 2008	233	232,759	0,241	0,103%
12	Março de 2008	123	123,519	0,519	0,422%
13	Abril de 2008	216	214,570	1,430	0,662%
14	Maio de 2008	102	98,764	3,236	3,173%
15	Junho de 2008	373	399,869	26,869	7,203%
16	Julho de 2008	156	158,539	2,539	1,628%
17	Agosto de 2008	35	33,699	1,301	3,717%
18	Setembro de 2008	159	159,296	0,296	0,186%
19	Outubro de 2008	150	148,223	1,777	1,185%
20	Novembro de 2008	132	127,080	4,920	3,727%
21	Dezembro de 2008	217	216,321	0,679	0,313%

Fig 89 – Quadro dados BP4COM_VENDAS Momentum 0.1 Learning Rate 0.7

Implementação

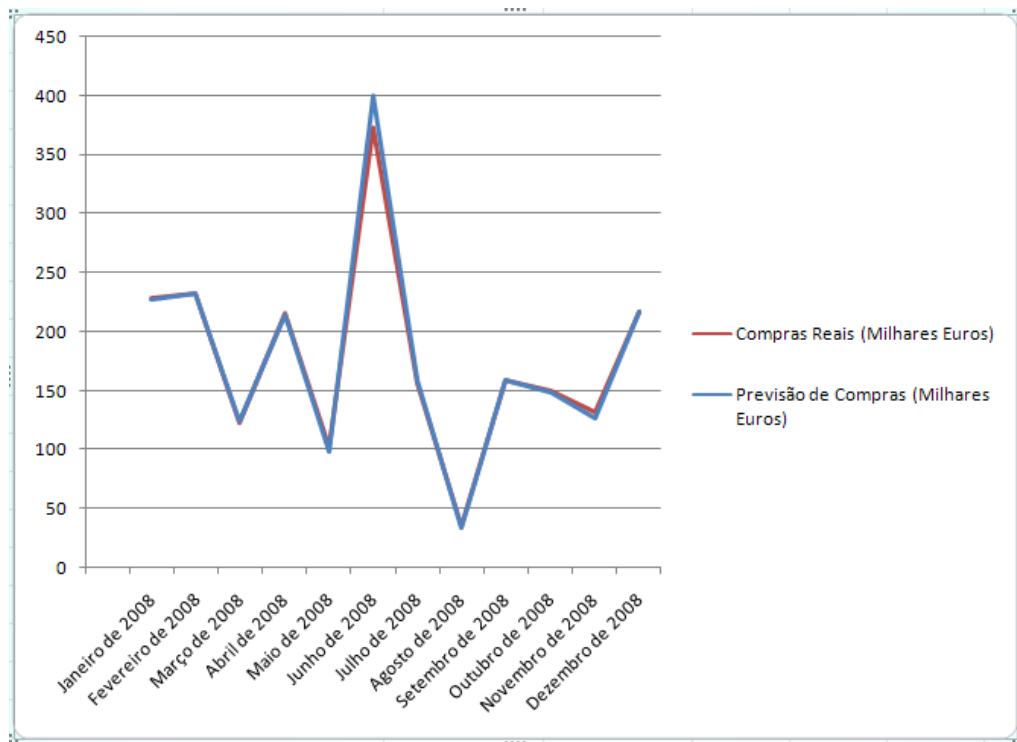


Fig 90 – Gráfico BP4COM_VENDAS Momentum 0.1 Learning Rate 0.7

1	Previsões Compras Mensais Ano 2008 - 4 Parâmetros - Back Propagation				
2	(Compras/ PIB / IPC / Vendas)				
3	Nº de iterações de aprendizagem da rede = 500000				
4	Momentum = 0.2				
5	Learning Rate = 0.7				
6	Nº Elementos do Conjunto de Treino = 48				
7	Nº Elementos do Conjunto de Teste = 12				
8	Compras Reais	Compras Reais (Milhares Euros)	Previsão de Compras (Milhares Euros)	Si - Vi	Si - Vi / Si
9					
10	Janeiro de 2008	228	228,023	0,023	0,010%
11	Fevereiro de 2008	233	233,259	0,259	0,111%
12	Março de 2008	123	123,208	0,208	0,169%
13	Abril de 2008	216	216,211	0,211	0,098%
14	Maio de 2008	102	101,898	0,102	0,100%
15	Junho de 2008	373	50,295	322,705	86,516%
16	Julho de 2008	156	155,369	0,631	0,404%
17	Agosto de 2008	35	34,725	0,275	0,786%
18	Setembro de 2008	159	158,672	0,328	0,206%
19	Outubro de 2008	150	149,420	0,580	0,387%
20	Novembro de 2008	132	132,208	0,208	0,158%
21	Dezembro de 2008	217	216,178	0,822	0,379%

Fig 91 – Quadro dados BP4COM_VENDAS Momentum 0.2 Learning Rate 0.7

Implementação

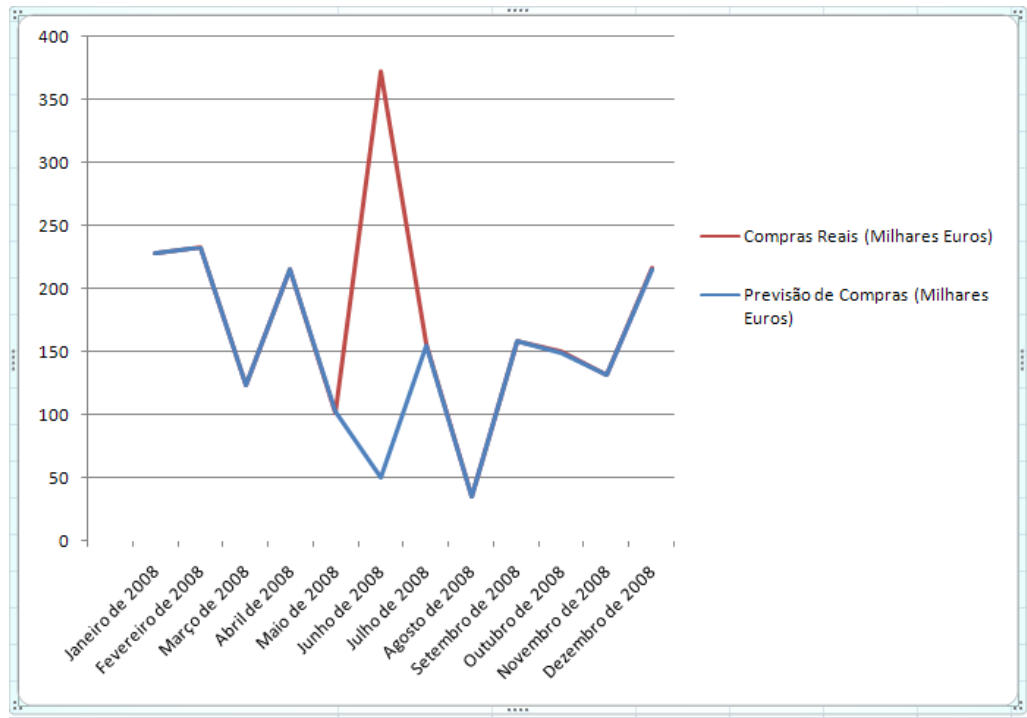


Fig 92 – Gráfico BP4COM_VENDAS Momentum 0.2 Learning Rate 0.7

1	Previsões Compras Mensais Ano 2008 - 4 Parâmetros - Back Propagatio				
2	(Compras/ PIB / IPC / Vendas)				
3	Nº de iterações de aprendizagem da rede = 500000				
4	Momentum = 0.3				
5	Learning Rate = 0.7				
6	Nº Elementos do Conjunto de Treino = 48				
7	Nº Elementos do Conjunto de Teste = 12				
8	Compras Reais	Compras Reais (Milhares Euros)	Previsão de Compras (Milhares Euros)	 Si - Vi 	 Si - Vi / Si
9					
10	Janeiro de 2008	228	227,810	0,190	0,083%
11	Fevereiro de 2008	233	232,667	0,333	0,143%
12	Março de 2008	123	122,832	0,168	0,137%
13	Abril de 2008	216	216,500	0,500	0,231%
14	Maio de 2008	102	101,631	0,369	0,362%
15	Junho de 2008	373	230,360	142,640	38,241%
16	Julho de 2008	156	155,904	0,096	0,062%
17	Agosto de 2008	35	35,388	0,388	1,109%
18	Setembro de 2008	159	158,986	0,014	0,009%
19	Outubro de 2008	150	149,495	0,505	0,337%
20	Novembro de 2008	132	131,999	0,001	0,001%
21	Dezembro de 2008	217	216,792	0,208	0,096%

Fig 93 – Quadro dados BP4COM_VENDAS Momentum 0.3 Learning Rate 0.7

Implementação

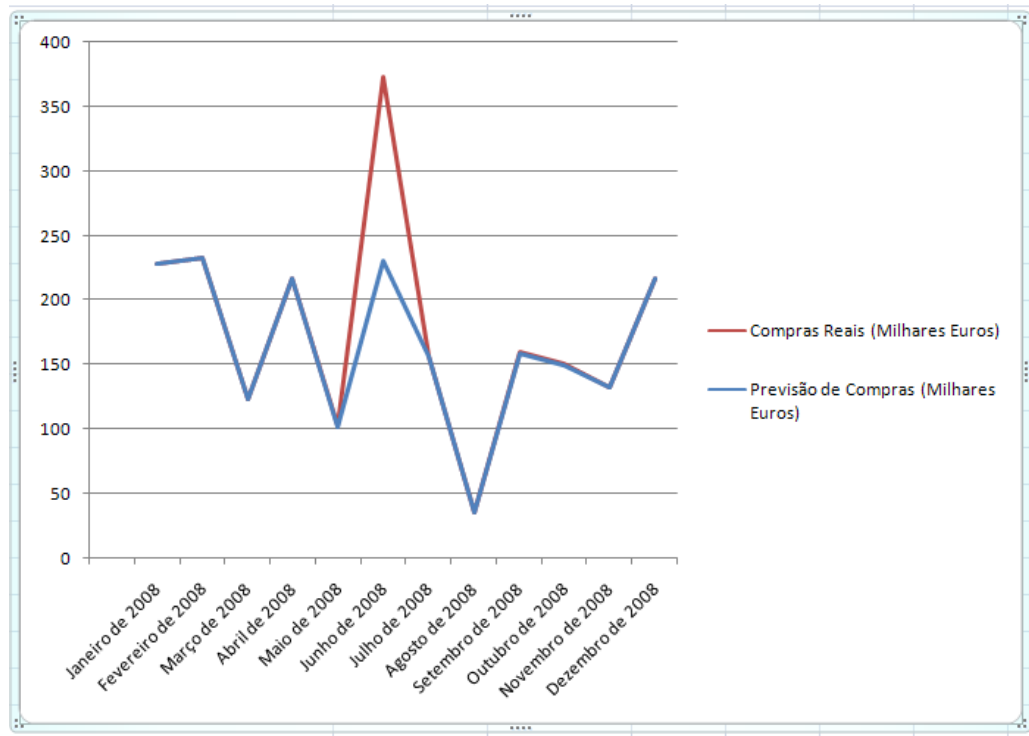


Fig 94 – Gráfico BP4COM_VENDAS Momentum 0.3 Learning Rate 0.7

1	Previsões Compras Mensais Ano 2008 - 4 Parâmetros - Back Propagatio					
2	(Compras/ PIB / IPC / Vendas)					
3	Nº de iterações de aprendizagem da rede = 500000					
4	Momentum = 0.4					
5	Learning Rate = 0.7					
6	Nº Elementos do Conjunto de Treino = 48					
7	Nº Elementos do Conjunto de Teste = 12					
8	Compras Reais	Compras Reais (Milhares Euros)	Previsão de Compras (Milhares Euros)	 Si - Vi 	 Si - Vi / Si	
9						
10	Janeiro de 2008	228	230,202	2,202	0,966%	
11	Fevereiro de 2008	233	235,953	2,953	1,267%	
12	Março de 2008	123	124,188	1,188	0,966%	
13	Abril de 2008	216	217,063	1,063	0,492%	
14	Maio de 2008	102	102,063	0,063	0,062%	
15	Junho de 2008	373	373,281	0,281	0,075%	
16	Julho de 2008	156	156,381	0,381	0,244%	
17	Agosto de 2008	35	36,441	1,441	4,117%	
18	Setembro de 2008	159	160,068	1,068	0,672%	
19	Outubro de 2008	150	150,424	0,424	0,283%	
20	Novembro de 2008	132	133,397	1,397	1,058%	
21	Dezembro de 2008	217	216,815	0,185	0,085%	

Fig 95 – Quadro dados BP4COM_VENDAS Momentum 0.4 Learning Rate 0.7

Implementação

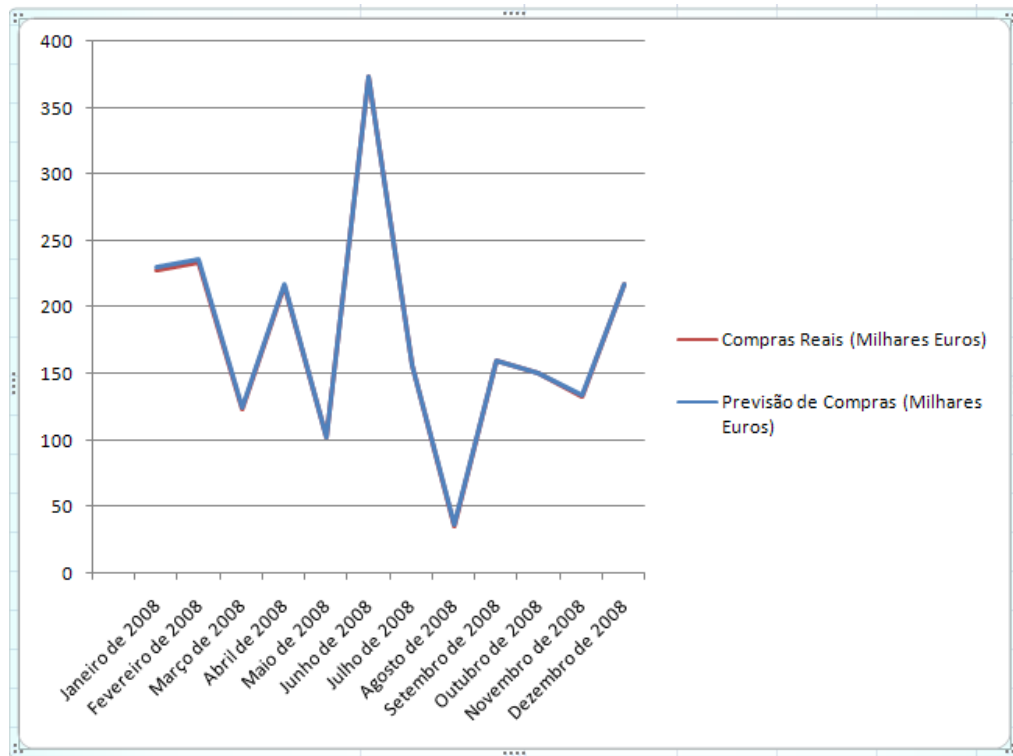


Fig 96 – Gráfico BP4COM_VENDAS Momentum 0.4 Learning Rate 0.7

1	Previsões Compras Mensais Ano 2008 - 4 Parâmetros - Back Propagation				
2	(Compras/ PIB / IPC / Vendas)				
3	Nº de iterações de aprendizagem da rede = 500000				
4	Momentum = 0.1				
5	Learning Rate = 0.8				
6	Nº Elementos do Conjunto de Treino = 48				
7	Nº Elementos do Conjunto de Teste = 12				
8	Compras Reais	Compras Reais (Milhares Euros)	Previsão de Compras (Milhares Euros)	 Si - Vi 	 Si - Vi / Si
9					
10	Janeiro de 2008	228	225,752	2,248	0,986%
11	Fevereiro de 2008	233	231,986	1,014	0,435%
12	Março de 2008	123	113,264	9,736	7,915%
13	Abril de 2008	216	209,100	6,900	3,194%
14	Maio de 2008	102	85,127	16,873	16,542%
15	Junho de 2008	373	373,124	0,124	0,033%
16	Julho de 2008	156	394,581	238,581	152,937%
17	Agosto de 2008	35	36,763	1,763	5,037%
18	Setembro de 2008	159	155,179	3,821	2,403%
19	Outubro de 2008	150	357,591	207,591	138,394%
20	Novembro de 2008	132	130,511	1,489	1,128%
21	Dezembro de 2008	217	216,420	0,580	0,267%

Fig 97 – Quadro dados BP4COM_VENDAS Momentum 0.1 Learning Rate 0.8

Implementação

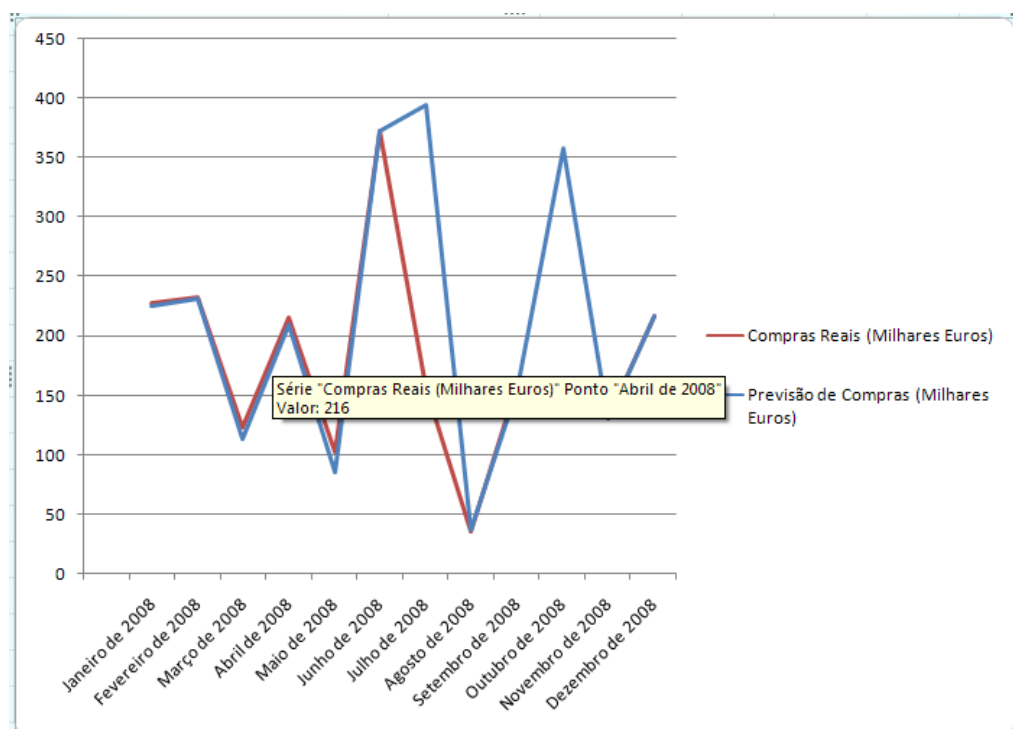


Fig 98 – Gráfico BP4COM_VENDAS Momentum 0.1 Learning Rate 0.8

1	Previsões Compras Mensais Ano 2008 - 4 Parâmetros - Back Propagation				
2	(Compras/ PIB / IPC / Vendas)				
3	Nº de iterações de aprendizagem da rede = 500000				
4	Momentum = 0.2				
5	Learning Rate = 0.8				
6	Nº Elementos do Conjunto de Treino = 48				
7	Nº Elementos do Conjunto de Teste = 12				
8	Compras Reais	Compras Reais (Milhares Euros)	Previsão de Compras (Milhares Euros)	Si - Vi	Si - Vi / Si
9					
10	Janeiro de 2008	228	227,247	0,753	0,330%
11	Fevereiro de 2008	233	232,939	0,061	0,026%
12	Março de 2008	123	123,330	0,330	0,268%
13	Abril de 2008	216	214,831	1,169	0,541%
14	Maio de 2008	102	101,810	0,190	0,186%
15	Junho de 2008	373	373,062	0,062	0,017%
16	Julho de 2008	156	154,711	1,289	0,826%
17	Agosto de 2008	35	34,974	0,026	0,074%
18	Setembro de 2008	159	158,236	0,764	0,481%
19	Outubro de 2008	150	149,026	0,974	0,649%
20	Novembro de 2008	132	132,170	0,170	0,129%
21	Dezembro de 2008	217	216,288	0,712	0,328%

Fig 99 – Quadro dados BP4COM_VENDAS Momentum 0.2 Learning Rate 0.8

Implementação

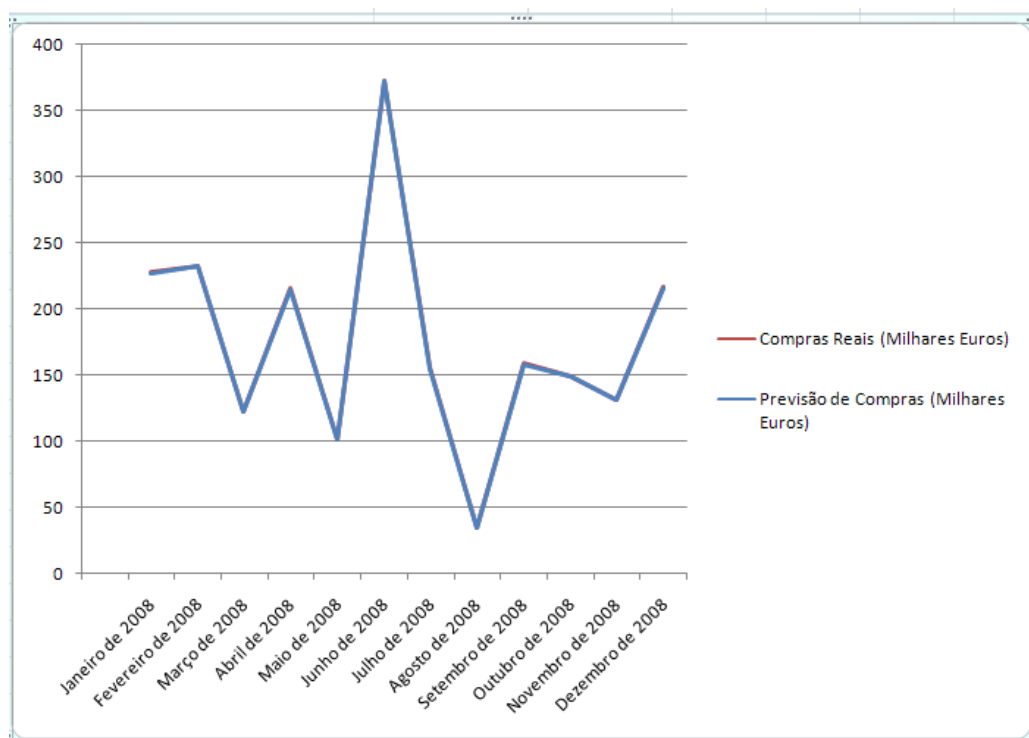


Fig 100 – Gráfico BP4COM_VENDAS Momentum 0.2 Learning Rate 0.8

	A	B	C	D	E	F	G
1	Previsões Compras Mensais Ano 2008 - 4 Parâmetros - Back Propagation						
2	(Compras/ PIB / IPC / Vendas)						
3	Nº de iterações de aprendizagem da rede = 500000						
4	Momentum = 0.3						
5	Learning Rate = 0.8						
6	Nº Elementos do Conjunto de Treino = 48						
7	Nº Elementos do Conjunto de Teste = 12						
8		Compras Reais		Compras Reais (Milhares Euros)	Previsão de Compras (Milhares Euros)	 Si - Vi 	 Si - Vi / Si
9							
10		Janeiro de 2008		228	228,326	0,326	0,143%
11		Fevereiro de 2008		233	233,512	0,512	0,220%
12		Março de 2008		123	123,450	0,450	0,366%
13		Abril de 2008		216	216,692	0,692	0,320%
14		Maio de 2008		102	102,146	0,146	0,143%
15		Junho de 2008		373	55,492	317,508	85,123%
16		Julho de 2008		156	155,565	0,435	0,279%
17		Agosto de 2008		35	34,829	0,171	0,489%
18		Setembro de 2008		159	159,098	0,098	0,062%
19		Outubro de 2008		150	149,719	0,281	0,187%
20		Novembro de 2008		132	132,646	0,646	0,489%
21		Dezembro de 2008		217	216,807	0,193	0,089%

Fig 101 – Quadro dados BP4COM_VENDAS Momentum 0.3 Learning Rate 0.8

Implementação

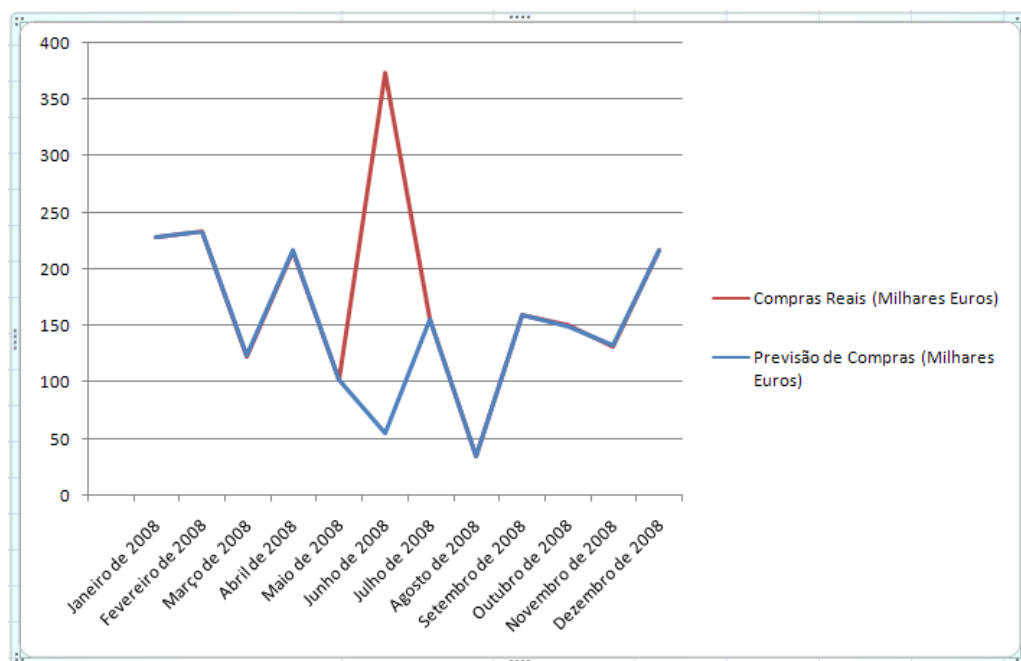


Fig 101 – Gráfico BP4COM_VENDAS Momentum 0.3 Learning Rate 0.8

1	Previsões Compras Mensais Ano 2008 - 4 Parâmetros - Back Propagation				
2	(Compras/ PIB / IPC / Vendas)				
3	Nº de iterações de aprendizagem da rede = 500000				
4	Momentum = 0.4				
5	Learning Rate = 0.8				
6	Nº Elementos do Conjunto de Treino = 48				
7	Nº Elementos do Conjunto de Teste = 12				
8	Compras Reais	Compras Reais (Milhares Euros)	Previsão de Compras (Milhares Euros)	Si - Vi	Si - Vi / Si
9					
10	Janeiro de 2008	228	223,990	4,010	1,759%
11	Fevereiro de 2008	233	228,662	4,338	1,862%
12	Março de 2008	123	99,926	23,074	18,759%
13	Abril de 2008	216	195,837	20,163	9,335%
14	Maio de 2008	102	76,298	25,702	25,198%
15	Junho de 2008	373	346,779	26,221	7,030%
16	Julho de 2008	156	133,447	22,553	14,457%
17	Agosto de 2008	35	43,181	8,181	23,374%
18	Setembro de 2008	159	157,784	1,216	0,765%
19	Outubro de 2008	150	119,677	30,323	20,215%
20	Novembro de 2008	132	126,866	5,134	3,889%
21	Dezembro de 2008	217	196,991	20,009	9,221%

Fig 102 – Quadro dados BP4COM_VENDAS Momentum 0.4 Learning Rate 0.8

Implementação

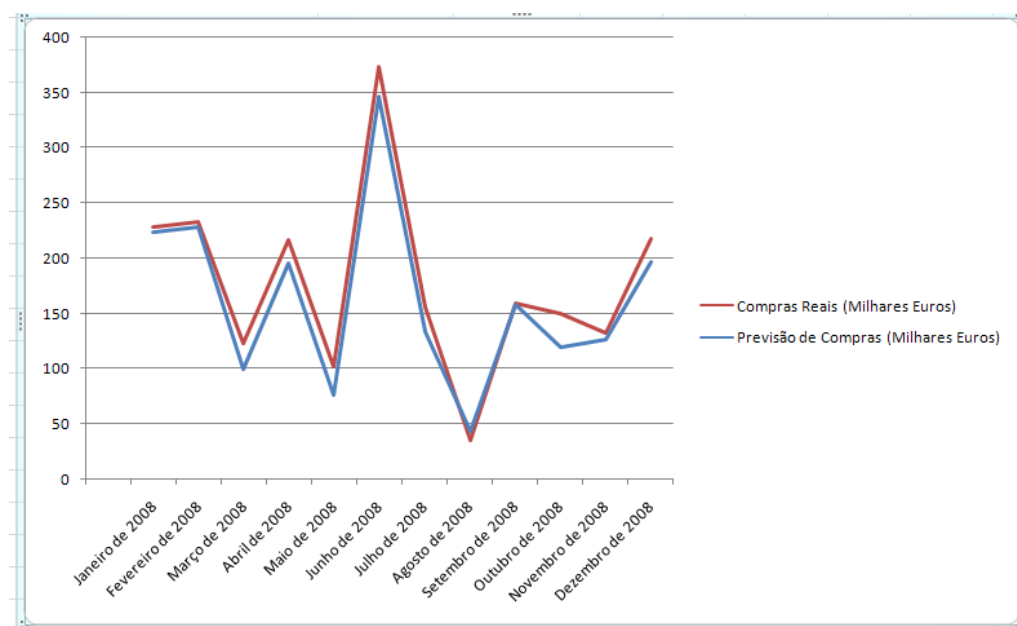


Fig 103– Gráfico BP4COM_VENDAS Momentum 0.4 Learning Rate 0.8

Fica assim facilitado o cálculo mensal das compras dos anos pretendidos conforme se pode constatar.

4.3 Resumo e Conclusões

De uma forma resumida considera-se que o módulo de logística está integrado no ERP jDx, que era o objectivo principal do projecto. No tocante à funcionalidade que vai fazer a diferença face aos concorrentes, a capacidade de prever o montante de compras a fornecedores conhecido o histórico, a parte substancial do trabalho está efectuada faltando agora apenas “capturar” de forma automática os históricos de compras a fornecedores de forma a ser mais confortável efectuar a preparação de dados. Como vimos os resultados usando os parâmetros (Compras, PIB, IPC e Taxa de Desemprego) ou (Compras, PIB, IPC e Vendas) são de qualidade idêntica, mas uma vez que o modelo tem uma componente aleatória, somos por vezes surpreendidos com um mês em que a previsão pode ter um erro relativo de 100% para o valor real tendo todos os outros meses erros relativos menores que 3%.

Mas seguidamente fizemos outra simulação, sem alteração do *Momentum* e da *Learning Rate*, já se obteve para os doze meses erros relativos menores que 3%.

Tirando este aspecto pode-se dizer que a previsão está a funcionar com um rigor bastante aceitável.

Em todo caso e mesmo levando em conta este -“problema”-, pensamos que chegamos a um sistema de previsão de compras a fornecedores credível.

5 Conclusões e Trabalho Futuro

Em termos de trabalho futuro todo o trabalho desenvolvido em torno do método da aprendizagem com redes neuronais e o método “back propagation” merece ser incorporado de uma forma plena no ERP.

Com isto queremos dizer abandonar esta forma algo primitiva em que informamos o histórico para que o algoritmo possa efectuar a aprendizagem ou a forma de visualizar os resultados das previsões que ainda são efectuados na janela do IDE.

Esta integração no ERP não foi efectuada por manifesta falta de tempo.

5.1 *Satisfação dos Objectivos*

Os objectivos iniciais foram plenamente satisfeitos. O projecto é ambicioso e procura conseguir uma componente de inovação. Esta foi a razão pela qual no estado da arte se procurou sondar a SAP no que toca a ERP's, embora fazendo adaptação à realidade dos clientes da Dinâmica, que são PME's da área metalomecânica (mobiliário de escritório). Outra área que inicialmente foi considerada importante quando da elaboração do estado da arte foi a área da avaliação de fornecedores. O objectivo era usar um histórico para prever quais seriam os bons fornecedores, usando redes neuronais e o método “back propagation”.

Manifestamente, e apesar da concorrência não efectuar esta avaliação de fornecedores optou-se por abandonar esta linha de rumo pois os dados históricos que existem actualmente sobre avaliação de fornecedores são de tal maneira escassos e dispersos que inviabilizariam um trabalho seguindo esta metodologia.

Foi então que, se resolveu colmatar outra área que a concorrência tanto quanto seja do conhecimento do autor, também não trata, que é a previsão de compras a fornecedores. Mesmo na análise efectuada ao MySAP, constatou-se que esta área não está contemplada. Adiciona-se ainda o facto de no início existir um módulo de logística orientado ao carácter e agora existir um módulo de logística gráfico integrado num ERP, o jDx, desenvolvido num ambiente JBuilder/PostgreSQL/ iReport. Isto complementa o espírito de missão cumprida.

5.2 Trabalho Futuro

Como já foi referido uma das primeiras funcionalidades a alterar no ERP para o tornar mais profissional era a possibilidade do sistema conseguir obter de uma forma automática os valores das compras para os períodos necessários de aprendizagem na funcionalidade de previsão de compras a fornecedores. Neste momento é necessário realizar uma alimentação manual, e recorrer a uma janela de parametrização para indicar as previsões de Compras a Fornecedores a efectuar pelo Sistema.

Após esta questão estar resolvida o trabalho futuro não pode fugir muito do que vem sendo efectuado ou seja continuar a desenvolver o ERP módulo a módulo...

Referências

- [AK01] Anderson Kristin & Kerr Carol, Customer Relationship Management, McGraw-Hill, 2001
- [Bal99] Ballow, Business Logistics Management. NJ: Prentice Hall, 1999.
- [Dem78] Dempsey, “Vendor Selection and the Buying Process”, Industrial Marketing Management, 1978
- [Dic66] Dickson, “An Analysis of vendor selection systems and decisions”, Journal of Purchasing, 1966, pp. 5-17.
- [DR99] Degraeve and Roodhooft, “Effectively Selecting Supplier using Total Cost of Ownership”, The Journal of Supply Chain Management: A Global Review of Purchasing and Supply, 1999
- [Ell95] Ellram, 1995 “Total Cost of Ownership: An Analysis Approach for Purchasing”, International Journal of Physical Distribution and Logistics
- [Fau94] Laurence Fausett, Fundamentals of Neural Networks. Architectures, algorithms and applications, Prentice Hall, Inc.,1994
- [LL06] Kenneth C. Laudon & Jane P. Laudon , Management Information Systems: Managing the Digital Firm (Hardcover) , Prentice Hall, 2006
- [Les01] Lesonsky, Your Own Business: The Only Start-Up Book You'll Ever Need. Entrepreneur Media Inc. 2nd ed, 2001.
- [MTH02] Monczka, Trent and Handfield, Purchasing and Supply Chain Management. 2 ed, 2002.
- [NH92] Nydick and Hill, “Using the Analytic Hierarchy Process to Structure the Supplier Selection Procedure”, International Journal of Purchasing and Materials Management, 1992, pp. 31-36.
- [PB00] Petroni and Braglia, “Vendor Selection Using Principal Component Analysis”, 2000
- [Roj66]. R.Rojas, Neural networks. A systematic approach. Springer Berlin, 1996
- [Saa80]. Saaty, The Analytic Hierarchy Process. NY: McGraw-Hill, 1980.

Conclusões e Trabalho Futuro

- [SS01] Garth Saloner & A.Michael Spence, Creating and Capturing Value: Perspectives and Cases on Electronic Commerce (Hardcover), October 2001
- [SSW02] Measuring the Performance of Suppliers: An Analysis of Evaluation Processes”, The Journal of Supply Chain Management
- [Tim86] Timmerman, “An Approach to Vendor Performance Evaluation”, The Journal of Supply Chain Management, 1986.
- [WCB91] Weber, Current and Benton, “Vendor Selection criteria and methods”, European Journal of Operation Research, 1991, pp. 2-18.
- [Wei97] Wei, Jinlong and Zhicheng, 1997 “A Supplier-selecting System using a Neural Network”, IEEE International Conference on Intelligent Processing Systems
- [JSCM00] The Journal of Supply Chain Management: A Global Review of Purchasing and Supply, 2000