

Universidade de Évora
Departamento de Gestão de Empresas
Mestrado em Organização e Sistemas de Informação
Dissertação de Mestrado

**Aplicação de RFID em Sistemas
de Informação Industriais
- Gestão da Manutenção**


Filipe Miguel Bispo Fidalgo

Orientador:
Professor Doutor António Serrano

Évora 2005

Esta dissertação não inclui as críticas e sugestões do júri

Universidade de Évora
Departamento de Gestão de Empresas
Mestrado em Organização e Sistemas de Informação
Dissertação de Mestrado

ERRATA

**Aplicação de RFID em Sistemas
de Informação Industriais
- Gestão da Manutenção**

Filipe Miguel Bispo Fidalgo

**Orientador:
Professor Doutor António Serrano**

Évora 2005

ABSTRACT

RFID application in Industrial Information Systems – Maintenance Management

The aim of this project is the applicability of Radio Frequency Identification (RFID) in industry, in order to optimizer processes and tasks in the maintenance. It is intended to acquire treat and transfer the information that serves the management system of the maintenance using the cited technology. The Radio Frequency Identification is a trustworthy method to identify, to locate and to track people, animals and objects, without physical contact, using electromagnetic waves. A RFID system is composed for fixed and/or mobile readers, transponders, commonly calls tags or labels, and a server to manage the information system. Tags are electronic devices that contain a code that can be remotely read. The reading process occurs when a specific reader sends radio wave frequency to tag, the tag transmits its data stored in return to the reader. The elements of the system are a local network with mobile units, PDA's (*Personal Digital Assistant*) with an RFID antenna, to read and store the information, and a server to manage it. The system presented here is considered to contribute for the alignment of the logical and physical informational flows. Such system can give has supported to the management of the maintenance, analyze the functionality of sectors, the flow and the access of the employees, being able to contribute thus, to analyze and control of the performance evaluation and management of stocks.



Figura 10 - Adaptador Compact Flash® type II para PDA (www.omron.com)

A tabela seguinte mostra as diferentes frequências para operar com RFID, e as suas aplicações típicas.

Tabela 5 – Frequências e características de RFID

Banda de Frequência	Características	Aplicações Típicas
Baixa 100-500 kHz	Pequeno a médio alcance de leitura Barato Velocidade de leitura baixa Taxa de transferência de dados média Não sensível à orientação Lê através de objectos metálicos Baixos níveis de energia Sensível ao ruído	Controlo de acessos Identificação animal Controlo de Inventários Imobilizadores de carros
Intermédia 10-15 MHz	Pequeno a médio alcance de leitura Potencialmente barato Velocidade de leitura média Taxa de transferência de dados rápida Sensível à orientação Médios níveis de energia	Controlo de acessos Cartões inteligentes
Alta 850-950 MHz 2.4-5.8 GHz	Grande alcance de leitura Grande velocidade de leitura Taxa de transferência de dados rápida Requer linha de vista Caro Sensível à orientação Pouca capacidade de penetração em objectos metálicos Altos níveis de energia Não é sensível ao ruído	Monitorização Veículos Férreos Sistemas de pagamento de portagens

Para obter os melhores resultados de RFID, é necessário uma infra-estrutura de gestão de informação na empresa. A aplicação pode ser projectada à volta de uma base de dados centralizada ou então usar uma aproximação descentralizada mantendo e actualizando os dados directamente na *tag*, ou uma combinação entre ambos (Sarma et al, 2002).

5.1.1 APLICAÇÃO PARA O PDA

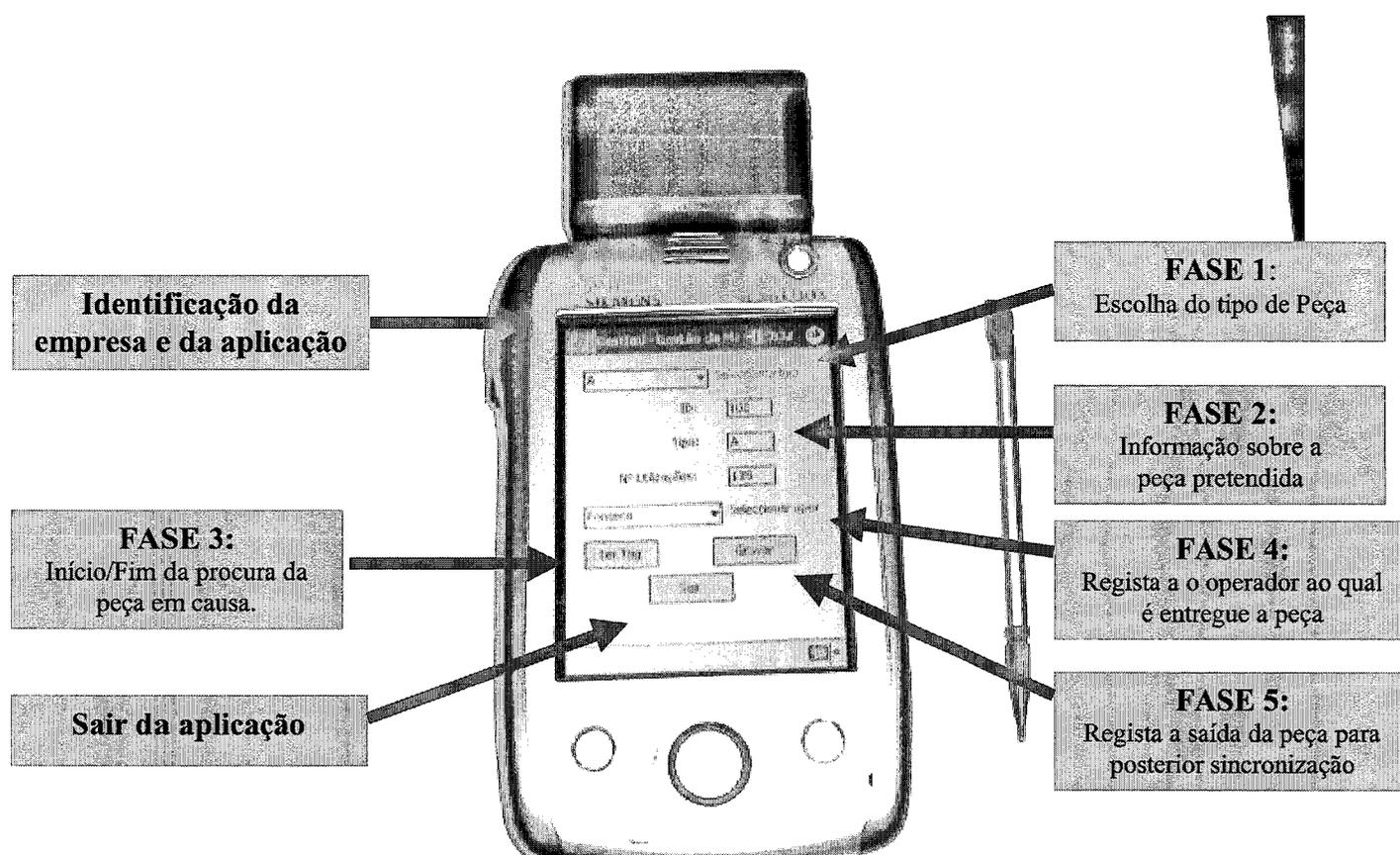


Figura 28 – Interface da aplicação do PDA.

A figura mostra a *interface* com a qual o funcionário da manutenção interage quando recebe um pedido para uma cabeça de corte.

Quanto aos resultados da aplicação do PDA, o seu uso pode ser analisado segundo as fases apresentadas na figura.

FASE 1

O funcionário responsável pela entrega das cabeças de corte, recebe o pedido do operador da máquina, e através de uma caixa de selecção, escolhe o tipo de peça requerido, na Figura 28 ilustrado como peça do tipo A.

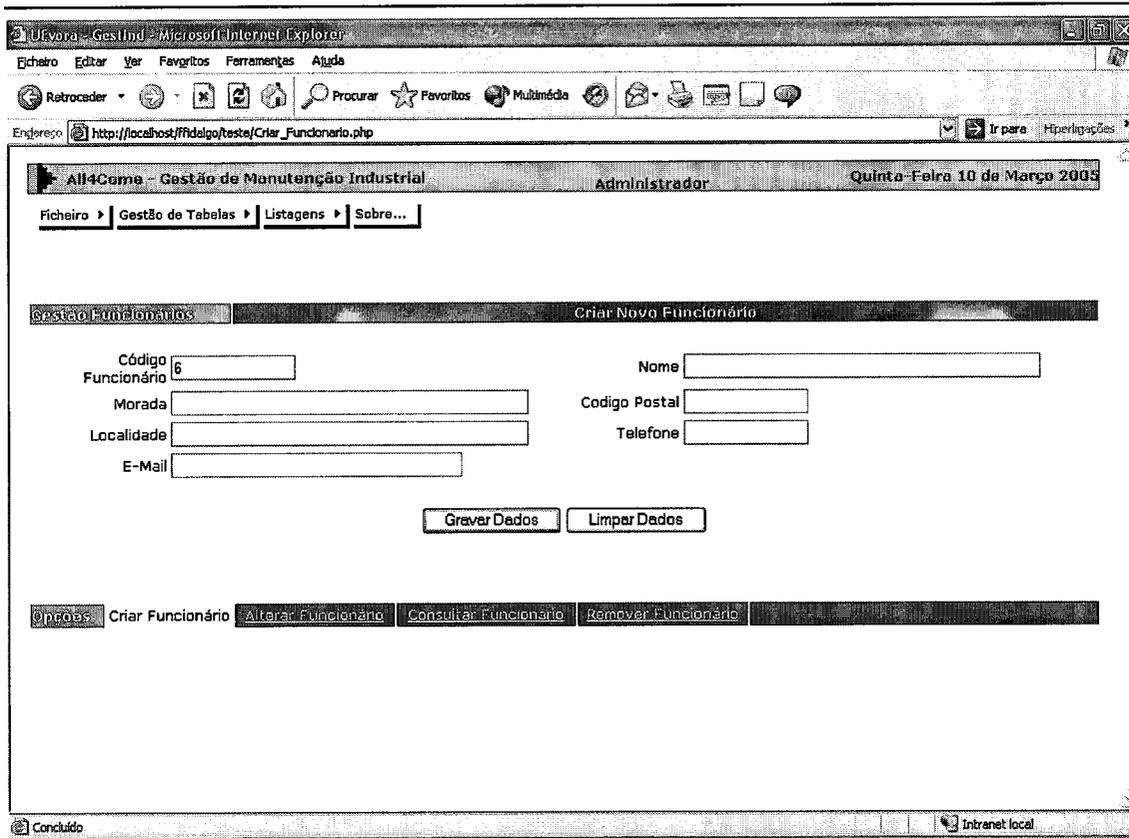


Figura 32 – Interface para introdução de novo utilizador.

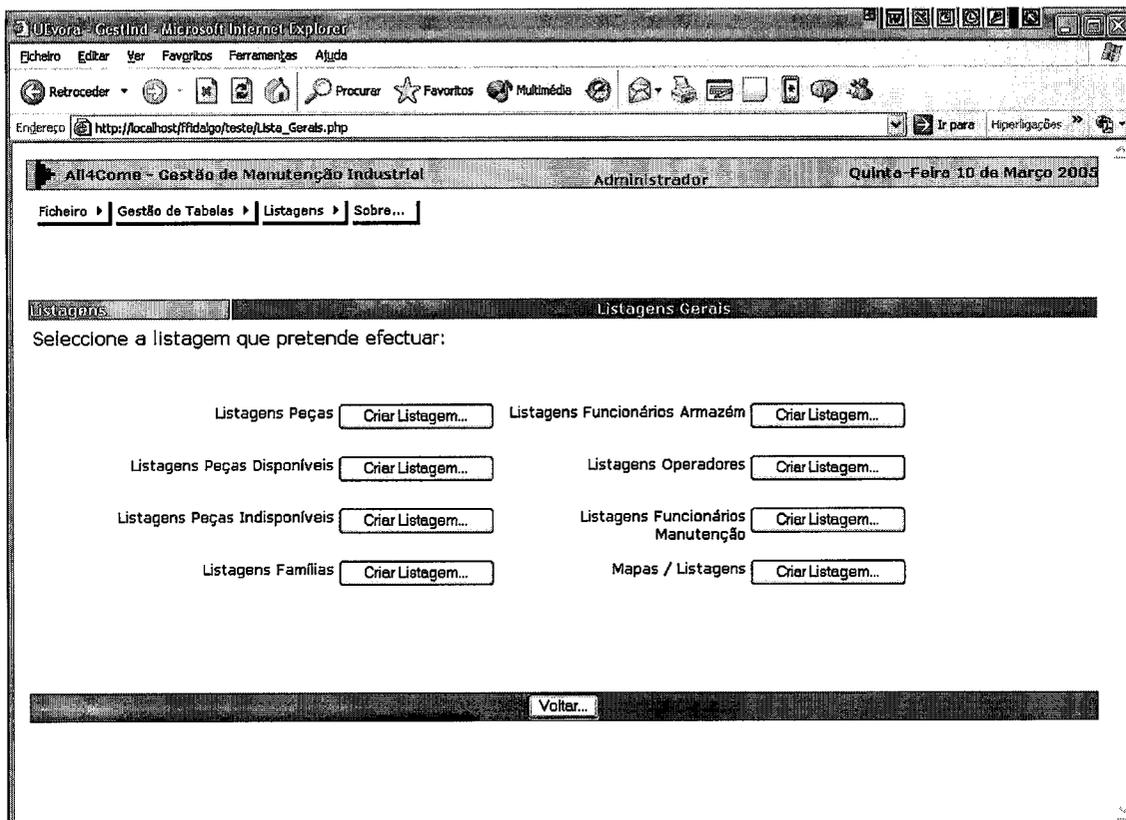


Figura 33 – Interface para a definição da geração de listagens.

Universidade de Évora
Mestrado em Organização e Sistemas de Informação
Dissertação de Mestrado

**Aplicação de RFID em Sistemas
de Informação Industriais
- Gestão da Manutenção**

*Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em
Organização e Sistemas de Informação*



152 562

Filipe Miguel Bispo Fidalgo

Orientador:
Professor Doutor António Serrano

(Não inclui as críticas e sugestões do júri)
Évora 2005

Dissertação realizada sob a orientação do

Professor Doutor António Serrano

Universidade de Évora

***“Quando os ventos da mudança sopram,
alguns constroem abrigos,
outros, moinhos”.***

Clauss Möller

DEDICATÓRIA

À minha família.

AGRADECIMENTOS

Apesar destas linhas não serem retribuição suficiente, o meu primeiro agradecimento vai para a minha família, que sempre soube compreender as ausências forçadas a que foi sendo obrigada para a realização deste meu trabalho, em especial para a ANA sempre presente, para o meu PAI que tanto semeou e tão pouco tempo teve para colher e para a minha MÃE que sempre soube dar-me as forças suficientes para aqui chegar.

Ao Professor Doutor António Serrano, agradeço o incentivo e encorajamento dados na realização deste trabalho e por me ter proporcionado uma outra visão dos Sistemas de Informação.

Agradeço ainda à Escola Superior de Tecnologia de Castelo Branco, em especial ao “grupo” da Área Científica de Sistemas e Tecnologias da Informação.

A todos os meus colegas “MOSI’s 2002”, pelo espírito que criado por esta turma que sempre estive colaborante em todas as circunstâncias.

O meu agradecimento final vai para os amigos que me acompanharam neste trabalho e me facilitaram os meios para o concluir.

RESUMO

Este trabalho tem como objectivo demonstrar a aplicabilidade de Sistemas de Identificação por Rádio Frequência (RFID) em ambientes industriais, para otimizar processos e tarefas na área da manutenção. Pretende-se efectuar recolha e tratamento de informação que sirva a gestão da manutenção usando a referida tecnologia. A Identificação por Rádio Frequência é um método confiável para identificar, localizar e rastrear pessoas, animais e objectos, sem contacto físico, utilizando ondas electromagnéticas. Um sistema de RFID é composto por leitores fixos e/ou móveis, *transponders*, habitualmente chamadas *tags* ou etiquetas, e um servidor para gerir o sistema de informação. As *tags* são dispositivos electrónicos que contêm um código que pode ser lido por um leitor remoto. O processo de leitura ocorre quando um leitor envia ondas de rádio frequência à *tag*, que transmite os seus dados armazenados de volta ao leitor. O sistema proposto é formado por uma rede local constituído por unidades móveis, PDA's (*Portable Document Assistant*) com antena leitora de RFID, responsáveis pelo armazenamento dos códigos dos identificadores recolhidos pelos leitores, e por um computador servidor para controlar o funcionamento geral. O sistema aqui apresentado propõe-se contribuir para o alinhamento dos fluxos informacionais lógicos e físicos. Tal sistema pode dar suporte à gestão da manutenção, permitindo analisar, tanto a funcionalidade de sectores, quanto o fluxo e o acesso dos funcionários, podendo contribuir assim, para o estudo e controlo da avaliação de desempenho e gestão de *stocks*.



ABSTRACT

The aim of this project is the applicability of Radio Frequency Identification (RFID) in industry, in order to optimizer processes and tasks in the maintenance. It is intended to acquire treat and transfer the information that serves the management system of the maintenance using the cited technology. The Radio Frequency Identification is a trustworthy method to identify, to locate and to track people, animals and objects, without physical contact, using electromagnetic waves. A RFID system is composed for fixed and/or mobile readers, transponders, commonly calls tags or labels, and a server to manage the information system. Tags are electronic devices that contain a code that can be remotely read. The reading process occurs when a specific reader sends radio wave frequency to tag, the tag transmits its data stored in return to the reader. The presented system is composed by a local net with mobile units, PDA's (Portable Document Assistant) with an RFID antenna, responsible for storage and read the information, and a server to control the general functioning. The system presented here is considered to contribute for the alignment of the logical and physical informational flows. Such system can give has supported to the management of the maintenance, analyze the functionality of sectors, the flow and the access of the employees, being able to contribute thus, to analyze and control of the performance evaluation and management of stocks.

ÍNDICE

DEDICATÓRIA.....	VII
AGRADECIMENTOS	IX
RESUMO	XI
ABSTRACT	XIII
ÍNDICE.....	XV
LISTA DE ABREVIATURAS.....	XIX
LISTA DE FIGURAS	XXI
LISTA DE TABELAS	XXIII
1 – INTRODUÇÃO.....	1
1.1 ENQUADRAMENTO	1
1.2 OBJECTIVOS	5
1.3 JUSTIFICAÇÃO	9
1.4 METODOLOGIA.....	11
1.4.1 PESQUISA ACÇÃO	11
1.5 ESTRUTURA DO DOCUMENTO	14
2 – ENQUADRAMENTO TEÓRICO	17
2.1 DADOS INFORMAÇÃO E CONHECIMENTO	17
2.1.1 DADOS	18
2.1.2 INFORMAÇÃO	18
2.1.3 CONHECIMENTO	19
2.2 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO.....	20
2.2.1 NÍVEIS E TIPOS DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO.....	23
2.2.2 AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO.....	26
2.3 MANUTENÇÃO.....	27
2.3.1 EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO	28
2.3.2 TIPOS DE MANUTENÇÃO	30
2.4 RFID	34
2.4.1 COMPONENTES DO SISTEMA.....	35
2.4.2 TAG E LEITORES.....	37

2.4.3	RFID E OS PROBLEMAS ÉTICOS	39
2.4.4	RFID EM PORTUGAL.....	40
3	– PROBLEMA	45
3.1	CARACTERIZAÇÃO.....	45
4	– DESENVOLVIMENTO.....	49
4.1	ARQUITECTURA TECNOLÓGICA.....	49
4.1.1	HARDWARE	49
4.1.2	SOFTWARE.....	51
4.2	O PROCESSO ICONIX.....	52
4.3	MODELAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO	55
4.3.1	RESULTADOS DA MODELAÇÃO.....	59
5	– RESULTADOS E CONCLUSÕES	67
5.1	RESULTADOS	67
5.1.1	APLICAÇÃO PARA O PDA.....	68
5.1.2	APLICAÇÃO ORIENTADA PARA A WEB	70
5.2	CONCLUSÕES.....	76
5.3	TRABALHO FUTURO	78
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
	ANEXOS.....	85
	ANEXO I - COMPARAÇÃO ENTRE TECNOLOGIAS DE IDENTIFICAÇÃO ...	87
	CÓDIGO DE BARRAS	87
	CARTÕES MAGNÉTICOS.....	87
	CARTÕES INTELIGENTES.....	88
	CARTÕES SEM CONTACTO (UTILIZANDO TECNOLOGIA DE IDENTIFICAÇÃO POR RÁDIO FREQUÊNCIA)	89
	ANEXO II - COMPARAÇÃO ENTRE ANTENAS DE LEITURA.....	93
	<i>Sentinel-Sense</i> TM <i>MPR-1230</i>	93
	<i>Omron</i>	94

ANEXO III - COMPARAÇÃO ENTRE DISPOSITIVOS HANDHELD.....	97
Pocket LOOX 600 Fujitsu- Siemens	97
Compaq HP iPAQ H1940	97
TOSHIBA e400	98
Asus MyPal A620 BT	99

LISTA DE ABREVIATURAS

CF II – *Compact Flash* tipo II

DSS – *Decision Support System*

EEPROM - *Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*

ESS – *Executive Support System*

GSM – *Global System Mobile*

GPRS – *General Packet Radio Service*

GUI – *Graphical User Interface*

ISO – *International Organization for Standardization*

KWS – *Knowledge Work System*

MCF - Manutenção Centrada em Fiabilidade

MIS – *Management Information System*

MPT - Manutenção Produtiva Total

OS - *Office System*

PCMCIA – *Personal Computer Memory Card International Association*

PSI - Planeamento de Sistemas de Informação

PDA – *Portable Document Assistent*

RAM - *Random Access Memory*

ROM - *Read Only Memory*

RF – Rádio Frequência

RFID – Identificação por Rádio Frequência

RUP - *Rational Unified Process*

SDK – *Software Development Kit*

SI – Sistema de Informação

SIBS – Sociedade Interbancária de Serviços

SMS – *Short Message Service*

TPS – *Transaction Process System*

TI – Tecnologias da Informação

UML – *Unified Modeling Language*

UMTS – *Universal Mobile Telecommunications System*

XP - *Extreme Programming*

WAMP – *Windows Apache Mysql PHP*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Dados, informação e conhecimento.	6
Figura 2 - Etapas do método pesquisa acção.	12
Figura 3 – Funções num Sistema de informação.	22
Figura 4 – Níveis dos Sistemas de Informação.	23
Figura 5 – Evolução do Paradigma da Manutenção	31
Figura 6 - Curva da Banheira.	32
Figura 7 - Previsão da evolução em termos de RFID.	34
Figura 8 – Invólucros do tipo prego e relógio (www.sokymat.com)	37
Figura 9 – Invólucro tipo cartão de crédito (www.omron.com)	37
Figura 10 - Adaptador Compact Flash® type II para PDA (www.omron.com)	38
Figura 11 – Evolução do número de clientes.	41
Figura 12 – Cartão usado pelo SIGE.	42
Figura 13 – Cabo e Terminais.	46
Figura 14 – Cabeça de Corte.	46
Figura 15 – PDA – Fujitsu Siemens.	50
Figura 16 – Omron V720 VHMF-01.	51
Figura 17 – Modelo Iconix.	53
Figura 18 – Actividades da tarefa de Análise de Requisitos	56
Figura 19 – Actividades de Análise e Desenho Preliminar.	57
Figura 20 – Actividades da Tarefa de Desenho.	58
Figura 21 – Actividades da Tarefa de Implementação.	59
Figura 22 – Diagrama de Classes de alto nível.	60
Figura 23 – Diagrama de Casos de Uso do Sistema.	61
Figura 24 – Diagrama de robustez para realizar consultas diversas.	63
Figura 25 – Diagrama de sequência do caso de uso Registrar no Utilizador.	64
Figura 26 – Diagrama de classes de baixo nível.	65
Figura 27 – Diagrama de estado da classe peça.	66
Figura 28 – Interface da aplicação do PDA.	68
Figura 29 – Atributos da aceitabilidade de um sistema.	70
Figura 30 – Interface da aplicação Web - Autenticação.	71

Figura 31 – Interface da aplicação do web - Menus.....	72
Figura 32 – Interface para introdução de novo utilizador.	74
Figura 33 – Interface para a definição da geração de listagens.	74
Figura 34 – Estrutura interna de um cartão inteligente.	89
Figura 35 - Sentinel-Sense™ MPR-1230	93
Figura 36 - Sentinel-Sense™ MPR-1231	93
Figura 37 - OMRON V720S-HMF01	94
Figura 38 – PDA - Fujitsu - Siemens	97
Figura 39 – PDA – HP iPAQ H1940.....	98
Figura 40 – PDA – Toshiba e400	99
Figura 41 – PDA – Asus MyPal	99

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados, informação e conhecimento	17
Tabela 2- A mudança no ambiente de negócios.....	21
Tabela 3- Níveis e tipos de Sistemas de Informação.....	24
Tabela 4- Evolução da Manutenção	30
Tabela 5 – Frequências e características de RFID.....	38
Tabela 6 – Requisito funcionais do sistema.	62
Tabela 7 – Comparações entre antenas de RFID.....	95
Tabela 8 - Comparações entre PDA's.	99



1 – INTRODUÇÃO

“Não diga pouco em muitas palavras, mas sim, muito em poucas”

Pitágoras

Neste capítulo é feita uma introdução ao trabalho realizado, apresentando os objectivos que se pretendem atingir, bem como a justificação da escolha e a metodologia condutora da realização da dissertação.

1.1 ENQUADRAMENTO

Nos últimos anos, os negócios têm sido confrontados com uma série de mudanças que exigem das organizações uma gestão eficaz dos seus recursos de informação, para a qual podem contribuir de forma importante as novas tecnologias da informação. (Serrano et al., 2004)

Actualmente as empresas convivem num mercado muito competitivo e agressivo. A tomada de decisão tornou-se fundamental para a sobrevivência de qualquer organização. Dentro deste contexto as fontes de informações confiáveis apresentam-se como uma ferramenta forte para o desenvolvimento competitivo do sector industrial.

“A ISO 9001:2000 é um conjunto de regras genéricas que pretendem alcançar todas as organizações independentemente do tipo, dimensão e produto ou serviço que proporcionam. A manutenção é indiscutivelmente alcançada por esta abordagem por processos, embora de forma não explícita: no #6.3. especifica-se “... a organização deve determinar, proporcionar e manter a infra-estrutura necessária para atingir a conformidade com os requisitos do produto, designadamente, equipamento de processo (tanto hardware como software) ...” e no #7.5.1 “... a organização deve planear e levar a cabo a produção e o fornecimento do serviço sob condições controladas incluindo, designadamente, a utilização de equipamento apropriado...”. (Cabral, 2004)

A situação agrava-se quando os gestores empresariais, considerando a complexidade da estrutura organizacional do ambiente e os recursos limitados, não

dispõem de sistemas de informação para dar suporte ao processo de tomada de decisões. Além do adequado suporte administrativo, a implantação de sistemas de informação pode melhorar a comunicação interna e externa, dinamizar diversos processos, aumentar a segurança das informações, além de possibilitar o desenvolvimento de bases de dados para diversos fins.

Em vista da necessidade de sistemas de informação e controlo em ambientes industriais, é primordial a realização de estudos das tecnologias disponíveis, para escolher as mais adequadas às aplicações requeridas para tais sistemas.

Ainda de acordo com Cabral (2004) a norma ISO/TS 16949:2002, que se aplica à indústria automóvel, especifica no seu #7.5.1.4 que "... a organização deverá identificar os equipamentos dos processos chave, proporcionar os recursos e desenvolver um sistema global de manutenção preventiva planeada...".

A identificação para equipamentos, materiais e funcionários propiciam benefícios para a gestão e automatização de serviços, permitindo o desenvolvimento de aplicações para controlo de acessos, de fluxos e para localização do pessoal.

Os cartões actualmente disponíveis no mercado utilizam diversos tipos de tecnologias, tais como:

- microfilme;
- códigos de barra;
- banda magnética;
- circuitos integrados (cartões de memória e inteligentes);
- laser; e
- rádio frequência (cartões sem contacto).

As tecnologias mais relevantes para o problema em causa estão descritas no Anexo I desta dissertação.

Com a abertura do comércio internacional, facilitando o acesso às mesmas, há necessidade de se identificar, seleccionar, avaliar e adequar essas novas tecnologias às aplicações pretendidas.

A escolha da tecnologia adequada para uma determinada aplicação depende de vários factores, tais como:

- condições de leitura;
- quantidade de informação a ser armazenada;

- grau de segurança requerida; e
- custo dos cartões.

A tecnologia apropriada é aquela que, ao ser escolhida, tem em consideração as condições de utilização. Logo, é aquela que, para uma dada situação, proporciona a melhor relação custo/benefício, tanto sob o aspecto económico, como social. Entre as tecnologias disponíveis para aplicação em sistemas para controlo de acessos, de fluxos e para localização do pessoal em ambientes industriais, no que se refere às relações entre qualidade e custo, as que mais se destacam, são a tecnologia de cartões inteligentes (do inglês, *smart cards*) e a tecnologia dos cartões sem contacto.

O cartão inteligente é um dispositivo do formato de cartão de crédito ou cartão bancário, que incorpora microprocessador, memória, sistema operativo e módulo de segurança. É uma tecnologia que diminui custos operacionais de comunicação e tempo de espera do cliente, já que as operações podem ser realizadas *off-line*, ou seja, não necessitam de comunicação imediata com o servidor, podendo as suas validações e actualizações ser realizadas localmente.

Contrariamente aos cartões inteligentes, que requerem um contacto eléctrico com o leitor, os cartões sem contacto utilizam rádio frequência para efectuarem a comunicação com os seus respectivos leitores, para que os dados possam ser lidos e escritos nas suas memórias, sem haver contacto físico entre os mesmos e os leitores.

Denominados de *transponders*, estes dispositivos podem ter outras formas, além da de cartão de crédito, tais como: disco; cápsula, prego, bastão e outras.

A palavra *transponder* é derivada da composição das palavras da língua inglesa: TRANSmitter e resPONDER, que mostram a função do dispositivo. Os *transponders* são dispositivos electrónicos que contêm um código que pode ser lido/escrito por um leitor remoto. Este processo de leitura acontece quando o leitor envia ondas de rádio frequência à *tag*, que transmite os seus dados armazenados ao leitor. Uma *tag* é constituída, normalmente, por:

- memórias dos tipos ROM (read only memory), RAM (random access memory) e EEPROM (electrically erasable programmable read only memory);

- um circuito analógico para captar a energia do campo magnético enviado pelo leitor e aproveitá-la para resposta, no caso das *tags* não possuírem bateria;
- um circuito digital composto pela lógica de segurança, controlo e processamento; e
- uma antena.

A tecnologia RFID representa a nível europeu um volume de negócios de 400 milhões de euros e prevê-se que em 2008 signifique mais do que 2 biliões e meio de euros. Este aumento significativo está relacionado com a previsão de que esta tecnologia vai substituir a médio prazo a identificação por código de barras (in “European RFID set for six-fold growth; Germany, France and UK drive adoption of barcode replacement technology”, Robert Jaques, vnunet.com 20 May 2004).

Actualmente, esta tecnologia é ainda pouco utilizada na área industrial, mas um sistema de identificação por rádio frequência pode dinamizar a localização de pessoas, equipamentos e materiais, podendo ser uma alternativa para o problema do controlo e estudo de fluxo e acesso de pessoal ou material.

Embora este trabalho represente somente um momento da situação, correspondente ao intervalo da pesquisa, os seus resultados podem e devem ser utilizados como referencial para a comunidade da manutenção industrial.

Deste modo, o objectivo geral deste trabalho é avaliar uma das tecnologias de identificação por rádio frequência disponíveis no mercado e a sua aplicabilidade em ambiente industrial, de forma a propor e testar a arquitectura básica de um sistema para ser aplicado na manutenção.

1.2 OBJECTIVOS

Quando uma organização tem aspirações diferentes, ou pretende criar condições para ultrapassar determinadas dificuldades terá que repensar as suas estruturas. Estas poderão ser as mais variadas, espaço físico, instalações e equipamentos, recursos humanos, entre outras.

Tradicionalmente a gestão da mudança, neste tipo de empresas, seria entendida como:

“crescimento implica mais recursos, quer em termos de matéria quer em termos humanos”

Segundo Courtois et al. (1997), a exigência competitiva implica:

- optimização dos custos;
- um nível de qualidade inquestionável;
- prazos de entrega curtos e respeitados;
- pequenas séries de produção customizadas;
- renovação de produtos cuja vida útil é encurtada;
- adaptabilidade à evolução dos produtos e técnicas de fabricação...

O problema surge quando o total esperado não corresponde à soma das partes! Isto é, o volume da produção não evolui como o esperado, e pior do que isso, não se consegue saber o porquê!

Ainda Courtois (1997) refere que os principais fluxos que interessam à gestão de produção são os seguintes:

- Fluxos físicos: aprovisionamento, circulação de matérias-primas, componentes, peças de substituição, subconjuntos, circulação, saída e distribuição de produtos acabados;

- Fluxos de informação: controlo de encomendas, ordens de fabrico, controlo dos dados técnicos, controlo das horas de mão-de-obra, horas máquina, consumos de materiais, rejeitados....

Em algumas circunstâncias, o crescimento passa por uma reorganização do que existe, sem recorrer a acréscimos. Pode passar por conseguir fazer uma gestão mais eficiente da informação. Esta eficiência pode passar por conseguir uma maior isenção de erros nos dados recolhidos e uma mais rápida disponibilidade dos mesmos para que possam constituir recurso de análise para posteriores decisões.

Aparece aqui a oportunidade de se pensar um Sistema de Informação que sirva estes interesses, isto é, de fornecer os elementos que por diversas razões deixaram de ser possíveis de obter e acompanhar.

Estes elementos, prendem-se com o acompanhamento dos processos entre os funcionários, operações de manutenção, material envolvido e equipamento que sofre a intervenção, como o sejam as operações preventivas, correctivas, preditivas, ou outras.

A aquisição, tratamento e transferência da informação que aqui vai ser apresentada tem como factor inovador, do ponto de vista tecnológico, o uso de tecnologias *human less*, limitando de alguma forma os factores subjectivos que a ausência de tal tecnologia possui.

Inicialmente falamos apenas de dados, que com o tratamento adequado passarão a informação, depois com a transferência para o sistema de informação constituirão conhecimento para o decisor.

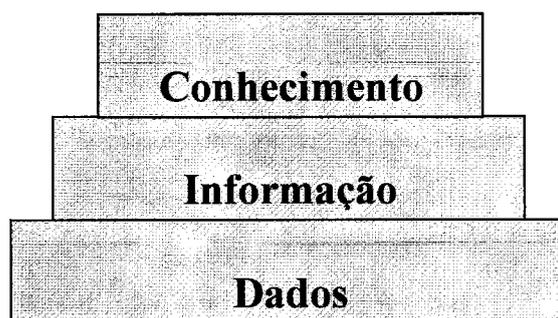


Figura 1 – Dados, informação e conhecimento.

(Adaptado: Serrano et al., 2004)

Com estes elementos o decisor, ganha vantagem competitiva, o que é fundamental em qualquer processo produtivo.

Mas como em todas as circunstâncias, existem problemas aliados, como os problemas éticos suscitados pelas possibilidades de rastreamento quer em termos de actividades pessoais, quer em termos de acessos a materiais ou equipamentos.

Chega-se então à formulação da seguinte hipótese:

“ Poderá a tecnologia RFID, em conjunto com o uso de dispositivos handheld¹, contribuir para melhorar os sistemas de informação para a gestão da manutenção industrial?”

No sentido de validar a hipótese que aqui foi proposta, devem ser definidos um conjunto de objectivos de forma a que possa ser avaliada a validade da mesma.

Dadas as condições apresentadas, seremos então capazes de construir um conjunto de objectivos a atingir:

- Identificar e modelar o sistema informação para a gestão da manutenção industrial - *TO BE*, de uma empresa que sirva de laboratório;
- Tipificar os processos de negócio do sistema de gestão da manutenção industrial, dessa empresa;
- Prototipar um sistema de informação capaz de dar resposta aos pontos anteriores, usando tecnologia de *RFID* suportado por uma arquitectura tecnológica *WAMP*².
- Demonstrar que a utilização de dispositivos *handheld*, não limitam o uso de ferramentas de software que permitam adquirir, tratar ou transferir informação independentemente do local da sua utilização.

Como objectivo secundário, pretende-se também dotar o sistema com as bases necessárias à integração de outros subsistemas que possam constituir mais valias para as

¹ Dispositivos que podem ser facilmente transportados e manuseados manualmente.

² Tecnologia baseada em Windows (Sistema Operativo), Apache (Servidor de HTTP), Mysql (Sistema de Gestão de Bases de Dados), PHP (Linguagem de Programação).

empresas, como sejam controlo de sistemas de avaliação de desempenho para os funcionários.

1.3 JUSTIFICAÇÃO

*“...sempre que o homem sonha
o mundo pula e avança...”*

António Gedeão

O tema justifica-se devido a diversos factores, entre eles:

I. A identificação por rádio frequência está em expansão no país, com várias empresas pesquisando e criando soluções sobre o assunto (ex. www.libware.pt, www.microio.pt, www.artware.pt, ...), e considerou-se importante a inserção nesse contexto do Mestrado em Organização e Sistemas de Informação, que tem tradição em pesquisas e dissertações relacionadas com diversas áreas pioneiras, mas não em áreas de identificação por rádio frequência;

II. A Engenharia da Manutenção e a importância de se estudar temas relacionados com o ambiente industrial, uma vez que é deficiente a situação das indústrias no país, tanto do ponto de vista da manutenção quanto administrativo. O estado alcançado pela manutenção requer um tratamento cada vez mais científico, fazendo eclodir várias filosofias e metodologias, bem como novos instrumentos e equipamentos para serem aplicados à manutenção das máquinas e instalações. Estes últimos considerados como activos importantes da empresa, que para amortizar o seu elevado custo de investimento, devem funcionar em muitos casos, vinte e quatro horas por dia, sete dias por semana;

III. Com a trajectória da evolução industrial as opções de manutenção que são classificadas em três grandes grupos, a saber, correctiva, preventiva e preditiva. Existem também outras “vertentes filosóficas” aplicadas em manutenção, tais como, *Total Productive Maintenance* (TPM), ou seja, Manutenção Produtiva Total (MPT) (Cabral, 2004) e a *Reliability Centered Maintenance* (RCM), ou seja, Manutenção Centrada em Fiabilidade (MCF) (Assis, 2004), que procuram, não só, reparar um equipamento com

uma falha, mas sim, evitar que essa falha possa acontecer. Para isso, elas adoptam uma visão sistémica da função manutenção inserida em todo o processo industrial.

IV. A possibilidade de se aplicar os conhecimentos adquiridos com este trabalho directamente em ambientes industriais, onde a precariedade do sistema de gestão da manutenção torna-se mais evidente, devido, entre outros factores, à escassez de recursos financeiros para investimentos e manutenção do sistema.

V. Investigação da aplicabilidade de dispositivos *handheld* em ambientes industriais, bem como a aquisição de informação *human-less*.

1.4 METODOLOGIA

*“Para derrubar uma árvore depressa,
passe o dobro do tempo a afiar o seu machado”*

Provérbio Chinês

A especificação da metodologia científica aplicada ao trabalho de investigação assegura, que a investigação pode ser reproduzida e fornece ferramentas ao investigador para abordar um dado problema de uma forma regrada e dirigida (Vasconcelos, 2001).

1.4.1 PESQUISA ACÇÃO

Como o nome sugere, pesquisa acção, é um método com dois objectivos:

- pesquisa , de forma a aumentar o conhecimento sobre a área em análise ou sobre a realidade de um dado cliente ou até em ambos; e
- acção, de forma a proporcionar algum tipo de alteração numa comunidade, organização, ou programa.

Segundo Rapoport (1970), a pesquisa acção apresenta o objectivo mútuo de responder às preocupações das pessoas numa problemática imediata (a acção) e, por outro lado, aprender com o processo e aumentar a base de conhecimento da comunidade científica (a pesquisa).

O método *grounded theory*, é adequado para o desenvolvimento de teorias a partir da recolha e análise sistemática de dados. Esta característica adequa este método aos estudos científicos laboratoriais. (Martin, 1996)

1.5 ESTRUTURA DO DOCUMENTO

Este documento está organizado em cinco capítulos e três anexos.

INTRODUÇÃO

Este capítulo tem como objectivo explicar o procedimento de execução associado ao trabalho, começando por expor a motivação que levou à sua realização, quais os objectivos do trabalho e o que se espera como solução e resultados. Neste capítulo é ainda feita referência à metodologia seguida.

ENQUADRAMENTO

Neste capítulo são apresentados os vários conceitos teóricos que serão utilizados ao longo do trabalho. Faz uma revisão da investigação desenvolvida, por outros autores, em redor da temática abordada nesta dissertação. Assim, são apresentados os principais conceitos de manutenção e discutida a sua importância. São apresentados conceitos em termos de SI, a identificação por rádio frequência - RFID e conceitos de tecnologias e ferramentas utilizadas e também a linguagem de modelação UML.

PROBLEMA

Este capítulo apresenta detalhadamente o problema empresarial que motivou este trabalho e vai servir de laboratório à aplicação prática desenvolvida.

DESENVOLVIMENTO

Este capítulo apresenta as propostas de possíveis soluções para alguns dos problemas referidos na Introdução. Aí se justifica a escolha das tecnologias em termos de hardware e software utilizados. Desenvolve-se uma solução seguindo um processo de desenvolvimento de software ICONIX.

RESULTADOS E CONCLUSÕES

Apresentam-se as conclusões que esta investigação científica identificou. Assim, são sumariadas e revistas as principais contribuições da investigação e são apresentadas

as conclusões da dissertação. No final são sugeridas futuras linhas de investigação baseadas na investigação desenvolvida.

ANEXOS

No primeiro anexo comparam-se as diferentes tecnologias de identificação.

No segundo anexo comparam-se as opções para as antenas de RFID, compatíveis com os PDA's.

No terceiro anexo comparam-se diferentes opções para a utilização de dispositivos *handheld*.

2 – ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Não basta conquistar a sabedoria, é preciso usá-la.

Cícero

Neste capítulo tenta-se mostrar o enquadramento teórico da área em estudo. Irão ser apresentados conceitos quer em termos de sistemas de informação quer ao nível das tecnologias intervenientes.

2.1 DADOS INFORMAÇÃO E CONHECIMENTO

Não é fácil a distinção entre dados, informação e conhecimento, mas existem diferenças entre os mesmos, como é mostrado na tabela seguinte.

Tabela 1 - Dados, informação e conhecimento
(adaptado de Davenport, 1998)

DADOS	INFORMAÇÃO	CONHECIMENTO
<p>Simple observações sobre o estado do mundo</p>	<p>Dados dotados de relevância e propósito</p>	<p>Informação valiosa da mente humana, reflexões e síntese dos dados e da informação</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Facilmente estruturados - Facilmente obtidos por máquinas - Frequentemente quantificados - Facilmente transferíveis 	<ul style="list-style-type: none"> - Requer unidade de análise - Exige consenso em relação ao significado - Exige, necessariamente, a medição humana 	<ul style="list-style-type: none"> - Difícil estruturação - Difícil captura em máquinas - Frequentemente tácito - Difícil transferência - Exige a acção e a criação das pessoas

2.1.1 DADOS

Segundo Davenport e Prusak (1998), dados são “um conjunto de factos distintos objectivos, relativos a eventos”.

Laudon e Laudon (1996), definem dados como “um conjunto de factos representando eventos que ocorrem numa organização ou no ambiente em que estão inseridas”. Ainda segundo Laudon e Laudon (1999), mencionando Platão, os dados podem ser considerados como os factos brutos, o fluxo infinito de coisas que acontecem agora e que aconteceram no passado.

Para Oliveira (1993), os dados somente descrevem o que aconteceu, sem levar à compreensão da situação. Os dados, por eles mesmos, não dizem nada sobre a sua própria relevância ou importância. Desta forma, quando um técnico mecânico repõe o nível de óleo numa turbina, esse evento pode ser descrito pelos seguintes dados: quando fez a reposição, que quantidade repôs, quanto tempo utilizou, etc. No entanto, estes dados não dizem acerca da diminuição do nível do óleo naquela turbina e não podem prever a probabilidade daquele evento voltar a acontecer. Isoladamente, esses dados não tem um significado em si.

Para que os dados se tornem úteis como informação, é preciso que sejam apresentados para que seja possível relacioná-los e actuar sobre eles (McGee e Prusak, 1994). A informação deve ser discutida no contexto dos utilizadores e responsáveis por decisões. A informação representa a utilização de dados, e esse uso implica um utilizador.

2.1.2 INFORMAÇÃO

Segundo McGee e Prusak (1994) e Beuren (1998), informação “são dados adquiridos, organizados, ordenados, aos quais são atribuídos significados e contexto”.

Laudon e Laudon (1999), definem informação como “o conjunto de dados aos quais seres humanos deram forma para torná-los significativos e úteis”.

Drucker (1988), definiu informação como “dados dotados de relevância e propósito”.

A palavra informação é derivada do latim e o seu significado original é “dar forma a” (Davenport e Prusak, 1998).

Davenport e Prusak (1998), descrevem a informação como uma mensagem, geralmente na forma de um documento ou uma comunicação. Como toda a mensagem, ela tem um emissor e um receptor. Para que o receptor obtenha uma informação, os dados precisam ser organizados e formatados com um propósito, ser relevantes. Cabe ao emissor atribuir um significado e uma contextualização à mensagem, e ao receptor, a tarefa de decidir se ela realmente constitui uma informação, isto é, se realmente o informa.

Segundo Davenport e Prusak (1998), a informação movimenta-se pelas organizações por redes de *hardware* e *software*. A rede *hardware* é aquela que tem uma infra-estrutura definida, como cabos, centrais de correio, caixas de correio electrónicas. A rede *software* é menos formal, menos visível e circunstancial.

Laudon e Laudon (1999), acrescentam que nos sistemas de informação informais não há acordo sobre que informação existe na organização, como será armazenada e o que será armazenado. As pessoas trocam informações livremente sobre um grande número de assuntos e tópicos, mudando-os constantemente.

2.1.3 CONHECIMENTO

Conhecimento é o conjunto de ferramentas conceptuais e categorias usadas para criar, armazenar e compartilhar a informação (Laudon e Laudon, 1999).

Para Sveiby (1998), conhecimento é “capacidade de agir”.

Conhecimento é a informação mais valiosa e mais difícil de gerir (Davenport, 1998). É valiosa precisamente porque alguém deu à informação um contexto, um significado, uma interpretação.

Davenport e Prusak (1998), reflectem sobre alguns dos componentes básicos do conhecimento, como: a experiência, a verdade, o discernimento e as normas práticas.

O conhecimento desenvolve-se ao longo da experiência, abrangendo aquilo que absorvemos da aprendizagem formal e informal. A experiência proporciona uma perspectiva histórica a partir da qual podemos entender novas situações. O conhecimento nascido da experiência reconhece padrões que nos são familiares, e a partir daí podemos fazer inter-relações entre o que acontece e o que aconteceu antes.

A verdade significa saber o que realmente funciona e o que não funciona. A análise de desempenho de uma equipa de trabalho, por exemplo, envolve a análise da

quantidade de “homens x hora” previsto e o que efectivamente foi utilizado, qual a razão da diferença entre ambos, o que se pode concluir com esse facto e o que deve ser incorporado nos procedimentos documentados da empresa.

Ao contrário dos dados e informação, o conhecimento contém discernimento, o que permite julgar novas situações à luz do que já é conhecido, modificando-se à medida que interage com o meio ambiente.

As normas práticas são atalhos para solução de novos problemas. Os dotados de mais conhecimento identificam padrões familiares em novas situações, construindo guias flexíveis para as novas acções desenvolvidas, onde não seja necessário dar uma resposta partindo do zero a cada situação.

Os valores e crenças das pessoas exercem forte impacto sobre o conhecimento organizacional. Pessoas com diferentes valores têm diferentes análises perante a mesma situação e organizam o seu conhecimento em função dos seus valores. Nonaka e Takeuchi (1998), dizem que o conhecimento, refere-se a crenças e compromissos. O poder do conhecimento organizar, seleccionar, aprender e julgar provém de valores e crenças tanto quanto da informação e da lógica.

O conhecimento será então, um conjunto formado por experiências, valores, informação de contexto e criatividade aplicada à avaliação de novas experiências e informações. (Serrano, 2003)

2.2 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Segundo Laudon e Laudon (2004), quatro mudanças provocaram alterações no ambiente dos negócios:

- Globalização
- Transformação da Economia Industrial
- Transformação da empresa
- Emergência da Firma Digital.

Estas alterações encontram-se de forma sumária, na tabela que se apresenta em seguida.

Tabela 2- A mudança no ambiente de negócios.

(Adaptado de Laudon e Laudon, 2004)

Globalização	<ul style="list-style-type: none"> - Gestão e controlo num mercado global - Competição em mercados mundiais - Grupos de trabalho globais - Sistemas de distribuição global
Transformação da Economia Industrial	<ul style="list-style-type: none"> - Economias baseadas em informação e conhecimento - Novos produtos e serviços - Conhecimento: central e recurso estratégico - Competição com base temporal - Encurtamento do tempo de vida dos produtos - Ambientes turbulentos - Conhecimentos limitados dos empregados
Transformação da empresa	<ul style="list-style-type: none"> - Achatamento - Descentralização - Flexibilidade - Localização independente - Custos baixos para transacções e coordenação - <i>Empowerment</i> - Trabalho colaborativo e em grupo
Emergência da Firma Digital	<ul style="list-style-type: none"> - Relações digitais com consumidores, fornecedores e empregados - Processos centrais ao negócio com acompanhamento de redes digitais - Gestão digital de recursos - Rápida percepção e resposta a mudanças

Laudon e Laudon (2004) define SI como um conjunto de componentes interrelacionados que, trabalhando conjuntamente, conseguem coleccionar, processar,

armazenar e disseminar informação de forma a suportar a tomada de decisão, coordenação, controlo, análise e visualização (da informação) numa organização. Este autor distingue, ainda sistema de informação e sistema de informação suportado por computador. Este último é definido como um SI que recorre ao hardware e software para o processamento e disseminação da informação. É este o tipo de SI alvo de investigação nesta dissertação. Assim, quando usado o termo Sistema de Informação (SI) referimo-nos a Sistema de Informação suportado por computador no contexto do negócio da organização.

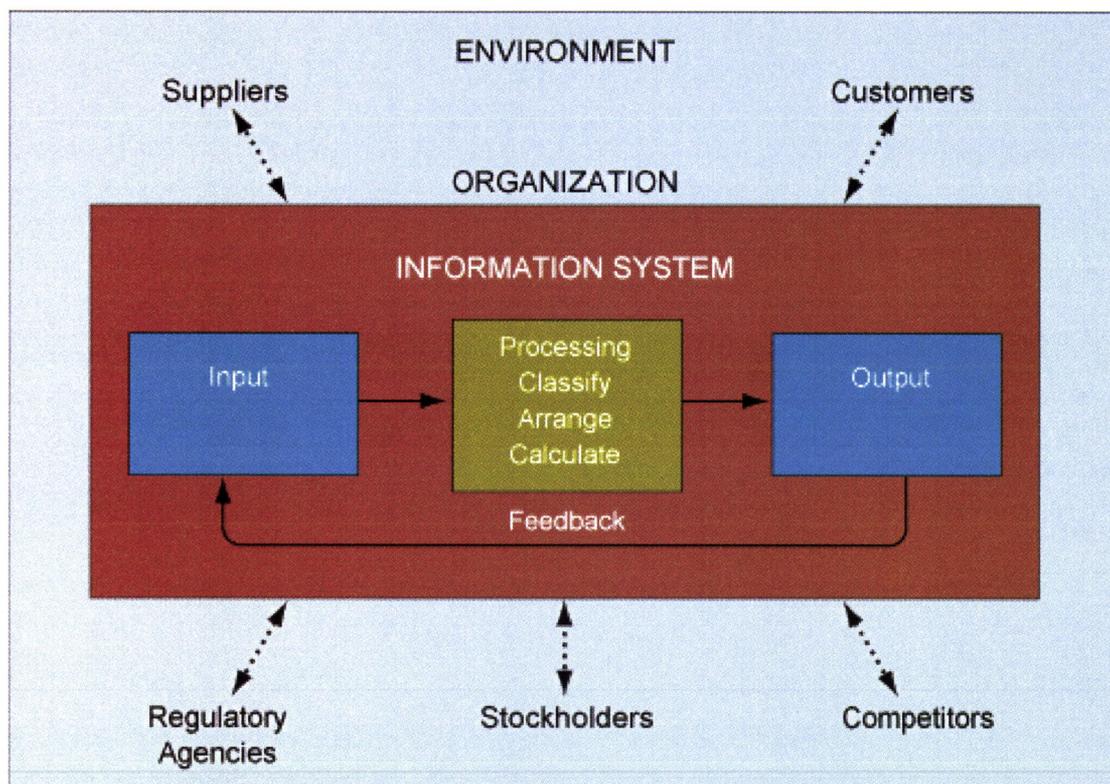


Figura 3 – Funções num Sistema de informação.

(Fonte: Laudon e Laudon, 2004)

A informação é também considerada e utilizada em muitas organizações como um factor estruturante e um instrumento de gestão da organização (Zorrinho 1991).

Mas um SI precisa de ser pensado, sob pena de se encontrar uma solução que não sirva os propósitos da organização. O Planeamento de Sistemas de Informação (PSI) é a actividade da organização onde se define o futuro desejado para o seu Sistema

de Informação (SI), para o modo como este deverá ser suportado pelas Tecnologias da Informação (TI) e para a forma de concretizar esse suporte. (Amaral, 1994).

2.2.1 NÍVEIS E TIPOS DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

A evolução do papel dos SI na organização (ou seja, no contexto do negócio) serve também de mote para procedermos à sua classificação. Assim, Laudon e Laudon (2004) distinguem quatro níveis em que os SI intervêm na organização:

- Estratégico. A nível estratégico os SI suportam as actividades de planeamento a longo prazo da empresa.

- Gestão. A este nível os sistemas suportam a monitorização, controlo, tomada de decisão e actividades administrativas dos gestores intermédios.

- Conhecimento. Os sistemas deste nível fazem a gestão do conhecimento na organização.

- Operacional. A este nível os sistemas monitoram as transacções e actividades elementares da organização.

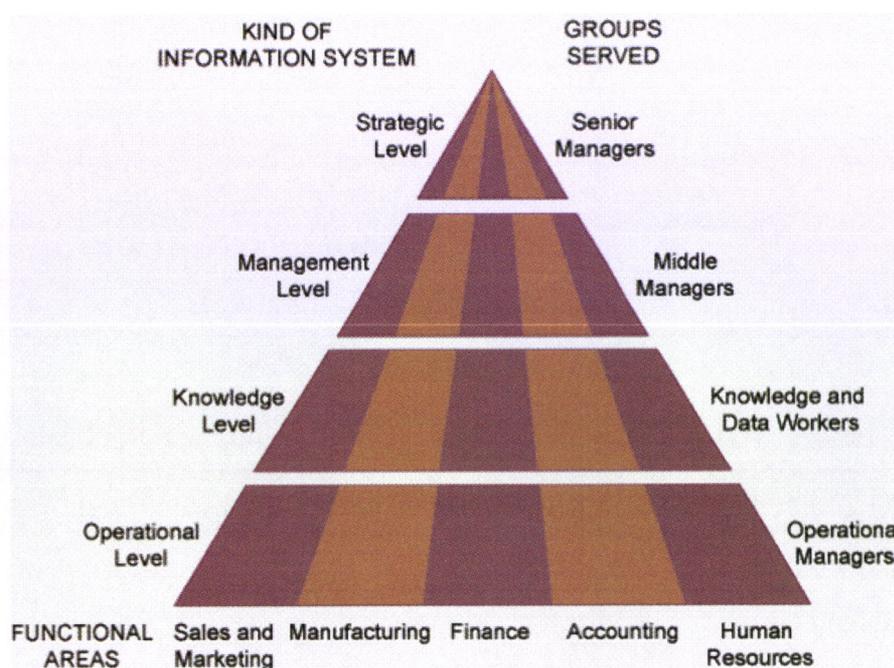


Figura 4 – Níveis dos Sistemas de Informação.

(Fonte: Laudon e Laudon, 2004)

Na Tabela 3 são apresentados os diferentes níveis definidos para os SI e os tipos de sistemas existentes em cada nível organizacional.

Tabela 3- Níveis e tipos de Sistemas de Informação
(Adaptado de Laudon e Laudon, 2004)

Nível de SI	Tipo de SI	Definição	Utilizadores
Estratégico	Sistema de Suporte a Executivos (ESS)	SI a nível estratégico da organização desenhado para endereçar a tomada de decisão não estruturada	Gestor Sénior
Gestão	Sistemas de Informação de Gestão (MIS)	SI a nível de gestão da organização que suporta funções de planeamento, controlo e tomada decisão, fornecendo relatórios e sumários rotineiros	Profissionais, gestores
	Sistemas de Suporte à Decisão (DSS)	SI a nível de gestão da organização que combina dados com capacidades analíticas poderosas, suportando a tomada de decisões semi-estruturadas	Gestores Intermédios
Conhecimento	Sistemas de Gestão do Conhecimento (KWS)	SI que auxiliam os trabalhadores do conhecimento na criação e integração de conhecimento	Pessoal técnico
	Sistemas de Escritório (Office Systems)	Sistema desenhado para aumentar a produtividade dos funcionários que manipulam os dados	Pessoal escritório
Operacional	Sistemas Transaccionais (TPS)	Sistemas que suportam e registam as actividades diárias necessárias ao desenvolvimento do negócio da organização	Operacionais

Assim, segundo Laudon e Laudon (2004), os sistemas de informação geralmente são classificados pela especialidade funcional:

- Os sistemas de nível operacional são aqueles que monitoram as actividades e transacções elementares da organização, envolvendo o registo e monitoramento de actividades rotineiras necessárias para o negócio. Estes sistemas são importantes no fornecimento de dados para o nível operacional e também para os níveis mais elevados de uma empresa. São conhecidos como Sistemas de Processamento de Transacções – STP ou TPS *Transaction Processing Systems*;

- Os sistemas do nível de conhecimento são usados para auxiliar na criação, integração e disseminação de novos conhecimentos e informações. Abrange o trabalho do conhecimento, que envolve principalmente a criação de novos conhecimentos ou informações e o trabalho dos dados, que envolve o uso da informação. São conhecidos como Sistemas de Escritórios (OS – Office System) e de Conhecimento (KWS – Knowledge Work System), projectados para aumentar a produtividade dos trabalhadores de escritório através da utilização de editores de texto, aplicações de programação, correio electrónico e Sistemas de CAD (*Computer Aided Design*);

- Os sistemas do nível tático ou de suporte à gestão são aqueles usados para monitoramento, controlo e avaliação da utilização de recursos de modo a atingir os objectivos da organização e para tomada de decisão. São conhecidos como Sistemas de Informações para a Gestão (SIG ou MIS – *Management Information System*) e Sistemas de Apoio à Decisão (SAD ou DSS – *Decision Support System*);

- Os sistemas do nível estratégico dão suporte à gestão de topo na determinação de estratégias, definição de objectivos da organização e no planeamento a longo prazo. São conhecidos como Sistemas de Suporte a Executivos (SSE ou ESS – *Executive Support System*).

O trabalho que aqui se apresenta pretende ser um contributo tendo em conta estes aspectos, isto é, através de uma modelação do processo de gestão da manutenção,



criar um protótipo que sirva como SI, e mais ainda, que essa modelação sirva como tipificação desse processo adaptável a sectores semelhantes.

2.2.2 AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

As medidas de sucesso dependem, inicialmente, de um planeamento e de uma metodologia de desenvolvimento de sistemas de informação. Dentro da abordagem sociotécnica, um sistema de informação deve ser analisado segundo as perspectivas técnica, organizacional e pessoal.

A implantação de sistemas de informação causam mudanças na organização, e as mesmas devem contemplar medidas de sucesso, como efectividade e qualidade das informações, utilização do sistema, satisfação do utilizador, mudanças no comportamento do utilizador e desempenho organizacional (Abreu e Rezende, 2000).

Existem diferentes critérios de avaliação de sucesso da implantação de um sistema de informação (Laudon e Laudon, 2004). Os mais importantes são:

- altos níveis de utilização do sistema;
- satisfação do utilizador com a utilização do sistema;
- atitudes favoráveis por parte dos utilizadores e pessoal de informática;
- cumprimento das metas específicas definidas para o sistema;
- retorno para a organização, através de maior confiabilidade, qualidade e produtividade do sistema de informação.

Os dois primeiros critérios dizem respeito às pessoas e a qualidade técnica do sistema de informação. Os restantes dizem respeito ao contexto organizacional, onde a gestão do desenvolvimento e implantação do sistema também devem ser analisadas.

2.3 MANUTENÇÃO

*“Manutenção...
Quando tudo vai bem, ninguém se lembra que existe.
Quando algo vai mal, dizem que não existe.
Quando é para gastar, dizem que não é preciso que exista.
Porém, quando realmente não existe, todos concordam que deveria existir”.*

Anónimo

Desde os primórdios da civilização, a conservação de instrumentos e equipamentos é uma prática comum. Wyrebski (1997) apresenta que efectivamente a função manutenção começou a emergir com o advento das primeiras máquinas têxteis a vapor no século XVI. Por outro lado, Motter (1992) afirma que foi por volta do século XVII, com o surgimento dos relógios mecânicos na Europa Central, que apareceram os primeiros “técnicos em montagem e assistência”. A dinâmica daquela época era que quem projectava a máquina ou o equipamento dava a formação necessária para que as pessoas que operavam as máquinas realizassem também a manutenção, intervindo o fabricante somente nos casos de maior complexidade. Wyrebski (1997), afirma que: Até então, o operador era a mesma pessoa que fazia a manutenção mecânica. Somente no último século, quando as máquinas passam a ser movidas, também, por motores eléctricos, é que surge a figura do electricista. Foi devido ao aumento da complexidade dos equipamentos que se estabeleceu a desvinculação da manutenção da produção.

Conforme Monchy (1989), “... o termo manutenção tem a sua origem no vocabulário militar, cujo sentido era manter, nas unidades de combate, o efectivo e o material num bom nível constante”. Comentando sobre a evolução da manutenção, Tavares (1999) apresenta que: Até 1914, a manutenção tinha uma importância secundária e era executada pelo mesmo efectivo de operação.

Com o advento da Primeira Guerra Mundial e a implantação da produção em série, instituída por Ford, as fábricas passaram a estabelecer programas mínimos de produção e, como consequência, sentiram a necessidade de criar equipas que pudessem

efectuar reparações em máquinas de operação no menor tempo possível. Dhillon (1999) diz que o conceito de manutenibilidade também surgiu no começo do século XX.

No contexto moderno, a maior preocupação com a manutenibilidade pode ser constatada no período entre a Segunda Guerra Mundial e o início da década de 50, quando vários estudos realizados, pelo Departamento de Defesa dos EUA, começaram a produzir resultados surpreendentes.

Durante a Segunda Guerra Mundial, constatou-se numa base na Inglaterra, que só 30% dos grandes bombardeiros em terra estavam em condições de operacionalidade, e que a situação nas outras bases a situação era bastante semelhante. Um estudo idêntico realizado pela Marinha dos EUA informava que, durante as manobras, os equipamentos electrónicos eram operativos apenas 30% do tempo. Um outro estudo administrado pelo Exército dos EUA informava que aproximadamente entre 66% a 75% dos equipamentos ou estavam fora de serviço ou em reparação. Estes estudos revelaram de forma dramática como a manutenção dos equipamentos militares da época era precária. Com os níveis de indisponibilidade obtidos pela pesquisa, pode-se com certeza afirmar que a manutenção comprometeu o resultado de algumas batalhas. Foi também na década de 50, de acordo com Monchy (1989), que surge o termo “manutenção” nas indústrias dos EUA, antes restrito exclusivamente às Forças Armadas. Sendo que neste mesmo período aflora com destaque a manutenção industrial, passando a ocupar posições estratégicas dentro da estrutura organizacional das empresas, surgindo como consequência directa a Engenharia de Manutenção, Tavares (1999) afirma que: ... com o desenvolvimento da indústria para responder aos esforços do pós-guerra, a evolução da aviação comercial e da indústria electrónica, os gestores da manutenção observaram que, em muitos casos, o tempo gasto para diagnosticar as falhas era maior do que o despendido na execução da reparação, e seleccionaram equipas de especialistas para compor um órgão ficando com a responsabilidade de planear e controlar a manutenção preventiva e analisar causas e efeitos das avarias, os Engenheiros da Manutenção.

2.3.1 EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO

A Primeira Geração vai até à década de 40, antes da Segunda Guerra Mundial, período em que os equipamentos eram mais simples e geralmente superdimensionados,

neste período a produtividade não era factor prioritário devido à conjuntura económica da época.

A Segunda Geração ocorreria no período da Segunda Guerra Mundial até aos anos 60. Em consequência da guerra, aumentou a procura de todo tipo de produto obrigando a uma maior mecanização das indústrias. Nesta geração, conceitos como disponibilidade, confiabilidade e produtividade começam a emergir no sector industrial. O capital, cada vez mais elevado, aplicado aos itens físicos fez com que as empresas procurassem formas que permitissem o aumento da vida útil dos seus componentes físicos, surgindo neste período o conceito da manutenção preventiva, aplicada na década de 60 em intervalos de tempo fixos.

A Terceira Geração teve início na década de 70 e decorre do elevado custo da manutenção em relação aos custos operacionais, forçando que o sistema de planeamento e controlo se consolidasse e incorporasse nas práticas de manutenção. Esta geração possui como pano de fundo os avanços tecnológicos nas áreas de informática e automação, tornando as unidades industriais cada vez mais complexas.

Segundo Castella (2001), com elevado capital investido em activos físicos, procuram-se maneiras de maximizar a vida útil dos equipamentos.

A preocupação com a alta disponibilidade e confiabilidade das instalações, incremento da vida útil dos equipamentos, maior segurança, maior qualidade do produto, custos controlados, marca a terceira geração da manutenção.

Tabela 4- Evolução da Manutenção
(Fonte: adaptado de Pinto e Xavier, 2001)

Primeira Geração	Segunda Geração	Terceira Geração
<i>Antes de 1940</i>	<i>1940 – 1970</i>	<i>Depois de 1970</i>
<i>Aumento da expectativa em relação à manutenção</i>		
- Reparação após falha	- Disponibilidade crescente - Maior vida útil do equipamento	- Maior disponibilidade e confiabilidade - Melhor custo-benefício - Maior segurança - Melhor qualidade dos produtos - Preservação do meio ambiente
<i>Mudanças nas técnicas de manutenção</i>		
- Reparação após falha	- Computadores grandes e lentos - Sistemas manuais de planeamento e controlo do trabalho - Monitorização por tempo	- Monitorização por condição - Projectos voltados para confiabilidade e manutenibilidade - Análise de risco - Computadores pequenos e rápidos - Softwares potentes - Análise de modos e efeitos de falha - Grupos de trabalhos multidisciplinares

2.3.2 TIPOS DE MANUTENÇÃO

O modo como é realizada a intervenção nos equipamentos, sistemas ou instalações, ajuda a caracterizar os vários tipos de manutenção existentes.

Segundo Cabral (2004), existem os seguintes grandes tipos de manutenção:

- Manutenção de Melhoria;
- Manutenção Preventiva (Sistemática ou Condicional);
- Manutenção Correctiva.

Ainda Cabral (2004), refere que o objectivo da gestão é conseguir, agregando estes tipos de manutenção nas proporções ideais, um padrão de desempenho a um custo mínimo. Este custo não deve ser só encarado pelo lado dos custos directos da manutenção, mas também pelos benefícios obtidos com as melhorias.

Observa-se ainda uma evolução no paradigma da manutenção, que podemos ver reflectido na figura seguinte:

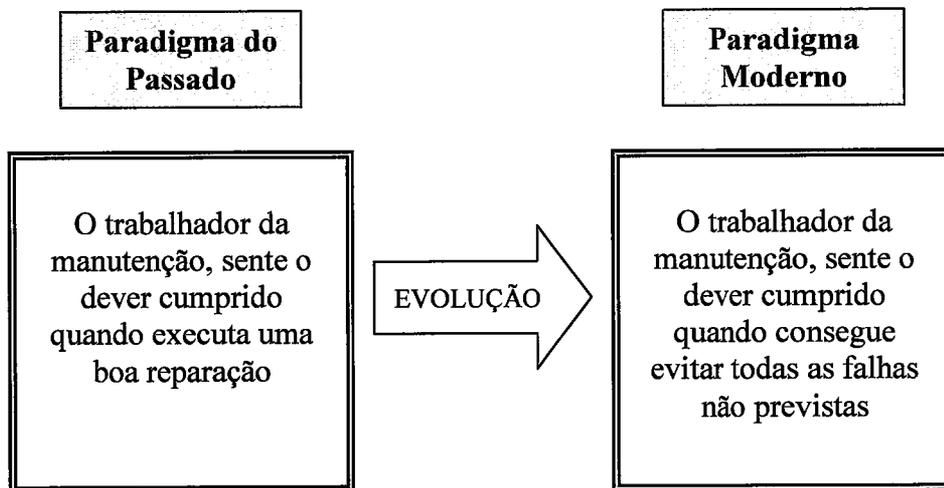


Figura 5 – Evolução do Paradigma da Manutenção
(Adaptado de Pinto e Xavier, 2001)

2.3.2.1 MANUTENÇÃO MELHORATIVA

Consiste na modificação ou troca das condições originais do equipamento e das suas instalações, este tipo de intervenção deve ser acompanhado de perto pela engenharia de manutenção para um correcto dimensionamento e actualizações dos registos.

Pode também ser encarada como a incorporação de novas características, por exemplo automatização de operações, lubrificação centralizada (Cabral, 2004).

2.3.2.2 MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Realizada com o objectivo de evitar a ocorrência de falhas. Actua-se antes (Cabral, 2004). De forma diferente da manutenção correctiva, a manutenção preventiva procura evitar que ocorra a falha, para isto age-se preventivamente nos equipamentos e

instalações. Procura-se junto dos fabricantes informações que auxiliem o planeamento da manutenção preventiva, não esquecendo de outros factores como as condições de operação, do próprio ambiente influem de modo significativo no ritmo de degradação dos equipamentos e instalações.

Segundo Cabral (2004), existem dois tipos de manutenção preventiva:

- Preventiva Sistemática - assume que as falhas ocorrem segundo um padrão da curva da banheira (Figura 6), portanto os trabalhos são planeados com periodicidades tais que os vários constituintes se mantêm a funcionar na parte inferior da curva: a intervalos de tempo “T” substitui-se ou recondiciona-se o componente, independentemente de ele aparentar estar em bom estado de funcionamento.

- Preventiva Condicional - recorre a meios de vigilância sistemáticos para determinar qual a oportunidade certa para intervir em determinado componente para evitar que ele falhe. Se ele funcionar bem não mexe; intervém quando houver indícios de mau funcionamento ou aproximação de avaria.

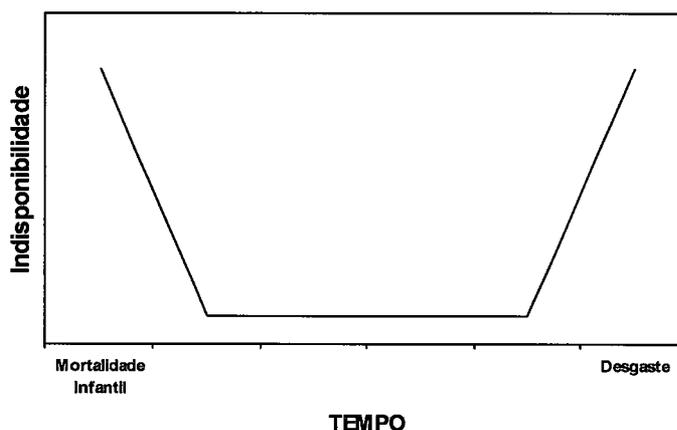


Figura 6 - Curva da Banheira³.

³ A Curva da Banheira, exprime que, num determinado período relativamente curto, no início da vida do equipamento, existe alta probabilidade de uma avaria – é o chamado período de mortalidade infantil. Esta probabilidade decresce, depois, rapidamente, para um nível inferior, mantendo-se constante durante um período relativamente longo onde a probabilidade de ocorrência de uma avaria é aleatória, isto é, mantém-se sempre a mesma ao longo de todo o tempo em que a curva é horizontal. Findo este período, a probabilidade cresce, de novo, definindo o período de desgaste. (Cabral, 2004)

A manutenção preventiva é adequada em sistemas onde existam riscos, sistemas complexos, sistemas de operação contínua, sistema em que o custo da falha é muito elevado. O programa de manutenção deve ser bem planeado e bem executado, pois, caso contrário ao invés de benefícios a intervenção causará prejuízos à empresa.

2.3.2.3 MANUTENÇÃO CORRECTIVA

Cabral (2004), afirma “são trabalhos de reparação de avarias que tenham surgido sem aviso prévio e cuja oportunidade de intervenção não tenha podido ser decidida pelo gestor”.

No fundo, este tipo de manutenção resume-se a intervenções que ocorrem quando acontece uma falha num equipamento que não foi prevista. É o tipo de manutenção que pode apresentar maior volume de ocorrências quando os anteriores tipos de manutenção falham.

2.4 RFID

“What if a technology came along that decreased prices for consumers while maximizing profits for vendors? What if the applications of this technology ranged from streamlined inventory management to automated checkout, allowing you—among many other possibilities—to wave your cell phone in the air to make an instant, on-the-run purchase? But what if this same technology could be used to track your behavior and whereabouts long after you've left the store?”

Aaron Weiss (2003)

EPC Adoption - CPG Supply Chain

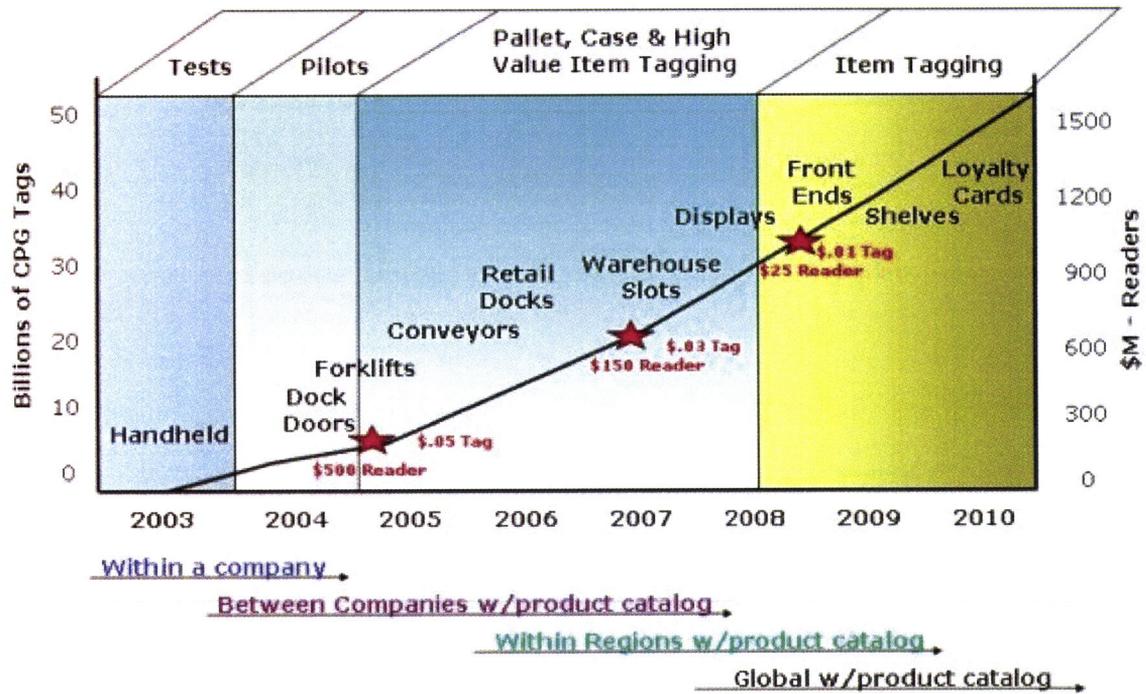


Figura 7 - Previsão da evolução em termos de RFID.

(Fonte: Site IDTECHX www.idetex.com)

A tecnologia RFID é usada para centenas, se não milhares de aplicações tais como prevenção de roubo automóvel, pagamento de portagens, gestão de tráfego, estacionamento automático, controlar o acesso a edifícios.

A RFID, assim como o código de barras, fitas magnéticas, reconhecimento de voz e outras tecnologias de identificação automática, é uma tecnologia de aquisição de

informação. RFID consiste num sistema em que se transmite um sinal RF para um *transponder* específico, que responde com outra mensagem rádio. O objectivo de qualquer sistema de RFID é transportar dados em *transponders* apropriados, normalmente chamados de *tags*, e receber dados, por meios de leitura automática numa altura e num local apropriados, para cada aplicação. Com a miniaturização das *tags*, é possível implantá-las nos mais diversos objectos, de forma a que os objectos possam ser lidos em massa sem necessidade de contacto físico ou visual (Avoine e Oechslin, 2004).

2.4.1 COMPONENTES DO SISTEMA

Os sistemas de RFID têm diversos componentes básicos ou de características técnicas que os definem. De acordo com (Sarma et. al, 2002) estes componentes são:

- Um Leitor - Aparelho, que possui uma antena e é utilizado para ler e/ou escrever dados na tag de RFID.
- Uma *tag* - Dispositivo que transmite dados ao leitor.
- A comunicação entre eles - RFID usa uma frequência de rádio e um protocolo definido para transmitir e receber dados da *tag*.

Tipos de *Tag* RFID

As *Tags* RFID podem ser divididas em dois tipos principais através da sua fonte de energia (Sarma et. al, 2002):

- *Tag* Activa

Possui tanto um transmissor de rádio como uma bateria para o transmissor. Devido à existência de um rádio *onboard* na tag, estas possuem um alcance (~300 metros) superior às *tags* passivas ou passivas/activas. A *tag* activa também é mais cara do que as passivas e, como qualquer produto que funcione a bateria, estas têm de ser substituídas periodicamente.

- *Tag* Passiva

A *tag* passiva pode possuir bateria ou não, dependendo da aplicação que se venha a utilizar. *Tag* passiva reflecte o sinal RF que lhe é transmitido por um leitor ou transmissor e através da modulação do sinal reflectido acrescenta informação. A *tag* passiva não utiliza baterias para sobrealimentar a reflexão do sinal. Esta categoria de *tag* pode utilizar uma bateria para manter a memória da *tag* ou para o sistema electrónico que permite à *tag* a modulação do sinal reflectido.

- Sem Bateria (“Passiva pura” ou “Alimentada através do sinal”)

A *tag* passiva pura não tem uma fonte de energia interna como uma bateria, desta maneira é mais fácil e barata de se fabricar. Este tipo de *tag* conta com o sinal electromagnético transmitido pelo leitor para obter a energia necessária para o circuito integrado RF.

- Com Bateria (“activa/passiva”)

Existe uma versão de *tag* passiva que contém bateria. Este tipo de *tag* passiva possui alguns dos atributos, como a capacidade e velocidade da *tag* activa, mas utiliza o mesmo método de comunicação da *tag* passiva. Este tipo de *tag* que possui uma fonte interna de energia, são normalmente circuitos integrados muito mais complexos e com componentes múltiplos. Consequentemente, é mais cara a sua aquisição.

A *tag* também pode ser distinguida através do tipo de memória:

- Leitura / Escrita.

A memória de leitura/escrita tal como o nome indica, permite tanto a leitura como escrita em memória. Assim os seus dados podem ser alterados dinamicamente.

- Leitura (tipicamente “*chipless*”)

O tipo de *tag* de leitura é programado na fábrica e não pode ser alterado depois do processo de fabrico. Possui dados estáticos.

2.4.2 TAG E LEITORES

Estas *tags*, podem ter os invólucros mais diversos, apresentamos em seguida alguns deles:

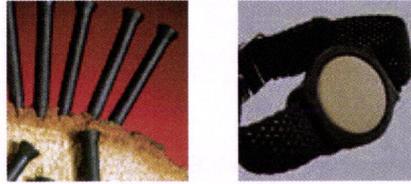


Figura 8 – Invólucros do tipo prego e relógio (www.sokymat.com)
(Adaptado de Fidalgo et al., 2003)

o prego usado para paletes, árvores, etc e o relógio para ser usado por qualquer pessoa sem limitar os seus movimentos. Outro exemplo, é o invólucro tipo cartão de crédito para identificação de pessoas, que funciona mesmo no interior de qualquer bolso do vestuário (Figura 9).

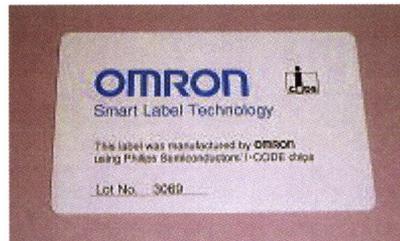


Figura 9 – Invólucro tipo cartão de crédito (www.omron.com)

A tendência que se tem verificado nos últimos meses é pela cada vez maior miniaturização e portabilidade dos leitores, fazendo com que não seja necessário que os processos de negócio se encontrem confinados a determinadas fronteiras físicas para que o RFID seja eficiente. Na figura seguinte podemos ver algumas das soluções portáteis, em que as potencialidades do RFID podem ser conjugadas com outras tecnologias como o GSM, GPRS e UMTS.



Figura 10 - Adaptador Compact Flash® type II para PDA (www.omron.com)

A tabela seguinte mostra as diferentes frequências para operar com RFID, e as suas aplicações típicas.

Tabela 5 – Frequências e características de RFID

Banda de Frequência	Características	2.4.2.1.1.1 2.4.2.1.1.2 Aplicações Típicas
Baixa 100-500 kHz	Pequeno a médio alcance de leitura Barato Velocidade de leitura baixa Taxa de transferência de dados média Não sensível à orientação Lê através de objectos metálicos Baixos níveis de energia Sensível ao ruído	Controlo de acessos Identificação animal Controlo de Inventários Imobilizadores de carros
Intermédia 10-15 MHz	Pequeno a médio alcance de leitura Potencialmente barato Velocidade de leitura média Taxa de transferência de dados rápida Sensível à orientação Médios níveis de energia	Controlo de acessos Cartões inteligentes
Alta 850-950 MHz 2.4-5.8 GHz	Grande alcance de leitura Grande velocidade de leitura Taxa de transferência de dados rápida Requer linha de vista Caro Sensível à orientação Pouca capacidade de penetração em objectos metálicos Altos níveis de energia Não é sensível ao ruído	Monitorização Veículos Férreos Sistemas de pagamento de portagens

Para obter os melhores resultados de RFID, é necessário uma infra-estrutura de gestão de informação na empresa. A aplicação pode ser projectada à volta de uma base de dados centralizada ou então usar uma aproximação descentralizada mantendo e actualizando os dados directamente na *tag*, ou uma combinação entre ambos (Sarma et al, 2002).

2.4.3 RFID E OS PROBLEMAS ÉTICOS

A aplicabilidade deste tipo de tecnologia é bastante vasta e pode ser encontrada nos mais diversos locais (Juels et al., 2003):

- substituição de chaves metálicas de portas por cartões;
- detecção de roubos em roupas e outros produtos de consumo;
- formas de pagamento.

Mas associado a todas estas aplicações, começa-se já a identificar alguns problemas. Ainda Juels et al. (2003), questiona sobre a privacidade individual:

- qual é a senhora que admite que o número do seu vestido possa ser lido por um qualquer dispositivo;
- qual é a pessoa que permite que os seus medicamentos ou outros conteúdos pessoais que transporta na sua carteira sejam identificados;
- será que podemos admitir que o total do dinheiro que transportamos, no nosso porta moedas, possa ser contabilizado na totalidade;
- quem deseja ser localizado por um identificador único que foi colocado no par de sapatos que comprou.

Estes problemas começaram já a ser alvo de análise, levando empresas como a Benetton, a analisar ao pormenor a sua aplicabilidade (Shim, 2003).

Por outro lado, técnicas que limitem essas situações, são também alvo de estudo. Juels et al.(2003), reflecte já sobre o conceito de “*blocking tags*”, que, em linhas gerais, significa a inibição de leitura das *tags*, logo que estas deixem de pertencer ao vendedor e passem a ser pertença do consumidor final. Embora tais casos, limitem a aplicação desta tecnologia de forma mais horizontal, analisemos o caso em que a existência de frigoríficos inteligentes, pudessem receber a informação da validade de uma manteiga, através da informação por *rfid*, e nos avisassem do prazo de validade... a solução de “*blocking tag*”, retirar-nos-ia esse benefício.

Enfim um problema para análise, que dá ainda os seus primeiros passos.

2.4.4 RFID EM PORTUGAL

Para Rui Filipe Alves, *Principal* de Consultoria da Capgemini Portugal, " **Apesar dos portugueses já conviverem há alguns anos com a Via Verde, ou mais recentemente com bilhetes de metropolitano que são validados mesmo no interior da carteira, a maioria, à semelhança dos europeus, não tem a percepção da utilização da tecnologia RFID nessas soluções.**" O mesmo responsável acrescenta que " **se a informação sobre esta tecnologia passar para os consumidores de forma perceptível, com elevado ênfase colocado na forma como ela facilitará a resolução dos seus problemas no dia-a-dia e sabendo que o consumidor português é particularmente receptivo a novas tecnologias, poderemos ser optimistas relativamente à aceitação de serviços e produtos que incluam soluções RFID. As empresas portuguesas, e em particular as retalhistas, devem, assim, preparar-se e preparar os seus clientes, para a utilização do RFID nos seus processos, de forma a rentabilizarem ao máximo as potencialidades desta nova tecnologia.** " ⁴

Apesar da tecnologia de RFID ainda não ser muito discutida em Portugal, já existem de facto algumas empresas e aplicações do dia-a-dia que usam tal tecnologia.

Podemos encontrar esta tecnologia associada ao controlo de tráfego, livrarias, controlo de acesso de pessoas e/ou objectos, etc.

Apresentam-se em seguida alguns exemplos nacionais de aplicação.

Via Verde

Esta é talvez a mais antiga e mais utilizada aplicação de RFID em Portugal. O serviço Via Verde – cobrança electrónica de portagens -, desenvolvido pela Brisa em conjunto com a SIBS, teve a sua origem em 1991 com a sua instalação em 4 barreiras de portagem da Brisa na região de Lisboa.

Hoje, o serviço Via Verde, é utilizado por todas as concessionárias de auto-estradas ou pontes com portagem a operar em Portugal, funciona em 118 barreiras de portagem espalhadas pelo país, a que correspondem mais de 330 vias de entrada e saída. Dado o sucesso do sistema, pioneiro a nível europeu, tem mais de 1 milhão e meio de identificadores activos que geram cerca de 500 000 transacções diárias. ⁵

⁴ <http://www.capgemini.pt/novidades/14022005.htm> (consultado : Março 2005)

⁵ <http://www.viaverde.pt> (consultado Março 2005)

Mas o serviço não se fica pelas portagens, e assim através do aproveitamento da tecnologia são também já contemplados abastecimento de combustíveis e acessos a parques de estacionamento.

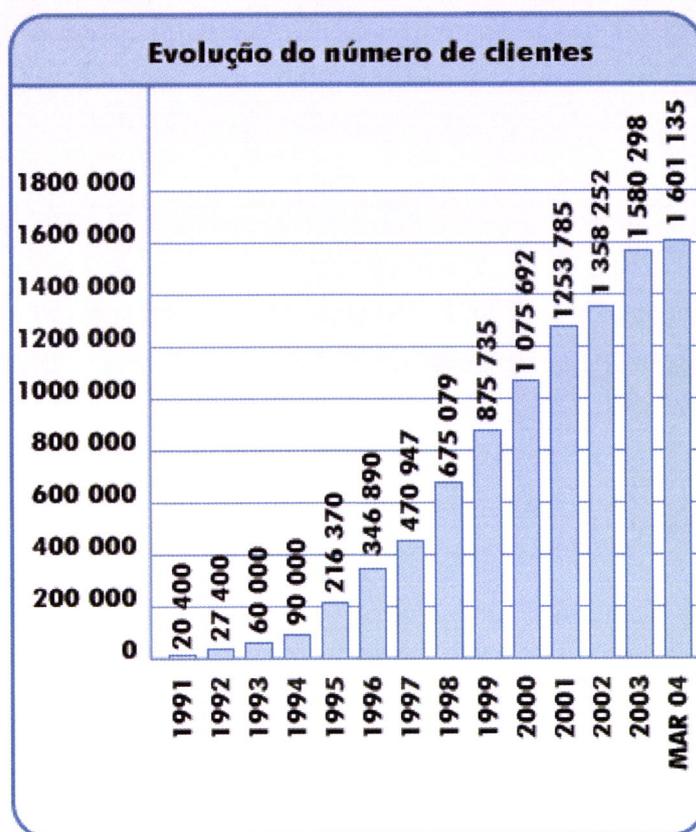


Figura 11 – Evolução do número de clientes.

Livraria

Nesta área encontra-se a empresa Libware⁶. Com o produto GIB – Gestão Integrada de Bibliotecas. Este produto permite a gestão de uma biblioteca usando por base a tecnologia RFID. Tendo por suporte um sistema *web*, o operador pode realizar todas as operações habituais através da identificação de obras por rádio frequência.

⁶ <http://www.libware.pt> (consultado Dezembro 2004)

Estabelecimentos de Ensino

Exemplo da aplicação desta tecnologia a estabelecimentos de ensino, pode ser encontrado na MicroIO⁷.

O sistema SIGE (Sistema Integrado de Gestão de Escolas) permite apoiar o Conselho Executivo na gestão escolar e diminuir a vulnerabilidade ao nível de segurança e gestão de informação.

O sistema permite adicionalmente facultar informação aos Encarregados de Educação, seja no próprio local da escola ou remotamente.

O funcionamento do sistema baseia-se na atribuição a cada utilizador de um cartão multifunções, o qual serve em simultâneo para a sua identificação, para promover o acesso ao recinto e áreas interiores para as quais detém autorização, e como substituto de numerário nas compras efectuadas na escola.



Figura 12 – Cartão usado pelo SIGE.

Bilhética

Um sistema que baseia a sua acção no controlo de acessos de pessoas quer aos mais diversos recintos, desportivos ou outros e também na utilização de transportes públicos.

Usando cartões sem contacto, o controlo no fluxo de acesso pode ser optimizado, quer em termos da eficiência no acesso, quer na gestão da informação.

⁷ <http://www.microio.pt> (consultado em Dezembro 2004)

Podemos encontrar vários exemplos a nível nacional do uso desta técnica de identificação, mas serão bons exemplos alguns clubes de futebol e o serviços de transporte públicos⁸.

“Uma sanduíche em plástico, com uma antena e um chip internos.” Esta é descrição sucinta, do cartão utilizado pela Novabase nos novos estádios. Funciona do seguinte modo: o chip tem uma memória que pode ser lida e escrita. Quando se aproxima o cartão do leitor, este emite ondas de rádio com energia suficiente para alimentar o cartão e proceder-se à transacção. Embora a tecnologia não seja revolucionária, só agora é que se começa a utilizar de forma generalizada nos estádios.

Os cartões serão de dois tipos – de plástico para os sócios dos clubes, e de papel para os espectadores esporádicos. Este último pode ser usado como descartável ou permitindo alguns recarregamentos (como nos transportes). Um e outro permitirão uma redução drástica nas fraudes. O investimento é rapidamente recuperado com o incremento das receitas. Haverá uma única entidade responsável pela emissão da chave interna de cada cartão e uma grande dificuldade de cópia. É um sistema “quase à prova de bala”.⁹

⁸ <http://www.novabase.pt> (consultado Março 2005)

⁹ <http://www.novabase.pt/ConteudosHTML/e-motion11.pdf> (consultado Outubro 2004)

3 – PROBLEMA

*Atingir um objectivo que não se tem
é tão difícil como voltar para a lugar onde nunca se foi.*

Anónimo.

Neste capítulo apresenta-se a caracterização do problema que despertou a ideia da construção de um sistema de informação que juntamente com a tecnologia de RFID demonstrem a aplicabilidade de tal tecnologia aos ambientes indústrias, em particular à gestão da manutenção.

3.1 CARACTERIZAÇÃO

Ao longo deste capítulo, vamos mostrar os passos para a construção de um sistema que permita, usando as tecnologias e ferramentas apresentadas, resolver um caso concreto no âmbito da manutenção industrial, com recurso à identificação por rádio frequência. Note-se que, a solução aqui apresentada representa uma parte do problema ao nível da manutenção, mas tem em termos globais, um valor a nível financeiro de grande importância.

Numa empresa de desenvolvimento de cablagem para automóveis, foi identificado um problema real, ao nível da manutenção.

A construção de cada elemento, que constitui o produto final, requer o uso de vários componentes. Sendo que, pelo menos, dois elementos são comuns na quase totalidade dos casos – fio de cobre e terminadores. O fio de cobre tem responsabilidade na transmissão do sinal, enquanto o terminador é responsável pela ligação a outro(s) elemento(s). Enquanto as diferenças entre os fios de cobre se resumem à dimensão e à cor, no caso dos terminadores, estes apresentam uma gama de variedade muito mais alargada.

Depois de preparados cada um dos elementos, a construção do produto final, é feita manualmente, por um conjunto de operadores que ligam os elementos seguindo um

conjunto de passos pré-definidos. E assim nasce cada um dos cabos que constituem os nossos automóveis.

A preparação de cada elemento é feita através de máquinas que cortam os fios e acrescentam os terminais nas respectivas extremidades. Como foi referido esta operação pode ser decomposta em dois momentos – O corte e a cravação (técnica que coloca o terminal em cada uma das extremidades) dos terminais.

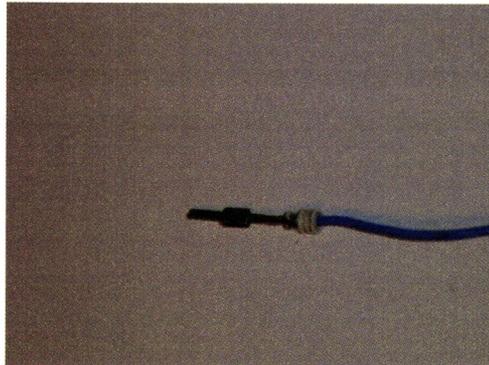


Figura 13 – Cabo e Terminais.

Para a realização do corte e cravação, dependendo do tipo de fio a cortar e de terminal a aplicar, cada máquina deve ser equipada com uma “cabeça de corte e cravação” apropriada para o efeito. O que significa, que por cada mudança ao nível de produção destes elementos, é também necessário alterar a “cabeça de corte e cravação”.

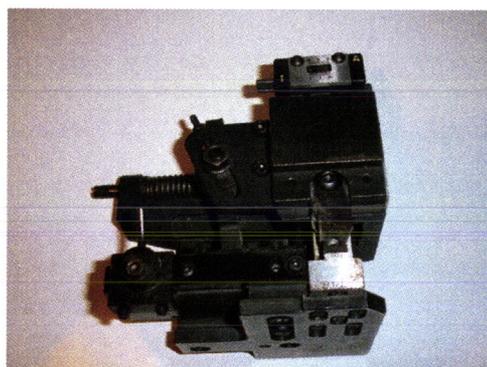


Figura 14 – Cabeça de Corte.

Esta operação é feita pelo operador de máquina, que segundo a ordem de trabalhos que tem para realizar, identifica a cabeça de corte necessária, e vai substituí-la a um armazém específico para o efeito, e entrega a que estava a utilizar. O funcionário do armazém vai a um prateleira, onde existem várias cabeças de corte exactamente

iguais, retira uma e entrega-a ao operador da máquina, sem registar qual, de entre as iguais que existem na prateleira, foi entregue. Perde-se aqui o rastreamento. O que significa que se existirem dez cabeças de corte e cravação, por exemplo, de um tipo A, e for necessária vinte vezes durante um dia, não sabemos se todas foram usadas duas vezes ou se uma única cabeça foi usada as vinte vezes, salvaguardando claro, que não foi necessária a utilização em momentos de tempo idênticos.

Embora pareça um problema de simples resolução, numa empresa em que se produz *to order*, este problema não tem fácil solução.

Para que se possa ficar com uma ideia, já várias alternativas foram tentadas, que sucintamente descrevemos em seguida.

Códigos de Barras

Foi tentado a colocação de uma identificação através de código de barras, mas em pouco tempo foi abandonada, já que a sua leitura após algumas utilizações apresentava deficiências.

Contador

Foi tentado também a colocação de um contador (mecânico), que guardava, incrementalmente o número de utilizações, mas sujeito aos processos de corte e cravação, acabava por se deteriorar.

Colocação de fitas coloridas

Esta tentativa apresentava resultados de pouca precisão, já que a informação que se retirava da sua leitura se resumia à observação da degradação da fita pelas sucessivas utilizações.

Depois das tentativas apresentadas o problema subsiste, pelo que surgiu a oportunidade de aplicar a tecnologia de identificação por rádio frequência como forma de identificar as cabeças de corte e cravação à saída da respectiva zona de armazenagem, colocando uma *tag* de identificação em cada cabeça de corte e cravação, que apresente resistência aos processos a que a cabeça será sujeita.

Numa primeira fase, aquela em que se centra este trabalho, a identificação é feita usando as tecnologias apresentadas, de forma a que o funcionário do armazém se dirija

às prateleiras munido do PDA com a antena de RFID, a através de uma aplicação de software define que o tipo de peça que procura, e obtenha, por RFID, a peça que reúne as condições requeridas, isto é, que coincida com as características desejadas e que tenha, dentro do seu grupo, o menor número de utilizações, registando em seguida a sua saída, de forma incremental.

Esta informação fica registada em bases de dados no PDA e será depois sincronizada com a base de dados colocada no servidor, ficando assim disponível para que possa ser usada como *input* num outro subsistema, e que servirá de suporte à decisão no âmbito da manutenção.

A construção de um sistema, ou subsistema, referente a um projecto de software obedece a regras de engenharia, quer em termos do método quer em termos do processo, sobre elas falaremos no capítulo seguinte.

4 – DESENVOLVIMENTO

*O que faz andar o barco não é a vela enfunada,
mas o vento que não se vê*

Platão

Neste capítulo será feita referência às linhas orientadoras da construção do sistema de informação que serve como demonstrador da tese que aqui se apresenta.

Identificam-se componentes de *hardware* e *software*, bem como o processo que conduziu a construção do sistema.

4.1 ARQUITECTURA TECNOLÓGICA

Este projecto usa várias tecnologias quer em termos de hardware quer de software, sobre estas tecnologias falaremos neste capítulo.

4.1.1 HARDWARE

Como um dos objectivos deste projecto era o de estudar a aplicabilidade de tecnologias com dispositivos *handheld*, a antena RFID, ficou condicionada entre dois tipos:

- dispositivos proprietários;
- dispositivos compatíveis.

Quanto aos dispositivos proprietários, eles apresentam boas características ao nível da aquisição e armazenamento dos dados, mas quando se fala da transferência dos mesmos, ficamos limitados a interfaces do tipo RS-232 e em alguns casos interfaces USB. Transferências através de tecnologias *bluetooth*¹⁰ ou *wifi*¹⁰, não se encontram disponíveis entre estes dispositivos, embora em alguns casos se possa falar de adaptadores que as possam disponibilizar, mas encarece o valor da aquisição.

¹⁰ Tecnologias de transferência de informação.

Por outro lado o sistema operativo destes equipamentos é também na maior parte dos casos limitado, o que restringe o uso de outras aplicações usando o mesmo dispositivo.

No que diz respeito aos dispositivos compatíveis, PDA (*Personal Digital Assistant*), estes não são dedicados a RFID, mas podem ser usados para tal (obedecendo a determinadas circunstâncias, que mais à frente vamos especificar), bem como oferecer mais possibilidades no que diz respeito à transferência de dados, encontrando-se aqui já disponíveis tecnologias *bluetooth* e *wifi*. E ainda podem ser usados para correr outro tipo de aplicações paralelamente. Dentro destes, ainda podemos optar por diversos sistemas operativos (*Windows, Palm, Linux, etc.*). Sendo o Windows Pocket PC® o mais usado e o sistema que mais aplicações tem para si desenvolvidos, a opção recai sobre ele.

Em relação às características adicionais que estes PDA's devem ter, resumem-se a um interface do tipo *Compact Flash Tipo II (CF II)* ou alternativamente *PCMCIA*. Já que as antenas disponíveis apresentam estes tipos de interface.

Tendo em conta o apresentado, o equipamento *handheld* usado foi um PDA Fujitsu-Siemens Lux, a comparação com outros dispositivos e a justificação da escolha pode ser encontrada no ANEXO III desta dissertação.



Figura 15 – PDA – Fujitsu Siemens.

A RFID, pode ser vista sobre vários aspectos, sendo o mais importante, a distância de leitura. Esta está intimamente ligada à frequência utilizada. As comunicações em sistemas de RFID são, geralmente, realizadas nas frequências de 850 a 950 MHz e 2,4 a 5 GHz, para sistemas de alta-frequência, de 10 MHz a 15 MHz, para sistemas de frequência intermédia, e de 100 a 500 KHz, para sistemas que trabalham com baixa frequência (Manual Técnico da Id-technologies 9, 1995).

Os sistemas de alta-frequência podem ler *tags* a maiores distâncias, possuem velocidades de leitura mais elevadas, mas são, normalmente, mais caros do que os sistemas de frequência baixa e intermediária. Os sistemas de baixa frequência são os mais utilizados, pois possuem custo mais acessível. Por outro lado, as distâncias de leitura são de curta a média e são de baixa velocidade de leitura.

Quanto ao hardware de RFID, o estudo foi feito entre AWID MPR-123X e OMRON V720 VMHF-01, ANEXO II desta dissertação. Ambos reúnem as características necessárias, interface CF II e frequência 13,56 MHz, pelo que a escolha recaiu no OMRON[®], já que dispõem de variados componentes conhecidos e usados na indústria, essencialmente ao nível eléctrico, o que pode ser um aliciente na hora de justificar a robustez.



Figura 16 – Omron V720 VMHF-01.

4.1.2 SOFTWARE

Quanto ao software, dividimo-lo em duas partes:

- Software para PDA;
- Software Web.

Dentro do software para o PDA, temos aplicações desenvolvidas para:

- a recolha de dados;
- escrita das tag's

Em ambos os casos para o desenvolvimento, foi usada a ferramenta de desenvolvimento da Microsoft eVB (embedded Visual Basic[®]). Justifica-se o uso desta ferramenta por apresentar uma boa integração com os PDA's que operam com o sistema operativo Windows Mobile[®]. Existe também um SDK da OMRON[®] para esta plataforma.

Dentro do software Web, temos aplicações desenvolvidas para:

- gestão do sistema (*backoffice*);
- *frontoffice* para consulta da informação.

Predizendo o uso de aplicações como esta em ambientes web, a opção por um desenvolvimento *web-oriented*, foi linear. Evita o uso de software cliente nas estações remotas, e requer somente para tal, um *browser*, componente este que é parte integrante, por defeito, de qualquer sistema operativo.

Para este desenvolvimento, usou-se um conjunto de ferramentas que designamos por WAMP, abreviatura para o conjunto constituído por Windows, Apache, Mysql e PHP.

4.2 O PROCESSO ICONIX

Um dos principais esforços dos investigadores envolvidos na Engenharia de Software tem sido apresentar e abstrair modelos que descrevem processos de software. Estes modelos permitem que se compreenda o processo de desenvolvimento dentro de um paradigma conhecido. A existência de um modelo é apontada como um dos primeiros passos em direcção à gestão e à melhoria do processo de software. Na última década, um novo segmento da comunidade de Engenharia de Software vem defendendo processos simplificados, também conhecidos como “processos ágeis”, focados nas pessoas que compõem o processo e, principalmente, no programador.

O ICONIX é um processo simplificado que unifica conjuntos de métodos de orientação a objectos numa abordagem completa, com o objectivo contemplar todo o ciclo de vida. Foi elaborado por *Doug Rosenberg* e *Kendall Scott* a partir da síntese do processo unificado pelos “três amigos” - *Booch*, *Rumbaugh*, e *Jacobson* o qual tem dado suporte e conhecimento a metodologia ICONIX desde 1993 (Rosenberg e Scott, 1999). Ver representação na figura.

Silva e Videira (2001), apresentam o ICONIX como uma metodologia prática, intermediária entre a complexidade do RUP (Rational Unified Process) e a simplicidade

do XP (Extreme Programming). O ICONIX está adaptado ao padrão da UML (OMG[®], 2001), é dirigido por casos de uso e o seu processo é iterativo e incremental. É também indicado para processos de software desenvolvidos por um único programador.

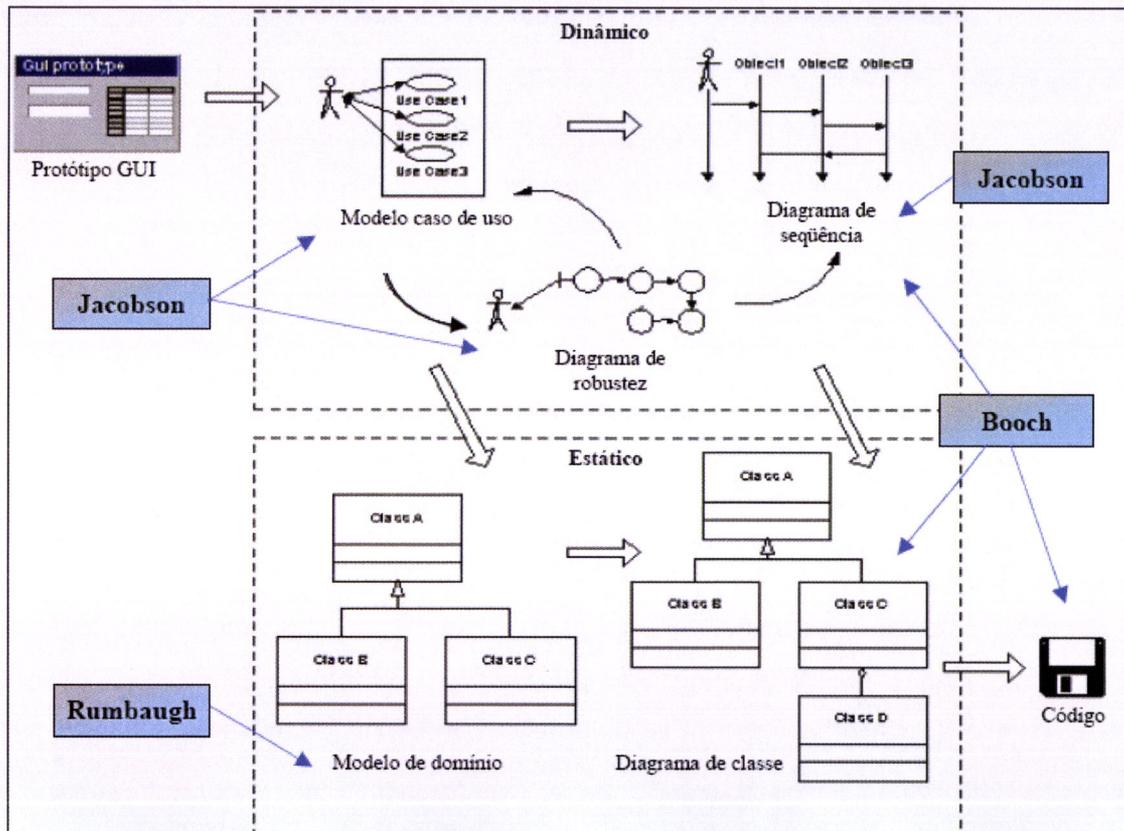


Figura 17 – Modelo Iconix.
(Adaptado de Silva e Vieira, 2001)

De acordo com Rosenberg e Scott (1999), o ICONIX tem como base responder algumas questões fundamentais sobre o software. Desta forma, utiliza técnicas da UML (OMG[®], 2001) que auxiliam a prever a melhor resposta. As questões e as técnicas são:

Quem são os utilizadores do sistema (ou actores), e o quais as suas tarefas? → Utilizar casos de uso;

O que são, no "mundo real" (chamado domínio de problema), os objectos e as associações entre eles? → Utilizar o diagrama de classes de alto nível;

Que objectos são necessários para cada caso de uso? → Utilizar análise de robustez;

Como é que objectos colaboram e interagem dentro de cada caso de uso? → Utilizar diagramas de sequência e de colaboração;

Como serão manipulados em tempo-real aspectos de controlo? → Utilizar diagramas de estado;

Como será construído o sistema num nível prático? → Utilizar o diagrama de classes de baixo nível.

Borillo (2000), destaca três características fundamentais no ICONIX:

- Iterativo e incremental: várias iterações ocorrem entre o desenvolvimento do modelo de domínio e a identificação dos casos de uso. O modelo estático é incrementalmente refinado pelo modelo dinâmico;

- Rastreabilidade (traceability): cada passo referencia os requisitos de alguma forma. Silva e Videira (2001) definem rastreabilidade como sendo a capacidade de seguir a relação entre os diferentes artefactos produzidos.

Desta forma, pode-se determinar qual o impacto que a alteração de um requisito tem em todos os artefactos restantes;

- Aerodinâmica da UML: a metodologia oferece o uso “aerodinâmico” da UML (OMG[®], 2001) como: os diagramas de casos de uso, diagramas de sequência e colaboração, diagramas de robustez.

Tendo em conta o apresentado, vamos fazer o desenvolvimento, seguindo as linhas orientadoras do ICONIX.

4.3 MODELAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO

As tarefas principais do ICONIX são as seguintes:

1. Análise de Requisitos
2. Análise e Projecto Preliminar
3. Projecto
4. Implementação

A metodologia consiste na produção de um conjunto de artefactos que retratam as vistas dinâmicas e estáticas de um sistema, e que vão sendo desenvolvidos incrementalmente e em paralelo

A descrição das actividades a realizar em cada uma das tarefas do ICONIX encontra-se descrita em seguida, segundo Silva e Videira (2001):

1. Análise de Requisitos

– Identificar os objectos do mundo real e todas as relações de generalização, associações e agregação entre esses objectos. Desenhar o correspondente diagrama de classes de alto nível, designado por modelo de domínio.

– Se for razoável, desenvolver protótipos de interface pessoa máquina (GUI), diagramas de navegação, etc., de forma a que os utilizadores e clientes entendam melhor o sistema pretendido.

– Identificar os casos de utilização envolvidos no sistema. Desenhar os diagramas de casos de uso, realçando os actores envolvidos e as suas relações.

– Organizar em grupos os casos de utilização. Capturar essa organização em pacotes.

– Associar requisitos funcionais aos casos de uso e aos objectos de domínio.

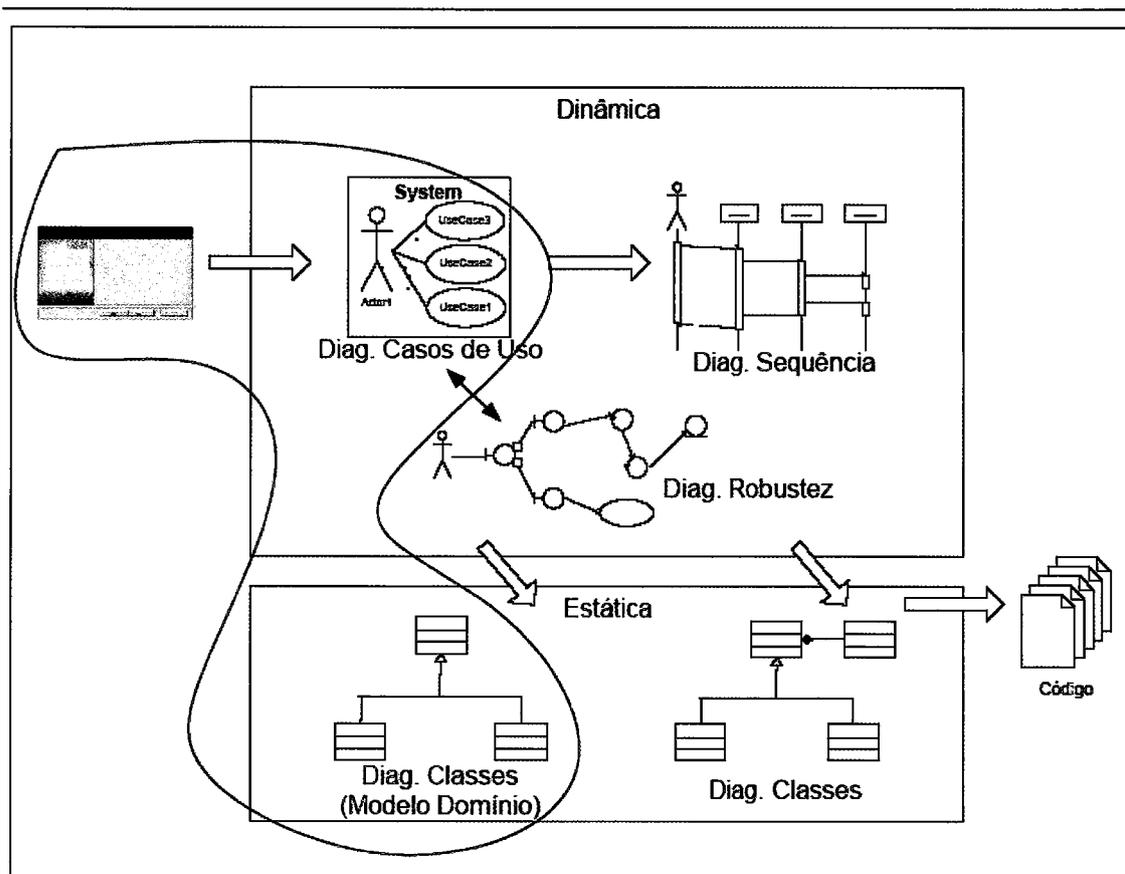


Figura 18 – Atividades da tarefa de Análise de Requisitos
(Adaptado de Silva e Videira, 2001)

2. Análise e desenho preliminar.

– Fazer as descrições dos casos de utilização com os cenários principais, cenários alternativos e cenários de exceções.

– Fazer a análise de robustez. Para cada caso de uso:

- Identificar os primeiros objectos. Usar os estereótipos de classes definidos no perfil “processos de desenvolvimento de software especificados no UML 1.3 (<<boundary>>, <<control>> e <<entity>>)
- Actualizar o diagrama de classes do modelo do domínio, com os novos objectos e atributos, entretanto descobertos.

– Terminar a actualização do diagrama de classes de modo a reflectir a conclusão da fase de análise.

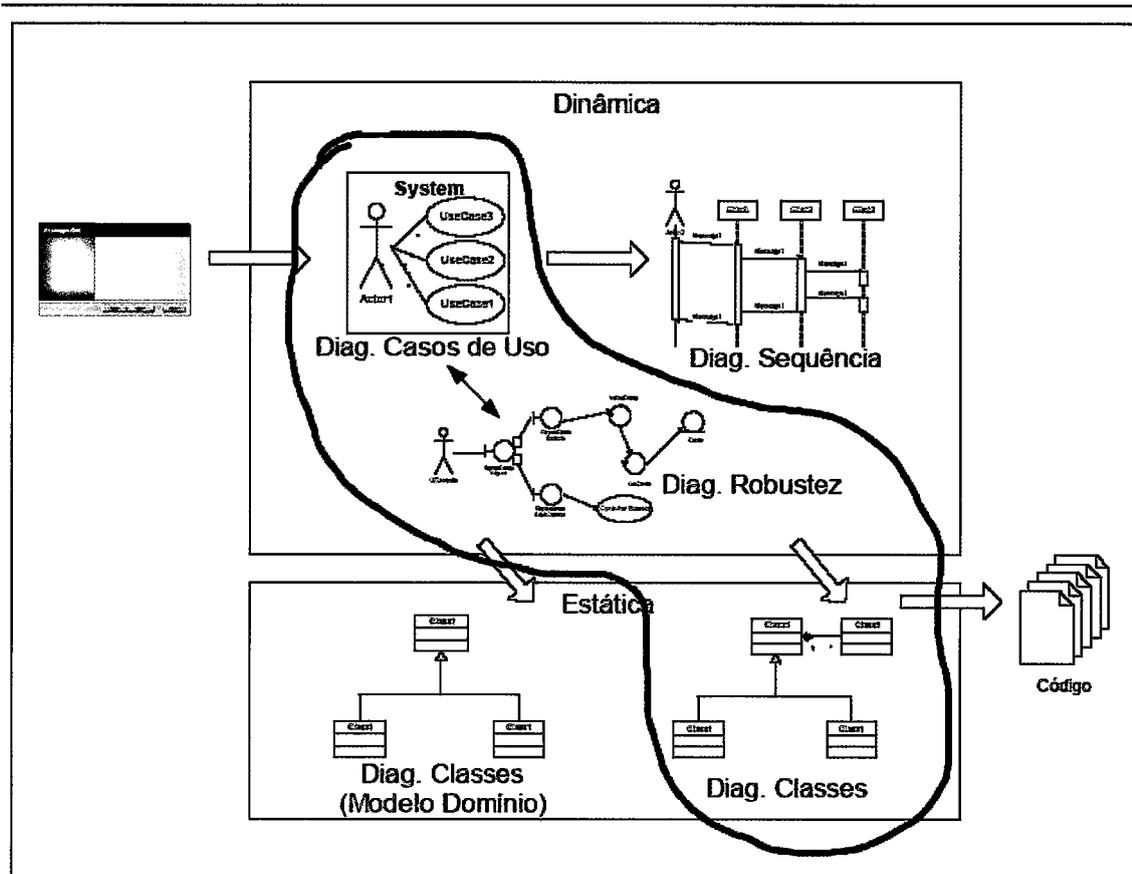


Figura 19 – Atividades de Análise e Desenho Preliminar.
(Adaptado de Silva e Videira, 2001)

3. Desenho.

- Especificar o comportamento. Para cada caso de utilização:
 - Identificar os objectos, as mensagens trocadas entre os objectos e os métodos associados que são invocados. Desenhar um diagrama de sequência com o texto do caso de utilização do lado esquerdo, e a informação do desenho do lado direito. Continuar a utilizar o diagrama de classes com os objectos e atributos entretanto descobertos.
 - Se for relevante, usar diagramas de colaboração para ilustrar as transacções principais entre objectos.
- Terminar o modelo estático, adicionando informação detalhada sobre o desenho (e.g. visibilidade e padrões de desenho).
- Verificar se o desenho satisfaz todos os requisitos identificados.

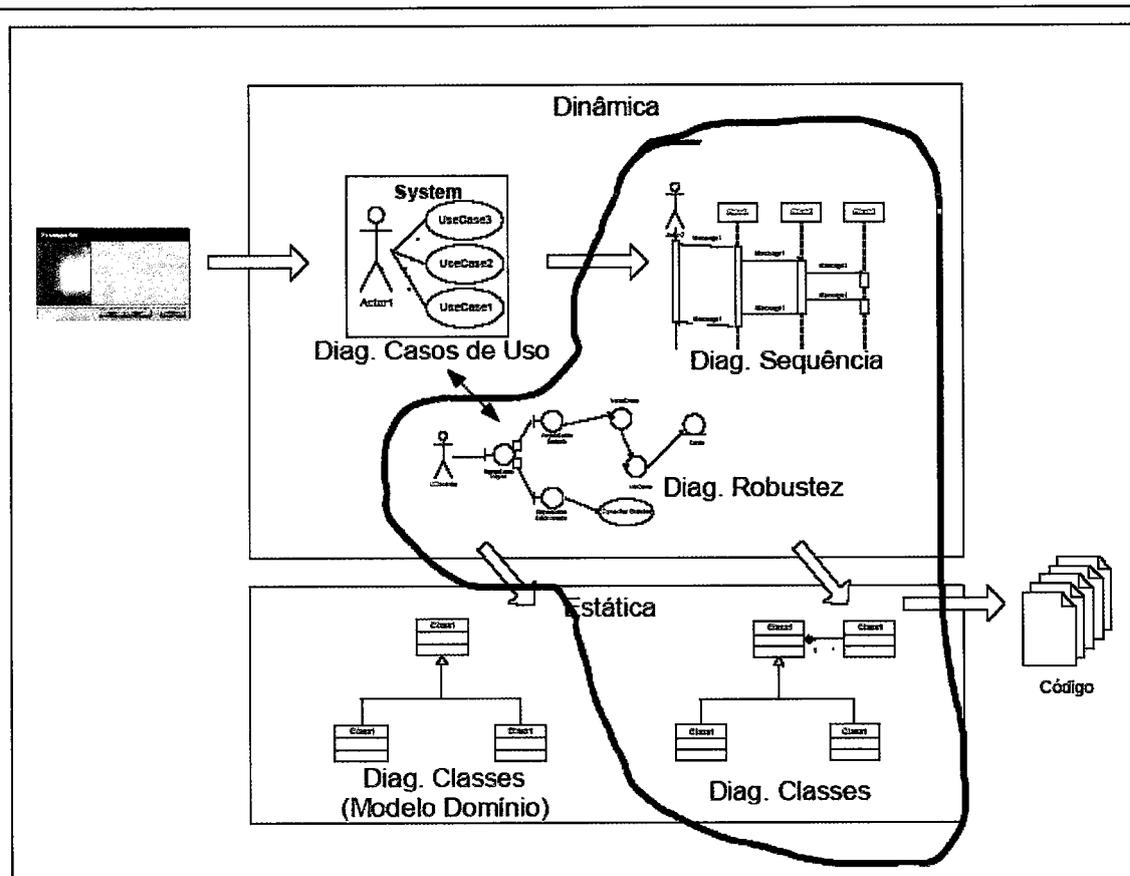


Figura 20 – Atividades da Tarefa de Desenho.
(Adaptado de Silva e Videira, 2001)

4. Implementação.

- Consoante as necessidades, produzir diagramas de arquitectura, diagramas de instalação e de componentes, que apoiem a tarefa de implementação.
- Escrever e, eventualmente, gerar código.
- Realizar teste unitários e de integração
- Realizar testes de sistema e de aceitação

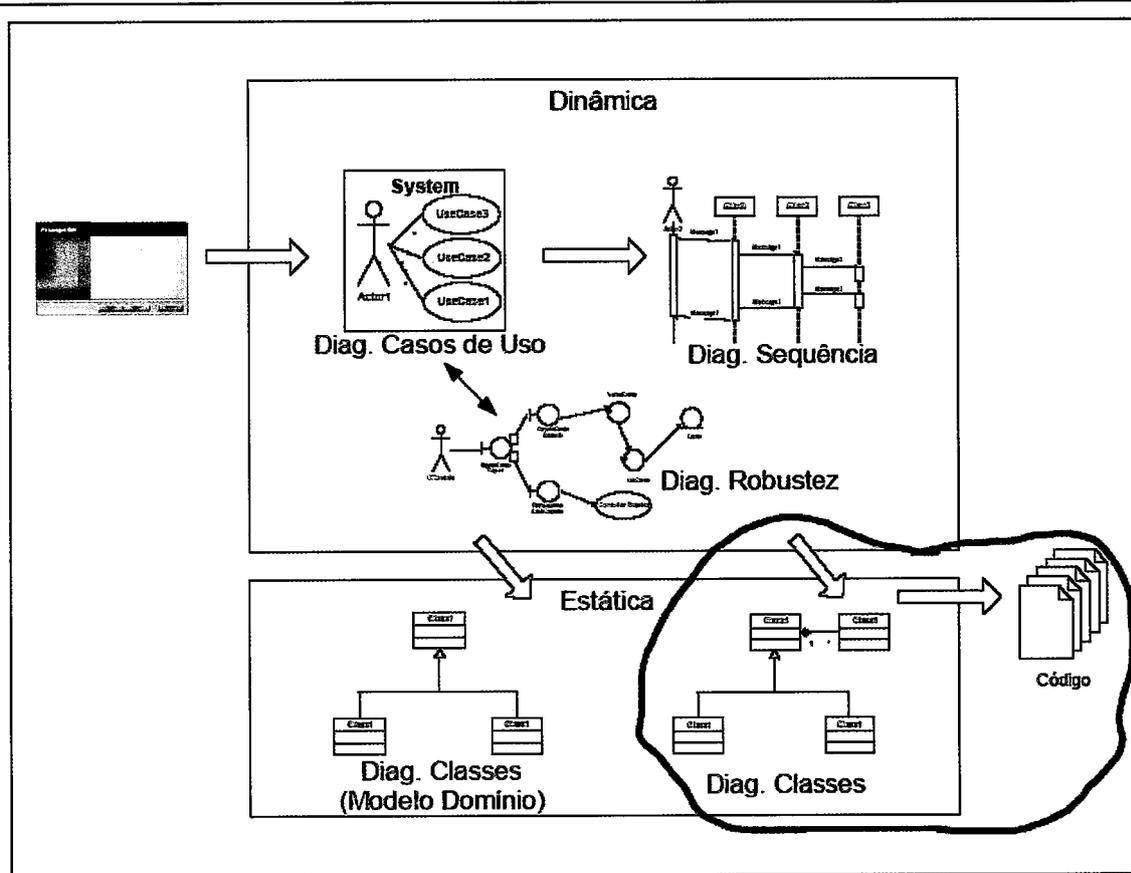


Figura 21 – Atividades da Tarefa de Implementação.
(Adaptado de Silva e Videira, 2001)

4.3.1 RESULTADOS DA MODELAÇÃO

Mostram-se em seguida os resultados centrais da modelação obtidos em cada uma das fases do processo ICONIX utilizado.

4.3.1.1 Análise de Requisitos

Seguindo as indicações da fase de análise de requisitos, foram identificados um conjunto de objectos do mundo real, que demonstram o modelo conceptual, e construído um diagrama de classes, denominado de alto nível, onde são também representadas as ligações entre os mesmos.

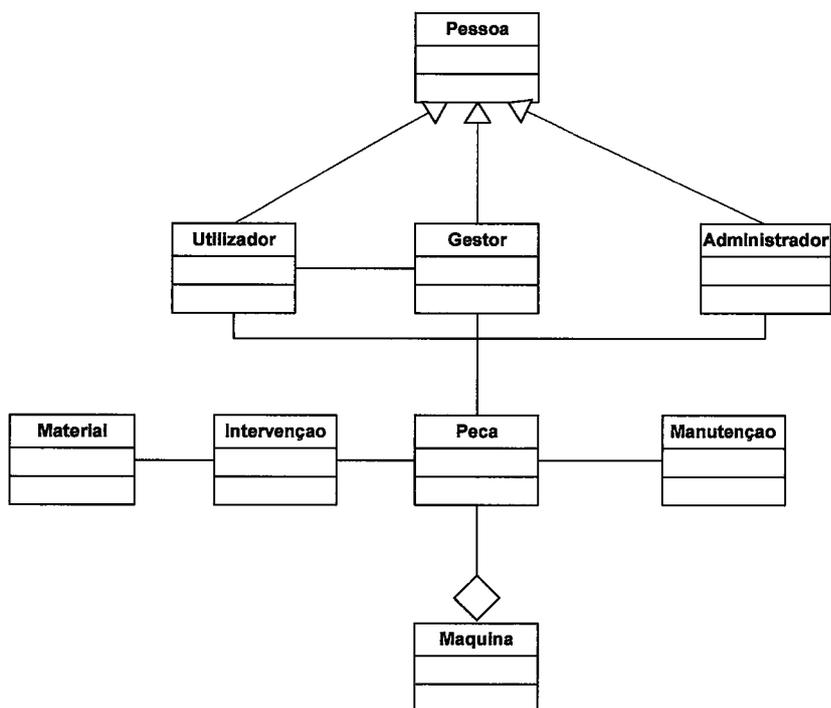


Figura 22 – Diagrama de Classes de alto nível.

Cada uma das classes aqui apresentadas, representam os elementos sobre os quais é relevante guardar informação no sistema. A classe pessoa centra em si, o conjunto de informações comuns às classes utilizador, gestor e administrador, realizando assim uma relação de generalização, tendo estas a responsabilidade de guardar a informação particular a elas mesmas. A classe máquina agrega em si a classe peça, já que esta, apesar de ser central e com características próprias, é na essência parte da máquina em cada momento. Quanto às outras classes, a classe manutenção modela o guardar do historial da manutenção da peça, e a classe intervencao e material modelam o guardar da informação das características da mesma e o material nela gasto.

Nesta fase, à semelhança do diagrama de classes, também através de perguntas sem guião aos funcionários envolvidos no processo e da observação directa do processo, foi criado um diagrama de casos de uso, que foi o condutor do desenvolvimento do projecto.

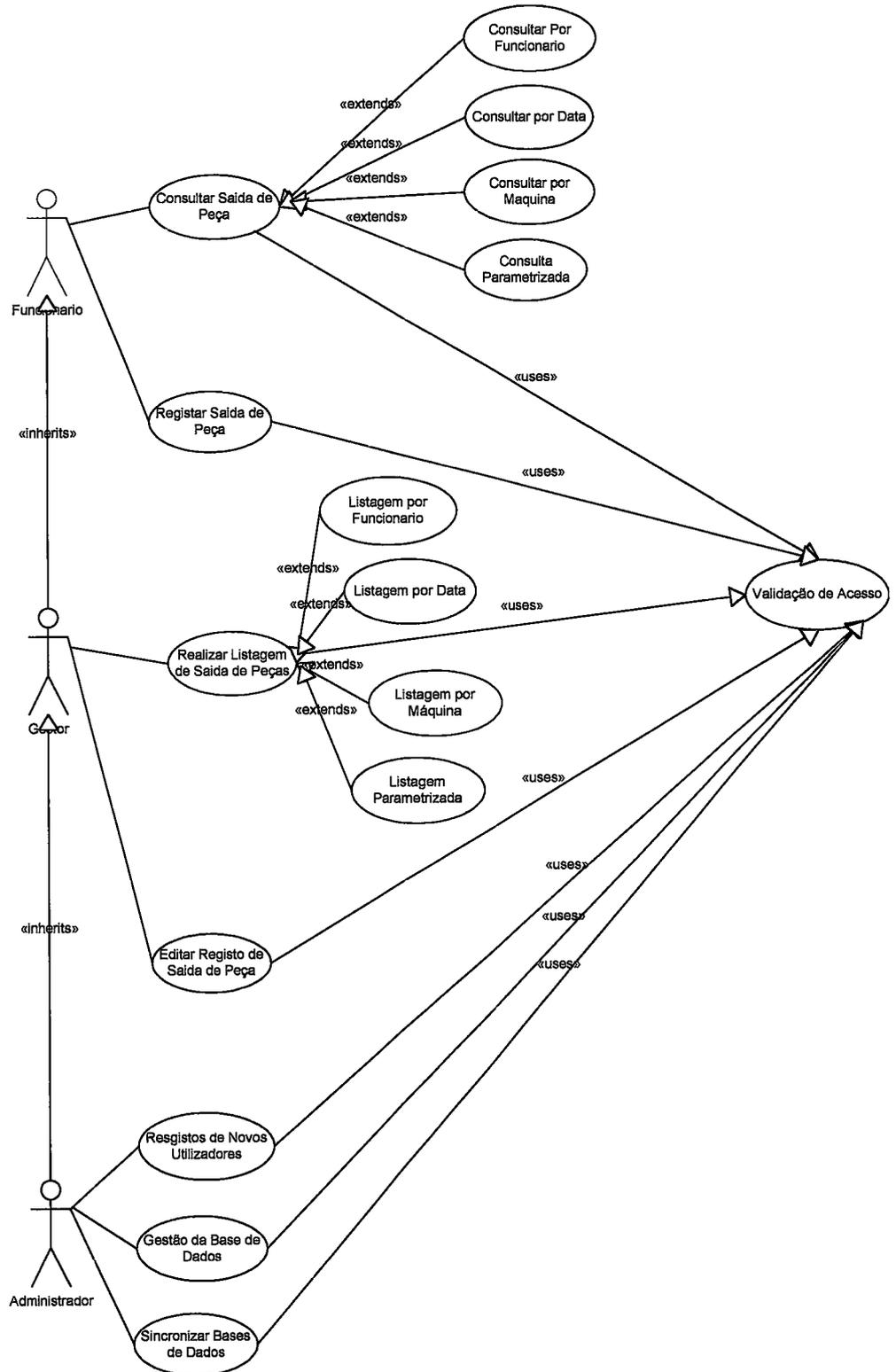


Figura 23 – Diagrama de Casos de Uso do Sistema

Este modelo demonstra a captura dos actores, as entidades que vão interagir com o sistema, aqui representados por:

Funcionário – representam todas as pessoas que realizam as tarefas de entrega, recepção das peças aos operadores das máquinas.

Gestor – representam todas as pessoas com um maior nível de acesso às funcionalidades do sistema, como sejam o alterar de algum registo por parte do actor funcionário.

Administrador – o super utilizador do sistema, responsável pelos novos registo de outro tipo de utilizadores, e por operações de *backup*.

De salientar que existe generalização do actor gestor em relação ao actor funcionário o que indicam que o actor gestor para além das suas próprias funcionalidades, dispõe também de acesso às do actor funcionário. De modo análogo o mesmo acontece em relação ao actor administrador, herdando as funcionalidades dos actores gestor e funcionário.

Por último nesta fase foram alinhados os requisitos da aplicação, com as funcionalidades aqui apresentadas para o sistema, que se resumem na tabela seguinte:

Tabela 6 – Requisito funcionais do sistema.

Identificação	Descrição
R1	Registar a saída, entrada, número de utilizações, data, e operador que usam as peças.
R2	Sincronizar a informação entre o sistema <i>web</i> e o PDA.
R3	Efectuar registos de novos elementos no sistema (peças e/ou pessoas), e passagens a indisponíveis desse mesmo tipo de elementos.
R4	Realização de vários tipos de listagens.
R5	Realização de operações de <i>backup</i> da informação do sistema.

4.3.1.2 ANÁLISE E DESENHO PRELIMINAR

Nesta fase são realizadas operações de descrição dos casos de uso capturados na fase anterior, as suas sequências normais de execução e as alternativas.

A par desta descrição é feita a modelação dos diagramas de robustez, que nos permitem identificar fluxos e interacções entre os actores e os objectos do sistema.

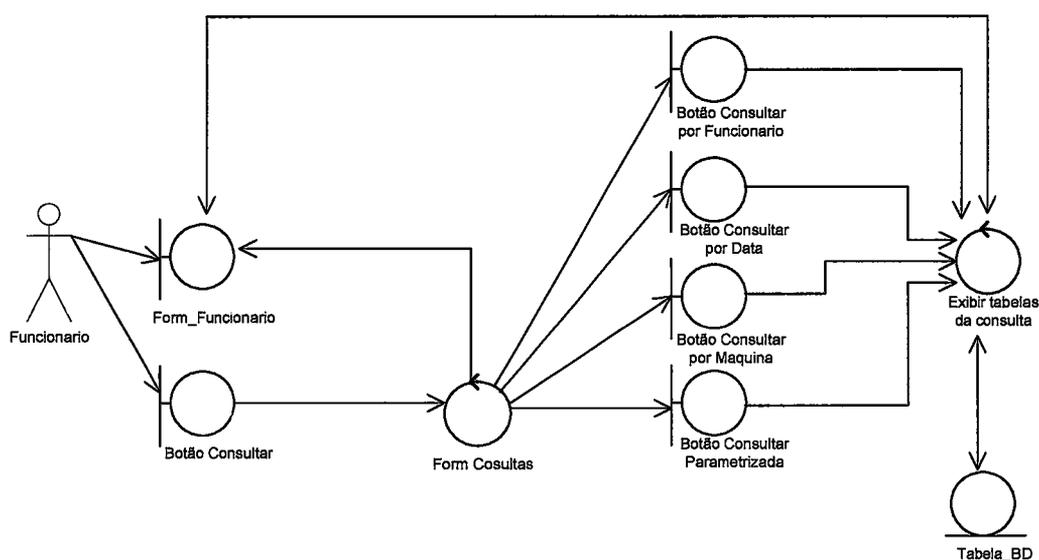


Figura 24 – Diagrama de robustez para realizar consultas diversas.

4.3.1.3 DESENHO

A fase de desenho consolida toda a modelação, são nesta fase realizados os diagramas de interacção que nos permitem perceber a ordem temporal ou organizacional do fluxo informacional.

Apresenta-se em seguida um exemplo do resultado deste tipo de modelação.

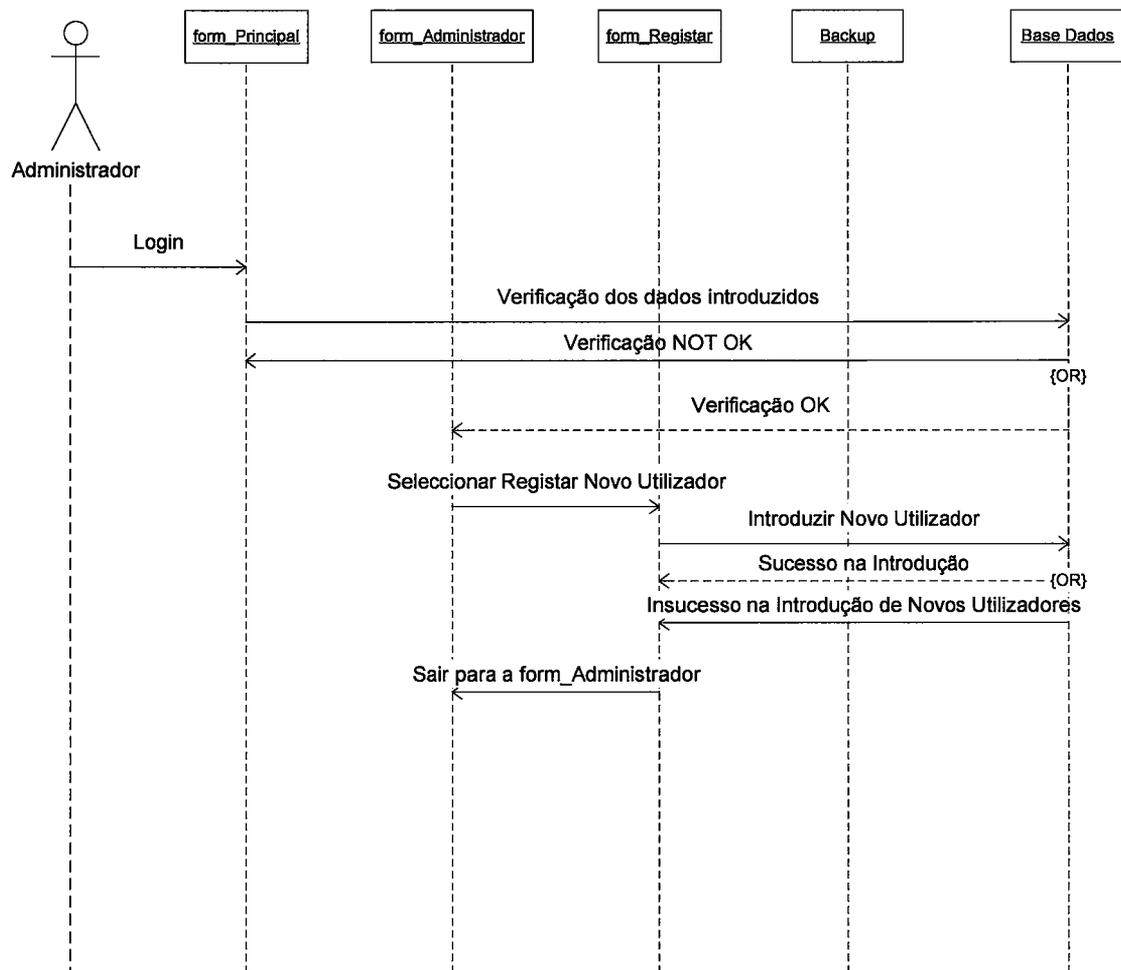


Figura 25 – Diagrama de sequência do caso de uso Registar no Utilizador.

Também nesta fase se adiciona informação ao diagrama de classes de modo mais detalhado. Resultando assim no diagrama com os atributos e operações.

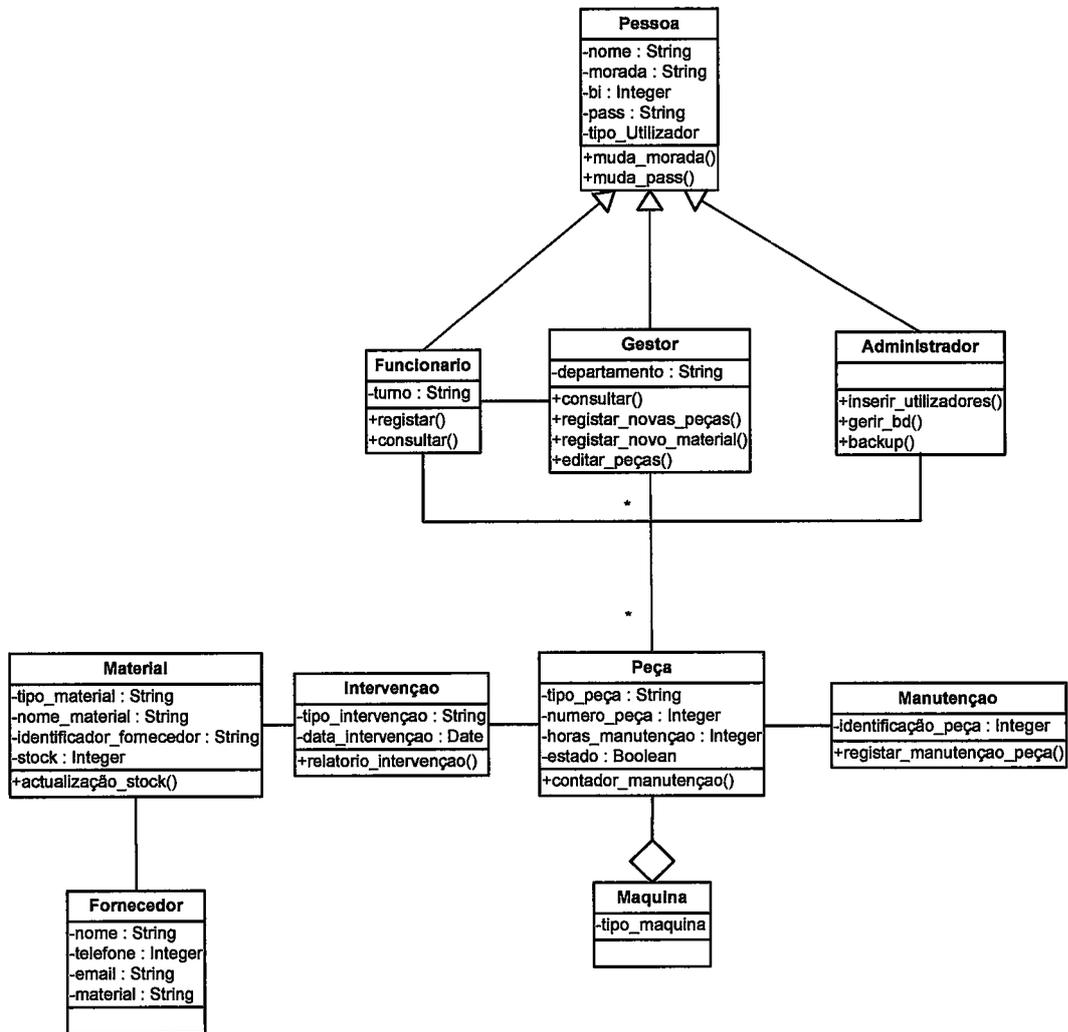


Figura 26 – Diagrama de classes de baixo nível.

Podem também encontrar-se, diagramas de estado que reflectem os estados pelos quais cada objecto pode passar ao longo do seu ciclo.

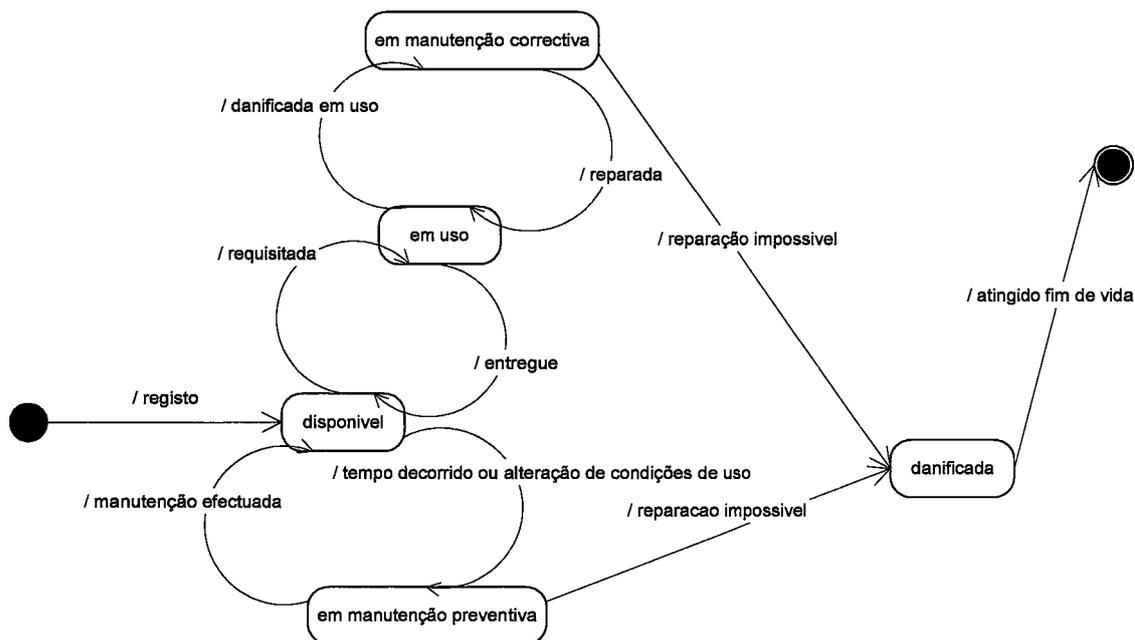


Figura 27 – Diagrama de estado da classe peça.

4.3.1.4 IMPLEMENTAÇÃO

Nesta fase é desenvolvido o código que nos leva ao produto final de software.

A codificação foi sendo realizada tendo em conta a modularidade, de forma a que seja possível uma integração de novos módulos no futuro, bem como os testes realizados.

Os resultados deste desenvolvimento, pode ser observado nos capítulos seguintes.

5 – RESULTADOS E CONCLUSÕES

*Gota a gota
se enchem grandes lagos*

Provérbio Chinês

Neste capítulo são apresentados os resultados visíveis, em termos de produtos de software, que pretendem dar suporte à dissertação realizada.

5.1 RESULTADOS

Os resultados podem ser observados em dois pontos diferentes:

- a aplicação para o PDA - responsável pela aquisição de dados;
- aplicação orientada para a *web* - que recebe e trata a informação recolhida pelo PDA fornecendo-a aos decisores.

Não será dada relevância ao software que tem a responsabilidade de efectuar a escrita das informações nas *tag's*, já que se estuda a possibilidade de que possam ser já fornecidas com parte da informação pelo fornecedor.

Por outro lado, também a recepção de cabeças de corte e o período em que estão em manutenção são descorados, registando apenas que durante essas fases, a bases de dados as apresenta como indisponíveis para entrega por parte do funcionário ao operador das máquinas da linha.

5.1.1 APLICAÇÃO PARA O PDA

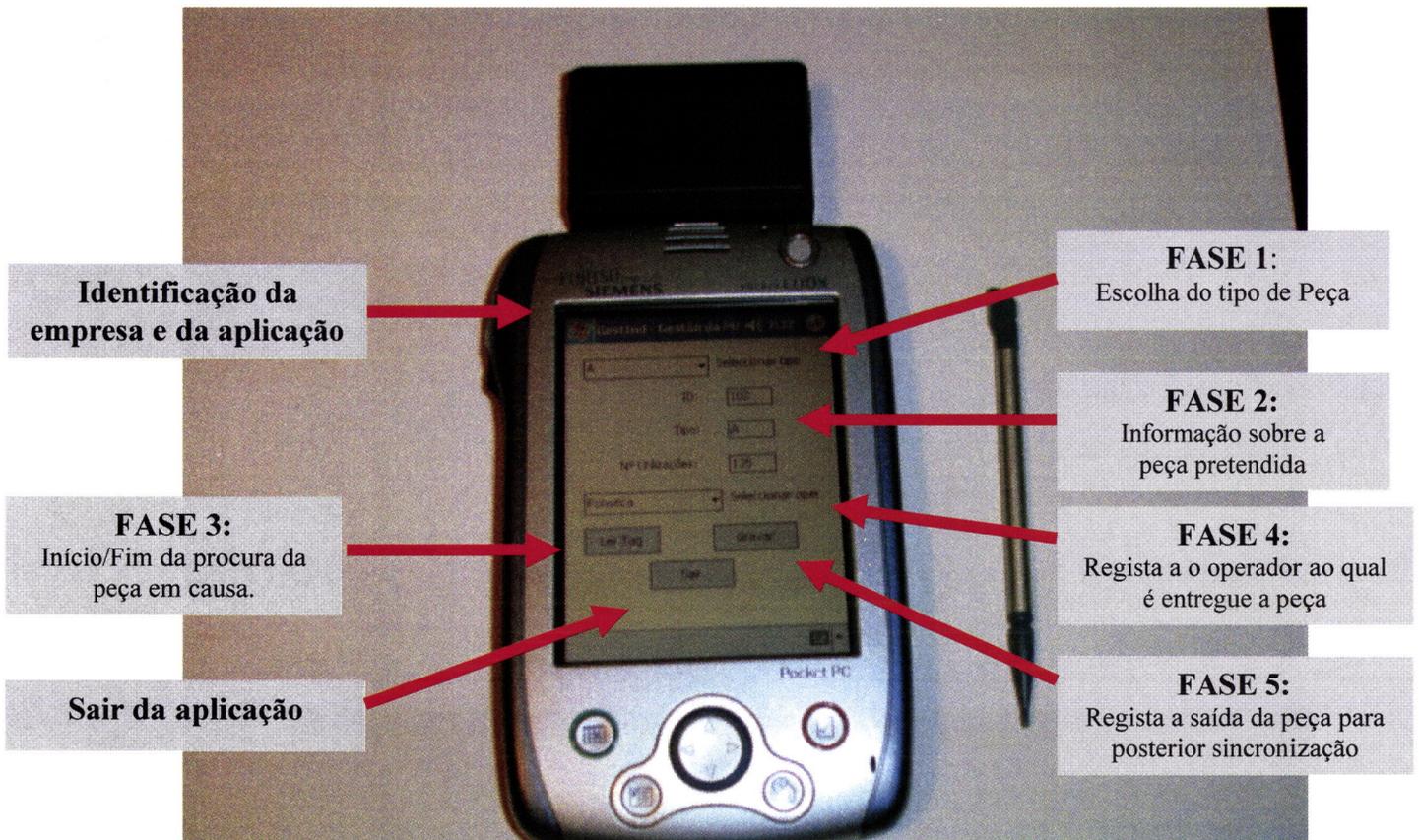


Figura 28 – Interface da aplicação do PDA.

A figura mostra o *interface* com o qual o funcionário da manutenção interage quando recebe um pedido para uma cabeça de corte.

Quanto aos resultados da aplicação do PDA, o seu uso pode ser analisado segundo as fases apresentadas na figura.

FASE 1

O funcionário responsável pela entrega das cabeças de corte, recebe o pedido do operador da máquina, e através de uma caixa de selecção, escolhe o tipo de peça requerido, na Figura 28 ilustrado como peça do tipo A.

FASE 2

Após essa selecção a aplicação recorre à informação armazenada na base de dados do PDA e verifica qual a peça do tipo seleccionado, disponível que tem menos utilizações, e fixa o “*id*” (informação de identificação que se encontra registada na *tag* RFID, no exemplo “1”) com o qual vai efectuar a procura.

FASE 3

O funcionário responsável pela entrega das cabeças de corte, selecciona o botão “*LER TAG*” e dirige-se às prateleiras onde se encontram armazenadas as peças, e por aproximação do PDA às peças, identifica qual a peça que tem o menor número de utilizações.

FASE 4

Nesta fase é registada também a informação relativa ao operador que recebe a peça, para que possa ser possível, cruzar esta informação e dela extrair conhecimento. Esse registo é realizado e seleccionado através de uma caixa de selecção o nome do operador em causa.

FASE 5

O funcionário entrega a peça ao operador e selecciona o botão “*GRAVAR*”, que lhe permite, registar no PDA a saída da peça, para posterior sincronização com o servidor. E aplicação fica preparada para nova iteração.

Este é um processo iterativo, que em cada iteração regista a informação, criando assim um histórico de todas as operações, de modo a que esses registos possam ser alvo de análise e processamento à posteriori.

Toda a informação fica registada, numa base de dados, no PDA. Com a periodicidade que se deseje, através da aplicação *web*, que dispõe de uma funcionalidade que lhe permite sincronizar a base de dados do servidor com a base de dados do PDA. Este sincronismo garante a consistência entre o alinhamento do fluxo físico e lógico em termos informacionais e serve de suporte a decisões futuras, como sejam o planeamento da manutenção dos equipamentos.

5.1.2 APLICAÇÃO ORIENTADA PARA A WEB

Tendo em conta que as aplicações devem obedecer a um conjunto de características no âmbito dos interfaces pessoa-máquina, que são segundo Nielsen (1993):

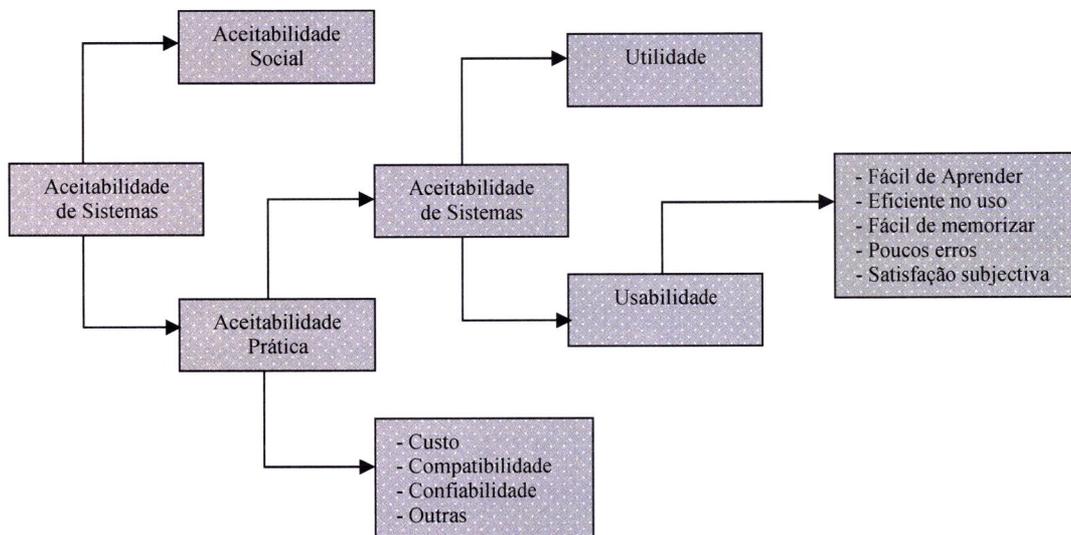


Figura 29 – Atributos da aceitabilidade de um sistema.
(Adaptado Nielsen, 1993)

e resultou a aplicação da qual se apresentam em seguida alguns écrans demonstrativos das funcionalidades disponíveis.

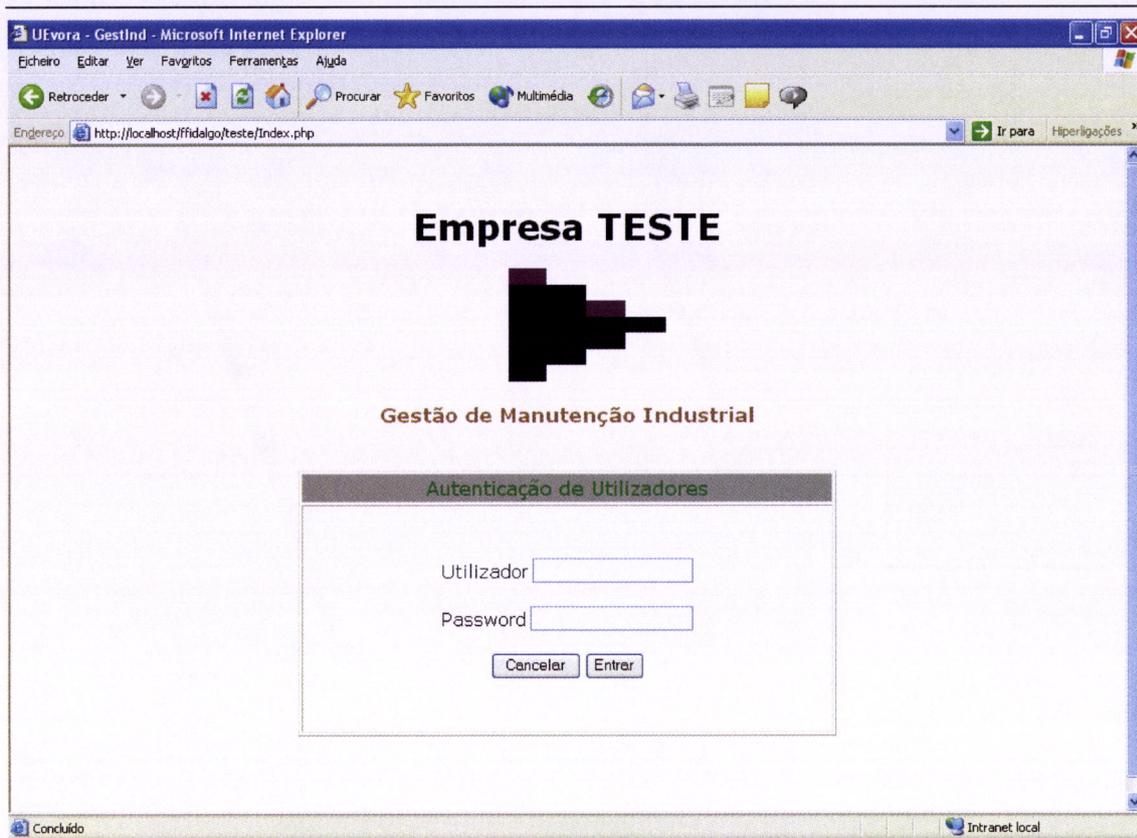


Figura 30 – Interface da aplicação Web - Autenticação.

A figura 28, mostra o écran inicial de acesso à aplicação, que permite através de uma autenticação, redireccionar os passos seguintes, em função do nível de acesso que utilizador dispõe, no caso em particular os utilizadores são de três níveis, que correspondem aos actores dos diagramas de casos de uso:

- administrador;
- gestor;
- operador.

Esta distinção prende-se com o facto de que nem todas as funcionalidades se encontram disponíveis para todo o tipo de actor. São mais abrangentes do operador para o administrador. Os écrans aqui usados como demonstrativos referem-se sempre ao utilizador administrador.

Após a obtenção de sucesso na validação *utilizador/password*, a aplicação disponibiliza o conjunto de operações que o utilizador dispõe (Figura 31).

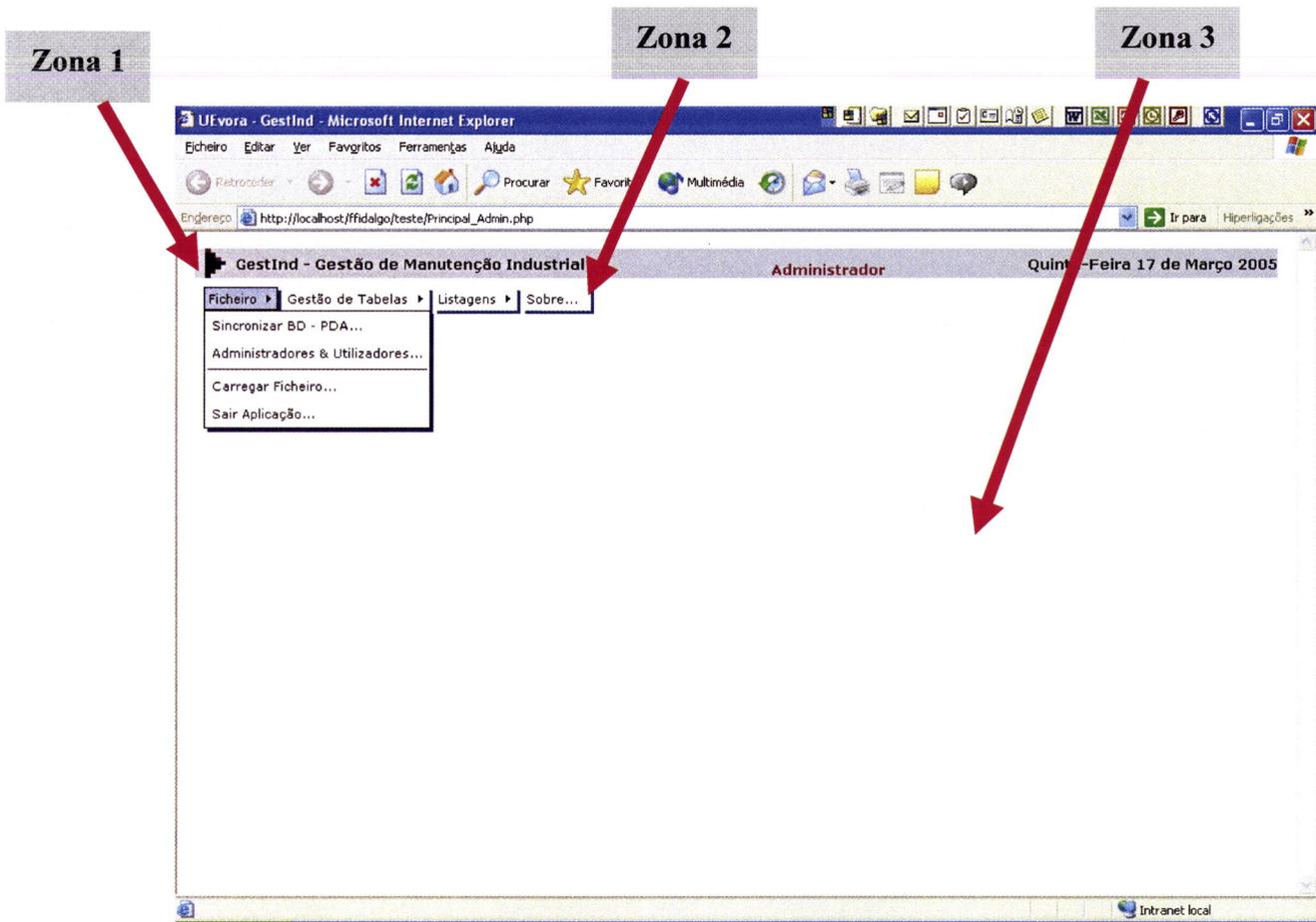


Figura 31 – Interface da aplicação do web - Menus.

Podemos dividir este interface em três zonas distintas:

Zona 1

Esta zona, a cinzento na figura, diz respeito a dados identificativos, como sejam:

- nome da aplicação (ex: GestInd – Gestao da Manutenção Industrial);
- nível do utilizador (ex: Administrador);
- data (ex: 10 de Março de 2005).

Zona 2

Esta zona é composta pelas funcionalidades disponíveis para o utilizador, neste caso sob a forma de menus e sub-menus.

Menu FICHEIRO

Neste menu encontram-se diversas operações, destacando-se a opção de “*Sincronizar BD-PDA* “, que é a responsável pelo sincronismo entre a informação residente no PDA e a informação relativa ao servidor, e as operações de *backup*.

Menu Gestão de Tabelas

Neste menu encontram-se as opções de gestão de tabelas, isto é, dos registos em base de dados, como sejam a introdução de novo material, ex: novo registo de cabeça de corte a cravação, ou passagem de equipamento ou pessoal funcionário a indisponível, por exemplo a aposentação de um funcionário ou o fim do ciclo de vida de um equipamento de corte.

Menu Listagens

Este é o menu mais volátil, já que dele depende a visualização de toda a informação. Esta pode ser obtida através de listagens directas, conteúdo geral de uma tabela, ou da aplicação de filtros à informação, por exemplo acontecimentos entre determinado período de tempo.

Importa também aqui referir que, as listagens podem ser alteradas consoante as necessidades, bem como a forma como podem ser disponibilizadas, visualmente num écran ou enviadas por *mail* para quem de direito, etc.

Zona 3

Esta é a zona onde são apresentadas as informações requeridas através dos menus, como sejam dados relativos à gestão de tabelas, por exemplo introdução de novo utilizador (Figura 32), ou a preparação e posterior resultado das listagens pretendidas (Figura 33).

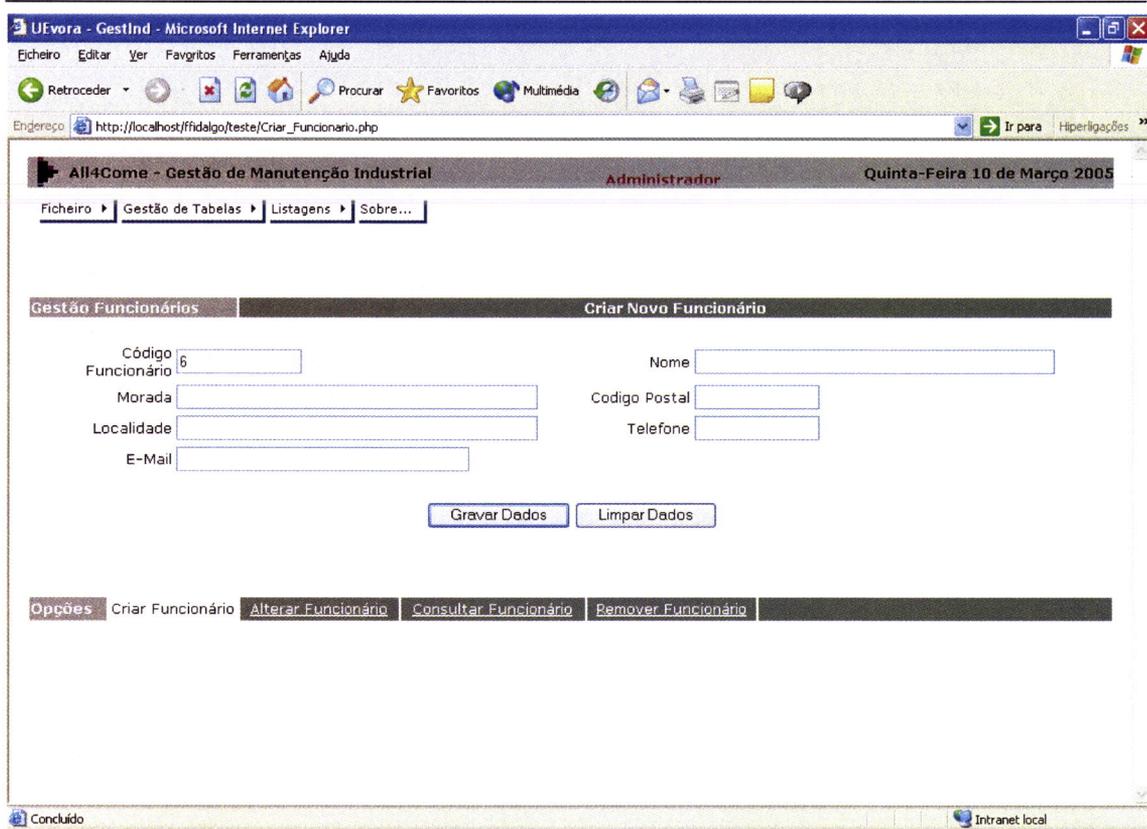


Figura 32 – Interface para introdução de novo utilizador.

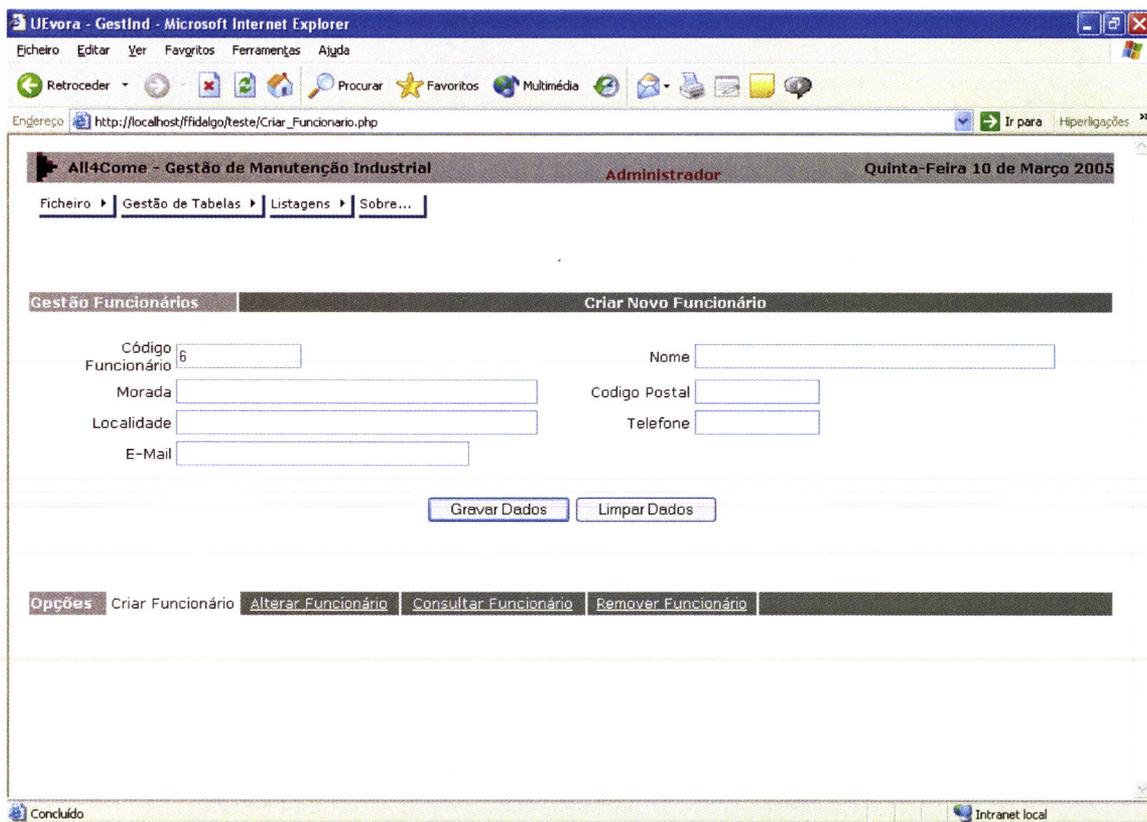


Figura 33 – Interface para a definição da geração de listagens.

Apesar das aplicações se encontrarem disponíveis para utilização, estas não se encontram fechadas, já que várias questões residem ainda em aberto.

As listagens são alvo de constante análise e alteração, já que os interesses diferem na forma e no conteúdo da informação.

A disponibilização da informação via correio electrónico, encontra-se ainda nos primeiros passos, em virtude da não utilização de forma massiva desta tecnologia, o que poderia limitar o acesso à mesma por parte de alguns intervenientes no processo decisório.

Estuda-se também a inclusão no sistema de um módulo de GSM/GPRS, que permita a obtenção de respostas, em tempo real, de informação, mesmo quando não se dispõe de acesso via *web*, por exemplo a obtenção de informação vis SMS.

5.2 CONCLUSÕES

Nos últimos anos, têm-se verificado consideráveis mudanças no campo da Tecnologia da Informação, revolucionando e inovando a forma de fazer negócios, passando a ser uma fonte potencial de vantagem competitiva e tornando-se um recurso essencial no suporte às estratégias organizacionais.

Para obter êxito num ambiente de economia global, de maior concorrência, e novas exigências do mercado pela qualidade, variedade e custos, é fundamental que as organizações utilizem os seus recursos de TI de modo eficaz. Para tirar o máximo proveito, as organizações devem certificar-se que os sistemas de que dispõem são realmente adequados às necessidades organizacionais. Para encontrar as soluções adequadas, é necessário, o entendimento pleno do problema a ser resolvido.

Neste sentido, este trabalho procurou identificar um modelo e perspectivas para construção e utilização de um SI usando a tecnologia de RFID em ambiente industrial na gestão da manutenção.

A especificação, fundamentada nas reais necessidades do sistema, servirá de suporte à tomada de decisões técnicas e de gestão para a escolha das melhores alternativas de solução, alinhamento com a política de uso de TI da empresa, alocação de recursos financeiros, materiais e humanos, definição de prioridades, prazos, planeamento, e implantação da solução adoptada para disponibilização de um sistema adequado às necessidades específicas da área de manutenção em relação à informação.

Os modelos e as perspectivas básicas foram aplicados com as adaptações necessárias em função das características próprias do caso, podendo-se concluir que a metodologia proposta neste projecto é aplicável ao estudo realizado e também pode ser aplicada em outras organizações para análise de problemas em SI, ajustando e adaptando-se as realidades próprias de cada caso.

Neste sentido, a disponibilização de um Sistema de Informações adequado às necessidades organizacionais pode e deve colaborar eficazmente para a maximização da produtividade dos activos e a continuidade operacional dos sistemas.

Depois de implementada a solução apresentada, é necessário encontrar fórmulas que permitam a extrapolação das conclusões e sua adaptabilidade para um tecido empresarial mais alargado dentro do mesmo sector. Será de esperar que as tipificações encontradas, sejam facilmente identificadas como idênticas, em outras empresas do mesmo sector, já que as formas de produção não diferem diametralmente dentro do mesmo sector.

Por outro lado se a montante os fornecedores implementarem tecnologias semelhantes, o controlo nas entradas e saídas de armazém podem ser facilitadas e geridas com maior eficiência, já que em casos como estes o paralelismo entre os sectores de armazém, de gestão da manutenção e outros seriam “perfeitos”.

Mais ainda, a utilização mais alargada da tecnologia de RFID vai facilitar em muito as nossas tarefas e quase eliminará a presença do factor erro, mas sempre com o fantasma dos problemas éticos em redor.

“Sem querer fazer futurologia, creio que num futuro não muito distante a tecnologia de RFID, vai estar presente em “todos nós” bem como em todos os elementos que nos rodeiam.”

5.3 TRABALHO FUTURO

Apesar deste trabalho ter alcançado os objectivos propostos, verificaram-se alguns detalhes e acréscimos que podem ser elaborados a partir dos resultados obtidos, para além dos já referidos.

Sendo assim, foram feitas as seguintes recomendações e propostas de trabalhos futuros:

- Avaliar e criar um conjunto de requisitos que possam constituir uma sólida base de análise que permita uma aplicabilidade, da solução, mais horizontal quer em termos de áreas quer de sectores de produção;
- Elaborar um novo processo, baseado na ponderação da informação recolhida, que estabeleça características de produtividade e qualidade;
- Aprofundar a pesquisa, para a criação de referenciais que conduzam a adição de outros sistemas ou subsistemas;

O propósito destas recomendações resume-se em tornar a aplicação mais abrangente e com maior potencial de escolha e aplicabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, Aline França e **REZENDE**, Denis Alcides (2000). *TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO Aplicada a Sistemas de Informação Empresariais*. 1ª ed. São Paulo: Atlas.

AMARAL, Luis (1994). *PRAXIS – Um referencial para o Planeamento dos Sistemas de Informação*. Tese de Doutoramento – Universidade do Minho Departamento de Sistemas de Informação.

ASSIS R. (2004). *Apoio à Decisão em Gestão da manutenção. Fiabilidade e Manutenibilidade*. Biblioteca da Industria. LIDEL – Edições Técnicas.

AVOINE G. e **OECHSLIN P.** (2004). *Traceability: A Multilayer Problem*, Lausanne 2004. Disponível em: <http://lasecwww.epfl.ch/~gavoine/rfid/> (Consultado: Janeiro 2004)

BORILLO, Dante. *The ICONIX approach*, (2000). Disponível em: <http://pst.cern.ch/PST/HandBookWorkBook/Handbook/SoftwareEngineering/iconix.html> (Consultado: Maio 2002).

BRYMAN, (1989): *Research Methods and Organization Studies*, Unwin Hyman.

BEUREN, I (1998). *Gerenciamento da informação: um recurso estratégico no processo de gestão empresarial*. São Paulo : Atlas.

CABRAL J. P. S. (2004): *Organização e Gestão da manutenção.4ª Ed.* Biblioteca da Industria. LIDEL – Edições Técnicas.

CASTELLA, Marco César (2001). *Análise Crítica da Área de Manutenção em Uma Empresa Brasileira de Geração de Energia Elétrica*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina.

COURTOIS A., PILLET M., MARTIN, C. (1997): *Gestão da produção.4ª Ed.* Biblioteca da Industria. LIDEL – Edições Técnicas.

DICK, B. (2000): A beginner's guide to action research Disponível em: <http://www.scu.edu.au/schools/gcm/ar/arp/guide.html> (Consultado: Fevereiro 2004)

DAVENPORT, Thomas (1998). *Ecologia da Informação: porque só a tecnologia não basta para o sucesso na era da informação.* São Paulo : Futura.

DAVENPORT, Thomas e PRUSAK, Laurence (1998). *Conhecimento empresarial: como as organizações gerenciam o seu capital intelectual.* Rio de Janeiro : Campus.

DHILLON, B. S (1999). *Engineering Maintainability.* Houston: Gulf Publishing Company.

DRUCKER, Peter Ferdinand (1999). *Administrando em tempos de grandes mudanças.* São Paulo : Pioneira.

FIDALGO F., CASTELA N., METROLHO J., GUERRA A.(2003): *Information System for Agricultural Analysis,* Badajoz, Spain.

HAMANN O. (1994). *Chip Card ICs. Security for each application. Fourth Global Congress on Patient Cards and Computerization of Health Records.*

HOLZBLATT K. e BEYER H. (1993): *Making Customer-Centered Design Work for Teams,* Communications of the ACM.

JUELS A., RIVEST R. L., SZYDLO M (2003). *The Blocker Tag: Selective Blocking of RFID Tags for Consumer Privacy.*

KAPLAN J. M. (1996). *Smart Cards the Global Information Passport. Managing a successful Smart Card Program.* Internation Thomsom Computer Press.

LAUDON, Kenneth C. e LAUDON, Jane Price (1996). *Management Information Systems: organization and technology*. New Jersey: Prentice-Hall.

LAUDON, Kenneth C. e LAUDON, Jane Price (1999). *Sistemas de Informação: com internet*. Rio de Janeiro: LTC.

LAUDON, Kenneth C. e LAUDON, Jane Price (2004). *Management Information Systems: The Digital Firm*. New Jersey: Prentice-Hall.

LEWIS, I.M. (1985): *Social Anthropology in Perspective*, Cambridge University Press.

MANUAL TÉCNICO (1998). *AIM International - "Radio Frequency Identification RFID – A basic primer"*.

MANUAL TÉCNICO (1993). *TIRIS (Texas Instrumens Registration an Identification Systems) - Overview of Tecnhology, Products and Aplications*. TEXAS INSTRUMENTS, Austin (EUA), 4ª ed.

MCGEE, James e PRUSAK, Laurence (1994). *Gerenciamento estratégico da informação: aumente a competitividade e a eficiência de sua empresa utilizando a informação como uma ferramenta estratégica*. Rio de Janeiro : Campus.

MONCHY, François (1989). *A função manutenção: Formação para a gerência da manutenção industrial*. São Paulo: Ebras / Durban.

MOTTER, Osir (1992). *Manutenção Industrial – O poder oculto na empresa*. São Paulo: Hemus.

NIELSEN, J (1993). *Usability Engineering*. Academic Press, Cambridge, MA.

NONAKA, I. e TAKEUCHI, H. (1997) *Criação de conhecimento na empresa*. Rio de Janeiro : Campus.

OLIVEIRA, Djalma P. R. (1993) *Sistemas de Informações Gerenciais*. 2. ed. São Paulo: Atlas.

PINTO, Alan Kardec e **XAVIER**, Júlio de Aquino (2001). *Nascif. Manutenção – Função estratégica*. Rio de Janeiro: Qualitymark.

RAPOPORT, R. (1970): "Three Dilemmas of Action Research," *Human Relations*.

RELATÓRIO TÉCNICO (1995). *ID TRAC Proximity Access Control*. ID Technologies. USA.

RODRIGUES, L. S. (2002): *Arquitecturas dos Sistemas de Informação*. Coleção Sistemas de Informação. FCA – Editora de Informática. Lisboa.

ROSENBERG, Doug. e **SCOTT**, Kendall (1999). *Use Case Driven Object Modeling with UML: A Practical approach*. Massachusetts: Addison-Wesley Longman.

WEIS A. Weis, **SARMA** S. E., **RIVEST** Ronald L., **ENGELS** Daniel W. (2003). *Security and Privacy Aspects of Low-Cost Radio Frequency Identification Systems*.

SILVA, A. e **VIDEIRA**, C. (2001): *UML – Metodologias e Ferramentas CASE*. Centro Atlântico.

SERRANO, A. e **FIALHO**, C. (2003): *Gestão do conhecimento: O novo paradigma das organizações*. Coleção Sistemas de Informação. FCA – Editora de Informática. Lisboa.

SERRANO, A., **CALDEIRA** M., **GUERREIRO** A., C. (2004): *Gestão de Sistemas e Tecnologias de Informação*. Coleção Sistemas de Informação. FCA – Editora de Informática. Lisboa.

SHIM, R. (2003). Benetton to track clothing with ID chips. Disponível em: <http://news.com.com/2100-1019-992131.html> (Consultado Março 2005).

TAVARES, Lourival Augusto (1999). *Administração Moderna da Manutenção*. Rio de Janeiro: Novo Pólo Publicações.

VARAJÃO, J. E. Q. (1998): *A Arquitectura da Gestão de Sistemas de Informação*. Coleção Sistemas de Informação. FCA – Editora de Informática. Lisboa.

VASCONCELOS, A. (2001): *Arquitectura de Sistemas de Informação no Contexto do Negócio*, Dissertação de Mestrado em Engenharia Informática e de Computadores, IST.

WYREBSKI, Jerzy (1997). *Manutenção Produtiva Total: um modelo adaptado*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina.

ZORRINHO, C.(1991): *Gestão da Informação*, Editorial Presença, Lisboa.

ANEXOS

ANEXO I - COMPARAÇÃO ENTRE TECNOLOGIAS DE IDENTIFICAÇÃO

CÓDIGO DE BARRAS

A tecnologia de código de barras é uma das mais largamente utilizadas. São colocadas várias linhas paralelas nos produtos, representando um código que pode ser lido por um sistema de leitura óptica. Esta tecnologia não possui qualquer segurança, já que o código pode ser facilmente copiado. As etiquetas de códigos de barras podem ser facilmente geradas em impressoras.

É, porém, uma tecnologia mundialmente aceite, de baixo custo e de fácil uso. Por outro lado, possui limitada capacidade de armazenamento de dados, de 10 a 12 caracteres (Kaplan, 1996). Uma das vantagens do código de barras é a grande disponibilidade de leitores no mercado. Assim, a principal aplicação de código de barras é a identificação de produtos destinados à comercialização em livrarias, supermercados e lojas em geral.

CARTÕES MAGNÉTICOS

O cartão de fita magnética não é sofisticado, comparado a cartões inteligentes, pois trata-se de uma tecnologia mais simples. As principais desvantagens desta tecnologia são:

- possibilidade de corromper os dados do cartão através de campos magnético;
- e a baixa capacidade de armazenamento.

O limite máximo de dados armazenados no cartão é de 75 caracteres (Kaplan, 1996). Os padrões para os leitores estão bem estabelecidos. Por outro lado, não há segurança. Qualquer pessoa pode ler e falsificar uma fita magnética.

Os cartões magnéticos são usados, principalmente, para transacções de débito e crédito em bancos, controlo de ponto e controlo de acesso. Os cartões magnéticos têm custo individual muito baixo.

CARTÕES INTELIGENTES

Um cartão inteligente é um dispositivo que contém um microprocessador para armazenar e processar informações (Kaplan, 1996). Este tipo de cartão tem boa capacidade de armazenamento. Os dados do cartão podem ser alterados várias vezes durante a vida do cartão. As áreas de dados do cartão podem ser programadas com diferentes *password's* de acesso.

A Figura 34 mostra as características internas de um cartão inteligente e apresenta as oito áreas de contacto necessárias para troca de informações entre o cartão e um leitor.

Um microprocessador de 8 (oito) bits é responsável pela comunicação entre leitor e memória. Há três tipos de memória em cartões inteligentes: RAM, ROM e EEPROM. A memória RAM é usada para manipulação e transferência de dados. A memória ROM é programada durante sua fabricação e não é alterada. A ROM contém o sistema operativo do cartão, que trata da gestão da memória e arquivos, da comunicação com dispositivos externos, do controlo e da criptografia dos dados. A memória EEPROM é a área de armazenamento de dados, permitindo que os mesmos sejam alteradas até 10000 vezes (Kaplan, 1996). Tal memória é segmentada em várias áreas de dados afins. Esta tecnologia aparece como uma das mais promissoras, com várias aplicações, tais como sistemas de saúde, bancos e transporte públicos entre outras.

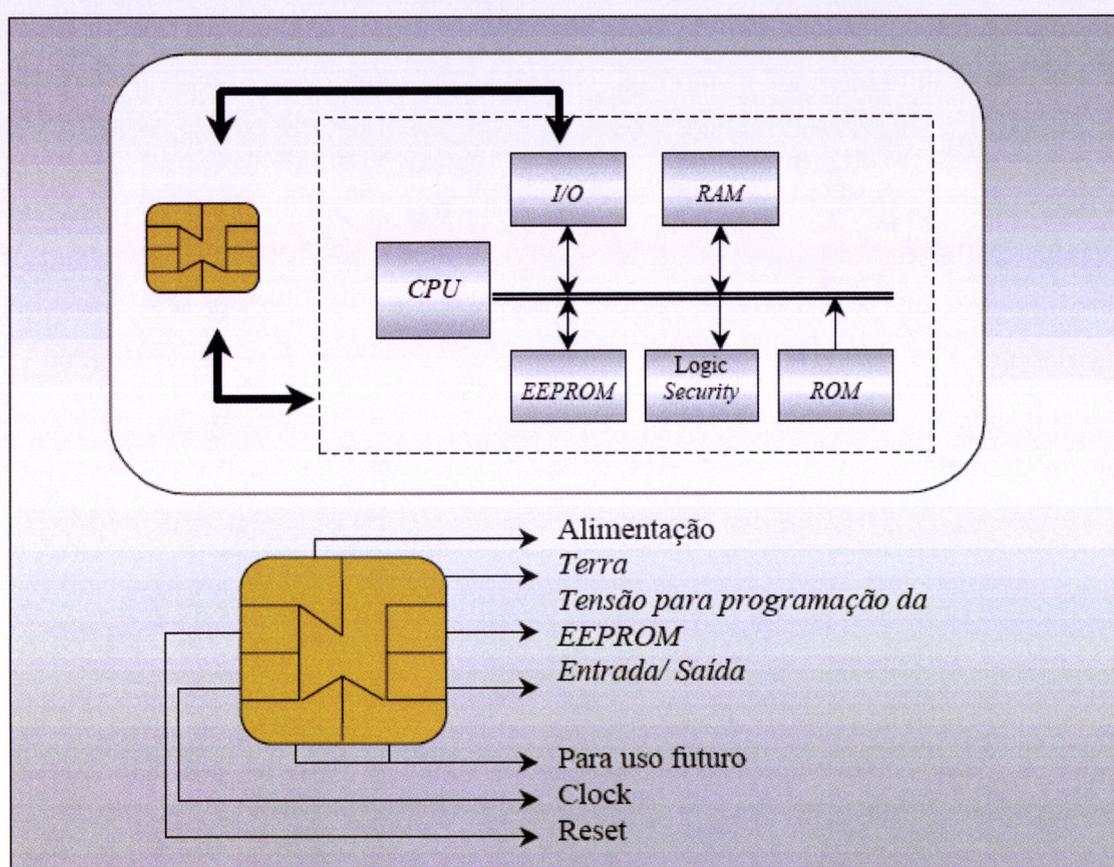


Figura 34 – Estrutura interna de um cartão inteligente.

(Adaptado de Kaplan, 1996)

CARTÕES SEM CONTACTO (UTILIZANDO TECNOLOGIA DE IDENTIFICAÇÃO POR RÁDIO FREQUÊNCIA)

Um sistema de identificação por rádio frequência é composto por (Manual Técnico da Id-technologies 9 , 1995):

- interrogadores ou leitores;
- transponders, comumente chamados de *tags* (os cartões sem contacto); e
- um computador ou outro sistema de processamento de dados para gerir o sistema.

Tal sistema de RFID também deve ser capaz de programar informação nas *tags*. As *tags* são fabricados com circuitos integrados de baixa potência para serem ligados a

bobinas ou, em alguns casos, utilizam a tecnologia *coil-on-chip*, onde a bobina já está inserida no circuito integrado (Manual Técnico da AIM International, 1998).

Há *tags* de várias de formas e tamanhos, tais como: Cápsulas de poucos milímetros, parafusos, cartões, chaveiros etc.

A capacidade de armazenamento de uma *tag* pode variar de um simples bit até kbits. As *tags* que têm a capacidade de armazenamento até 128 bits são ideais para guardar um número de identificação, juntamente, com seus bits de verificação da paridade. *Tags* com capacidade de armazenamento de 64 kbits são utilizadas para registo portátil de dados, que podem ser organizados em páginas e acedidos, selectivamente, pela unidade leitora (Manual Técnico da AIM International, 1998).

A comunicação de dados entre as *tags* e os leitores é realizada sem ligação física, isto é, sem contacto físico, baseada em acoplamento indutivo ou em propagação de ondas electromagnéticas.

Actualmente, são usadas várias técnicas de transmissão, como FSK (Frequency Shift Keying), ASK (Amplitude Shift Keying) e PSK (Phase Shift Keying).

A taxa de transferência de dados está relacionada com a frequência de comunicação dos sistemas de RFID, ou seja, altas frequências de comunicação possibilitam taxas de transferência de dados mais elevadas do que baixas frequências de comunicação.

A largura de banda também tem relação com a taxa de transferência de dados, pois uma largura de banda estreita implica numa taxa de transmissão de dados limitada. Por outro lado, taxas de transmissão elevadas permitem o aumento do nível de ruído e, conseqüentemente, diminuição na relação sinal/ruído. Estes parâmetros são importantes, principalmente, para aplicações em que as *tags* se movimentam rapidamente dentro do campo gerado pelas unidades leitoras.

As comunicações em sistemas de RFID são, geralmente, realizadas nas gamas de frequência de 850 a 950 MHz e 2,4 a 5 GHz, para sistemas de alta frequência, de 10 MHz a 15 MHz, para sistemas de frequência intermediária, e de 100 a 500 KHz, para sistemas que trabalham com baixas frequências (Manual Técnico da Id-technologies, 1995). Os sistemas de alta frequência podem ler *tags* a maiores distâncias, possuem velocidade de leitura mais elevada, mas são, normalmente, mais caros do que os sistemas de frequência baixa e intermediária.

Os sistemas de baixa frequência são os mais utilizados, pois possuem custos mais acessíveis. Por outro lado, as respectivas distâncias de leitura são de curta a média e são de baixa velocidade de leitura.

Além da identificação sem contacto, para sistemas que trabalham com baixas frequências, a tecnologia de RFID permite que haja comunicação sem a necessidade da *tag* estar no campo de visão do leitor. Dependendo da potência do leitor, a *tag* pode ser lida tendo uma parede como obstáculo. No entanto, para sistemas que trabalham com altas frequências, a *tag* deve estar na linha de visão do leitor para existir comunicação. Em relação à existência ou não de bateria própria, as *tags* podem ser: activas ou passivos.

As *tags* activas são alimentadas por uma bateria interna, o que torna seu tempo de vida limitado. No entanto, se forem utilizados circuitos com baixo consumo de energia, dependendo das condições ambientais, dos ciclos de leitura e escrita e da aplicação, a bateria da *tag* pode durar por mais de 10 anos (Manual Técnico da AIM International, 1998). Normalmente, estas *tags* são de leitura e escrita, trabalhando em sistemas de alta frequência e com uma maior capacidade de memória (Manual Técnico da TIRIS – Overview of Tecnololgy, Product and Aplications, 1993).

Em geral, as *tags* activas são lidas a maiores distâncias e possuem melhor imunidade a ruídos. Porém, essas *tags* activas são maiores e mais caras do que as passivas. As *tags* passivas obtêm a sua energia através do campo magnético gerado pela unidade leitora. A distância de leitura destas *tags* pode chegar até a 1 (um) metro, quando os leitores têm potência elevada. Além disso, são de custos mais acessíveis e, por não possuírem bateria têm vida virtualmente ilimitada. Estas *tags* trabalham, geralmente, em sistema de baixa frequência e, actualmente, podem ter tamanhos, formas, distância de leitura e funcionalidade diferentes (Manual Técnico da TIRIS - Overview of Tecnololgy, Product and Aplications, 1993).

As *tags* passivas são limitadas no que se refere à capacidade de armazenamento de dados e à performance em ambientes muito ruidosos. Dependendo do tipo de memória, as *tags* podem ser: Somente para leitura (R/O – *Read Only*), nestes casos já vem gravada pelo fabricante uma identificação e não pode ser modificada; de leitura e escrita (R/W – *Read Write*), onde os dados podem ser alterados quantas vezes o utilizador desejar; e de uma única escrita e múltiplas leituras (WORM – *write one read multiple*).

Um leitor é formado por um módulo de rádio frequência e um módulo de controlo. O módulo de rádio frequência é responsável pela geração de um campo magnético para alimentar o *transponder* via antena, pela modulação do campo, na escrita, e pela demodulação do sinal de identificação enviado pela *tag*. O módulo de controlo é constituído por um microprocessador, memória e interface para comunicação com outros dispositivos. Transforma a informação analógica, proveniente do módulo de RF, em digital (Hamann, 1994). A informação digital é processada e enviada, via interface de comunicação padrão (RS232, RS422 ou RS485), para um computador ou para outro equipamento inteligente; ou ainda armazenado, para leituras posteriores. Os leitores diferem em função dos tipos de *tags* que suportam e das tarefas desempenhadas, podem identificar se um sinal recebido é uma repetição de transmissão e mesmo identificar uma *tag* específica num grupo de *tags*. A distância de leitura de uma *tag* por uma unidade leitora depende:

- do projecto da antena, que define a forma do campo electromagnético gerado;
- do ângulo entre a *tag* e o leitor;
- da potência da unidade leitora para comunicar com as *tags*;
- da potência disponível na própria *tag*; e
- das condições ambientais, principalmente em sistemas que trabalham com altas frequências.

Obstruções entre *tags* e leitores ou a simples presença de materiais ferro magnéticos no ambiente reduzem a distância de leitura (Manual Técnico da TIRIS - Overview of Tecnology, Product and Applications, 1993; Manual Técnico da AIM International, 1998).

A programação das *tags* pode ser feita *offline* ou *online*. Na programação *offline*, os dados são gravados na *tag* antes de qualquer aplicação ser iniciada. Enquanto na programação *online*, os dados são gravados na *tag* durante a execução da aplicação.

ANEXO II - COMPARAÇÃO ENTRE ANTENAS DE LEITURA

Sentinel-Sense™ MPR-1230

(<http://www.awid.com>)

Este modelo foi desenhado para ser utilizado em *PDA*, *notebook* e em *desktops*. É utilizado para ler/escrever na grande maioria das etiquetas inteligentes. Este dispositivo é um PCMCIA *card reader* com antena interna extensível. O MPR-1231 é um *PC card reader* com antena externa. O MPR-1230/31 vem com algoritmos anti-colisão para activar leitura/escrita em múltiplas etiquetas ao mesmo tempo.

O MPR-1230/31 foi idealizado para se conseguir gerir os recursos num ambiente móvel. A flexibilidade do leitor *PC Card RFID* permite uma fácil integração com muitos terminais móveis de dados e permite uma fácil integração com outras tecnologias, tais como, códigos de barras e redes *wireless*.

O leitor de RFID MPR-1230 possui um sistema *plug and play*, pode ser usado no *Windows CE*, *Pocket PC* ou nas plataformas de DOS.



Figura 35 - Sentinel-Sense™ MPR-1230



Figura 36 - Sentinel-Sense™ MPR-1231

Omron

(<http://www.omron.com>)

A Omron expandiu o seu sistema de RFID com um baixo custo e um módulo poderoso de leitura/escrita para PDA's. Este módulo vai tornar o PDA numa solução avançada de leitura/escrita de RFID. Muitos clientes utilizam este módulo para realçar as suas aplicações de RFID existentes. Para fazer a instalação e programação de maneira mais atractiva, este dispositivo trás um Kit de Desenvolvimento de Software (SDK) disponível para módulos de 13,56 MHz.

Utilizando este SDK pode poupar diversos dias de programação. O ambiente de trabalho é o embedded Visual Basic 3.0 e corre com a maioria dos PDA's disponíveis no mercado actualmente. Como característica extra, alguns programas de demonstração que incluem códigos fonte serão adicionados para que toda a gente possa perceber a estrutura do programa facilmente.

Nos tempos modernos mais e mais pessoas usam PDA's. Com o módulo RFID e SDK é fácil criar aplicações, de gestão de recursos para controlo logístico e de leitura de livros numa biblioteca para identificação de pacientes num hospital.

O modelo V720S-HMF01 da OMRON CF Card-Type esta unidade de RFID pode ser ligado a um PDA. Qualquer utilizador pode usá-lo como um equipamento de mão de leitura/escrita de RFID. Pode ser levado para qualquer lado com o utilizador, porque é pequeno.



Figura 37 - OMRON V720S-HMF01

Tabela 7 – Comparações entre antenas de RFID.

Modelo	Sentinel-Sense MPR-1230	Omron V720S-HMF01
Frequência	13,56 MHz	13,56 MHz
Dimensões	118x53x9 mm	52x 35x16 mm
Peso	85 g	30 g
Bateria	120 mA	100 mA
Temperatura de Funcionamento	-20° a 50° C	-10° a 55° C
Distância de Comunicação	Leitura – 10 a 12,7 cm Escrita – 5 a 6 cm	3 cm
Interface para PDA	Compact Flash tipo 2	Compact Flash tipo 2

ANEXO III - COMPARAÇÃO ENTRE DISPOSITIVOS HANDHELD

Pocket LOOX 600 Fujitsu- Siemens

(<http://www.siemens.pt>)

O LOOX integra várias opções de conectividade e expansão, suporta cartões Compact Flash, Secure Digital ou cartões Multimédia e ainda módulos diversos como GPRS, rede sem fios, armazenamento e ISDN. Uma ferramenta de trabalho verdadeiramente bem equipada.

Dispõe de módulo Bluetooth integrado, permitindo sincronização com um Portátil ou Desktop para transferência de informação.



Figura 38 – PDA - Fujitsu - Siemens

Compaq HP iPAQ H1940

(<http://www.hp.pt>)

Ferramenta móvel com um ecrã a cores transreflectivo e aplicações essenciais para o profissional em movimento. Aumenta o tempo de utilização sem fontes externas de alimentação utilizando a conveniente bateria amovível. Transferência e armazenamento de música, imagens e muito mais através do *slot* integrada de placa de memória SD.

Tecnologia *Bluetooth* integrada para comunicação sem cabos, com outros dispositivos equipados com *Bluetooth*.



Figura 39 – PDA – HP iPAQ H1940

TOSHIBA e400

(<http://www.toshiba.pt>)

Luminosidade do ecrã melhorada – ecrã TFT transreflectivo de 3.5" da nova geração, garante óptima leitura em ambientes interiores e exteriores.

Produtividade melhorada – processador Intel® PXA261 de 300 MHz e memória melhorada, incluindo 32 MB NAND de Flash ROM.

Utilização flexível – SD integrado para expansão da memória, transferência de dados, ver e ouvir ficheiros multimédia ou adicionar conectividade wireless.

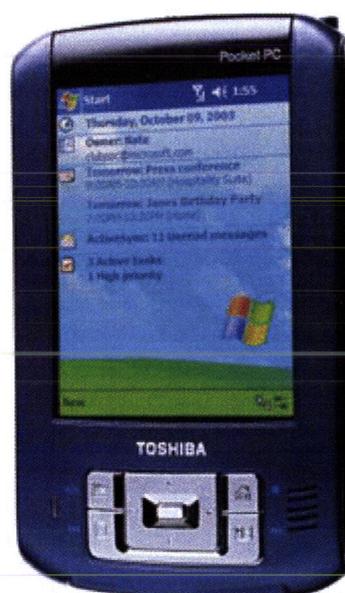


Figura 40 – PDA – Toshiba e400

Asus MyPal A620 BT

(http://pt.asus.com)

Design compacto, maior duração da bateria, desempenho superior e é claro, suporte para toda uma série de aplicações multimédia, o MyPal A620BT da ASUS incorpora estes quatro elementos e muito mais de forma a dar uma maior mobilidade à sua experiência na área da multimédia.



Figura 41 – PDA – Asus MyPal

Apresenta-se em seguida uma tabela que resume as características dos equipamentos analisados.

Tabela 8 - Comparações entre PDA's.

Modelo	Pocket LOOX 600 Fujitsu- Siemens	Compaq HP iPAQ H1940	TOSHIBA e400	Asus MyPal A620 BT
Tipo de Dispositivo	Pda	Pda	Pda	Pda
Data de Lançamento	2002	2003	2003	2004
Marca	Fujitsu Siemens	Compaq	Toshiba	Asus
Dimensões	132x82x17	113x70x13	125x77x10	125x76.8x13.3
Peso	175 g	124 g	137 g	141 g

Preço Mercado	529.00 €	389.00 €	250.00 €	349.00 €
Tipo Bateria	1520 mAh Li-Pol	Iões de lítio 900mAh recarregável	Iões de lítio	1300 mAh Li-Ion recarregável
Sistema Operativo	Microsoft Pocket PC 2002	Microsoft Windows Pocket PC 2003 Pro	Microsoft Windows Mobile 2003 para Edição Profissional	Pocket PC 2003
Processador	Intel XScale PXA250 a 400 MHz	Samsung 266 MHz	Intel® PXA 261 a 300 MHz	Intel PXA255 a 400 MHz
Tipo de Display	Touch screen TFT com 65536 cores	Ecrã TFT transreflectivo a cores	TFT	Touch screen TFT com 65.536 cores e retroiluminação
Resolução	240x320	240x320	240x320	240x320
Introdução de Dados	Teclado, pen-input	Reconhecimento de escrita	Ecrã táctil com caneta	Pen-input com reconhecimento da escrita, teclado
Autonomia [minutos]	100	8	N/D	19
Memória de Trabalho (RAM) [MBytes]	64	64	64	64
Memória do Sistema Operativo (ROM) [MBytes]	32	N/D	16	32
Transmissão de Dados	Bluetooth, cartões CF tipo II e SD/MMC, IrDA, RS232, USB 1.1, base de ligação	Bluetooth, capacidades wireless com a integração de um cartão SDIO WLAN 802.11b, USB	Infravermelhos; 1 x DC-in; 1 x auscultadores (stereo); 1 x USB	IrDA, porta de série, adaptador CompactFlash, Bluetooth
Slot para Cartões	CompactFlash Tipo II, SD/MMC	SD, SDIO, MMC	SD, MMC, SDIO	1x CF
Microfone	X	X	X	X
Altifalante	X	X	X	X
Mono/Stereo	X	X	X	X
Área Visível [mm]	53.6x71.5	96	N/D	88.9
Pixel Pitch [mm]	0.22	N/D	N/D	N/D
Alarme com Vibração		X		
Software Incluído	Fujitsu Siemens Computers SpeedMenu, Plugfree for Pocket PC	iPAQ Task Manager, Backup, Image Viewer	Manual on-line, Pocket Word, Pocket Excel, application launcher (home), back-up utility,	Pocket Outlook, Pocket Word, Pocket Excel, jogos 3D, leitor de MP3

	(Bluetooth Software), Pocket Outlook, Pocket Word, Pocket Excel, Calculadora, Terminal Services Client, MSN Messenger, Pocket Internet Explorer, Microsoft Reader 2.0, Windows Media Player, Transcriber, Microsoft Active Sync 3.5, SyncSoftware, Lotus Organizer 5 e 6		power management tool, backlight management tool, system information tool, Calculadora, Solitaire, Pocket Internet Explorer, Microsoft Windows Media Player 9.0 para Pocket PC, Microsoft Active Sync 3.7, Microsoft Outlook 2002, Jawbreaker, Inbox, gravador de voz Toshiba, world clock	
Download de Software (possibilidade)	X	X	X	X
Protocolo de Segurança	N/D	N/D	N/D	N/D
Outras Características	Módulo GPRS nos dispositivos vendidos na Europa; permite gravação de voz	N/D	N/D	N/D

Handwritten mark or signature in the top left corner.