

# PROTOTIPAGEM DE UM SISTEMA DE GESTÃO DE ARMAZÉM COM RECURSO À IDENTIFICAÇÃO POR RADIOFREQUÊNCIA

André Monteiro Barros



Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores  
Área de Especialização de Sistemas e Planeamento Industrial

Departamento de Engenharia Electrotécnica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

2010



Este relatório satisfaz, parcialmente, os requisitos que constam da Ficha de Disciplina de Tese/Dissertação, do 2º ano, do Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores

Candidato: André Monteiro Barros, Nº 1030310, 1030310@isep.ipp.pt  
Orientação Científica: André Fidalgo, anf@isep.ipp.pt e Co-Orientação Científica:  
Manuel Lopes, mnl@isep.ipp.pt



Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores  
Área de Especialização de Sistemas e Planeamento Industrial  
Departamento de Engenharia Electrotécnica  
Instituto Superior de Engenharia do Porto  
15 de Outubro de 2010



A todas as pessoas que ajudaram a fazer este caminho!



## *Resumo*

A evolução tecnológica atingiu um ritmo que muitas empresas têm dificuldade de acompanhar, existem diversas opções no mercado, para um mesmo objectivo, e torna-se determinante o processo de tomada de decisão sobre qual tecnologia adoptar para determinado objectivo. O alvo de estudo desta dissertação de mestrado, é uma das tecnologias, que últimamente tem ganho especial relevo, quando aplicada ao ambiente industrial, o RFID (Radio Frequency Identification Devices).

Na presente dissertação, foi efectuado um levantamento do estado da arte, na área da identificação automática, com especial foco no RFID. Esta revisão bibliográfica teve como principal objectivo perceber quais as tecnologias concorrentes do RFID, e explorar quais as suas principais características tecnológicas e funcionais, bem como as vantagens no uso desta tecnologia de forma a sustentar a implementação de um sistema protótipo de gestão de armazém.

O contributo final da dissertação, consiste numa aplicação que tem como principal objectivo simular os fluxos de informação resultantes dos fluxos físicos de materiais em ambiente de armazém. Foi também tido em conta no desenvolvimento da aplicação, a demonstração de algumas das mais valias que esta tecnologia pode trazer para a gestão de armazéns.

Para implementação da aplicação destaca-se a utilização da arquitectura MVC (Model-view-controlador), em ambiente web, para permitir uma descentalização do software no ambiente *indoor* do armazém.

## *Palavras-Chave*

RFID, auto ID, inovação, sistemas passivos, sistemas activos, *tags*, reader, antena, middleware, controlador, MVC, Visual studio 2010, SQLserver 2008, Gestão de Stocks, Web.



## *Abstract*

Innovative solutions in technologic area are at moment in a exponential grow, and there are new difficults to the managements teams all over the world to get the best performance.

Nowadays, automatic identification is one of the areas, that are growing significantly, specially the RFID systems. At the present work is is done a review of the state of the art, in the automatic identification technology, with a special focus in the RFID.

This work proposes a system architecture to simulate a Warehouse Management system, through the use of RFID passive technology. In terms of software architecture, was selected to developed the Warehouse Management System, the Microsoft Visual Studio 2010, suported in the frameworck .Net 4.0, structured with MVC 2.0. The information gathered by the *readers* is centralized by the Warehouse Management System, witch permits a the collecting of data in a decentralized way. The main cause is the web environment, where the application was develloped.

## *Keywords*

RFID, auto ID, inovation, passive system, active system, *tags*, *reader*, *antenna*, *middleware*, controlador, MVC, Visual studio 2010, SQLserver 2008, Web.



# Índice

<b>RESUMO</b> .....	<b>VII</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>IX</b>
<b>ÍNDICE</b> .....	<b>XI</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>XIII</b>
<b>ÍNDICE DE TABELAS</b> .....	<b>XVI</b>
<b>ACRÓNIMOS</b> .....	<b>XVII</b>
<b>1. MOTIVAÇÃO E ENQUADRAMENTO</b> .....	<b>19</b>
1.1. OBJECTIVOS.....	21
1.2. CALENDARIZAÇÃO .....	22
1.3. ORGANIZAÇÃO DESTE DOCUMENTO.....	23
<b>2. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>24</b>
2.1. IMPLEMENTAÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS .....	24
2.2. ORIGEM E EVOLUÇÃO DO RFID .....	27
<b>3. ESTADO DA ARTE</b> .....	<b>34</b>
3.1. TÉCNICAS DE IDENTIFICAÇÃO AUTOMÁTICA E CAPTURA DE DADOS.....	34
3.2. INFRA-ESTRUTURA RFID.....	40
3.3. SISTEMAS LF .....	57
3.4. SISTEMAS HF.....	57
3.5. SISTEMAS UHF.....	58
3.6. TRANSFERÊNCIA DE DADOS .....	59
3.7. MODULAÇÃO DE DADOS .....	60
3.8. CODIFICAÇÃO DOS DADOS .....	62
3.9. COLISÃO NAS TRANSMISSÕES .....	64
3.10. NORMAS .....	66
3.11. LOGÍSTICA .....	72
3.12. CADEIA DE VALOR .....	75
3.13. GESTÃO DO ARMAZENAMENTO.....	77
3.14. RETORNO DE INVESTIMENTO (ROI) NA APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA RFID.....	78
3.15. PRINCIPAIS DESAFIOS NA IMPLEMENTAÇÃO DE RFID .....	81
3.16. IMPLEMENTAÇÃO DE RFID.....	83
3.17. CÓDIGO DE BARRAS Vs RFID .....	84
3.18. CASOS PRÁTICOS DE APLICAÇÃO DO RFID .....	87
<b>4. IMPLEMENTAÇÃO DE PROTÓTIPO</b> .....	<b>97</b>

4.1.	TECNOLOGIAS UTILIZADAS NO BLOCO DE HARDWARE.....	99
4.2.	TECNOLOGIAS UTILIZADAS NO BLOCO DE SOFTWARE.....	101
4.3.	SOLUÇÃO DE DESENVOLVIMENTO .....	108
4.4.	APLICAÇÃO.....	108
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>127</b>
5.1.	TRABALHOS FUTUROS .....	130
	<b>REFERÊNCIAS DOCUMENTAIS .....</b>	<b>132</b>
	<b>HISTÓRICO.....</b>	<b>136</b>
	<b>ANEXO A. PROTÓTIPO WMS COM INTEGRAÇÃO RFID .....</b>	<b>137</b>
	<b>ANEXO B. INSTALAÇÃO DE BASE DE DADOS .....</b>	<b>138</b>

## *Índice de Figuras*

Figura 1 – Esquematização do conceito de computação ubíqua .....	20
Figura 2 – Pesquisa no google pela palavra RFID, em Agosto de 2010 .....	21
Figura 3- Evolução da despesa total em I&D, a preços constantes, por sector de execução (1982-2005) .....	26
Figura 4 - Evolução da despesa total em I&D, a preços constantes, por sector de execução (1982-2007) .....	27
Figura 5 - Ilustração do funcionamento do sistema IFF.....	28
Figura 6 – Alguns exemplos de processos de identificação automáticos.....	35
Figura 7 - Honeywell 4800dr .....	36
Figura 8 - Os componentes básicos de um sistema RFID e o seu fluxo de informação.....	38
Figura 9 – Elementos constituintes de uma tag.....	40
Figura 10 - Exemplo de 1 tag passiva .....	42
Figura 11 - Custo RFID face Volume [16].....	45
Figura 12 - rolo de inlays impressos .....	48
Figura 13 - Phidget reader utilizado neste projecto.....	50
Figura 14 - Exemplo de um reader usualmente usado para rastrear saídas de mercadorias, mais conhecidos por pórticos.....	50
Figura 15 – Exemplo de utilização de reader móvel (retirado de <a href="http://blog.barcoding.com/tag/fixed-rfid-reader/">blog.barcoding.com/tag/fixed-rfid-reader/</a> ) .....	51
Figura 16 – Exemplo da utilização de um dispositivo PDA (retirado de <a href="http://www.kimaldi.com">www.kimaldi.com</a> ) .....	51
Figura 17 – Espectro de frequências mais usadas em RFID, adaptado de [18] .....	53
Figura 18 – Tipos de antenas disponíveis no mercado.....	55
Figura 19 - Lóbulos das antenas com polarização linear e circular [9].....	56
Figura 20 - Representação de Modulação Directa .....	60
Figura 21 - Representação de Modulação FSK.....	61
Figura 22 - Representação de Modulação PSK (sempre que ocorra mudança de dados) .....	62
Figura 23 - Representação de Modulação PSK (alteração apenas quando surge um 0) .....	62
Figura 24 - Exemplos de algoritmos de codificação de dados .....	64
Figura 25 – O sinal do reader é recebido por todas as tags na sua área de acção.....	65
Figura 26 - Acesso múltiplo a um Reader.....	65
Figura 27 – Relação entre Consumo de energia em operação vs taxa de dados, por norma wireless .....	67
Figura 28 - Estrutura típica de um código electrónico de produto (EPC).....	71

Figura 29 – Ciclo de uma cadeia de valor integrada (Adaptado de [26] 2006).....	75
Figura 30 – Cadeia de Valor Simplificada (Adaptado de [28]).....	77
Figura 31 - Principais benefícios da introdução de RFID na industria de retalho. [34].....	80
Figura 32 – Principais benefícios ao longo da cadeia de valor, com a introdução de RFID. (adaptado de [35]) .....	81
Figura 33 – Quando de Benefícios do RFID ao longo da SCM, por comparação com o RFID .....	87
Figura 34 - Elementos da infra-estrutura RFID.....	98
Figura 35 – Reader usado na integração com o WMS .....	100
Figura 36 – Tags usadas durante o desenvolvimento da aplicação .....	100
Figura 37 - Arquitectura Model-View-Controller usada na aplicação.....	102
Figura 38 – imagem indicativa de indisponibilidade de RFID.....	107
Figura 39 – imagem indicativa de disponibilidade de RFID.....	107
Figura 40 - Layout de acesso às funcionalidades de Front-Office .....	109
Figura 41 – Ecrã de acesso às funcionalidades de BackOffice .....	109
Figura 42- Modelo de dados implementado.....	110
Figura 43 – Botão de mudança entre áreas Backoffice e Frontoffice .....	111
Figura 44 – Hierarquia das figuras usadas para mapeamento de armazém.....	111
Figura 45 – Relação entre as tabelas de mapeamento de localização .....	112
Figura 46 – Ecrã de criação de Armário.....	112
Figura 47 – Ecrã de criação de prateleiras .....	113
Figura 48 – Ecrã de criação de alvéolos.....	113
Figura 49 – Ecrã de criação de palete.....	114
Figura 50- Botões de acesso ao mapeamento de armazém .....	114
Figura 51 – Ecrã de Criação de Itens .....	115
Figura 52 – Ecrã para preenchimento de dados de Item .....	115
Figura 53 – Relação Hierárquica estabelecida entre o Grupo e o Sub-Grupo.....	116
Figura 54 – Ecrã de criação de Fornecedores.....	116
Figura 55 – Fluxo processual simplificado .....	117
Figura 56 – Ecrã de Inventário.....	119
Figura 57 – Relações estabelecidas ao nível do modelo de dados para tratamento de encomendas .....	121
Figura 58 – Ecrã de criação de cabeçalhos de encomenda.....	121
Figura 59 – Exemplo da vista de linhas de encomenda .....	122
Figura 60 – Vista de criação de linhas de encomenda .....	122
Figura 61 – Ecrã de Registo de Entradas .....	123
Figura 62 – Ecrã de listagem de entradas.....	124
Figura 63 – Ecrã de armazenamento de item .....	124
Figura 64 – Ecrã de saídas.....	125
Figura 65 – Ecrã de Expedição .....	126

Figura 66 – Solution Explorer selecção do modelo (WharehouseManagementModel.edmx).....	138
Figura 67 – Geração de base de dados a partir do modelo.....	139
Figura 68 – Execução de SQL.....	139
Figura 70 – Rebuild da solução.....	140
Figura 69 - Autenticação de SQL.....	140

## *Índice de Tabelas*

Tabela 1 – Marcos na evolução do RFID.....	32
Tabela 2 – Comparação de diversos métodos de identificação automática .....	39
Tabela 3 - Uso de frequências a nível internacional .....	46
Tabela 4 - Tipos de utilização por frequência [9] .....	47
Tabela 5 – Normas ISO para RFID .....	68
Tabela 6 – Classes EPC.....	70
Tabela 7- Comparação entre a RFID e Código de Barras .....	85
Tabela 8 - Evolução do n.º de lojas e da quantidade de artigos Throttleman (2003/2007) .....	90

## *Acrónimos*

RFID	-	Radio Frequency Identification
SCM	-	Supply Chain Management
IFF	-	Identification Friend or Foe
OCR	-	Optical Character Recognition
EEPROM	-	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory
AIDC	-	Automatic Identification and Data Capture
SOTA	-	State Of The Art
RF	-	Radio Fre
EEPROM	-	Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory
PDA	-	Personal Digital Assistant
LF	-	Low Frequency
HF	-	High Frequency
UHF	-	Ultra-High Frequency
ISM	-	Industrial, Scientific, Medical Band
LAN	-	Local Area Network
WMS	-	Warehouse Management System
FMGG	-	Fast Moving Consumer Goods



# 1. MOTIVAÇÃO E ENQUADRAMENTO

A inovação tecnológica é um dos factores fundamentais para o desenvolvimento, fortalecimento e competitividade das organizações, podendo ser entendida como a aplicação de conceitos e técnicas que permitem a utilização de recursos económicos, de forma inovadora, para a obtenção de maior produtividade e rendimento, criação de mercados e clientes. As novas tecnologias de comunicação sem fios têm estado nesse âmbito como uma das tecnologias que mais têm permitido novas formas de estruturarem os seus negócios, fazendo com que as empresas suportem os seus modelos de negócio de forma mais automatizada possível, indo de encontro às necessidade de optimização dos seus processos, e consequentemente a uma diminuição de custos.

O RFID (*Radio Frequency Identifier*), devido à diminuição geral dos custos de equipamento, e de um novo enquadramento da tecnologia em diversos ambientes, mudou a forma como a informação sobre produtos, equipamentos e entidades é recolhida, permitindo uma análise em tempo real. É hoje vista como o sucessor natural dos códigos de barras. A utilização de RFID possibilita a redução da mão-de-obra dispendida e aumentar a fiabilidade e precisão da informação proveniente de tarefas repetitivas.

É hoje considerada uma das tecnologias para uma nova era da computação, a computação ubíqua<sup>1</sup>.

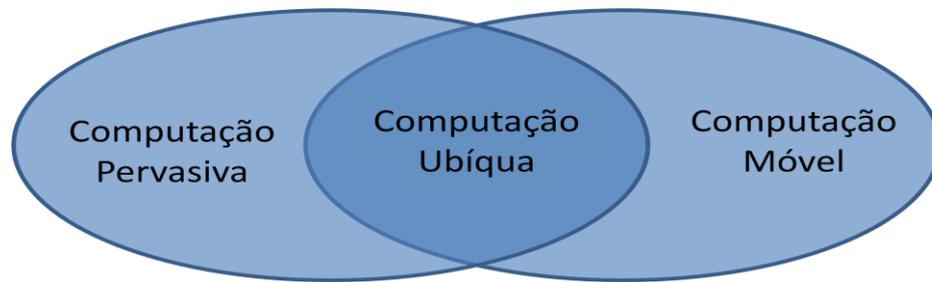


Figura 1 – Esquemática do conceito de computação ubíqua

A versatilidade da tecnologia RFID está bem patente nas inúmeras aplicações existentes em todo o mercado, em diversas áreas. Desde aplicações com papel activo na melhoria na localização de mercadorias, como ao nível da segurança e controlo de acessos e até no entretenimento.[1]

A tecnologia RFID permite de ter acesso a informação durante todo o ciclo de vida do produto, e no limite incorporar informação ao longo do processo produtivo. Informações como dimensões, data de fabrico, método de fabrico, data de fabrico, origem, fabricante, processo, decomposição do produto, data de registo, centro de distribuição, número de identificação do produto, destino, pontos de passagem, preço, data de comercialização, data de pagamento, data de expiração, dados referentes à reciclagem, entre outros.

Os limites para a sua aplicação ainda não se definiram e com um largo futuro de expansão, desde a identificação e localização de objectos nos armazéns (reduzindo ao mínimo o tempo dispendido na procura de stocks com características idênticas) até à monitorização de pessoas por forma a conseguir-se interpretar comportamentos. As aplicações de RFID chegam mesmo a ser usadas em diagnósticos médicos, na indústria química, farmacêutica e têxtil ou em simples lojas de retalho e bibliotecas.

---

<sup>1</sup> A Computação Ubíqua beneficia-se dos avanços da Computação Móvel e da Computação Pervasiva. Portanto, a Computação Ubíqua surge da integração da mobilidade com a presença distribuída, imperceptível, inteligente e altamente integrada de computadores e suas aplicações. A Computação Ubíqua promove a ideia de que os computadores estarão em todos os lugares e em todos os momentos auxiliando o ser humano sem que ele tenha consciência disso.

As aplicações são infindáveis e uma breve pesquisa na Internet num dos mais procurados motores de busca, o google, obtemos nada menos de 15.600.000 resultados.



Figura 2 – Pesquisa no google pela palavra RFID, em Agosto de 2010

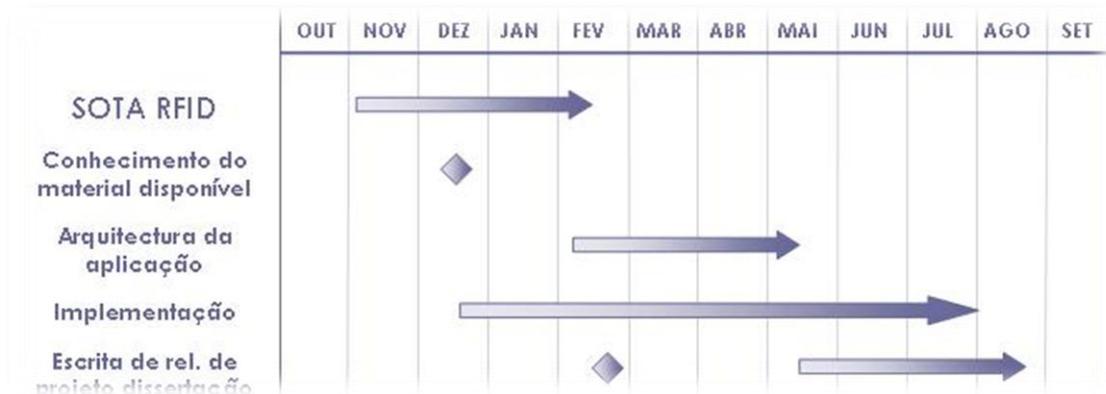
O trabalho prático de dissertação vai de encontro esta realidade que cada vez mais é encarada como uma norma na identificação automática no futuro breve.

## **1.1. OBJECTIVOS**

O objectivo geral da dissertação centra-se essencialmente na execução do desenvolvimento de uma aplicação de gestão de armazém com integração de tecnologia RFID. Por ter como objectivo ser uma aplicação demonstrativa, e pedagógica deverá ser possível visualizar os movimentos, existentes num armazém, dos quais resultam fluxos de informação essenciais para uma optimização da gestão de centros de distribuição, com recurso ao uso de dispositivos de RFID.

## 1.2. CALENDARIZAÇÃO

Na figura seguinte apresenta-se a calendarização dos trabalhos em forma de cronograma:



O Cronograma encontra-se dividido em 5 partes:

- SOTA RFID (State Of The Art RFID); neste ponto foi feita investigação de artigos, sobre especificamente o estado da arte da tecnologia RFID, bem como da sua aplicação num ambiente industrial, bem como na gestão de armazém, especificamente no que diz respeito a localização de itens, e controlo de stocks.

Neste ponto foram também efectuadas análises de todas as tecnologias disponíveis para o efeito da identificação automática de itens, sendo dado especial relevo ao norma actual o código de barras, face a novas soluções de RFID.

- Conhecimento do material disponível; depois de efectuar um levantamento do SOTA foi efectuado um levantamento de quais seriam os materiais necessários para o desenvolvimento da parte prática/ demonstrativa da tese.
- Arquitectura da Aplicação; após efectuar a aquisição do material necessário e de ter consciência da sua potencialidade, passou-se para a fase de idealização da solução prática em termos de arquitectura do software a desenvolver, nesta fase foram também tomadas decisões no que diz respeito ao tipo de soluções a adoptar, no sentido de poder ter uma plataforma que no final da tese pudesse, facilmente ser expandida e melhorada.

- Implementação; ao nível da implementação inicialmente foram efectuados alguns testes de validação da arquitectura, em termos funcionais, especificamente ao nível da verificação de pressupostos teóricos.
- Escrita de relatório de projecto de dissertação

### **1.3. ORGANIZAÇÃO DESTE DOCUMENTO**

Após estabelecida a calendarização e objectivos, passando para a organização dos temas e sub temas em questão;

A dissertação está dividida em 6 capítulos:

No primeiro é efectuado um enquadramento dos objectivos a que a dissertação de mestrado se propõe, e as questões motivacionais na base da escolha do tema RFID.

No segundo, foi feito um resumo sobre a evolução da tecnologia desde o seu aparecimento até aos dias de hoje, bem como um enquadramento do cenário actual de mercado na adopção desta tecnologia.

No terceiro capítulo é efectuado uma vasta revisão sobre o estado da arte da tecnologia, em todas as suas vertentes, desde a tecnológica até às questões de base funcional, e de fluxo processual logístico.

No quarto capítulo é efectuada uma descrição da implementação prática, de todo o equipamento usado, bem como o justificativo para o uso do mesmo.

Por fim o quinto capítulo, onde se encontram as conclusões sobre o trabalho, ou seja a análise do contributo do mesmo, e análise de melhorias futuras.

## 2. INTRODUÇÃO

### 2.1. IMPLEMENTAÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS

A logística tem por objectivo a colocação à disposição dos consumidores os produtos e serviços de que precisam, no momento em que o desejam e nas quantidades pretendidas. [2]

O desempenho diante da competitividade global é o desafio imposto a pessoas, organizações e governos, fazendo com que novos processos de criação e condução de negócios surjam ancorados, principalmente, nas tecnologias de informação. Assim, a racionalização de processos, com a consequente agregação de valor (e redução de custos) a produtos e serviços, tornou-se ponto vital para o desenvolvimento de empresas e de nações. [3]

A inovação pode ser gerada pela própria empresa, por fonte externa ou pela combinação de ambas. Pode-se definir a inovação tecnológica como um processo realizado por uma empresa para introduzir produtos e processos que incorporem novas soluções técnicas, funcionais ou estéticas, com o objectivo de atingir-se resultados específicos. Estas soluções, sendo o resultado intermediário dos processos de inovação, podem apresentar-se como a inserção de um novo processo produtivo ou como alterações em processos existentes, isto é, alterações em máquinas, equipamentos,

instalações e métodos de trabalho, geralmente introduzidas para reduzir custos, melhorar a qualidade ou aumentar a capacidade de produção.

Anteriormente denominada de gestão de distribuição física, hoje em dia a logística abrange maiores horizontes, e possibilita mais do que somente a distribuição, como também tudo que está relacionado com controlo de stocks, armazenamento físico, marketing, planeamento e controle dos processos internos, dando relevo às questões de integração com a cadeia de valor do produto. A logística abrange todas as actividades de movimentação, armazenagem e fornecimento. É uma facilitadora, abrangendo desde matéria-prima a produtos manufacturados, atendendo desde o produtor ao consumidor final. Ela também engloba todos os fluxos de informação resultantes deste processo, a fim de atingir a melhor combinação entre custo, tempo de fornecimento e satisfação do cliente. [4] [5]

A inovação tecnológica é um dos factores fundamentais para o desenvolvimento, fortalecimento e competitividade das organizações, podendo ser entendida como a aplicação de conceitos e técnicas que permitem a utilização de recursos económicos, de forma inovadora, para obtenção de maior produtividade e rendimento, criação de mercados e clientes. Pode ser compreendida como o processo realizado por uma empresa para introduzir produtos e processos que incorporam novas soluções técnicas, funcionais ou estéticas, com o objectivo de se alcançar resultados específicos. Tais soluções, que constituem os resultados intermediários dos processos de inovação, podem apresentar-se das seguintes formas:

- Novo processo produtivo ou alterações em processos existentes, isto é, alterações de máquinas, equipamentos, instalações e métodos de trabalho, geralmente introduzidas para reduzir custos, melhorar a qualidade, ou aumentar a capacidade de produção;
- Modificações do produto actual ou substituição de um modelo por outro que mantenha a mesma finalidade básica, embora frequentemente acrescida de outras, complementares;
- Introdução de novos produtos verticalmente integrados com os actuais, ou seja, fabricados a partir de um processo produtivo comum ou afim;
- Introdução de novos produtos que exigem novas tecnologias.

Algo pode ser novo para a empresa, porém já estar presente no mercado. Por outro lado, algo pode ser introduzido em um mercado ou segmento específico ou no mundo e ser considerada novo por não existir até então.

Pode ser constatada uma tendência evolutiva, quanto ao investimento em novas tecnologias por parte das empresas, tendo este indicador atingido por volta de 2005, um marco importante, o investimento por parte das empresas voltou a ser superior ao do ensino superior. Apesar destes dois elementos comparativos apresentarem um crescimento, foi mais efectivo o investimento das empresas. Aliás exceptuando o ano de 2001, desde 1995 que se verifica um crescimento exponencial do investimento em novas tecnologias. Desde 1982 temos um aumento de investimento, em milhares de euros, nas empresas, de sensivelmente de 50000 ME(milhares de euros) para 150000 ME, ou seja um crescimento aproximado de 100000 ME, e relativamente ao período de 1995 até 2005, temos uma evolução de cerca de 130000 ME para 400000 ME, que significa um aumento para mais do dobro para o período 1982-1995. [4] [5]

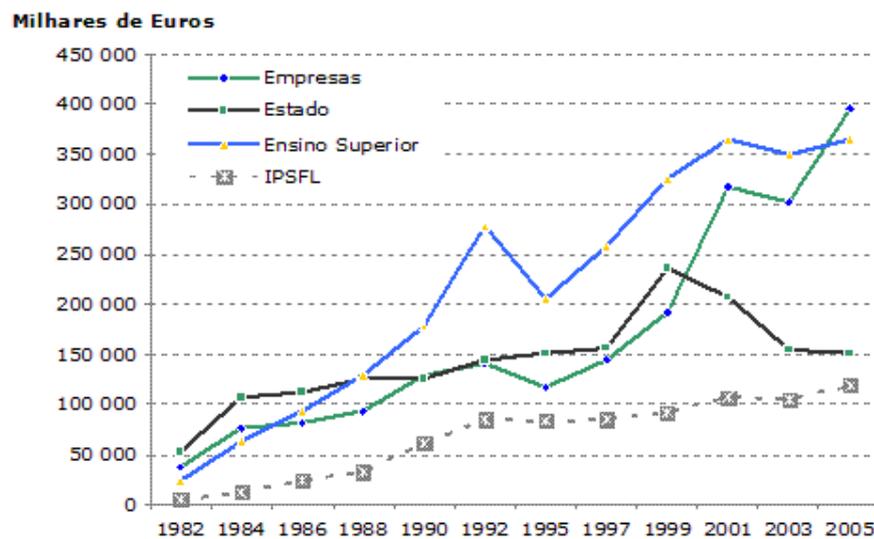
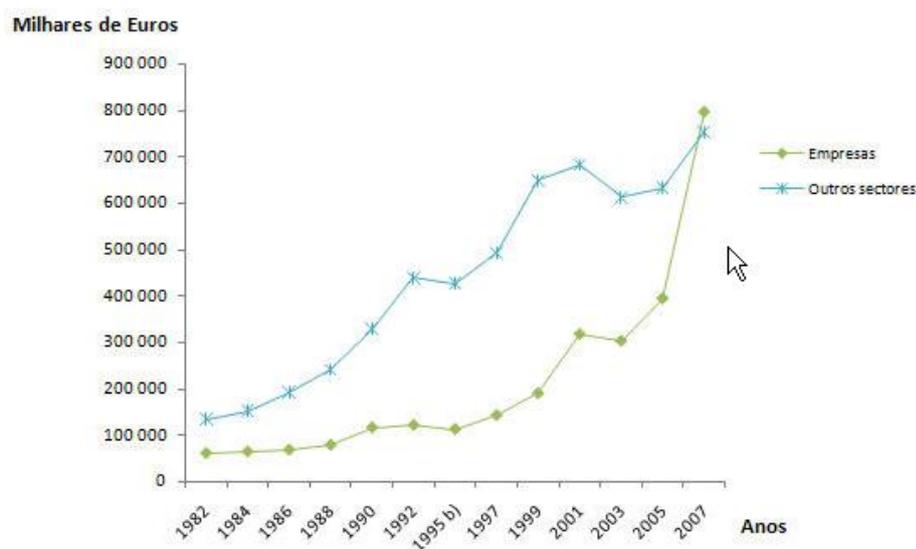


Figura 3- Evolução da despesa total em I&D, a preços constantes, por sector de execução (1982-2005)

Um outro marco bastante importante e demonstrador da importância que o investimento em tecnologia é uma tendência claríssima, dá-se por volta de 2007, onde o investimento em I&D por parte das empresas portuguesas ultrapassou todos os outros sectores institucionais.



Fonte: OCDE – Principais indicadores de Ciência e Tecnologia 2008

Figura 4 - Evolução da despesa total em I&D, a preços constantes, por sector de execução (1982-2007)

Não indiferente a esta subida explícita, encontram-se medidas europeias de incentivo ao desenvolvimento de projectos de inovação, com vista a uma maior sustentabilidade das empresas europeias, e assim de 2007 até 2013, vigora o quadro de referência estratégico nacional, designado por QREN. O âmbito principal são projectos de investigação e desenvolvimento tecnológico (I&DT) e de demonstração tecnológica, individuais ou em co-promoção, liderados por empresas ou, no caso de projectos de I&DT Colectiva, promovidos por associações empresariais, representando os interesses e necessidades de um conjunto significativo de empresas.

## 2.2. ORIGEM E EVOLUÇÃO DO RFID

A identificação por radiofrequência, conhecida de forma mais comum por RFID entrou, muito recentemente, numa espiral de crescimento fruto das imensas aplicações que têm vindo a surgir. Contudo este aparente despontar da tecnologia pode considerar-se tardio, no sentido que esta tecnologia tem aproximadamente 60 anos. A utilização da identificação com uso de rádio frequência tem registos pelo menos desde a Segunda Grande guerra Mundial, e era utilizada para a identificação de aviões. Esta tecnologia era utilizada na altura, e conhecida por IFF

(*Identification Friend or Foe*) e permitia identificar se os aviões pertenciam, ou não, às forças Aliadas.[6]



Figura 5 - Ilustração do funcionamento do sistema IFF

Os sistemas RFID funcionam com base no mesmo princípio básico: um sinal é enviado a uma *tag* (ver secção 3.1.4), que é activada, e reflecte de volta o sinal (sistema passivo) ou transmite o seu próprio sinal (sistemas activos).

Avanços na área de radares e de comunicação RF (*Radio Frequency*) continuaram através das décadas de 50 e 60. Cientistas e académicos dos Estados Unidos, Europa e Japão realizaram pesquisas e apresentaram estudos explicando como a energia RF poderia ser utilizada para identificar objectos remotamente. [7]

Um exemplo com grande sucesso comercial da aplicação de sistemas RFID, foram os sistemas anti-furto que utilizavam ondas de rádio para determinar se um item havia sido roubado ou pago normalmente. Era o advento das *tags*, as quais ainda são utilizadas até hoje. Cada etiqueta utiliza um bit. Se a pessoa paga pela mercadoria, o bit é posto em *off* ou 0. E os sensores não dispararão o alarme. Caso o contrário, o bit continua em *on* ou 1, e caso a mercadoria sai através dos sensores, um alarme será disparado. A primeira patente sobre o RFID Mario W. Cardullo requereu a patente para uma etiqueta activa de RFID com uma memória regravável em 23 de Janeiro de 1973.[8]

Nesse mesmo ano, Charles Walton, um empreendedor da Califórnia recebeu a patente por um tag passivo usado para destravar uma porta sem a utilização de uma chave. Um cartão com um tag embutido comunicava com um reader/receptor localizado perto da porta. Quando o receptor detectava um número de identificação

válido armazenado na etiqueta RFID, a porta era destravada através de um mecanismo.

O governo dos Estados Unidos também tem voltado atenção para os sistemas RFID. Na década de 1970, o laboratório nacional de Los Alamos teve um pedido do departamento de energia para desenvolver um sistema para rastrear materiais nucleares.

Um grupo de cientistas idealizou um projecto onde seria colocado um tag em cada caminhão transportador, o qual corresponderia com uma identificação e potencialmente outro tipo de informação, como, por exemplo, a identificação do motorista.

O factor para a expansão das aplicações RFID deve-se ao desenvolvimento e fácil acesso ao computador, o que permite um armazenamento maior e uma gestão de dados mais eficaz. Foi no ano de 1987 que a Europa começou a aplicar a tecnologia na cobrança de portagens na Noruega e que rapidamente o exemplo foi prosseguido para os Estados Unidos, sendo os transportes, controlo de acessos e de animais as principais apostas americanas.[9]

No começo da década de 90, engenheiros da IBM desenvolveram e patentearam um sistema de RFID baseado na tecnologia UHF (*Ultra High Frequency*). O UHF oferece um alcance de leitura muito maior (aproximadamente 6 metros sobre condições boas) e transferência de dados mais velozes. Apesar de realizar testes com a rede de supermercados *Wal-Mart*, mas não chegou a comercializar essa tecnologia. Em meados de 1990, a IBM vendeu a patente para a Intermecc, um provedor sistemas de código de barras.

É também na década de 90, que surgem normas reguladoras e aplicações comerciais a custos reduzidos, o que tornou a RFID mais presente e massificada no sector empresarial. O desenvolvimento das *tags* levou que a construção das mesmas fosse de menor dimensão aumentando a sua funcionalidade, o que permitiu a *fabrico* em larga escala.

Ainda na década de 90, verificou-se a expansão da implementação de cobrança electrónica nas estradas dos Estados Unidos e em Portugal, no ano de 1991 a

concessionária da auto-estrada de Lisboa – Porto aquando a abertura do trajecto, implementou a via verde. Este sistema de cobrança através de RFID e com muito sucesso foi um dos primeiros sistemas de controlo de tráfego na Europa.

O RFID utilizando UHF teve uma melhoria na sua visibilidade em 1999, quando o Uniform Code Council, o EAN internacional, a Procter & Gamble e a Gillette se uniram e estabeleceram o *Auto-ID Center*, no instituto de tecnologia de Massachusetts. Dois professores, David Brock e Sanjay Sarma, tem realizado pesquisas para viabilizar a utilização de *tags* de RFID de baixo custo em todos os produtos feitos, e rastreá-los. A ideia consiste em colocar apenas um número série em cada etiqueta para manter o preço baixo (utilizando-se apenas de um microchip simples que armazenaria apenas pouca informação). [10]

Entre 1999 e 2003, o *Auto-ID Center* ganhou o apoio de mais de 100 empresas, além do Departamento de Defesa dos Estados Unidos. Nesta mesma época foram abertos laboratórios em vários outros países, e foram desenvolvidos dois protocolos de interferência aérea - regulamentam a forma como as *tags* e os *readers* comunicam entre si, o *EPC (Electronic Product Code, em português Código Electrónico de Produto)*, o qual designa o esquema e arquitectura de rede para a associação de RFID na Internet. Posteriormente criado o EPC, foi Global como um empreendimento conjunto com a EAN International para comercializar a tecnologia EPC. Em 2003 o *Auto-ID Center* fechou, passando as suas responsabilidades para os *Auto-ID Labs*.

Em 2004, a EPC alterou uma segunda geração de padrões (GEN2), melhorando o caminho para ser usado em aplicações mais amplas [11].

Já em 2005 começa a fase de criação de infra-estruturas e que tende a sofrer mais resistências de implementação por questões de eficiência e políticas. Por fim como última fase até então identificada, é a fase da massificação da utilização das *tags* ao nível do item, no caso da Grande Distribuição é o artigo ou sku. A informação associada ao número série de cada etiqueta pode ser armazenada em qualquer base de dados externa, acessível inclusive pela Internet.

A sua aplicabilidade é tão variada tanto ao nível do tipo de serviço que serve, como no negócio que pretende aperfeiçoar. Desde a optimização dos processos de

logística, à automatização da SCM (*Supply Chain Management* ou cadeia de suprimentos), diminuição de erros humanos fortuitos, bem como outros como os de origem criminosa, concretamente na prevenção de roubos.

É ao nível da grande distribuição que se reconhecem as maiores intenções de implementação da RFID, visto verificar-se cada vez mais a necessidade de melhoria dos processos de gestão e controlo de produtos da distribuição de bens de grande consumo.

A gestão é particularmente importante pela complexidade que a operação integra. O ciclo de vida dos produtos apresenta na cadeia de distribuição grandes desafios, sobretudo ao nível de fast moving consumer goods (FMCG), ou seja, quando os produtos têm uma rotação elevada.

Não obstante do seu período de vida útil, as suas especificidades tendem a ser díspares, com inúmeros requisitos de rastreabilidade e controlo, bem como pelos avultados volumes de mercadoria transaccionada.

Hoje em dia a tecnologia RFID requer o desenvolvimento de sistemas distintos, software, e redes, de complexidade considerável. Uma implementação deste tipo de tecnologia envolve sempre um conjunto largo de análises que se têm que efectuar, a saber especificações da ou das antenas utilizadas no projecto, análise da propagação de ondas rádio no espaço envolvente, técnicas de produção a baixo custo de *tags*, especificações de *reader*, bem como um conjunto de serviços associados às infra-estruturas como protocolos de segurança, e tecnologia própria associada aos materiais usadas numa implementação de uma infra-estrutura RFID.

A sua coexistência com o UPC (*Universal Product Code*, código de barras), actualmente utilizado, deverá ser uma realidade nos próximos anos.

No entanto o seu âmbito poderá não se restringir à evolução de outras tecnologias principalmente porque, quando aliada a outras, poderá não só identificar e rastrear como também detectar propriedades como a temperatura e a pressão. Em termos genéricos pode-se sintetizar a evolução dos sistemas RFID, por décadas da seguinte forma:

Tabela 1 – Marcos na evolução do RFID

<b>Década</b>	<b>Eventos</b>
<b>1940-1950</b>	<b>Invenção e rápido desenvolvimento do radar durante a 2ª Guerra Mundial;</b> <b>Início de funcionamento da RFID em 1948;</b>
<b>1950-1960</b>	<b>Primeiras explorações da RFID e experimentações laboratoriais;</b>
<b>1960-1970</b>	<b>Desenvolvimento da teoria de RFID;</b> <b>Primeiras aplicações experimentais no terreno;</b>
<b>1970-1980</b>	<b>Explosão no desenvolvimento da RFID;</b> <b>Aceleração dos testes;</b> <b>Implementações embrionárias de RFID;</b>
<b>1980-1990</b>	<b>Aplicações de RFID entram no mercado;</b>
<b>1990-2000</b>	<b>Surgimento de normas reguladoras e aplicações comerciais;</b>
<b>2000-2010</b>	<b>RFID é largamente utilizado e começa a fazer parte da vida de cada um.</b>

Os componentes de um sistema RFID (Etiqueta - Tag , Antena, Reader, *Middleware* (processamento intermediário) e *Backend System* (sistema de saída – programa relativo cliente/servidor) e o seu modo de funcionamento podem ser sistematizados da seguinte forma :



→ Produto, caixa ou *pallet* é etiquetado com *tag* RFID

→ Transmite dados de identificação para o reader

→ Reader cria um campo magnético na Antena

→ Ondas emitem informações digitais

→ Transmite dados para o *middleware*

→ Associa informação do tag com informação do produto

→ Processa informação do reader

→ Filtra dados e envia para o backend system

→ *Backend system* recebe as Informações  
Exemplos:

- Actualiza inventário
- Notifica embarques
- Notifica compras

Apesar da tecnologia já não ser recente, é de reconhecido interesse, que deve ser aprofundada. A implementação deste sistema permite realizar registos de modo automatizado, com mais rapidez e fiabilidade, o que possibilita a jusante efectuar uma gestão dos espaços, em tempo real, com métodos rigorosos no ponto de venda e no armazém. Assim, o consumidor poderá estar seguro que o bem que deseja adquirir não se encontra em ruptura ou, no limite, que existirá uma alternativa ou sugestão caso este não esteja disponível.

No que se refere aos efeitos da gestão de stocks, a optimização de recursos e melhoria de indicadores de performance é prioridade na Grande Distribuição. Esta ferramenta de trabalho, ainda por explorar – RFID, pode constituir um dos factores críticos de sucesso para o futuro.

# 3. ESTADO DA ARTE

## 3.1. TÉCNICAS DE IDENTIFICAÇÃO AUTOMÁTICA E CAPTURA DE DADOS

O RFID enquadra-se num grupo vasto, que visam essencialmente a automatização de recolha de dados.

Identificação automática e captura de dados (*AIDC - Automatic Identification and Data Capture*) refere-se a métodos de identificação automática de objectos, coleccionando dados sobre eles, e adicionando esses dados directamente a sistemas de computador (isto é, sem envolvimento humano). Tecnologias tipicamente consideradas como parte do AIDC incluem código de barras, identificação por RFID, Biometria, cartão magnético, reconhecimento óptico de caracteres, Smart card e Reconhecimento de fala (ex.: *Voice picking*). AIDC é também referenciada como "Identificação Automática", "Auto-ID" e "Captura Automática de Dados".

AIDC é o processo ou meio de obter dados externos, particularmente através da análise de imagens, sons ou vídeos.

Existem diversas tecnologias de identificação automática, todas com o mesmo objectivo geral de automatizar a identificação de itens, contudo por norma tendem a ter padrões de uso divergentes.

De seguida são enumeradas de forma sucinta alguns sistemas de identificação automática. Destes, será abordado com maior profundidade o sistema RFID, no qual se baseia esta dissertação. O RFID é uma tecnologia AIDC com aplicações novas, apesar da tecnologia em si já não ser propriamente uma novidade.

O RFID tem sido importante numa grande variedade de mercados, incluindo sistemas de AVI (*Automatic Vehicle Identification*) pela sua capacidade de rastrear objectos em movimento.

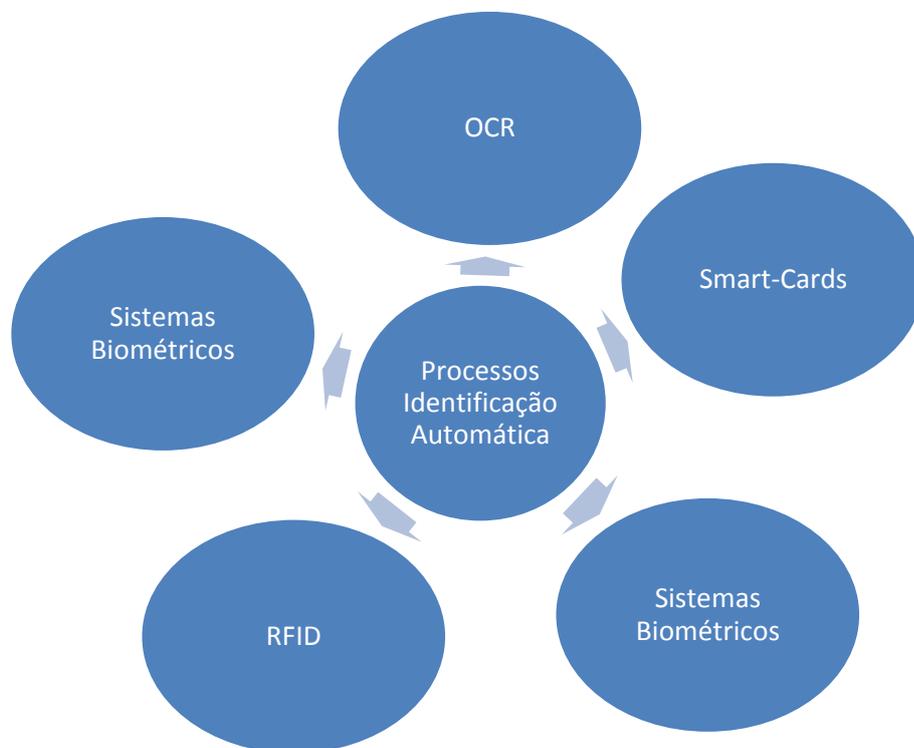


Figura 6 – Alguns exemplos de processos de identificação automáticos

### 3.1.1. RECONHECIMENTO DE CARACTERES ÓPTICOS

Estes sistemas, conhecidos por OCR (*Optical Character Recognition*) são capazes de fazer a leitura óptica do texto numa página impressa e converter a imagem num ficheiro de texto, que pode ser manipulado por um computador.

Hoje em dia, o OCR é usado em muitos processos administrativos, tais como, recolha de informação de formulários, integração de facturas para conferência e, também em bancos ao nível do registo de cheques (dados pessoais, como nome e número de conta, está impresso na linha de fundo de um cheque em fonte reconhecida por OCR).



Figura 7 - Honeywell 4800dr

### 3.1.2. SMART CARDS

É um sistema de armazenamento electrónico de dados podendo ter capacidade computacional adicional (cartão de microprocessador), que está por norma incorporado num cartão de plástico do tamanho de um cartão de crédito. Dependendo da sua funcionalidade interna, podem-se diferenciar entre cartões de memória e cartões com microprocessador.

A energia necessária para a comunicação entre o reader e o cartão é enviada, pelo reader, através de uma superfície de contacto. O processo de transferência de dados entre o reader e o cartão é via uma porta de Input Output bidireccional.

Uma das principais vantagens é o facto dos dados armazenados poderem ser protegidos contra acesso e manipulações indesejáveis. No entanto, a manutenção dos *readers* que são usados frequentemente é muito cara e apresentam a desvantagem de serem muito vulneráveis a danos devido à sujidade, etc. Adicionalmente temos a vulnerabilidade dos contactos relativamente ao uso continuado, corrosão e sujidade, além de que, os *readers* que são usados frequentemente têm custos elevados de manutenção devido à sua tendência para o mau funcionamento ou vandalismo, essencialmente no caso de estarem acessíveis ao público.

### **3.1.3. PROCEDIMENTOS BIOMÉTRICOS**

#### **3.1.3.1. IDENTIFICAÇÃO POR VOZ**

Recentemente têm sido divulgados sistemas especializados para identificar indivíduos usando a verificação da voz. Desta forma, o individuo fala para um microfone ligado a um computador, que converte as palavras em sinais digitais, posteriormente avaliados pelo software de identificação, de acordo com um padrão de referência. O exemplo de utilização deste tipo de tecnologia para a gestão, e optimização de fluxos processuais de armazenamento têm o voice-picking por exemplo. [12]

#### **3.1.3.2. LEITURA DE IMPRESSÕES DIGITAIS**

Este procedimento é baseado na comparação do relevo da pele da extremidade dos dedos (podem ser obtidas a partir dos dedos mas também de objectos nos quais o indivíduo tenha tocado). De forma a prevenir fraudes, têm sido desenvolvidos sistemas de identificação por impressão digital que verificam se a impressão digital é de uma pessoa viva.

### 3.1.4. RFID

Para alguns autores, são consideradas a próxima geração do código de barras. Os sistemas RFID estão relacionados de perto com os sistemas do tipo cartão inteligente (*smart-card*). Como nos sistemas de *smart-card* os dados são guardados num componente electrónico – a *tag*. Todavia o fornecimento de energia para a *tag* e para a troca de dados entre a *tag* e o reader é estabelecido sem contacto físico, usando para o efeito campos magnéticos ou electromagnéticos.

Em termos de fluxos de informação podemos verificar através da ilustração, que a mesma ocorre de forma bi-direccional. Podemos ainda visualizar os componentes base de uma infraestrutura RFID, que no capítulo 3.3 serão analisadas mais em pormenor.

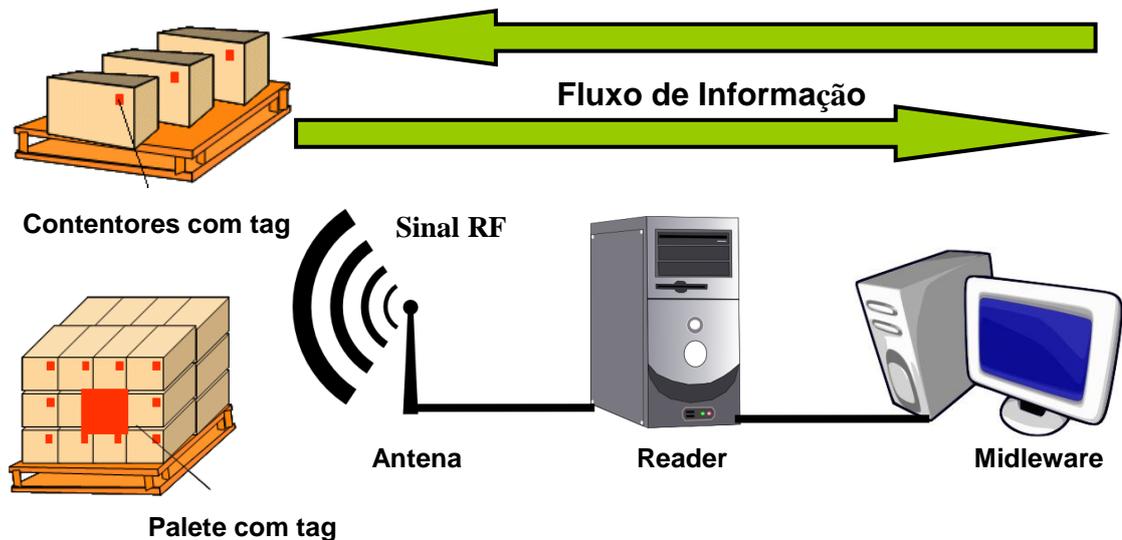


Figura 8 - Os componentes básicos de um sistema RFID e o seu fluxo de informação

### 3.1.5. COMPARAÇÃO ENTRE OS VÁRIOS SISTEMAS DE IDENTIFICAÇÃO

A comparação entre os sistemas de identificação abaixo indicada descreve as forças e as fraquezas do RFID em relação a outros sistemas inteligentes baseados em contacto e os sistemas de RFID.

Tabela 2 – Comparação de diversos métodos de identificação automática

Parâmetros do Sistema	Código de barras	OCR	Voz	Outros Sistemas Biométricos	Smart Cards	Sistemas RFID
Memória típica (bytes)	1-100	1-100	-	-	16-64K	16-64K
Leitura por pessoas	Limitada	Simples	Simples	Difícil	Impossível	Impossível
Influência de sujidade/humidade	Muito alta	Muito alta	-	-	Possível	Não tem influência
Influência de obstrução/cobertura	Falha total	Falha total	-	Possível	-	Não tem influência
Influência da direcção e posição	Baixa	Baixa	-	-	Unidireccional	Não tem influência
Degradação/Uso	Limitado	Limitado	-	-	Contactos	Não tem influência
Custo	Muito baixo	Médio	Muito Alto	Muito Alto	Baixo Médio	Médio
Custo de Operação	Baixo	Baixo	Inexistente	Inexistente	Médio (Contactos)	Inexistente
Cópia não autorizada/modificação	Pouco provável	Pouco provável	Possível (Audio Tape)	Não é possível	Não é possível	Não é possível
Velocidade de leitura	Baixa	Baixa	Muito Baixa	Muito Baixa	Baixa	Muito Rápida
Distância entre reader edispositivo que contém os dados	0-50 cm	< 1 cm	0 – 50 cm	Contacto directo (impressão)	Contacto Directo	0 – 3 m (passivos) 0 – 100 m (activos)

## 3.2. INFRA-ESTRUTURA RFID

Esta tecnologia oferece grandes vantagens em relação aos outros métodos de identificação utilizados. Neste sistema uma tag não precisa de estar em linha de vista para com o reader, várias *tags* podem ser lidas ao mesmo tempo e uma tag consegue guardar mais informação que um código de barras.

O RFID permite uma automação total do processo de identificação, e também a identificação de objectos individuais. Além disto a informação da tag pode ainda mudar consoante o ciclo de vida do objecto que identifica (ex. validade, data de entrada em stock), tornando-se assim muito versátil.

De seguida são analisados os principais componentes de uma infra-estrutura RFID.

### 3.2.1. TAGS

A tag é o elemento mais presente na arquitectura RFID. É normalmente associada a um objecto ou algo tangível, como se trata-se de um código de barras, por exemplo a uma palete, a um item (ex: Um livro, um cd, um documento...).

A tag é composta por três componentes básicos: antena, circuito integrado e encapsulamento. A composição entre a antena e o circuito integrado recebe o nome de inlay sendo que este pode ser encontrado no mercado para aquisição.

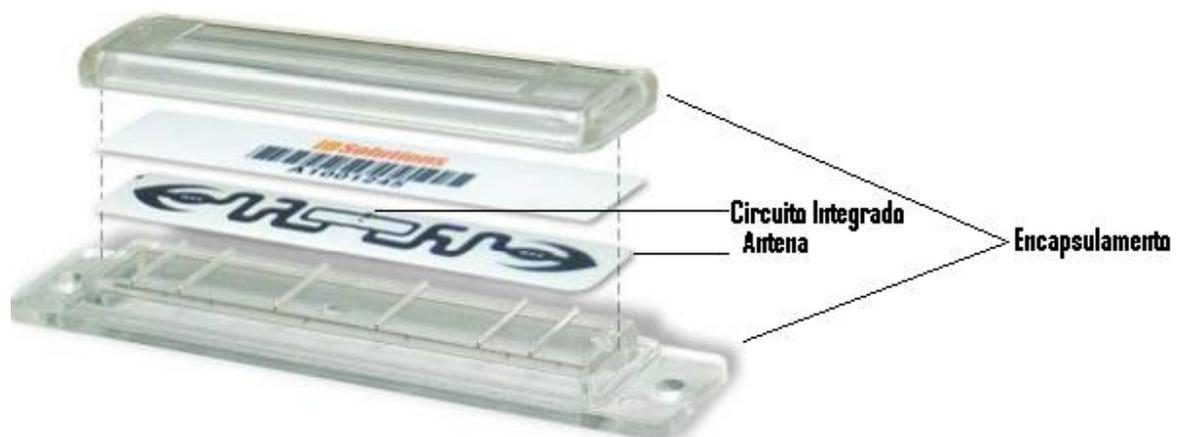


Figura 9 – Elementos constituintes de uma tag

Devido à alta tecnologia envolvida na montagem do inlay, a grande maioria dos fabricantes de tag trabalha no desenvolvimento da melhor combinação inlay e encapsulamento para atender cada aplicação (*ver secção 3.2.1.6*).[13]

As *Tags* têm uma identificação única, e uma antena mas pode também incorporar baterias, microprocessadores e memórias não voláteis EEPROM (*Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory*) para que se possa armazenar mais dados.

Pode-se também dividir as *tags* com base na sua frequência de funcionamento, baixas ou altas, e ainda quanto ao tipo de acesso aos dados que permitem, permitindo assim uma grande variabilidade de soluções de implementação, adequadas a diversas realidades. As características que permitem aferir a performance de uma etiqueta consistem no seu alcance de leitura, taxa de transmissão de dados, capacidade de leitura de grandes volumes, na interferência causada pelos materiais existentes no ambiente.

A frequência, a orientação em relação ao campo de leitura e a forma da antena determinam o alcance dos dispositivos e a sua adaptabilidade aos mais diversos factores ambientais. A frequência e o protocolo de transmissão que estabelece o algoritmo anti-colisões determinam a taxa de transmissão de dados. As *tags* podem assumir diversas formas, e podem ser encontradas sob diferentes formatos: passivos, semi-passivos ou activos.

No entanto, cada um destes formatos não deve ser visto como alternativa aos outros, mas antes como tecnologias complementares. [14]

A tag está presa à definição do sistema como um todo. Existem sistemas de RFID passivos e activos sendo que a principal diferença entre eles está na tag. Sistemas activos possuem *tags* com bateria, componente que aumenta o custo e as dimensões dos *tags*.

Por outro lado as *tags* para infraestruturas passivas não possuem bateria o que reduz custos e dimensões. Os dois sistemas são mais detalhados à frente.

### 3.2.1.1. TAGS PASSIVAS

As *tags* passivas não necessitam de qualquer tipo de alimentação. Apenas quando se encontram numa zona de leitura (Read Zone), constituída por uma antena ligada a um reader, são activadas por via da potência emitida pela antena. Assim de uma forma simples se pode dizer que tag passiva é de que é uma tag que não possui nenhuma fonte de alimentação para alimentar os seus circuitos. Para que as *tags* passivas entrem em funcionamento é necessário, não só que se encontrem na área visível de, pelo menos, uma antena, mas também que o reader lhe forneça potência suficiente para que esta tenha capacidade de estabelecer comunicação – esta técnica denomina-se de backscatter<sup>2</sup>.

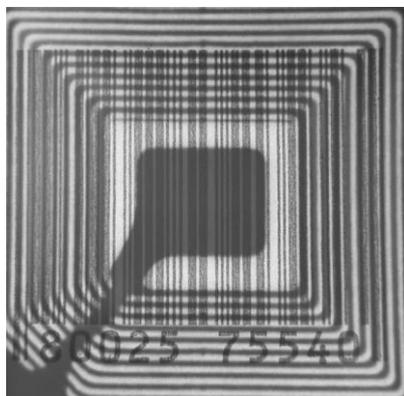


Figura 10 - Exemplo de 1 tag passiva

Estas *tags* possuem, não só um número identificador, como podem também conter memória não volátil – EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) – para armazenamento de dados. Esta característica é somente para as *tags* passivas de Classe 2, pois as anteriores (Classe 0 e 1) dispunham apenas de número de identificação.

Possuem ainda tamanhos cada vez menores, devido à ausência de bateria, cifrando-se actualmente com dimensões na ordem da décima de milímetro – e na ordem dos micrómetros de espessura, tendo já em conta o tamanho e desenho da antena embutida nas *tags*.

---

<sup>2</sup> Técnica utilizada pelas *tags* passivas RFID em que a iniciativa de estabelecer comunicação terá que partir do reader sendo que a potência utilizada por este será reaproveitada para a tag enviar informação.

Comparativamente às *tags* feitas à base de silicone, existem actualmente alternativas – *tags* feitas de polímero – as quais são menos dispendiosas. De futuro, é tido como objectivo poder imprimir *tags* passivas utilizando uma simples impressora, tornando esta tecnologia praticamente gratuita, à semelhança dos códigos de barras. [15]

### **3.2.1.2. TAGS ACTIVAS**

As *tags* activas têm uma aplicabilidade complementar às passivas, já descritas. Estas possuem uma bateria e um circuito rádio que lhes permite transmitir o próprio sinal para o reader, ao invés de dependerem deste para serem alimentadas.

A grande vantagem da utilização destas *tags* prende-se, principalmente, com o alcance que estas oferecem actualmente na ordem das dezenas de metros. O facto de possuir uma bateria permite-lhe estar activa de forma contínua e de necessitar de pouca potência para que possa comunicar com uma antena. No entanto esta limita o tempo de vida útil, sem manutenção, deste tipo de equipamento.

Do ponto de vista dos custos por cada tag, estes são consideravelmente superiores, pelo que não poderão ser utilizadas para aplicações que impliquem uma eventual inutilização das mesmas. O tamanho destas *tags* é também superior ao das *tags* passivas o que constitui certamente, em alguns casos, um factor negativo.

Dispõe ainda de outras funcionalidades, que não existem nas *tags* passivas, fruto de serem autoalimentadas: podem efectuar monitorização e controlo independente; podem tomar iniciativa no estabelecimento de comunicações; têm capacidade para executar diagnósticos; possuem largura de banda superior às alternativas e podem estar equipadas com mecanismos que lhes permitem detectar qual o melhor caminho para comunicar.

### **3.2.1.3. TAGS SEMI-PASSIVAS**

Estas *tags* são um híbrido de tecnologias dos dois outros formatos, agrupando algumas vantagens e também desvantagens. Usualmente permitem que se atinjam alcances na ordem das dezenas de metros – como nas *tags* activas – e são igualmente alimentadas.

A principal diferença para com as *tags* activas está relacionada com o facto das semi-passivas não estarem permanentemente activas, ou seja, necessitam de receber um sinal eléctrico proveniente de uma antena para que estabeleçam uma comunicação (utilizam backscatter). Além disso são igualmente menos dispendiosas que as *tags* activas. Como tal, para determinado tipo de aplicações, são outra alternativa bastante viável. [9]

### **3.2.1.4. TAGS DE PLÁSTICO**

Um dos principais bloqueios para que esta tecnologia obtenha sucesso é o custo dos seus componentes. Uma das principais preocupações dos fabricantes de *tags* tem sido a diminuição do seu custo e o seu bom desempenho nos mais diversos tipos de matérias. Assim, diversas empresas têm investigado sobre a possibilidade do silício ser substituído por polímero, para que as *tags* possam ser impressas em materiais poliméricos e diminuindo assim o preço base das *tags*.

Existem já algumas *tags* concebidas a partir desta nova tecnologia. Em Outubro de 2004 a PolyIC desenvolveu uma tag RFID que opera à frequência (125kHz), e funcionam a uma distância de aproximadamente 5 cm. Em 2005 a PolyIC já desenvolvera um chip de 600MHz garantindo ser o mais rápido do mundo. Hoje em dia a PolyIC já possui *tags* que operam em 13,56Mhz e tem capacidade de 32 e 64 bits de informação no entanto a meta da é chegar aos 128 bits de informação, tornando-se assim competitivos com os chips construídos a base de silício. [16]

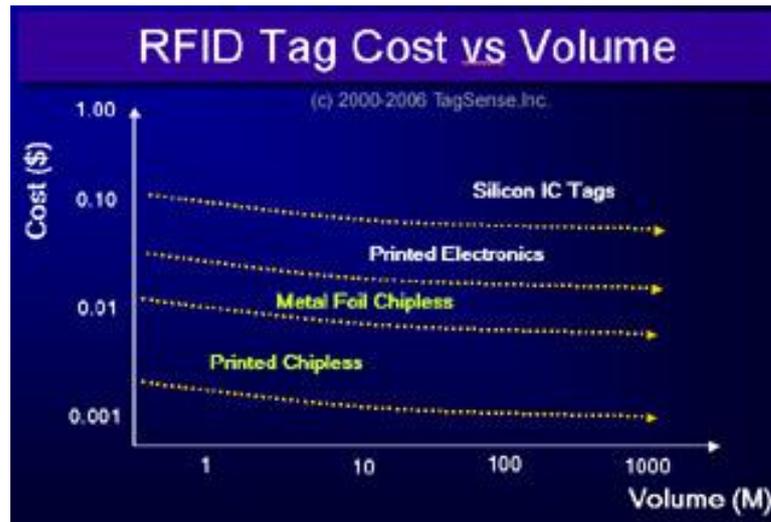


Figura 11 - Custo RFID face Volume [16]

Estes são avanços muito consideráveis no uso da tecnologia RFID, pois estima-se que os preços das *tags* construídas à base de polímero estejam acessíveis a um centímo, ajudando assim à disseminação da tecnologia RFID.

### 3.2.1.5. FREQUÊNCIA DAS TAGS

Existe uma grande variedade de frequências de operação possíveis, no entanto existem restrições à utilização de determinadas frequências em determinados países, sendo que deverá ser consultada a legislação a aplicar consoante o país onde se pretenda implementar a solução. De realçar o facto de possuímos as frequências de microondas – dos 2.4 aos 5.8 GHz – a qual poderá facilitar integração com tecnologias já existentes (IEEE 802.11a/b/g/n). A adopção da banda dos 433 MHz para as *tags* activas, foi seleccionada tendo por base as tendências de mercado actuais e regulamentação existente pelo que poderá, de futuro, sofrer alterações, na Tabela 3 abaixo poder-se-á verificar o porquê dessa mesma escolha:

Tabela 3 - Uso de frequências a nível internacional

Banda [MHz]	302,0- 305,0	314,7- 315,0	418,95- 418,975	433,05- 434,79	868,0- 868,6	902,0- 928,0	2400,0- 2483,0
EUA	✓	✓	✓	✓		✓	✓
Canadá	✓	✓	✓	✓		✓	✓
Grã Bertanha				✓	✓		✓
França				✓	✓		✓
Alemanha				✓	✓		✓
Holanda				✓	✓		✓
Singapura		✓		✓	✓	✓	
Taiwan	✓	✓	✓	✓			✓
China Hong- Kong				✓		Limitada	Limitada
Austrália				✓		Limitada	Limitada
Sumário	Aceitação limitada	Aceitação limitada	Aceitação limitada	Melhor Escolha	Duty cycle limitado	Aceitação limitada	Limitação à linha de vista

Existem inúmeras bandas nas quais os diversos tipos de *tags* operam, o que é tentado explicar aqui são as vantagens de utilizar determinadas frequências em detrimento de outras. Na tabela abaixo poderemos encontrar os espectros e respectivas nomenclaturas dos mesmos com uma breve descrição para enquadramento dos tipos de utilização que normalmente faz mais sentido, para as diferentes bandas de frequência.

Tabela 4 - Tipos de utilização por frequência [9]

Designação	Banda de Frequência	Benefícios	Problemas	Aplicações Típicas
<b>Baixa Frequência</b>	100-500 KHz	Baixo Custo Melhor Penetração por objectos não metálicos	Baixo a médio alcance de leitura Velocidade de leitura baixa	Controlo de acessos Controlo de Inventário
<b>Média Frequência</b>	10-15 MHz	Baixo a médio alcance de leitura Velocidade de leitura média	Apresenta custos superiores às da banda inferior	Controlo de acessos Smart Cards
<b>Alta Frequência</b>	850-950MHz	Alto alcance de leitura Velocidade de Leitura alta	Dispendioso em termos de Hardware	Identificação de Veículos e sistemas de controlo de entradas
<b>Ultra-alta Frequência</b>	2,4-5,8 GHz	Alto alcance de leitura Velocidade de Leitura alta	Dispendioso em termos de Hardware	Identificação de Veículos e sistemas de controlo de entradas

É analisado o espectro compreendido entre os 100 MHz e o 1 GHz porque é este que apresenta a melhor performance. Qualquer uma destas bandas seria viável, quer fossem as mais baixas para sistemas de curto alcance, quer as mais altas, com maior alcance – mas com prejuízo de ter de existir linha de vista. A escolha pelos 433 MHz deve-se à grande aceitação desta frequência mundialmente, a qual se encontra regulamentada e aprovada na maioria dos países. Além disso evita-se a utilização do espectro entre os 862 MHz e os 928 MHz – que é mais utilizado para as *tags* passivas.

### 3.2.1.6. INLAY

Os Inlays são os componentes básicos de uma etiqueta RFID. Um inlay é formado por um chip RFID e por uma antena. O inlay por si só não possui funcionalidade, devendo ser encapsulado primeiro de acordo com o uso que terá, o que o transforma em uma etiqueta RFID. O processo de encapsulamento pode ser tão simples quanto colocar o inlay junto a uma etiqueta de papel adesivo convencional, criando então um “smart label”.

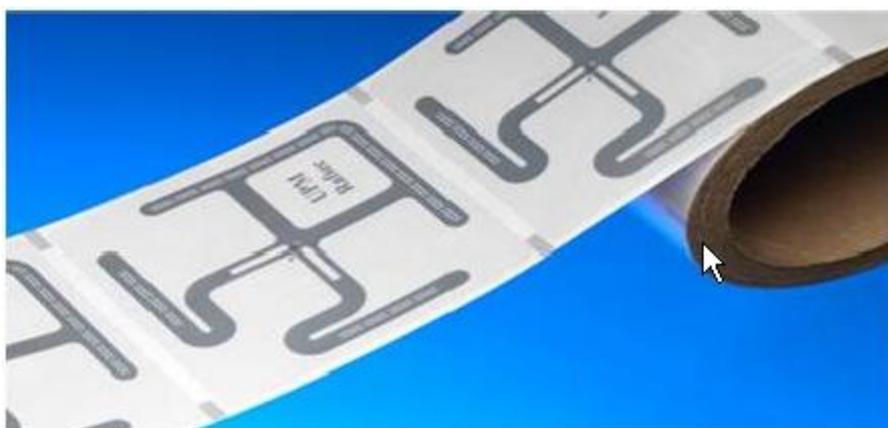


Figura 12 - rolo de inlays impressos

O inlay pode ainda ser encapsulado em materiais especiais, que permitem a utilização em ambientes metálicos ou com presença de líquidos, criando “tags metálicas”. Assim, embora não exista grande variação e custo de um tipo de inlay para outro, o encapsulamento acaba por ter um grande peso no valor final das tags.

Há dois tipos básicos de inlays: o wet inlay e o dry inlay:

Wet inlays possuem uma parte adesiva fixada na parte de trás, com uma camada de tereftalato de polietileno (PET) ou PVC. São por norma utilizados para produzir tags RFID do tipo “smart label” e pode até mesmo ser usados directamente quando aplicados sobre substratos de papel, como em aplicações do tipo gerenciamento de documentos.

Já os dry inlays são inlays que são anexados ao substrato do material, no desenvolvimento de tags metálicas. Os que são designados para uso em metal, por exemplo, não funcionam tão bem quando aplicados em plástico ou madeira. O tipo

de chip utilizado no inlay serve também para os diferenciar. O tipo de chip define várias especificações técnicas, como frequência de operação, tamanho de memória, etc.

A diferença de uma inlay para outro consiste antes de mais nada pelo tipo de antena (que não deve ser confundida com antena acoplada ao leitor). Como regra geral quanto maior a antena melhor a sensibilidade, e distância de leitura, a própria qualidade da *fabrico*, como qualidade da soldagem feita entre o chip e a antena, também são considerados aspectos fulcrais. Da mesma forma como o tamanho e o formato da antena interferem na sua velocidade e alcance de leitura, o material em que as antenas são produzidas também influencia bastante na sua função. Geralmente, uma antena de cobre é um pouco mais cara que as demais, no entanto, proporciona uma maior capacidade de leitura, com um maior alcance. [17]

#### **3.2.1.7. ENCAPSULAMENTO**

O encapsulamento é o componente que permite que o inlay produzido consiga resistir ao meio físico, aderir ao item a ser identificado, suporte mecânico, acomodação para bateria e sensores (no caso de sistemas activos) receber identificação externa, proteção contra impactos, superfície para impressão e muitas outras características que somadas a identificação por radio frequência transforma o tag num identificador com diversas funcionalidades.

Além de todas as funcionalidades que o encapsulamento precisa ter, é muito importante que o encapsulamento seja inerte aos sinais de RF utilizados pelo inlay. [17]

#### **3.2.2. READERS**

Os *readers* são os aparelhos que permitem ler, interpretar e escrever *tags* RFID. Servem de interface entre as *tags* e sistema informático. O Reader liga-se a uma ou mais antenas por intermédio de um qualquer interface definido pelo construtor, e usa-as para emitir ondas de rádio (com energia normalmente fornecida pelo Reader).

Para comunicar com as *tags*, o reader cria uma zona de interrogação composta por um campo electromagnético. A tag emite um sinal, captado por uma ou mais

antenas, que é transmitido ao Reader. Este, por sua vez, irá traduzir o sinal recebido que contém a informação da tag e permite redireccionar essa informação da maneira que o utilizador definir.



Figura 13 - Phidget reader utilizado neste projecto



Figura 14 - Exemplo de um reader usualmente usado para rastrear saídas de mercadorias, mais conhecidos por pórticos

Existem vários tipos de *Readers*, com diferentes frequências, carácter de mobilidade, firmware, interfaces de comunicação, frequência, método de acoplamento usado, e a distância de comunicação permitida pelo sistema.

### 3.2.2.1. MOBILIDADE

Existem 2 grandes tipos de *readers* RFID, relativamente à mobilidade, os fixos e os móveis. Os *readers* móveis são aqueles que estão ligados a dispositivos de recolha de dados móveis como notebooks ou PDA e são utilizados para aplicações onde é necessário ir até o item identificado e realizar a leitura do tag. Leitores móveis são muito aplicados aos processos de conferência e inventário. Por terem uma fonte de alimentação reduzida (normalmente compartilham a bateria do equipamento no qual estão ligados) o desempenho de leitura é menor e a distância de leitura também é menor.



Figura 15 – Exemplo de utilização de reader móvel (retirado de [blog.barcoding.com/tag/fixed-rfid-reader/](http://blog.barcoding.com/tag/fixed-rfid-reader/))



Figura 16 – Exemplo da utilização de um dispositivo PDA (retirado de [www.kimaldi.com](http://www.kimaldi.com))

Uma nova tendência do mercado de RFID, principalmente para aplicações logísticas, consiste na integração de funcionalidades de mobilidade integradas em dispositivos de carga. A maior parte das movimentações de cargas nos depósitos, portos, centros de distribuição é feita com máquinas de movimentação, como empilhadoras e guindastes, e o ideal seria juntar as funcionalidades de movimentação destes equipamentos com a identificação automática proporcionada pelo RFID.

Por outro lado os leitores fixos são aqueles que possuem interface directa para computadores ou mesmo interfaces de rede e ligam-se directamente com a rede local. Estes leitores possuem desempenho optimizado e proporcionam um maior *range* de leitura.

São utilizados para aplicações nas quais os objectos identificados passam por automaticamente pelos *readers*. Os *readers* fixos são utilizados para portais, prateleiras inteligentes, apontamento automático de linha de produção entre outras.

### **3.2.2.2. FREQUÊNCIAS DE OPERAÇÃO**

Um elemento importante num sistema RFID é a frequência, ou seja, a frequência utilizada para comunicação entre a etiqueta e o leitor. A escolha desta depende das necessidades de aplicação do sistema, tais como: resistência à interferência, velocidade, custo das antenas, e outros atributos de desempenho do sistema em questão.

O espectro de frequências no qual sistemas RFID operam varia de Low Frequency (LF) a 135kHz ou menos, High Frequency (HF) a 13,56MHz, Ultra High Frequency (UHF) começando em 433MHz até micro-ondas (MW) a 2,45GHz e 5,8GHz, observando, porém, que nenhum sistema RFID opera em frequências Medium Frequency (MF) e nem em Very High Frequency (VHF). Tal pode ser visualizado na imagem seguinte. [18][19]

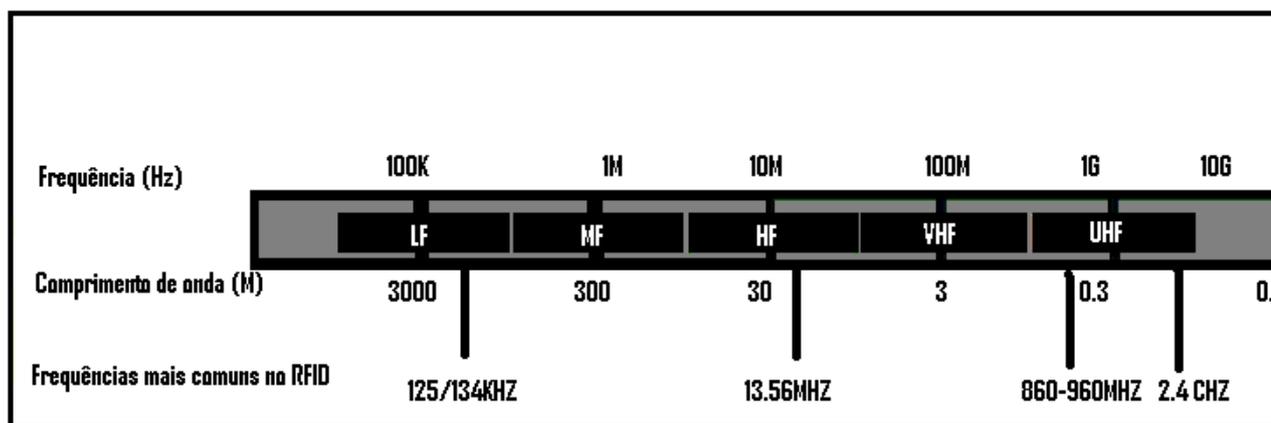


Figura 17 – Espectro de frequências mais usadas em RFID, adaptado de [18]

Em termos de adaptação ao meio circundante a escolha da frequência de operação também tem um papel preponderante, uma vez que diferentes frequências têm diferentes propriedades. Por exemplo sinais de baixa frequência propagam-se melhor em água, enquanto que frequências mais altas podem transportar mais informações a maiores distâncias. A faixa utilizada também define a taxa de transmissão de dados entre a etiqueta e o leitor, ou seja quanto mais baixa a frequência, mais lenta será a transmissão.

As frequências determinam os tamanhos das antenas do sistema estando intimamente ligadas ao modo de acoplamento do sistema, ou seja, a forma como ocorre a transferência de energia entre os leitores e as *tags*. Para as faixas de frequências de até algumas dezenas de MHz, as antenas serão menores que o comprimento de onda. Os sistemas com uma distância, de comunicação até 1 cm são conhecidos como sistemas de acoplamento por proximidade (*close coupling systems*). Os campos eléctrico e magnético são usados para o acoplamento físico destes sistemas e a frequência utilizada pode ir até 30 MHz. Como exemplo da utilização destes sistemas de acesso a instalações e cartões de pagamentos electrónicos (*contactless smart cards*).

Os sistemas RFID com uma distância de leitura e escrita até 1 m são conhecidos como sistemas de acoplamento remoto (*remote coupling systems*). Quase todos os sistemas de acoplamento remoto são baseados em acoplamento magnético

(*inductive coupling*) entre a etiqueta e o Reader. As frequências usadas para estes tipos de sistemas encontram-se entre 135KHz ou inferior ou 13.56MHz.

Os sistemas RFID com uma distância de leitura e escrita superior a 1 metro são conhecidos como sistemas de longo alcance (*long-range systems*). Os sistemas de longo alcance operam usando ondas electromagnéticas nas gamas de UHF (*ultra high frequency*) e microondas (*microwave*). As distâncias conseguidas por estes sistemas podem variar dependendo do tipo de *tags* usadas. Podem chegar a 3 metros, usando *tags* passivas e acima dos 15 metros usando *tags* activas. [19]

As distâncias de “comunicação” que podem ser atingidas por sistemas RFID são essencialmente determinadas por:

- A energia disponível no Reader para comunicar com as *tags*;
- A energia disponível na etiqueta para responder;
- As estruturas e condições ambientais (ruído);

Embora o nível de energia disponível seja determinante no alcance, a forma e eficiência com a qual a energia é usada influencia esse alcance. O campo ou onda enviado por uma antena estende-se no espaço circundante e sua força diminui com a distância.

Em altas-frequências a absorção devido à presença de humidade pode influenciar o alcance. É então importante em muitas aplicações determinar como o ambiente, interno ou externo, pode influenciar o alcance de comunicação. O número de obstáculos metálicos (podendo variar de número ao longo do tempo) que existem no ambiente onde se vai aplicar o sistema deve também ser tido em conta.

### 3.2.3. ANTENAS

Outra parte fundamental destes sistemas traduz-se nas antenas. Tal como já foi referido, são elas que fazem a interligação entre os *readers* e as *tags*, possibilitando a comunicação entre ambos, servindo para enviar e receber dados da etiqueta para o reader. Normalmente são alimentadas pelo próprio reader, mas podem ter alimentação própria. Existem vários formatos de antenas, e as variações normalmente correspondem a um tipo de uso específico. Na figura abaixo podemos ver alguns tipos de antenas que se podem encontrar no mercado.

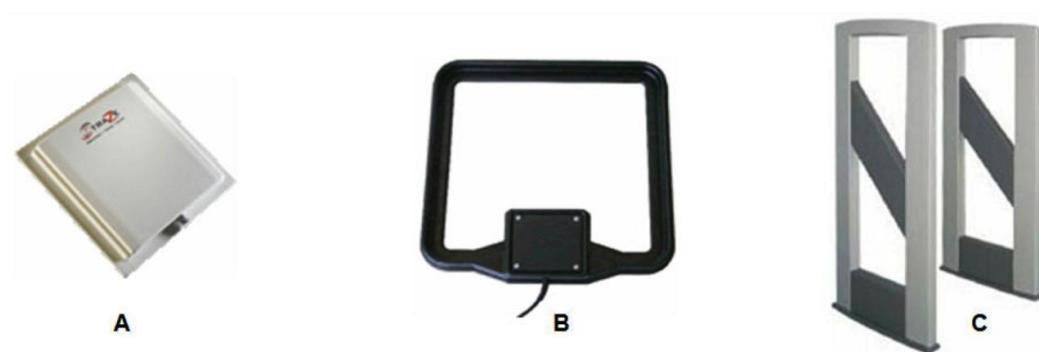


Figura 18 – Tipos de antenas disponíveis no mercado

**Legenda:** A- Antena de parede  
B- Antena de HF  
C- Antenas em Portal

Cada antena destina-se, obviamente, a um dado uso. As antenas de desktop ou de parede são as mais comuns, satisfazendo a maioria das necessidades, uma vez que (à semelhança de qualquer outra) também se podem agrupar podendo fazer as vezes de antenas de portal. O que distingue grandemente as antenas é o seu diagrama de radiação que influencia bastante a eficiência da antena, dependendo do seu modo de utilização.

As antenas de parede possuem um diagrama de radiação lobular como aqueles apresentados na, dependendo da polarização usada. É claro que estes são modelos teóricos e na realidade nunca são tão perfeitos, mas constituem uma aproximação razoável. Não será demais obviar que as antenas apenas capturam aquilo estiverem no interior dos lóbulos.

Os *readers* manuais possuem as suas próprias antenas incorporadas, normalmente bastante directivas, mas dependem das patentes do próprio fabricante, podendo por isso variar bastante de reader para reader. O mesmo acontece com todos os tipos de *readers* que possuam antenas incorporadas.

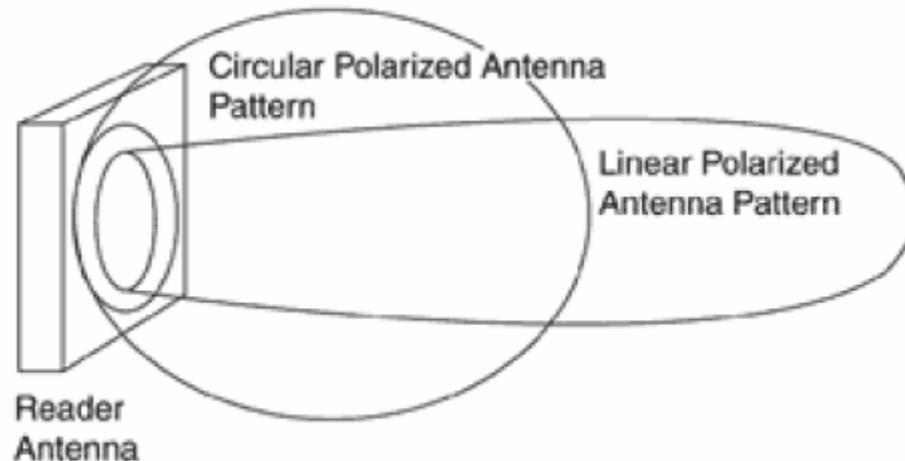


Figura 19 - Lóbulos das antenas com polarização linear e circular [9]

Em termos de transmissões as mesmas são realizadas gerando-se um campo magnético do reader com a antena da tag, onde as ondas são enviadas para o reader. Essas ondas são transformadas em informação digital representando o EPC. A faixa de leitura depende da energia (potência) do reader e da frequência usada para comunicação. [9]

#### **3.2.4. MIDDLEWARE**

Para além dos componentes físicos, a infra-estrutura RFID, dispõe sempre de uma camada de middleware que neste caso é a camada responsável pela comunicação entre o controlador, (que é o elemento que permite que se possa exercer controlo sobre o comportamento do reader, também conhecido como firmware) e as futuras aplicações que irão necessitar da informação que esta interface irá recolher. A aplicação é constituída pelo software aplicacional implementando a lógica desenvolvida para os efeitos pretendidos, para o projecto.

Assim sucintamente pode dizer-se que o Middleware no sistema RFID tem a função de recolher, filtrar, agrupar e enviar os dados do reader para o aplicativo central da empresa – Backend Systems.

### **3.3. SISTEMAS LF**

Um sistema pode ser classificado como um sistema RFID LF por operar na faixa de frequência de 125KHz até 134 KHz. As principais características dos sistemas que operam nesta faixa de frequência são:

- Baixa taxa de transferência de dados (leva até 100 ms para a leitura de um tag de 16 caracteres);
- Leitura de apenas um tag por vez;
- Só existe com sistema de alimentação passivo;
- Pequenas distâncias de leitura;
- Baixo desempenho próximo a metais;
- Aplicações: Identificação de gado, controle de acesso, identificação de atletas.[20]

### **3.4. SISTEMAS HF**

Um sistema pode ser classificado como um sistema RFID HF por operar na faixa de frequência de 13,56 MHz. A faixa de frequência de 13,56MHz é conhecida como banda ISM (Industrial, Scientific, Medical) sendo que é uma faixa de frequência que não necessita de licença para operar. As principais características dos sistemas que operam nesta faixa de frequência são:

- Boa taxa de transferência de dados (leva até 20 ms para a leitura de um tag de 16 caracteres);

- Leitura de múltiplos *tags* por vez;
- Só existe com sistema de alimentação passivo;
- Baixo desempenho próximo a metais;
- Leitores de alto custo e *tags* com custo médio;
- *Tags* com várias funcionalidades de memória (password, criptografia);
- Possui padrões estabelecidos como o ISO 15636 e EPC;
- Aplicações: Controle de acesso, identificação de itens, chaves de ignição de veículos, controle de alimentos e identificação de pacientes. [20]

### 3.5. SISTEMAS UHF

Para que um sistema seja classificado como um sistema RFID UHF ele deve operar na faixa de frequência de 860 até 960 MHz. São os sistemas de RFID UHF que estão gerando a maior expectativa e motivação para as implantações de RFID. Esta faixa de frequência também é classificada como banda ISM. Além disso, as características eletromagnéticas desta faixa de frequência contribuem para a implantação de RFID para toda a cadeia logística e outras aplicações. As principais características destes sistemas são:

- Distância de leitura de até 10 metros (para *tags* passivos) e 100 metros (para *tags* activos);
- Protocolo de anti-colisão, até 1000 *tags*/segundo.
- Alta taxa de transferência de dados
- Bom desempenho perto do metal
- *Tags* de menor tamanho.

- Utilizado para: Controle da cadeia logística, controle de falsificação, Identificação de veículos, Identificação de ferramentas, Padrão mundial EPC. [20]

### 3.6. TRANSFERÊNCIA DE DADOS

Os *readers* diferem consideravelmente em complexidade, dependendo do tipo de *tags* que são suportadas e as funções a serem cumpridas. Porém, a função global é prover os meios de comunicação com as *tags* e facilitar a transferência de dados.

Nas funções executadas pelo Reader podem incluir um sinal bastante sofisticado, verificação de erro de paridade e correção. Uma vez que o sinal de uma etiqueta seja correctamente recebido e decodificado, podem ser aplicados algoritmos para decidir se o sinal é uma transmissão repetida, e instruir a etiqueta para deixar de transmitir. Isto é conhecido como o “Protocolo de Resposta de Comando” (*Command Response Protocol*) e é usado para evitar o problema de leitura de múltiplas *tags* num pequeno espaço de tempo. Usar *readers* deste modo é por vezes designado por “*Hands Down Polling*”.

Em alternativa, mais segura, mas tornando a pesquisa de *tags* mais lenta é designada por “*Hands Up Polling*” em que o reader procura *tags* com uma identificação específica e estabelece uma comunicação.

A energia dentro da etiqueta é de modo geral muito menor do que a existente no reader, requerendo ao reader uma boa capacidade de detecção, de forma a conseguir "ler" os sinais de retorno. Em alguns sistemas, o reader é constituído por um receptor que está separado do transmissor, particularmente se o sinal portador de '*up-link*' (do transmissor para etiqueta) é diferente do '*down-link*' (da etiqueta para reader).

### 3.7. MODULAÇÃO DE DADOS

A modulação é uma flutuação periódica na amplitude do sinal de Rádio Frequência que é usada para transmitir dados da etiqueta para o reader.

Para *tags* de RFID passivas, é chamada modulação *backscatter*. Neste caso o acoplamento existente entre a bobina do reader e a bobina da etiqueta faz com que o seu modo de funcionamento seja idêntico ao de um transformador. Quando a bobina da etiqueta é curto-circuitada, a bobina do Reader sofre uma momentânea descida de tensão.

O reader tem que possuir um circuito receptor capaz de detectar flutuações de tensão de aproximadamente 60 dB (aproximadamente 100 mV para uma onda de amplitude 100V).

A modulação actual de 1's e 0's são realizados usando três métodos de modulação:

#### 3.7.1. MODULAÇÃO DIRECTA

Na modulação directa, a amplitude do sinal portador é alterado entre dois estados, um representando o valor 0 (zero) e outro representando o valor 1. O nível de amplitude mais alta corresponde o 1 e ao nível mais baixo corresponde o 0 (zero).

Esta modulação permite elevados níveis de transferência de dados, mas como contrapartida tem uma reduzida imunidade ao ruído.

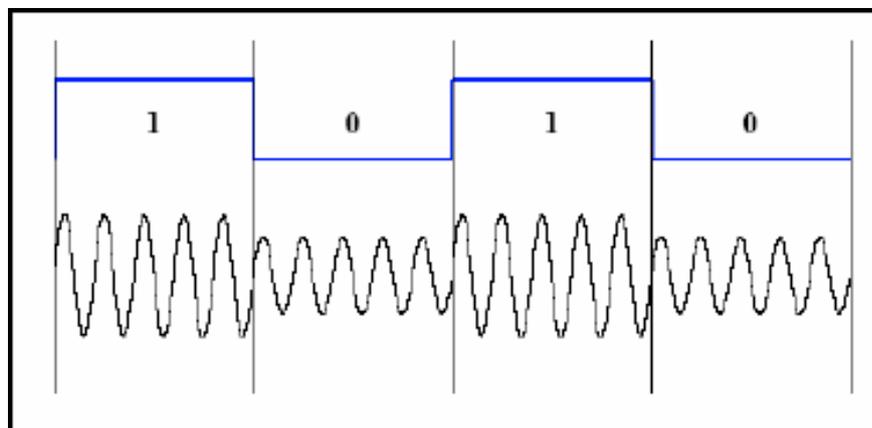


Figura 20 - Representação de Modulação Directa

### 3.7.2. MODULAÇÃO FSK (FREQUENCY SHIFT KEYING)

Esta forma de modulação usa duas frequências diferentes para transferência de dados. O modo de FSK mais comum é o Fc/8/10, ou seja, um '0' é transmitido usando um ciclo de relógio com um período que corresponde à frequência do sinal portador dividido por 8, e o '1' é transmitido usando um ciclo de relógio com um período que corresponde à frequência do sinal portador dividido por 10.

Como vantagem esta modulação apresenta grande imunidade ao ruído e torna o desenho mais simples para os *readers*. Tem como desvantagem uma baixa taxa de transferência de dados.

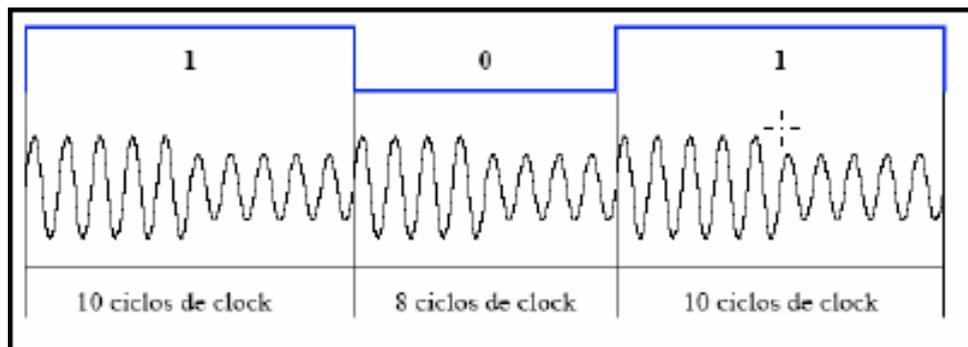


Figura 21 - Representação de Modulação FSK

### 3.7.3. MODULAÇÃO PSK (PHASE SHIFT KEYING)

Este método de modulação de dados é semelhante ao FSK, com a exceção de apenas utilizar uma frequência, e a troca entre 1's e 0's é realizada trocando a fase do relógio de *backscatter* em 180 graus.

Os dois tipos mais comuns de modulação PSK são, alteração da fase sempre que ocorra um 0 (zero) ou alteração da fase sempre que ocorra qualquer alteração de dados (0 ou 1 / 1 ou 0). Como vantagem, esta modulação apresenta grande imunidade ao ruído e torna o desenho moderadamente simples para os *readers*. Em termos de taxa de transmissão esta é superior à modulação FSK.

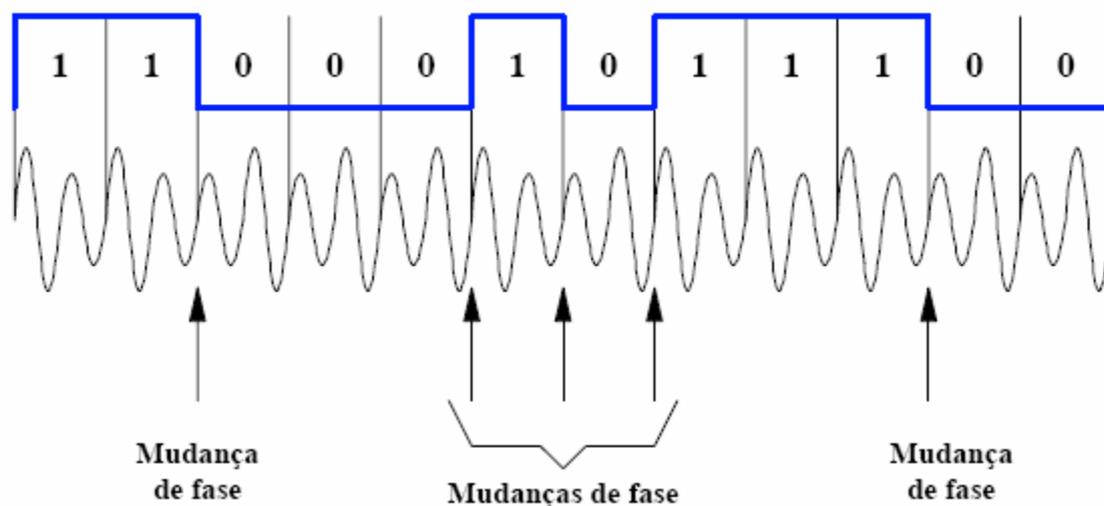


Figura 22 - Representação de Modulação PSK (sempre que ocorra mudança de dados)

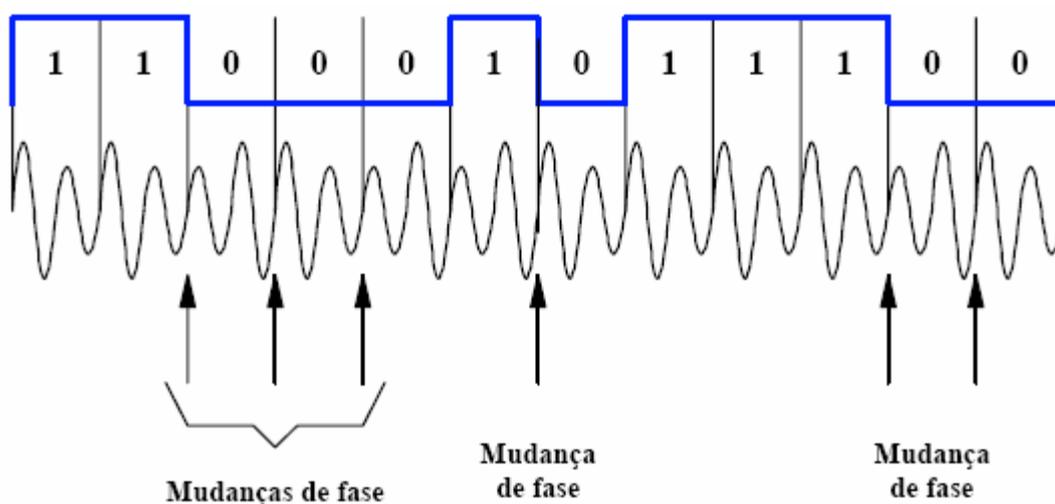


Figura 23 - Representação de Modulação PSK (alteração apenas quando surge um 0)

### 3.8. CODIFICAÇÃO DOS DADOS

A codificação dos dados é o processo de transmissão ou alteração dos dados que ocorre durante o tempo de envio, desde que estes saem da memória da etiqueta até que chegam ao reader. Os vários algoritmos de codificação afectam a recuperação de erros, custo de implementação, largura de banda, capacidade de sincronização, e outros aspectos do desenho do sistema.

Os métodos mais usados são:

### **3.8.1. NRZ (NON-RETURN TO ZERO) DIRECT**

No processo não é efectuada nenhuma codificação, ou seja, os '0' e '1' são retirados da memória e enviados directamente para o transístor de saída, sendo sincronizados pelos ciclos de relógio.

Um nível baixo corresponde a um '0' e um nível alto corresponde um '1'.

### **3.8.2. DIFFERENTIAL BIPHASE\_S**

O envio do conjunto de bits é modificado de modo a que ocorra sempre uma transição a meio de cada ciclo de relógio. O '1' é representado por uma transição de alto para baixo e o '0' por uma transição de baixo para alto.

### **3.8.3. BIPHASE L (MANCHESTER)**

Como no Differential Biphase\_S o envio do conjunto de bits é modificado de modo a que ocorra sempre uma transição a meio de cada ciclo de relógio. O '1' é representado por uma alteração do nível no início do ciclo de relógio, no caso do '0' não se verifica essa alteração.

A vantagem na codificação Differential Biphase\_S e Biphase L encontram-se no facto de a não ocorrência de uma transição a meio do ciclo de clock indicar a existência de erros na transmissão dos dados. Esta informação pode facilitar a reconstrução dos dados que estão a ser enviados.[20]

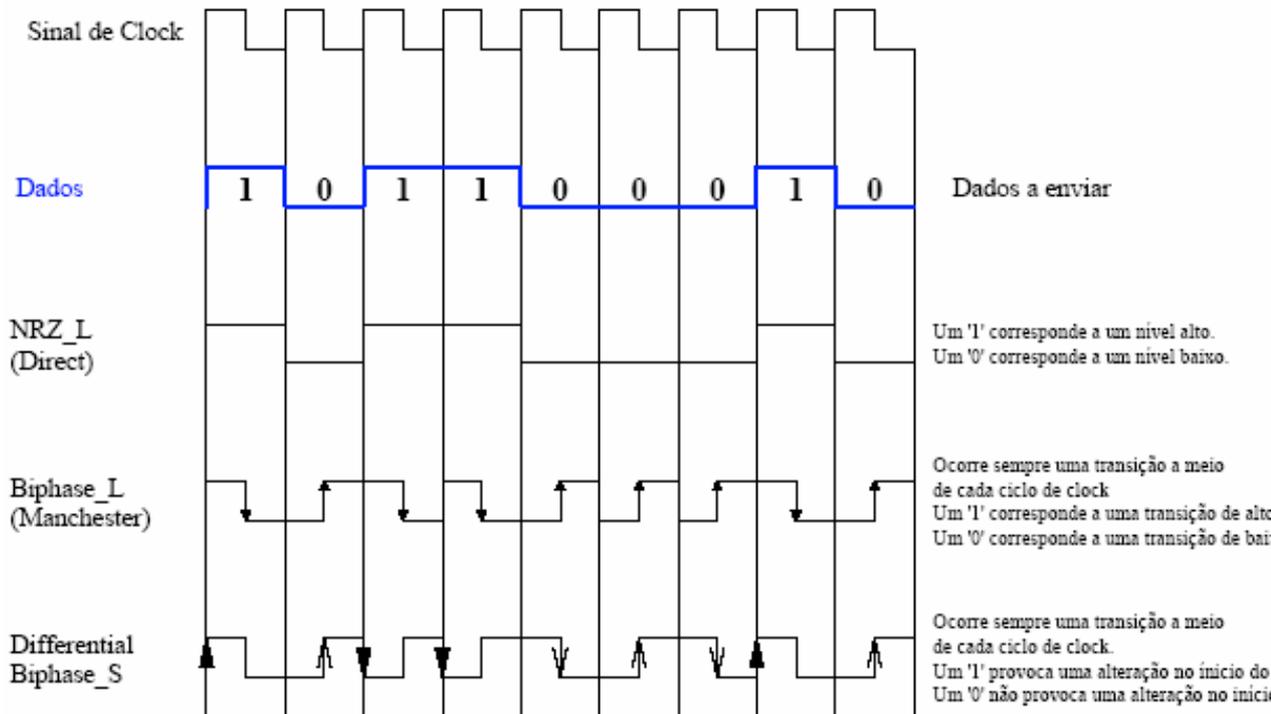


Figura 24 - Exemplos de algoritmos de codificação de dados

### 3.9. COLISÃO NAS TRANSMISSÕES

Embora em alguns sistemas de RFID apenas a leitura de uma etiqueta é suficiente, mas para novas áreas de aplicação tal não acontece (por exemplo, retalho).

A operação de sistemas de RFID envolve frequentemente uma situação na qual numerosas *tags* estão ao mesmo tempo presentes na zona de interrogação de um único reader. Em tal sistema — constituído por uma estação de controlo, reader, e várias *tags* — podemos diferenciar duas principais formas de comunicação.

A primeira é usada para transmitir dados de um reader para as *tags*. O fluxo de dados transmitido é recebido simultaneamente por todas as *tags*. Este tipo de comunicação é conhecido como radiodifusão (*broadcast*). [21]

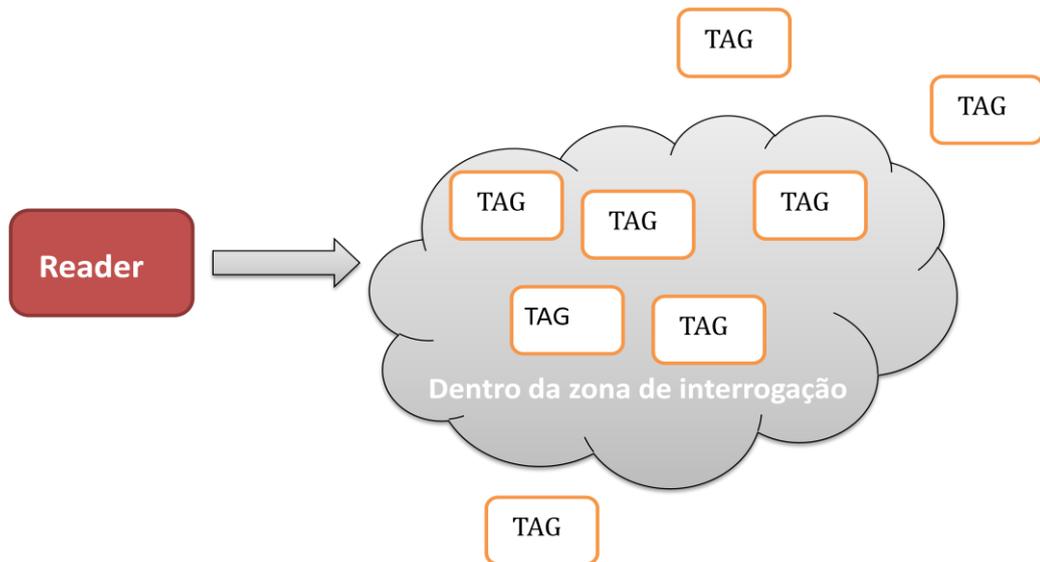


Figura 25 – O sinal do reader é recebido por todas as tags na sua área de acção.

A segunda forma de comunicação envolve a transmissão de dados de cada uma das *tags* (que estejam na zona de interrogação do reader) para o reader. Esta forma de comunicação é chamada multi-acesso.

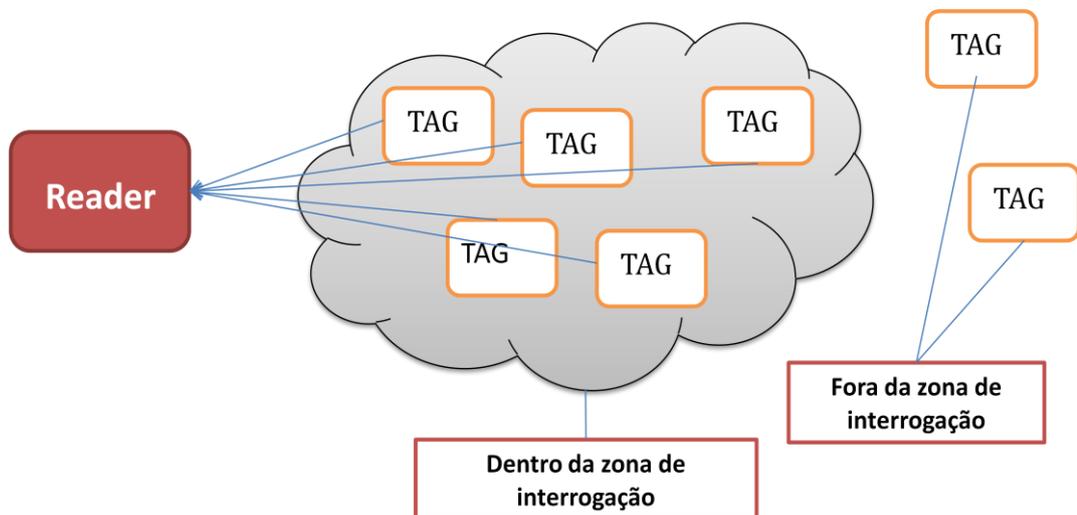


Figura 26 - Acesso múltiplo a um Reader.

Todo o canal de comunicação tem uma capacidade definida, que é determinada pela taxa máxima de dados do canal e o período de tempo que está disponível. A capacidade do canal disponível deve ser dividida entre cada uma das *tags* de forma que

os dados das várias *tags* possam ser transferidos para o reader sem que haja interferência mútua (colisão).

Basicamente, existem quatro procedimentos diferentes:

- *Space Division Multiple Access* (SDMA);
- *Frequency Domain Multiple Access* (FDMA);
- *Time Domain Multiple Access* (TDMA);
- *Code Division Multiple Access* (CDMA).[22]

A capacidade de canal só é subdividida enquanto for realmente necessário (por exemplo, durante a selecção de uma etiqueta na zona de interrogação do reader).

A realização técnica de um procedimento de multi-acesso em sistemas RFID coloca alguns desafios para a etiqueta e o reader, pois é necessário prevenir que os dados das *tags* possam colidir entre si no receptor do reader e assim tornarem-se ilegíveis, causando uma demora na detecção das *tags*.

No contexto de sistemas de RFID, um procedimento técnico (protocolo de acesso) que facilite a manipulação de multi-acesso sem qualquer interferência é chamado de sistema de anti-colisão (*anticollision system*).

### **3.10. NORMAS**

No início do “boom” que as redes sem fios, experimentaram houve uma grande necessidade de estabelecer as regras que teriam que nortear os protocolos de comunicação que esta nova postura face à tecnologia necessitava.

O primeiro norma de redes sem fios, foi o IEEE 802.11. com uma taxa de variando até 54 Mbps, nas diferentes variantes de redes sem fios LAN (*Local Area Network*).

Mais tarde, surgiram as WPAN (*Wireless Personal Area Network*), que estavam dirigidas para menores taxas de dados, na ordem do 1Mbps e mesmo menos. Esta diversificação de protocolos, fez surgir a necessidade aparecerem normas que pudessem fazer uma distinção objectiva entre os protocolos usados nos diversos tipos de redes sem fios. Assim foi que apareceu o norma IEEE 802.15.1, normalmente conhecido como Bluetooth. Foi também abordado para as WPANs, transferências de dados para taxas elevadas, e aplicações multimédia, que aliás ficou conhecida como IEEE 802.15.3

O enquadramento do RFID nesta evolução aparece precisamente com as características, peculiares que lhe estão associadas, e que lhe são próprias, e que fazem com que não se enquadrasse em nenhum dos protocolos anteriormente referidos.

Tanto para WLANs como para WPANs, estão vocacionadas para atingir altas taxas de dados, ou suportar protocolos exigentes em termos energéticos. Estas características enunciadas, esbarram nas taxas de transmissão que as aplicações RFID, necessitam, e que andam na ordem dos 0,25 Mbps, ou ainda inferiores.

Assim a necessidade de elaboração de um novo conjunto de protocolos, que abrangessem características menos exigentes, como baixo processamento e consumo de energia, e memória reduzida, tornava-se necessária.

A figura a baixo mostra uma hierarquia de diferentes normas WLAN e WPAN, em termos de taxa de dados face ao consumo energético em operação.

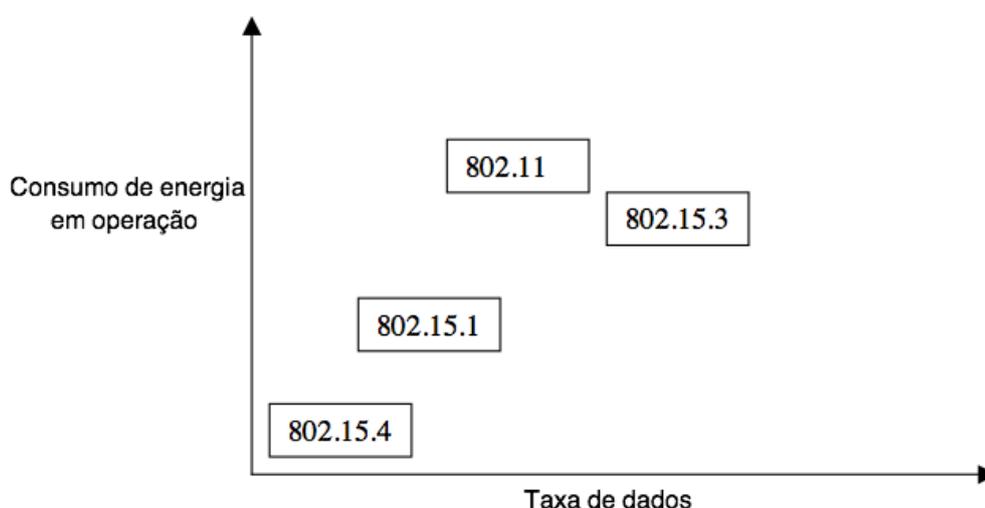


Figura 27 – Relação entre Consumo de energia em operação vs taxa de dados, por norma wireless

Neste momento, existem três principais organizações que estão a tomar acções no sentido de criar normas para a tecnologia RFID, são elas ISO (*International Organization of Standardization*), EAN.UCC (*European Article Number/Uniform Code Council*) e o *auto-ID Center*.

### 3.10.1. ISO

A ISO (*International Standard Organization*) é a mesma que desenvolve as normas da qualidade, utilizadas e aceites mundialmente. Por isso mesmo, os protocolos são reconhecidos globalmente e utilizados como normas locais em vários países do mundo. O conjunto de normas referentes aos sistemas RFID regulamenta todos os aspectos de funcionamento do sistema: desde qual é a potência padrão para as antenas até como deve ser composto os quadros que carregam os dados. Na tabela a baixo temos a relação das normas ISO para RFID e as suas respectivas aplicações.

Tabela 5 – Normas ISO para RFID

Aplicação	Número da Norma	Nome da Norma
Administração e gerência de animais	ISO 11784	Estrutura de código
	ISO 14223	Codificação e estrutura de código
	ISO 11784	Estrutura de código
Frete de contentores	ISO 10374	Identificação automática
	ISO 10374	Identificação automática
Gestão de Objectos	ISO/IEC 18000-1	Arquitectura de referência
	ISO/IEC 18000-2	Interface aérea abaixo de 135 kHz
	ISO/IEC 18000-3	Interface aérea em 135 kHz
	ISO/IEC 18000-4	Interface aérea em 2,45 GHz
	ISO/IEC 18000-6	Interface aérea em 860 e 960 MHz
	ISO/IEC 18000-7	Interface aérea em 433 MHz
	ISO/IEC 15961	Interface de aplicação do protocolo de dados
	ISO/IEC 15962	Regras para codificação de dados no protocolo de dados

	ISO/IEC 15963	Identificação unida de objectos
	TR 18001	Requisitos de aplicação
	TR 18046	Método de testes de performance
	TR 18047	Métodos de testes de conformidade
<b>Cartão de identificação de proximidade (de mm até cm)</b>	ISO/IEC 14443	Características físicas
	ISO/IEC 14443	ISO/IEC 14443-2 Potência e rádio frequência
	ISO/IEC 14443	ISO/IEC 14443-3 Anti-colisão e inicialização
	ISO/IEC 14443	ISO/IEC 14443-4 Protocolo de transmissão
<b>Cartão de identificação de proximidade (de cm até 0,7 m)</b>	ISO/IEC 15693	Características físicas
	ISO/IEC 15693	ISO/IEC 15693-2 Interface aérea e inicialização
	ISO/IEC 15693	ISO/IEC 15693-3 Protocolos e sistemas anti-colisão
<b>Comunicação com campo próximo</b>	ISO/IEC 18092	Interface e protocolo

### 3.10.2. EPC – ELECTRONIC PRODUCT CODE

A partir de estudos feitos pelo Massachusetts Institute of Technology (MIT), em conjuntos com empresas e outros centros de pesquisa, desenvolveu-se tecnologia modelo para o rastreamento e localização de produtos através de RF. O resultado deste estudo foi o EPC – Electronic Product Code.

Para funcionamento em conjunto com a tecnologia RFID, o EPC enviou seus protocolos e técnicas para a aprovação junto a organização ISO, criando todo um conjunto de normas para estes sistemas. Com isto o EPC provê especificações técnicas e um número único que identifica cada objecto. A evolução deste conjunto de normas é chamada de EPC Gen 2 (EPC de segunda geração) amplamente apoiado por indústrias e outras companhias, devido a capacidade de transmissão e recepção de dados e individualização de objectos, além da velocidade de leitura e dos mecanismos anti-colisão, que permitem diversas *tags* serem lidas praticamente ao mesmo tempo. Além de conter o EPC, cada etiqueta é fabricada de acordo com uma classe específica. Cada classe, dentro do protocolo EPC, atribui uma característica específica que deve ser aplicada àquela etiqueta, como pode ser visto na tabela a baixo:

Tabela 6 – Classes EPC

Classe	Memória	Alimentação
0	Somente leitura	Passiva
1	Graváveis apenas uma vez	Passiva
2	Regravável	Passiva
3	Regravável	Semi-passiva
4	Regravável	Activa

Cada classe de *tags* tem ainda algumas particularidades:

- **Classe 0:** Apenas leitura e programação em fábrica. É o tipo mais simples de *tags*. Geralmente contem apenas um número de série EPC e não tem memória no chip. É o tipo utilizado em sistemas anti-furto de supermercados, lojas de conveniências, livrarias, etc.;

- **Classe 1:** Apenas leitura, mas permite uma única gravação de dados. Deste modo, pode vir de fábrica programada ou o usuário pode programá-la. Pode conter uma memória que armazene dados referentes ao produto onde será anexada, tornando as informações sobre eles mais completas, como a configuração de um computador, por exemplo;

- **Classe 2:** Leitura e escrita, permitindo a gravação de dados a qualquer momento. É o tipo mais flexível de *tags*, uma vez que pode ser regravada várias vezes e acompanhar as acções que foram feitas no produto. Um exemplo de aplicação é em uma linha de produção de equipamentos, onde a cada etapa mais peças são agregadas até formar o produto final. A cada etapa as *tags* recebem informações sobre o que foi feito e pode levantar um histórico sobre tudo que ocorreu durante a montagem;

- **Classe 3:** Leitura e escrita, com bateria e sensores. Além de conter informações sobre o produto, pode interagir com ele, colectando dados como temperatura, pressão, tensão eléctrica, etc. estes dados são gravados na memória da etiqueta e enviados toda vez que solicitado;

• **Classe 4:** Leitura e escrita com transmissores integrados. Acabam funcionando como mini rádios, podendo se comunicar não apenas com os *readers*, mas também com outras *tags*. Formam redes inteligentes de logística.

A individualização de produtos ocorre através do EPC propriamente dito, que é um número binário gravado na memória do chip da etiqueta que vai anexada ao produto. Este número é construído de acordo com a estrutura mostrada na figura a baixo:



Figura 28 - Estrutura típica de um código eletrônico de produto (EPC).

Onde:

- **Header** – cabeçalho: define o tamanho do código que será usado, o que pode variar de 64 a 256 bits de comprimento;
- **EPC Manager** – Fabricante: informa o fabricante do produto;
- **Object Class** – Classe do objecto: se refere ao tipo exacto de produto em uma unidade de stocks SKU (Stock Kepping Unit). Assim, entre líquidos é possível separar o vinho de água e de leite, por exemplo;
- **Serial Number** – número serial: identificador individual de unidade, o que dá uma variação de até 296 produtos diferentes dentro de uma mesma classe de objecto.

A grande maioria dos *readers* lê em todas as frequências usadas pelas *tags*, ou em espectros específicos de determinado tipo de tag, mas existem também alguns que permitem configurar tais parâmetros (para funcionar como filtro, por exemplo), tornando-se também uma característica de firmware. Porém a característica mais predominante, e que mais condiciona a escolha dos compradores além do preço, prende-se com a mobilidade.

Para possibilitar a interação com outros dispositivos, os *readers* são fabricados com várias portas de comunicação: portas de rede (RJ45, Ethernet); portas USB e portas de série, além das portas de comunicação com as antenas, normalmente cabo coaxial.

Obviamente o número, disposição e tipo destas portas varia consoante o fabricante e consoante o tipo de reader.

O firmware de um reader é acessível pelo browser, num determinado IP, e permite realizar as configurações necessárias para que possa funcionar de acordo com as pretensões do utilizador. Será geralmente tanto melhor, quantas mais configurações permitir efectuar. Dentro destas destacam-se definições de utilizadores e respectivas permissões; realizar filtros de *tags* (aplicáveis no acto da leitura, ou no acto de envio dos dados para o computador); ler ou escrever informação nas *tags* (tendo em conta que certos *readers* não conseguem escrever em determinado tipo de *tags*). Definir os eventos passíveis de serem detectados (tag nova; entrou no campo de visão; saiu; etc.), visualizar logs, efectuar controlo de erros e até possibilidade de realizar updates, entre muitas outras.

### **3.11. LOGÍSTICA**

A utilização da tecnologia RFID, com uso enquadrado dentro da gestão de itens em ambiente de armazém, ou loja, não poderá ser dissociada da cadeia norte-americana *Wal-Mart*. Desde o final dos anos 1990 a *Wal-Mart* alocou bastantes recursos, na pesquisa sobre a aplicabilidade e eficácia dos sistemas RFID para substituir o sistema de códigos de barras, que haviam estado em uso desde o início dos anos 1970. Em 1999, com a ajuda de cientistas do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), um consórcio de empresas formaram a *Auto-ID Center*, um centro para continuar a investigação sobre a natureza e o uso de rádio frequência identificação. [9]

O *Auto-ID Center* foi elaborado a partir dessa nova ideia sobre como as organizações podem identificar e rastrear os seus bens. A visão subjacente a identificação automática (ou Auto-ID) é a ideia da criação de uma "*Internet of Things*", aplicando este conceito para uma visibilidade maior e imediata dos itens ao longo da cadeia de valor.

Neste cenário, onde tudo está ligado em rede, todos os elementos de uma empresa, de um armazém ou entreposto, que se encontrem dispersos poderiam comunicar entre si, podendo fornecer informações, por um lado actualizadas, por outro em tempo real. Esta comunicação funcionaria como adjuvante no processo de tomada de decisão para os responsáveis da *Wal-Mart*. A *Wal-Mart*, como maior retalhista a nível mundial, esperava lidar com cerca de 4 mil milhões de cartões em 2004, e 5 mil milhões em 2005, e face a estes números estrondosos, qualquer pequeno ganho na eficiência do rastreamento de bens, na sua cadeia de valor, poderia gerar benefícios tremendos.

A implementação de RFID na *Wal-Mart* tornou-se um verdadeiro *case study*, na área da gestão de bens e seu rastreamento, não só pela sua eficácia na redução do tratamento manual dos bens, como nos custos relacionados com o inventário, para além de ter ganho uma vantagem competitiva importante face aos seus directos competidores no mercado, pela eliminação de situações de ruptura de stock nas lojas por todo o mundo. A partir de 2005 o Departamento de Defesa (DOD) e a *Wal-Mart* começaram a solicitar aos seus maiores fornecedores, para efectuarem a incorporação de *tags* RFID em todos os bens que fossem entregues nos seus armazéns, dando a ambos elevado poder e influência negocial nos seus fornecedores globais. [23]

Mais exemplos como os acima referidos se seguiram, acompanhando a evolução dos estudos na área de logística sob o pressuposto mais amplo da gestão da SCM (*Supply Chain Management*) trazendo uma compreensão mais específica e detalhada das entidades envolvidas e dos relacionamentos entre estas. Hoje compreende-se que a SCM não deve gerir apenas o fluxo físico de materiais, mas também os de informação, pagamento e responsabilidades, e que seguindo esse caminho as organizações podem estabelecer relações de proximidade, que tenderam a levar a esquemas negociais *Win-Win*. Por um lado os armazenistas ganham poder negocial, por outro fidelizam fornecedores. Implementações bem sucedidas de SCM requerem planeamento, suporte e controle destes quatro fluxos, a partir do fornecedor original até o utilizador final.

No contexto do comércio internacional, quer seja por via aérea, rodoviária ou por via marítima, é evidente a importância da gestão dos quatro fluxos já mencionados; descreve-se a seguir alguns aspectos relacionados com cada um destes fluxos:

- **Fluxo físico de material:** receber encomenda do fornecedor; efectuar o seu armazenamento devido, processar a sua venda, efectuar o seu transporte de camião, comboio ou recorrendo a uma combinação de ambos até cliente; o transportador manipula a carga no seu parque de mercadorias; a carga é transportada do parque de mercadorias do terminal de distribuição. Enfim existe uma multiplicidade de combinações que exigem, eficiência na gestão dos movimentos e a interoperabilidade de sistemas
- **Fluxo de dados:** há diversas informações que transitam entre as diferentes entidades envolvidas, dados da carga, dados de autorização, dados de pagamento, dados para movimentação (de onde, para onde, equipamentos especiais, etc.), dados do transportador, entre outros;
- **Fluxo de notas de pagamento:** impostos e taxas governamentais são recolhidas centros de distribuição de envio e destino (ex.: centros alfandegários,...), pagamentos dos prestadores de serviços envolvidos nas operações, entre tantos outros pagamentos, onde muitos são pré-requisitos para o início da operação de movimentação física subsequente;
- **Fluxo de alternância de responsabilidades:** dependendo da localização do produto ao longo de seu trajecto há diferentes entidades com diferentes papéis e responsabilidades sob a carga. A movimentação da carga ao longo de seu trajecto é dependente do fluxo de dados, principalmente dos manipulados pela entidade que se encontra como responsável pelo equipamento. [24]

Problemas na gestão destes fluxos têm um enorme impacto directo na percepção do cliente final, quanto à qualidade dos serviços, estes verificam-se de forma bastante simples e directa, através da constatação de atrasos na entrega de determinado produto no local de destino, ou mesmo a não venda de produtos por não existir ou uma clara percepção de stocks bem como a sua localização. A ocorrência de problemas acarreta descontentamento e perdas principalmente para o cliente final, mas também para alguns intermediários na cadeia de valor do produto.

Para colmatar estes problemas é necessário antes de mais efectuar reengenharia de processos, ou *business process redesign* (BPR), como também projectos de

aperfeiçoamento de processos, ou *business process improvement* (BPI). Os principais recursos utilizados para promover mudanças significativas, para além de legislativas, com toda a regulamentação que deverá ser sempre orientada para que haja uma maior fluidez de processos e interoperabilidade é de facto a incorporação de novas tecnologias e sistemas informáticos capazes de forma o mais automatizada possível efectuar uma correcta gestão de fluxos, e movimentações de produtos/cargas. [25]

### 3.12. CADEIA DE VALOR

Num cenário onde se verifica que uma cadeia de valor se encontra devidamente integrada, por norma podemos ter como elementos, dessa mesma cadeia, os que foram apresentados na figura a baixo.



Figura 29 – Ciclo de uma cadeia de valor integrada (Adaptado de [26] 2006)

De forma resumida podemos dizer que em cada estágio do ciclo se desenvolvem acções que puderam acrescentar valor ao produto, e de forma sintética por estágio temos as seguintes actividades a decorrer, a saber:

**Planeamento de Mercadorias:** Esta actividade concentra-se no planeamento e manutenção do balanço correcto entre vendas e inventário.

**Planeamento de Vendas:** Nesta actividade empresarial, a preocupação central é estabelecer canais de distribuição para chegar aos clientes alvo.

**Gestão de Preço:** Esta actividade centra atenções na análise e gestão da variação de preço final do produto, com base em previsões de dados. Dentro desta actividade também se inclui a gestão e planeamento de promoções, da qual depende directamente a análise de dados, para efeito de previsões de mercado.

**Gestão de Armazém:** Envolve a coordenação e gestão das mais diversas áreas da gestão de armazém, no sentido de melhorar a distribuição dos produtos, pelos diversos distribuidores, retalhistas, e clientes. Esta gestão tem como figura principal o stock, a sua correcta gestão, é fulcral para que a fase que sucede, possa ser efectuada da melhor forma.

**Distribuição:** Processo de distribuição do produto correcto no destino certo, no tempo correcto, nas condições certas, ao custo certo.

**Operações dentro de loja:** Envolve toda a gestão das diversas operações dentro de ambiente de loja, como recepção, entradas para stock, e arrumo de produtos.

**Vendas:** Geração de receitas

**Retorno:** gere retorno da mercadoria. O objectivo é agilizar a logística inversa.

[27][26]

### 3.13. GESTÃO DO ARMAZENAMENTO

Tipicamente enquadradas, numa posição intermédia na cadeia de valor do produto desempenham por vezes especial importância, quando enquadradas com processos de optimização do sistema produtivo a montante.



Figura 30 – Cadeia de Valor Simplificada (Adaptado de [28])

No armazenamento a figura central é o stock, que por definição é um sistema adaptativo, que permite “desacoplar” (tornar relativamente independentes) o processo de abastecimento e a procura, nomeadamente. Muitas vezes é mesmo considerado como uma “almofada” do planeamento e programação, das operações e produção.

A sua condição central na cadeia de valor, que se possa satisfazer a procura mesmo quando o abastecimento está inactivo, por outro para que o abastecimento se faça em quantidades que a procura (nesse instante) não absorve. [29]



Na maioria dos casos a procura não é controlável, sendo apenas controláveis variáveis ligadas ao processo de abastecimento. Nesse sentido o importante em termos de tomada de decisão, está no facto de quando, se efectuam os reaprovisionamentos, e em que quantidade.

Em termos de custos de funcionamento de um sistema de stocks, temos essencialmente 4 pontos:

- Custo (variável) de aquisição, normalmente proporcionais à quantidade adquirida (podendo haver descontos na aquisição por quantidades).
- Custo (fixo) de encomenda, representa o custo agregado à encomenda que não depende da quantidade adquirida, e inclui nomeadamente custos administrativos de processamento (preparação, emissão, controlo e recepção).
- Custo de posse (manutenção do artigo em stock), representam os custos directos, relacionados com o espaço físico de armazém, pessoal e equipamento para manuseamento, impostos, seguros, quebras, roubos, obsolescência, ...
- Custo de rotura (carência ou falta do artigo), que representam normalmente os custos por penalidades ocorridas resultantes da falta do artigo. [31] [30] [32]

### **3.14. RETORNO DE INVESTIMENTO (ROI) NA APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA RFID**

Muitos dos custos dos elementos principais de uma cadeia de valor encontram-se associados aos processos ligados com a gestão da cadeia de *valor*, como o armazenamento de stock e a distribuição do mesmo.

Os consumidores são cada vez mais exigentes em termos de níveis de serviço, qualidade e preço, pelo que quem conseguir reduzir custos logísticos terá uma vantagem competitiva importante.

A distribuição genericamente tem dois objectivos essenciais, garantir o abastecimento das lojas de forma correcta e completa e faze-lo pelo menor custo possível. Qualquer variável que afecte positivamente estes factores passa a ter extrema relevância.

É aqui que o RFID tem a sua maior expressão e aplicabilidade, como o processo de recepção, expedição, exactidão no inventário, custos laborais.

Para otimizar a distribuição, os elementos responsáveis por esta fase na cadeia de valor têm que ter em linha de conta os seguintes factores:

Custos laborais – os custos laborais apresentam uma “fatia” importante no total de custos da cadeia de *valor*.

- Exactidão no Inventário – informação imprecisa acerca dos níveis de inventário afecta a tomada de decisões. Erros de registo de informação originam informação incorrecta sobre o inventário. A exactidão do inventário é exigida a dois níveis, “Quanto temos de um determinado produto em stock?” e “Sabemos onde está o produto na loja ou centro de distribuição?”.
- Cumprimento das Ordens de compra a fornecedores e encomendas de clientes – Muitas das ordens de compra dos centros de distribuição não são satisfeitas na totalidade. Este ponto influencia significativamente o nível de serviço dos centros de distribuição.
- Diminuição de stock por erro humano – Este é um factor com grande peso. Ocorre sempre que um produto é colocado fora do sítio, fica perdido numa loja ou entreposto ou até mesmo roubada.
- Inventário – Tempos altos de obtenção de inventário originam que os retalhistas tenham maiores quantidades de mercadoria de forma a não terem roturas de abastecimento nas lojas.
- Rupturas de stock – O controle de rupturas são fundamentais para os retalhistas, pode-se “ganhar” ou “perder” um cliente por falta de um determinado produto. Dados incorrectos de inventário, produtos fora de lugar ou mesmo um incorrecto reaprovisionamento podem levar a rupturas de stock.[33]

Segundo Bhattacharya [34], num estudo efectuado especificamente para a indústria de retalho, os benefícios da introdução de tecnologia dividem-se de forma percentual da seguinte forma:

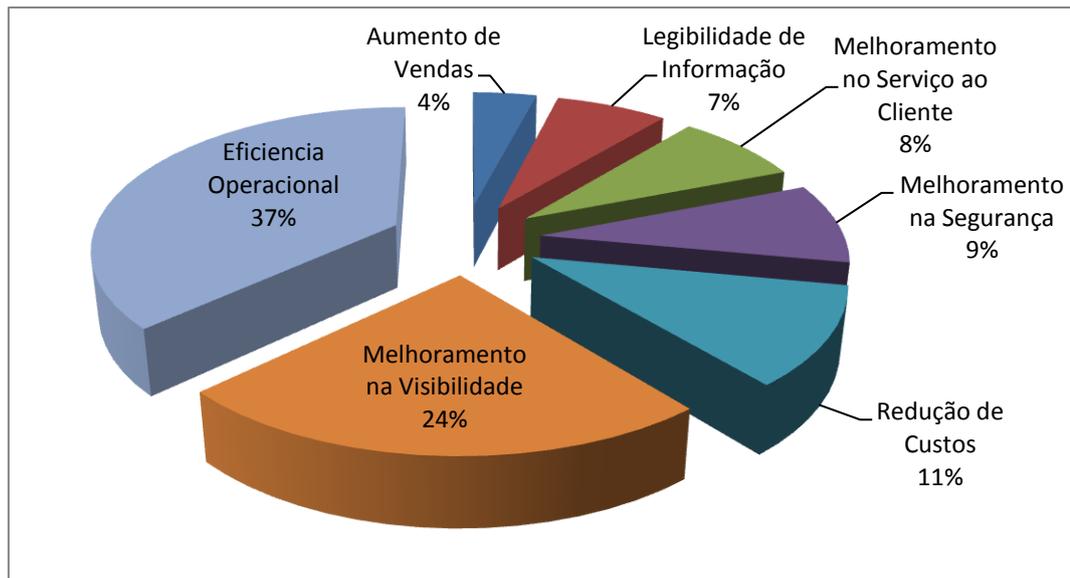


Figura 31 - Principais benefícios da introdução de RFID na industria de retalho. [34]

Fica claro desta análise que as principais vantagens na adopção deste tipo de sistemas são principalmente, no que diz respeito a 2 aspectos em particular, por um lado a Eficiência Operacional, e o melhor enquadramento dos dados ao longo da cadeia de valor, não descorando o facto de os diversos factores acabarem por estarem intrinsecamente ligados, de tal forma que um beneficio em particular pode potenciar outro. [34]

Desde logo no processo de recepção de mercadorias, onde através de colocação de *readers* de RFID pode-se verificar que mercadoria entra, em que quantidade e associar a informação directamente às ordens de compra, sendo possível a análise de inconsistências entre a mercadoria recebida e encomendada. Aqui o processo manual de recepção quase que desaparece.

Os tempos de ciclo de contagem para determinar o Inventário diminuem drasticamente pois, a recepção da mercadoria actualiza automaticamente o Inventário retirando a intervenção manual do processo garantindo maior exactidão do Inventário (não existindo erro humano ou falta de informação).

Uma informação mais exacta do Inventário permite à loja e ao centro de distribuição efectuar ordens de reaprovisionamento de mercadoria de forma a garantirem que não haja rupturas de stock e assim garantir níveis de serviço mais

elevados. A diminuição de stock motivada por produto que esteja fora do sítio ou perdido diminui no caso de existirem *readers* nas prateleiras ou em determinadas áreas da loja ou central de distribuição, pois, em qualquer altura o sistema dá a localização do produto. A satisfação da encomendas pelo centro de distribuição será mais eficiente pois é possível ao sistema saber se está a ser expedida mercadoria em falta ou em excesso e dar os alertas necessários. Como consequência, a automatização destes processos permite uma gestão mais assertiva dos recursos laborais e proporciona um aumento de produtividade em toda a cadeia logística (por exemplo, menor tempos de entrega de mercadoria entre os centros de distribuição e respectivas lojas). [33]

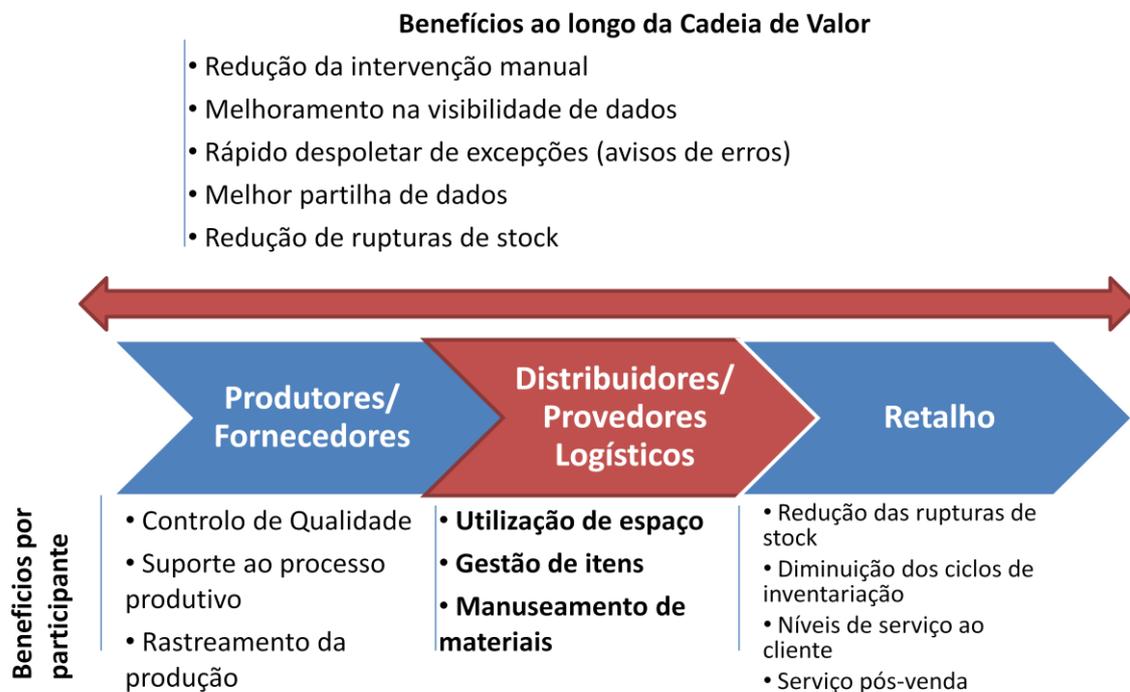


Figura 32 – Principais benefícios ao longo da cadeia de valor, com a introdução de RFID.  
(adaptado de [35])

Apesar das vantagens enumeradas, e por comparação com os seus mais directos competidores os sistemas RFID levarem vantagem, não é neste momento considerado o sistema norma para identificação automática, de forma generalizada é visto como um sistema bom para ser utilizada, mas num horizonte temporal de futuro.

Segundo [34], os principais problemas que actualmente esta tecnologia enfrenta para se tornar completamente aceite, e para o número de implementações, comece definitivamente a crescer de forma exponencial são:

- A falta de retorno sobre o investimento (ROI) para alguns tipos de empresa;
- Problemas de standarização;
- Investimento inicial elevado;
- Questões de integração de dados;
- Resistência à mudança;
- Redesenho de processos;
- A popularidade de códigos de barras;
- E por fim preocupações com privacidade. [36]

Uma das grandes razões de bloqueio à implementação desta tecnologia prende-se com o facto de ser muito difícil, efectuar uma análise com um grau de certeza elevado, acerca de quanto é que de facto a empresa que implemente esta tecnologia fica a ganhar. Normalmente a análise que é feita para o facto de se extrapolarem razões através de ganhos operacionais, associando assim os custos de implementação como custos de oportunidade. [37]

Relativamente aos itens enumerados, segundo [28], as barreiras, mais vezes citadas como as mais preponderantes, na implementação desta tecnologia, são as questões de privacidade, fiabilidade, custos e normas.

Em relação aos normas, surge como principal desafio, no sentido de ser um aspecto directamente regulamentado pelas diferentes associações governamentais, reguladoras do espectro de radiação. E torna-se essencial que para uma das principais vantagens do RFID, a interoperabilidade de sistemas, tanto a nível

mundial como a nível interno, com o uso de diferentes gamas de frequências para diferentes tipos de sector de actividade, algo que falta atingir.

O custo, por sua vez é considerado uma barreira, principalmente devido à recente utilização em ambientes industriais do RFID, e por existirem custos ainda não completamente conhecidos, decorrentes da introdução de uma tecnologia nova, e do conseqüente redesenhar de processos já estabelecidos, para além do investimento inicial em toda a infra-estrutura. [38]

Por fim, as questões de privacidade de dados. Em comum as razões anteriormente apresentadas, têm o facto, de serem questões técnicas, de mercado e de não estarem tão intrinsecamente dependentes de acções legislativas, como as questões de privacidade estão. Apesar de haver neste aspecto por parte da comunidade económica em que estamos inseridos, grandes esforços para normalizar, e instituir regras gerais ainda existe muito por fazer, no que concerne a defesa da privacidade. [40] [41] [42][43]

### **3.16. IMPLEMENTAÇÃO DE RFID**

A implementação de um sistema RFID numa determinada localização (Loja, Armazém ou outro tipo de estabelecimento) depende em muito da estratégia adoptada ao nível da etiquetagem dos objectos, bem como o tipo de tecnologia que se usa, activa, passiva ou semi-passiva.

Podemos pois por isso ter diversos níveis de etiquetagem, desde a etiquetagem singular, ou seja item a item (artigo a artigo), como por caixa, por lote, por palete, por alvéolo.

Os factores críticos são o valor dos artigos, a quantidade que é comprada, bem como o tipo de controlo que se pretende implementar. A variação do valor acrescentado da etiquetagem para a cadeia de valor vai desde a palete (menos impacto por cada palete poder conter uma quantidade grande de artigos,

amortizando o preço das *tags* por diversos produtos) até ao artigo (mais impacto, devido ao preço da tag ser incorporado pelo produto).

Existe sempre a possibilidade de roubo se a etiquetagem não for ao artigo, para artigos cujo valor é elevado a tendência será a etiquetagem à unidade, uma vez que a incorporação do custo da tag no preço final é residual.

### **3.17. CÓDIGO DE BARRAS VS RFID**

Sendo considerado como o futuro substituto do código de barras, actualmente considerado como norma no que diz respeito à identificação automática torna-se necessário analisar mais aprofundadamente as principais diferenças entre estas duas tecnologias de identificação automática.

Assim sendo e de forma a poder ter uma visão mais detalhada sobre essas principais diferenças passarei a efectuar a descrição dessas diferenças, pegando nas características base para os sistemas de identificação, a saber:

- Modificação de dados → Com RFID pode-se efectuar a modificação dos dados a serem lidos da tag, ou seja tanto as operações de leitura como escrita são permitidas, ao nível do código de barras temos apenas a função de leitura permitida, e não existe a possibilidade de atribuir informação diferente da inicial.
- Capacidade para alterar dados → Após ter sido impresso, o código de barras não poderá ser alterado. Assim sendo considera-se que este tipo de tecnologia de auto identificação, no que diz respeito à capacidade de alteração de dados, estática. Relativamente ao RFID temos uma situação oposta
- Capacidade de leitura de vários itens → No que diz respeito ao código de barras apenas podemos efectuar a leitura de diversos códigos de forma sequencial, quanto ao RFID temos mediante as características do reader a ser usado a possibilidade de efectuar a leitura de várias *tags* ou de apenas no limite de uma. As principais características a ter em conta para esta variabilidade de leituras possíveis, são desde logo o alcance de leitura do reader, bem como a tipologia da tag e do reader.

- Normas → Em termos de sistemas norma no que diz respeito ao código de barras, não se pode considerar que exista um norma que se possa dizer que seja universal, existindo enumeras tipologias de códigos de barras. No entanto as tipologias de códigos de barras mais usuais são suficientemente reduzidas, e generalizadamente aceites para serem consideradas estáveis. As mais usuais, e acoberto das normas internacionais ISO (International Organization for Normaization) são (UPC/EAN, Interleaved 2-of-5, Code 39, and Code 128) . No que diz respeito aos sistemas RFID, podemos ver uma descrição mais exaustiva no capítulo 3.4. sobre os diversos equipamentos constituintes de uma infra-estrutura RFID, onde são descritas as diversas gamas de frequência por tipologia de dispositivos em causa.
- Segurança → Com RFID pode-se efectuar encriptação de dados, não sendo o mesmo possível de efectuar com o código de barras.
- Distância de leitura → O sistema de identificação por código de barras é por norma mais limitado no que diz respeito ao alcance de leitura, quanto ao RFID, mais uma vez, podemos ter uma grande variabilidade de situações, mas genericamente temos ou alcance igual ou superior.

De uma forma resumida pode-se ver abaixo um resumo comparativo entre as duas tecnologias:

Tabela 7- Comparação entre a RFID e Código de Barras

<b>Característica</b>	<b>RFID</b>	<b>Código de Barras</b>
<b>Resistência Mecânica</b>	Alta	Baixa
<b>Formatos</b>	Variados	<i>Tags</i>
<b>Exige Contacto Visual</b>	Não	Sim
<b>Vida Útil</b>	Alta	Baixa
<b>Possibilidade de escrita</b>	Sim	Não

<b>Leitura Simultânea</b>	Sim	Não
<b>Dados Armazenados</b>	Alta	Baixo
<b>Funções Adicionais</b>	Sim	Não
<b>Segurança</b>	Alta	Baixa
<b>Custo Inicial</b>	Alto	Baixo
<b>Custo de Manutenção</b>	Baixo	Alto
<b>Reutilização</b>	Sim	Não
<b>Quantidade de dados(byte)</b>	16-64k	1-100
<b>Influência de sujidade</b>	Nenhuma influência	Muito alta
<b>Influência de algum tipo de cobertura</b>	Nenhuma influência	Falha total
<b>Influência da direcção e posição</b>	Nenhuma	Baixa
<b>Modificação e cópia não autorizada</b>	Impossível	Possível
<b>Velocidade de leitura</b>	Muito Rápido	Baixa
<b>Distância do reader</b>	Curta (0-50cm)	Média - Longa

De uma forma geral os benefícios principais do RFID são, a eliminação de erros de escrita e leitura de dados, recolha de dados de forma mais rápida e automática, redução de processamento de dados e maior segurança.

Quanto às vantagens da RFID em relação às outras tecnologias de identificação e recolha de dados, temos: operação segura em ambiente severo (lugares húmidos, molhados, sujos, corrosivos, altas temperaturas, baixas temperaturas, vibração,

choques), operação sem contacto e sem necessidade de campo visual e grande variedade de formatos e tamanhos.

De seguida sintetizam-se as vantagens exibidas pela tecnologia RFID, especificamente por comparação com o código de barras, e o seu enquadramento no decurso da cadeia de valor.

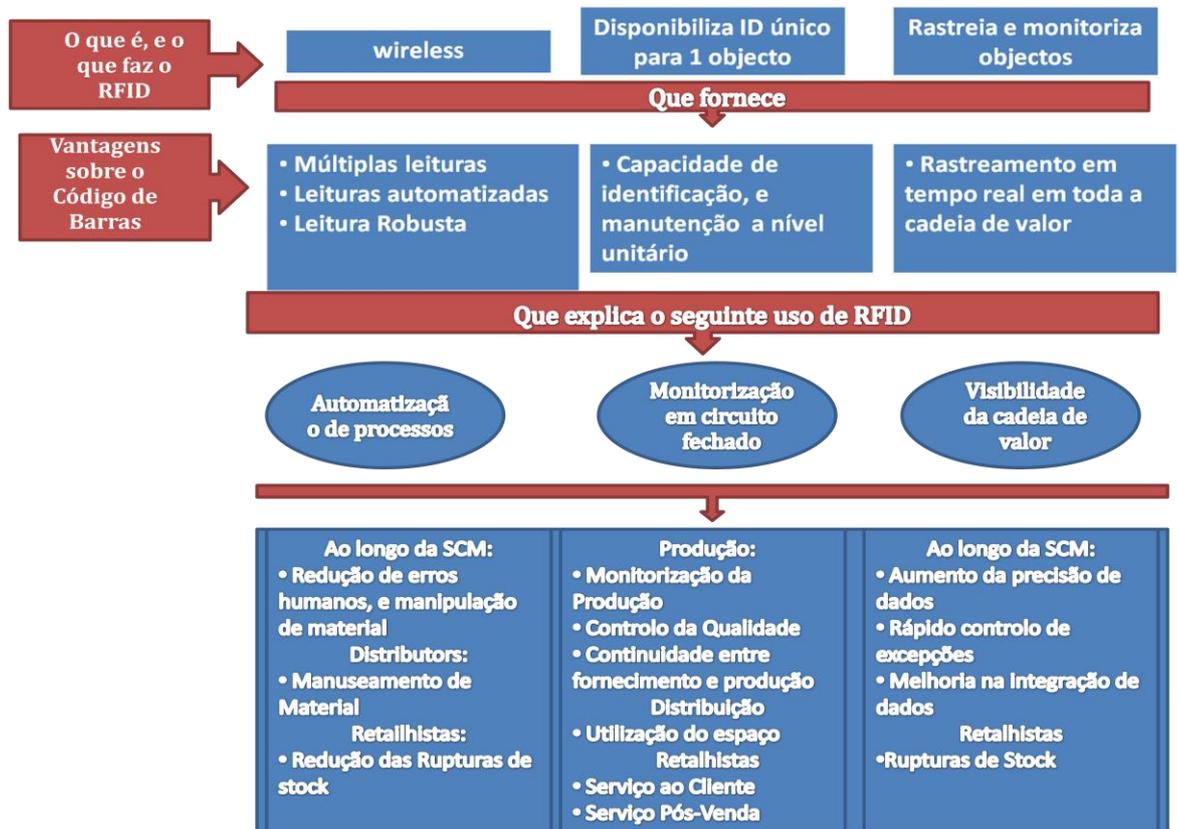


Figura 33 – Quando de Benefícios do RFID ao longo da SCM, por comparação com o RFID

### 3.18. CASOS PRÁTICOS DE APLICAÇÃO DO RFID

Dentro das inúmeras empresas que optaram por esta tecnologia, algumas aproveitaram para no acto de migração de tecnologia de identificação automática, fazerem também mudanças substanciais nos seus processos otimizando, e

exponenciando os novos fluxos informativos disponibilizados, pela tecnologia, bem como adaptando os seus modelos de negócio com este novo suporte.

Estas apostas, na reformulação de modelos de negócio, verificaram-se em diversas empresas, e em especial na área da gestão de itens, e na gestão de armazém no contexto de uma gestão global da cadeia de valor do produto. [44]

Existem actualmente imensas ideias e conceitos sobre em que aplicar o RFID. Muitas delas até com abordagens inovadoras. Neste momento estudos de mercado continuam a indicar que o RFID passivo continua a ser a escolha prevalecte (com 28%), no entanto os indicadores apontam para um aumento de utilização de *tags* RFID activas e sobretudo para um grande crescimento da utilização de sensores.

Cerca de 29% do mercado de utilizadores de RFID utiliza estes formatos de *tags* e, neste estudo, 40% dos inquiridos referiu que pensa vir a utilizar esta tecnologia. A utilização da *tags* passivas dever-se-á manter no mesmo nível dados os 27% que responderam que pretendem vir a utilizar esta tecnologia. [9]

Em termos de áreas de aplicação, pode afirmar-se que são cada vez mais e em situações distintas, a que nesta dissertação se aborda a tecnologia. Dentro das mais populares estão:

- Controlo de acessos de veículos.
- Identificação de documentos e controlo.
- Rastreio de animais.
- Rastreio de produtos farmacêuticos.
- Rastreio de pacientes e equipamento numa unidade de saúde.
- Medidas anti-contrafacção.
- Segurança alimentar.

De seguida, apresentam-se alguns casos reais de implementações de sistemas RFID.

### 3.18.1. THROTTLEMAN (PORTUGAL)

Desde 2006, que a Throttleman testa a tecnologia RFID, para etiquetar as suas peças de roupa como substituição dos tradicionais códigos de barras, tendo em vista melhorar a capacidade de resposta da sua operação logística, que devido ao crescimento da empresa, enfrentava sérias dificuldades.

O principal problema estava no espaço do armazém e no fato de haver pouco espaço, situação que afectava directamente a reposição dos artigos nas lojas. O *leadtime* na recepção do armazém era de 5 dias, que por sua vez tinha sérias consequências na fiabilidade da informação sobre o stock dos artigos no ponto de venda, ou seja, não existia sincronização entre a realidade do stock e o sistema informático, o que se reflectia na falta de determinados artigos.

As lojas não conseguiam informar o cliente de quando determinado artigo/tamanho ou cor iria chegar. A Throttleman sabia que esta situação traria consequências ao nível da fidelização dos seus clientes, que não estavam dispostos a esperar tantos dias por uma informação, sobre um artigo de vestuário, e facilmente poderiam comprar o que pretendiam a marcas concorrentes.

Por outro lado, os testes com RFID estavam a correr bem. Os artigos etiquetados com *tags* no armazém central obtiveram resultados de 100% de fiabilidade em todos os testes. A utilização de *tags* RFID tornava possível obter mais informação, de forma mais rápida e fiável acerca de cada peça de roupa, o que reduzia os custos operacionais relacionados com a logística e aumentava a fiabilidade da informação sobre o stock de artigos no armazém. [45] [46]

A Throttleman pretendia continuar a crescer, mas tinha decisões importantes a tomar – comprava um novo armazém? Ou desenvolvia o projecto tecnológico com RFID e apostava na eficiência operacional e Logística? Estendendo-a posteriormente a outras áreas da empresa, e quais seriam essas áreas?

O grande desafio que se apresenta à Throttleman será definir, quais as variáveis chave para a sua estratégia diferenciadora até 2010.

Para a Throttleman, tornou-se vital analisar constantemente as necessidades e opções dos clientes feitas na loja. E foi a esta necessidade que melhor respondeu o RFID. O fluxo de informação, do histórico das vendas tem elevada importância. Com base nessa informação, são tomadas decisões de forma a definir as quantidades a comprar (a empresa não fabrica) e a distribuir pela rede de lojas. A performance de cada loja é única, por exemplo a loja do Braga Park factura cinco vezes mais do que a loja no Madeira Shopping, mas esta, vende cinco vezes mais t-shirts do que a loja de Braga. [47]

O ano 2007 foi um ano com muitos acontecimentos marcantes para a empresa. Nesse ano, a Throttleman precisou aprender a lidar com o aumento das quantidades de artigos no seu armazém (arrumar 8.000 peças por hora), como consequência do grande aumento das vendas e do seu crescimento. O armazém central encontrava-se lotado e sem capacidade de resposta aos pontos de venda:

Tabela 8 - Evolução do n.º de lojas e da quantidade de artigos Throttleman (2003/2007)

	2003	2007	↑
<b>Nº de Lojas</b>	46	60	30%
<b>Área Comercial (m<sup>2</sup>)</b>	1900	5500	189%
<b>Tipos de Artigos</b>	1700	5850	244%
<b>Quantidade</b>	4100	1125000	174%

Adaptado de [49]

A operação logística apresentava sérias dificuldades:

- Leadtime na recepção do armazém elevado, os artigos ficavam demasiado tempo por conferir no armazém, em média 5 dias;
- Falta de capacidade na reposição semanal às lojas;
- Falta de espaço para stock no armazém;

- Fiabilidade do stock, ou seja, falta de sincronização da realidade do stock com o sistema informático;
- O ponto de venda não tinha disponível informação real sobre o stock dos artigos, e não conseguia dar uma informação com qualidade ao cliente sobre a chegada dos artigos à loja;
- A cadeia logística não estava a funcionar de forma eficiente. [46] [47]

Rapidamente, verificou que as *tags* (*tags*) tornavam possível obter mais informação, de forma mais rápida e fiável acerca de cada peça de roupa, o que reduzia os custos operacionais relacionados. Inclusive em 2007, a Throttleman conseguiu reduzir em 9% esses custos face ao ano anterior com o tratamento das peças de vestuário. O que tornou claro que se a empresa identificasse uma parte significativa da sua colecção com *tags*, iria conseguir, maior rapidez no processo de conferência dos produtos e de abastecimento às lojas. O seu leadtime no armazém diminuiria substancialmente de 5 dias para apenas 24 horas, uma vez que seria possível validar 15 mil artigos numa hora, o que por sua vez, permitiria ter menos peças em armazém, e menos espaço de armazenamento, que se traduzia numa redução significativa do espaço em armazém de 60%. Após a execução de testes foi possível definir o limite de 100 peças por caixa, de forma a otimizar o tempo de leitura e não haver necessidade de toque humano nos artigos, o que permitiria crossdocking para maximizar o uso do valioso espaço do armazém.

A implementação desta metodologia significa que a mercadoria é recebida (de diferentes fornecedores) e redireccionada (reunindo mercadorias dos vários fornecedores para as lojas de destino) através da utilização de um processo automático. O cross-docking possibilita que não seja feita uma armazenagem prévia dos artigos e que não exista necessidade de “toque” humano nos mesmos.

As *tags* tornavam possível a rastreabilidade completa de cada peça de vestuário desde o fornecedor até à loja, prevendo correctamente a chegada do artigo ao ponto de venda. A Throttleman estimava que o processo de etiquetagem das peças de vestuário com *tags* seria feito de forma gradual, e que num futuro próximo (2 anos), a sua aplicação estaria em todos os artigos de vestuário. Com esta tecnologia os

inventários seriam on-line, no armazém e nas lojas, isso teria um impacto positivo na experiência de compra dos clientes no ponto de venda.

Segundo a empresa, o facto do custo das *tags* estar a diminuir, também será um factor que contribuirá para o aumento do número de artigos etiquetados com RFID.

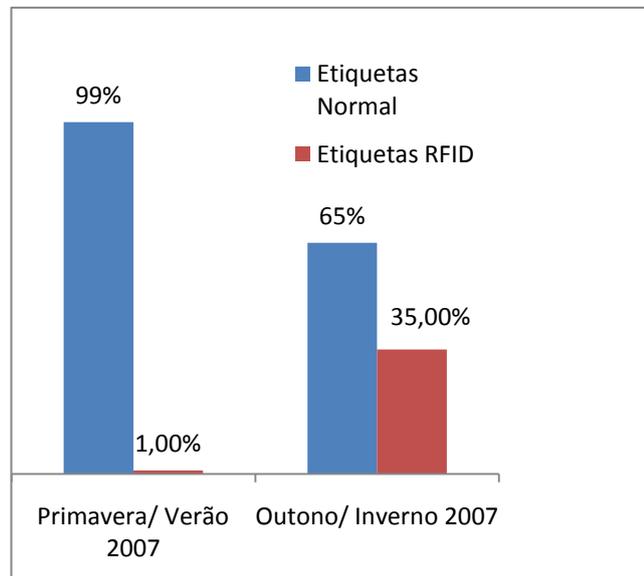


Gráfico 1 – Evolução da utilização de tags RFID na Throttleman no ano 2007 (em %) (adaptado de [47])

### 3.18.2. VICAIMA (PORTUGAL)

Esta empresa decidiu apostar na implementação de uma solução RFID. O RFID é utilizado nos produtos individuais transformados na Vicaima, em que todos os produtos passam a conter uma *tag* RFID para que o controlo de produção seja feito de uma forma eficiente e flexível.

A empresa enfrentando uma crescente procura mundial pelos seus produtos, decidiu optar pela tecnologia RFID com o objectivo de otimizar a produção baseando-se num aumento da eficiência do seu sistema de controlo de stocks.

A implantação do sistema RFID na produção ocorreu em duas fábricas, uma fábrica especializada em portas de madeira e produção em massa outra que é

especializada em portas que não se enquadram nas normas de fabrico, sendo que esta implantação englobará milhões de *tags*.

As *tags* são codificadas, impressas e anexadas na linha de produção. Os produtos podem ser localizados com rapidez e precisão, facilitando o movimento todo o processo de produção e aos armazéns. Esta implementação promoveu um dado novo significativo, rigoroso inventário. A aplicação de RFID está integrada na Vicaima com o sistema de ERP para a máxima flexibilidade e eficiência na produção e stock, bem como níveis de controlo.

Uma vez que as *tags* estão ligadas à porta, a porta é monitorizada durante todo o processo de produção. O sistema é totalmente automatizado, de modo a as máquinas podem ler que porta está a chegar e assim corresponder de forma adequada mediante as especificações de fabrico da mesma. Os fluxos pós produtivos, envio para armazém também foram automatizados recorrendo à tecnologia RFID, como sùmula desta implementação foi visível uma economia de tempo significativa por parte dos trabalhadores, uma vez que a necessidade de efectuar registos de movimentações de produto, deixaram de existir uma vez que passaram a ser automaticamente validados. [48][49]

### **3.18.3. WAL-MART**

A *Wal-Mart* surge em termos de mercado do RFID como um grande impulsionador da tecnologia. Essencialmente o uso de RFID na *Wal-Mart* centra-se em questões de gestão de inventário. Todo este processo exigiu dos principais fornecedores um ajustamento, pois o *Wal-Mart* exigiu a muitos dos seus principais fornecedores que, não só colocassem *tags* ao nível do palete, como também do próprio produto.

Análises internas apontam para as grandes vantagens ao nível da redução das lacunas de stock e excesso do mesmo, conseguindo, desta forma, um acréscimo de qualidade do serviço a prestar ao cliente ao mesmo tempo potenciando os lucros da empresa.

Os próprios fornecedores, após uma fase inicial de alguma descrença, reconheceram a vantagem competitiva, comercial e enorme potencial do RFID e estão, eles mesmos, a implementar os seus sistemas. Um exemplo disso é um dos maiores fabricantes de automóveis mundiais, a Ford. O mesmo se passou no início deste ano, quando o *Wal-Mart* canadiano anunciou a adesão à tecnologia, não necessitando sequer de obrigar os seus principais fornecedores a colocarem as *tags* nos seus produtos.

Equacionam-se outros usos para a tecnologia, concretamente para determinar as temperaturas às quais se encontram os produtos – prevenindo assim uma eventual degradação destes devido a más condições de armazenamento; quer também para ter informação centralizada nas suas aplicações sobre datas de validade de lotes e produtos, de forma a escoar aqueles com prazo inferiores.

As vantagens na gestão do inventário são claríssimas, quando uma experiência realizada pela empresa determinou que, em média, o tempo necessário para realizar um inventário reduziu das quatro horas para os 45 minutos fruto da colocação de *tags* activas nos veículos que efectuavam entregas. Permite igualmente melhorar a experiência dos clientes do retalhista, fruto da informação mais detalhada e actualizada que é possível prestar-lhes. Do ponto de vista da empresa o nível de automatização e redução de custos com pessoal são outras vantagens que faltavam referir.

#### **3.18.4. CENTRO DE EXPERIÊNCIAS RFID**

O centro de experiências RFID, situado em Veghel (Holanda), permite a potenciais clientes do RFID obter uma visão prática sobre todo o processo de logística baseado nesta tecnologia.

Este centro funciona como ponte entre a aplicação teórica e prática do RFID e foi o resultado da colaboração entre grandes empresas: SAP, Capgemini, Vanderlande, Tyco, Intel, Philips e HP. Estas empresas pretendem demonstrar, juntas, as vantagens do RFID. Em termos de competências:

- A SAP é responsável pelo software e suporte.
- A empresa holandesa Vanderlande é responsável pelo ambiente.
- A Capgemini oferece SAP, consultoria RFID e gestão de projectos.
- O fornecimento de *readers* RFID é da responsabilidade da Tyco.
- Os chips são tecnologia Philips.
- A administração dos servidores é feita pela HP.

Os benefícios da visualização prática da tecnologia são, essencialmente, esclarecedores para os visitantes que assim ficam a conhecer de que forma o RFID pode auxiliar-lhes o negócio.

O centro educa os potenciais clientes sob três aspectos essenciais: como funciona a tecnologia RFID; como integrar o RFID numa aplicação SAP; e qual é o caso de negócio por detrás do RFID.

O sucesso desta iniciativa está patente na percentagem de visitantes que entretanto já iniciaram implementações da tecnologia nos seus negócios – cerca de 10% dos visitantes implementaram ou estão a implementar RFID.[9]

### **3.18.5. LOGÍSTICA GLOBAL NA SCHENKER**

A empresa global de logística, Schenker, iniciou uma fase de testes, com a tecnologia RFID, para rastrear contentores utilizados para envios de longa distância. Este teste iniciou-se na sua subsidiária alemã, Deutsche Bahn, que colocou tecnologia RFID em 10 dos seus contentores. Esta é mais uma inequívoca resposta do mercado à grande utilidade vislumbrada no RFID no futuro de todos os processos logísticos, permitindo que os fornecedores e retalhistas controlem os seus bens ao longo de toda a cadeia de fornecimento.

Esta solução permitirá que os contentores sejam automaticamente registados onde a responsabilidade pelos bens muda. Desta forma essa encomenda ficará imediatamente visível em pontos fulcrais da cadeia de distribuição.

Apesar do elevado preço associado à colocação de *tags* em cada produto, as contribuições do investimento feito no RFID de empresas como a *Wal-Mart* e a *Metro*, precipitou uma descida dos preços das *tags*.<sup>[9]</sup>

## 4. IMPLEMENTAÇÃO DE PROTÓTIPO

O desenvolvimento do protótipo de suporte à dissertação, compreende duas fases. Em primeiro lugar o desenvolvimento de um sistema de suporte à gestão de armazém (*WMS – Warehouse Management System*), e conseqüentemente a este desenvolvimento, a integração na aplicação da tecnologia RFID passiva.

A integração de todos os fluxos operatórios de um armazém, entradas, movimentações internas, criação de listas de entrada/saída de materiais, e expedição são os elementos centrais na construção do WMS. A integração de tecnologia RFID, visa a demonstração prática das suas mais valias, aplicadas ao ambiente *indoor* de um armazém. Para que isto ocorra, os processos estão o mais possível integrados no desenvolvimento do sistema WMS.

O sistema de gestão de armazém para poder funcionar integralmente precisa de ter mapeados todos os seus locais de armazenamento, para que se possa efectuar funcionalidades de tracking aos materiais, bem como acções de inventariação.

Neste sentido como base lógica do funcionamento da aplicação estão disponibilizadas funcionalidades de mapeamento.

As operações mais comuns da logística que serão implementadas nesta dissertação são:

- Recepção/Movimentação/Expedição,
- Separação de pedidos (*Picking*) entradas e saídas de mercadorias,
- Inventário.

Para implementar o bloco de software destaca-se a utilização da arquitectura MVC, em ambiente web, para permitir uma descentralização do software no ambiente *indoor* do armazém.

Quanto ao bloco de hardware, destaca-se a utilização de um reader e *tags* passivas, com protocolo EM Marrin (EM4102)[52].

De seguida efectua-se um enquadramento mais detalhado, das tecnologias usadas, em toda a infra-estrutura montada no protótipo.

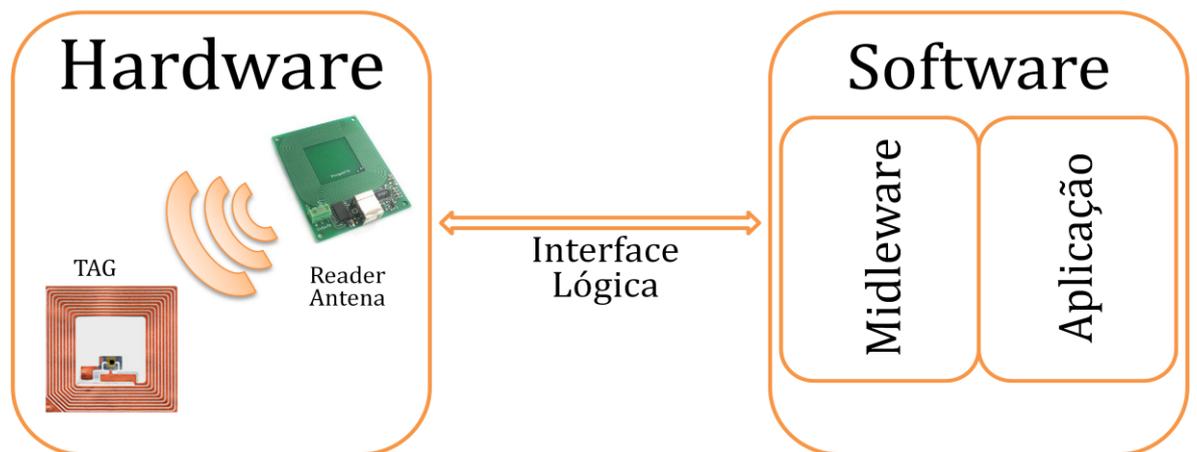


Figura 34 - Elementos da infra-estrutura RFID

#### 4.1. TECNOLOGIAS UTILIZADAS NO BLOCO DE HARDWARE

Dada a impossibilidade de utilização de tecnologia activa, e dado o custo elevado foi encontrada como solução o uso de tecnologia passiva. A maior premissa para a escolha de equipamento passivo foi por um lado o preço, dos mais baixos do mercado, e a capacidade de ler com fiabilidade as *tags*. Por outro lado e uma vez que a proposta da tese se enquadrava no desenvolvimento de uma plataforma de software onde se pudesse simular o ambiente de gestão de um armazém, a opção recaiu sobre um reader onde a integração com o ambiente de desenvolvimento web. A escolha da framework Visual Studio 2010 para desenvolvimento do software, teve o seu peso na escolha deste equipamento, pois a Phidget disponibiliza sripts de leitura embebidos em HTML (VBScript), permitindo assim aliar as funcionalidades Web da versão 2010, e tirar partido de todas as funcionalidades do reader.

O equipamento seleccionado para a elaboração do projecto foi o reader de Phidget RFID, que tem como principais características:

- Reader alimentado através de ligação USB que utiliza o protocolo EM Marrin (EM4102), que funciona na gama de frequências dos 125 KHz, e que é de leitura apenas;
- Comunicação via interface USB;
- Antena Integrada com alcance de leitura de 6 cm;
- LED (Light Emitting Diode) integrado que sinaliza as leituras.

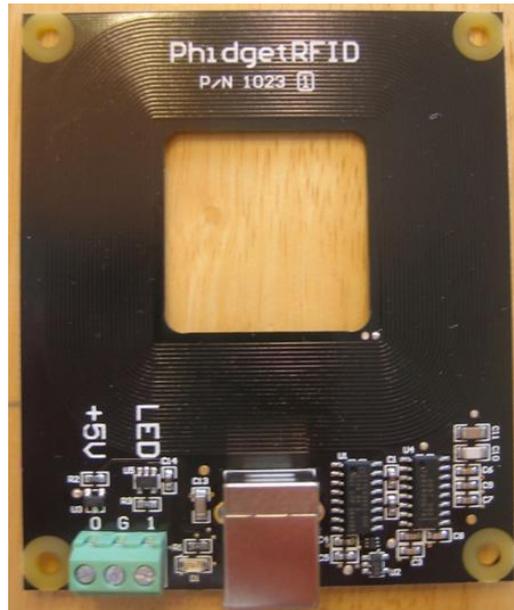


Figura 35 – Reader usado na integração com o WMS

Relativamente às *tags*, as principais características são:

- Respeitam o mesmo protocolo de comunicação do reader, precisamente para poderem ser legíveis pelo mesmo, e portanto, seguem o protocolo EM Marrin (EM4102);
- Contêm identificador único de 40 bits (Número interno, único dado que a tag disponibiliza);
- São de leitura apenas.



Figura 36 – Tags usadas durante o desenvolvimento da aplicação

## **4.2. TECNOLOGIAS UTILIZADAS NO BLOCO DE SOFTWARE**

O desenvolvimento de uma aplicação com disponibilidade de dados descentralizada, foi o principal factor para escolha de implementação de uma aplicação *web*. Em termos de suporte tecnológicos, para a execução da aplicação *web*, foi escolhida a Framework de desenvolvimento .Net 4.0 fazendo uso do ASP.NET MVC 2.0 utilizando C# como linguagem de programação e Visual Studio 2010 como plataforma de desenvolvimento.

Como referido esta opção permitirá assim uma descentralização da inserção e leitura de dados, situação ideal para um ambiente, como o de armazém onde podem existir diversos pontos de acesso, permitindo ainda que sejam efectuados acessos externos ao sistema, por exemplo de pontos de venda, para consultas de stock.

Como base de dados foi utilizada o Microsoft SQL Server 2008 Express Edition, pois já vem incluído como opção, na instalação do Visual Studio 2010. De seguida irá ser explicado o que cada tecnologia oferece e em que parte da foi implementada.

### **4.2.1.1. ARQUITECTURA DA SOLUÇÃO**

Como referido acima a aplicação tem por base uma arquitectura do tipo MVC. Esquemáticamente o funcionamento pode ser mostrado no gráfico abaixo, onde se pode verificar a estrutura do MVC que separa a aplicação em três partes principais.

O modelo representa os dados, a vista representa a visualização dos dados e o controlador manipula e roteia as requisições dos utilizadores.

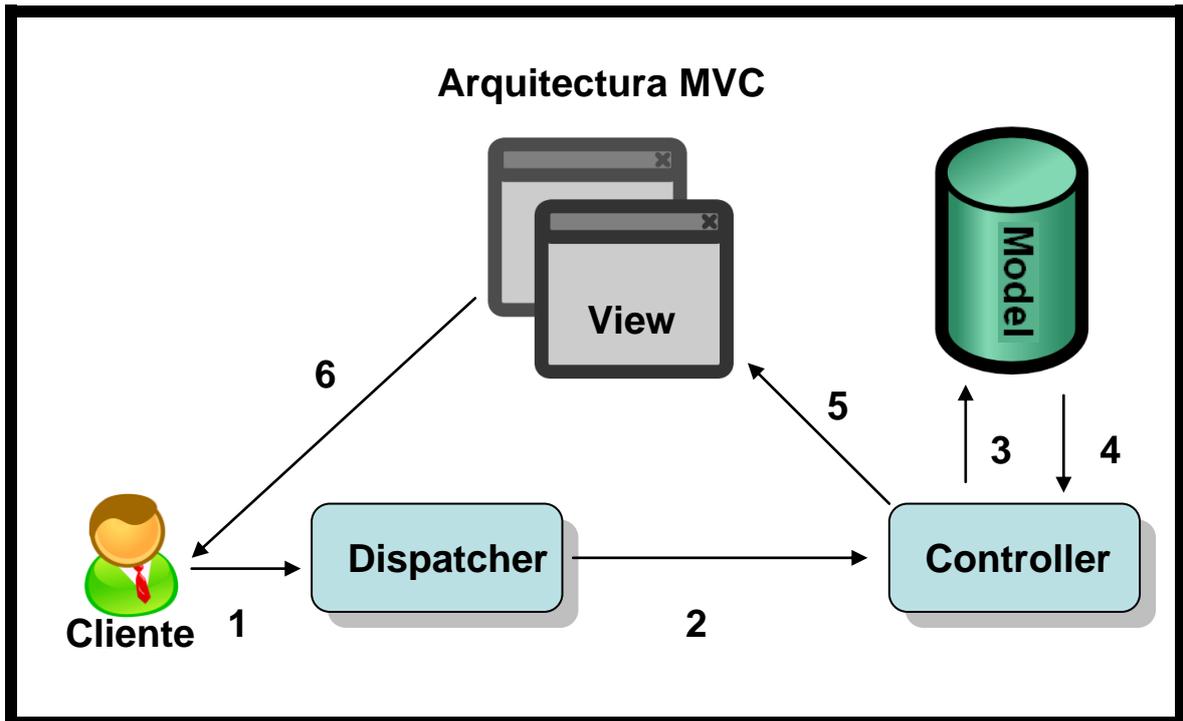


Figura 37 - Arquitectura Model-View-Controller usada na aplicação

1. O cliente executa no browser o endereço do site, e faz uma requisição ao mesmo.
2. O dispatcher verifica o URL requisitado e redirecciona ao controlador correcto;
3. O controlador executa a lógica específica da aplicação. Por exemplo, efectua a entrada de um item no armazém.
4. O controlador também usa os modelos para aceder aos dados da sua aplicação. Muitas vezes, os modelos representam as tabelas da base de dados. Neste exemplo, o controlador usa o model para trazer ao client as últimas entradas na base de dados;
5. Depois do controlador executar a sua lógica sobre os dados, ele retorna a informação para a view. A view faz com que os dados fiquem prontos para a apresentação ao utilizador.

6. Uma vez que a vista tenha usado os dados provenientes do controlador para construir a página, o conteúdo é retornado ao browser do Client.

Ou seja, o código fica dividido em 3 partes fundamentais:

- O modelo que representa os dados;
- A vista representa a visualização dos dados;
- O controlador manipula e roteia as requisições dos utilizadores.

#### **4.2.2. SQL SERVER 2008**

O MS SQL Server é um Sistema de Gestão de Bases de Dados, sistema gestão de Base de dados relacional criado pela Microsoft em parceria com a Sybase em 1988 e inserido como produto complementar do Windows NT. Ao final da parceria, em 1994, a Microsoft continuou a aperfeiçoar o produto. Com a nova versão o Microsoft SQL Server 2008 é fornecida uma plataforma de dados confiável, produtiva e inteligente que permite executar as aplicações de missão crítica mais exigentes, reduzindo o tempo e o custo com o desenvolvimento e a gestão de aplicações. Na prática funciona como um servidor de base de dados que permite a criação de base de dados e armazenamento de informações nelas. É através desta aplicação que são guardados os dados da aplicação para o servidor.

ASP.NET MVC 2.0 - ASP.NET é a plataforma da Microsoft para o desenvolvimento de aplicações Web e é o sucessor da tecnologia ASP. É um componente do IIS<sup>3</sup> que permite através de uma linguagem de programação integrada

---

<sup>3</sup> IIS (Internet Information Services - anteriormente denominado Internet Information Server) é um servidor web criado pela Microsoft para seus sistemas operacionais para servidores. É formado basicamente por dois tipos de aplicações:

\* Páginas Web: Tradicionais acessadas por usuários, contém a extensão ASPX

\* Web Services: Funções disponibilizadas pela rede, chamada por aplicativos ASMX

na .NET Framework criar páginas dinâmicas. Não é nem uma linguagem de programação como VBScript, php, nem um servidor web como IIS, Apache.

O ASP.NET é baseado no Framework .NET herdou todas as suas características, por isso, como qualquer aplicação .NET, as aplicações para essa plataforma podem ser escritas em várias linguagens, como C# e Visual Basic .NET.

Uma aplicação para web desenvolvida em ASP.NET pode reutilizar código de qualquer outro projecto escrito para a plataforma .NET, mesmo que em linguagem diferente. Uma página ASP.NET escrita em VB.NET pode chamar componentes escritos em C# ou Web Services escritos em C++, por exemplo. Ao contrário da tecnologia ASP, as aplicações ASP.NET são compiladas antes da execução, trazendo sensível ganho de desempenho.

#### **4.2.3. JAVASCRIPT**

JavaScript é uma linguagem de programação criada por Brendan Eich para a Netscape em 1995, que a princípio se chamava LiveScript. A Netscape, após o sucesso inicial desta linguagem, recebeu uma colaboração considerável da Sun, a qual permitiu o uso do nome JavaScript para alavancar o Livescript, porém as semelhanças entre a linguagem da Sun o Java e o Javascript são quase nulas.

A linguagem foi criada para atender, principalmente, às seguintes necessidades:

- Validação de formulários no lado cliente (programa navegador);
- Interacção com a página.

De acordo com seu sistema de tipos, o JavaScript é:

- dinâmica - uma variável pode assumir vários tipos diferentes durante a execução;
- implícita - as variáveis são declaradas sem tipo.
- É interpretada, ao invés de compilada;

- Possui ótimas ferramentas padrão para listagens (como as linguagens de script, de modo geral);
- Oferece bom suporte a expressões regulares (característica também comum a linguagens de script).

A sua união com o CSS é conhecida como DHTML. Usando o Javascript, é possível modificar dinamicamente os estilos dos elementos da página em HTML.

Dada sua enorme versatilidade e utilidade ao lidar com ambientes em árvore (como um documento HTML), foi criado a partir desta linguagem um padrão ECMA, o ECMA-262, também conhecido como ECMAScript. Este padrão é seguido, por exemplo, pela linguagem ActionScript da Adobe (Antigamente Macromedia, porém a empresa foi vendida à Adobe).

Além de uso em navegadores processando páginas HTML dinâmicas, o JavaScript é hoje usado também na construção do navegador Mozilla, o qual oferece para a criação de sistemas GUI todo um conjunto de ferramentas (na sua versão normal como navegador, sem a necessidade de nenhum software adicional), que incluem (e não apenas) um interpretador de Javascript, um comunicador Javascript  $\leftrightarrow$  C++ e um interpretador de XUL, linguagem criada para definir a interface gráfica de aplicações.

#### **4.2.4. HTML**

HTML (HyperText Markup Language, que significa Linguagem de Marcação de Hipertexto) é uma linguagem de marcação utilizada para produzir páginas na Web. Os documentos HTML podem ser interpretados por navegadores. A tecnologia é fruto da "união" dos padrões HyTime e SGML. HyTime é um padrão para a representação estruturada de hipermídia e conteúdo baseado em tempo. Um documento é visto como um conjunto de eventos concorrentes dependentes de tempo (como áudio, vídeo, etc.), conectados por hiper-ligações. O padrão é independente de outros padrões de processamento de texto em geral.

SGML é um padrão de formatação de textos. Não foi desenvolvido para hipertexto, mas tornou-se conveniente para transformar documentos em hiper-objetos e para descrever as ligações.

#### 4.2.5. VBSCRIPT (CÓDIGO FONTE PHIDGET)

VBScript (acrônimo de Microsoft Visual Basic Scripting Edition) é um sub-sistema do Visual Basic usado em Active Server Pages e em Windows Scripting Hosts como uma linguagem de aplicação universal (general-purpose). O VBScript é frequentemente usado em substituição aos arquivos de lote do DOS.

VBScript é interpretado por um script engine, seja um ASP num ambiente web, wscript.exe num ambiente Windows, ou cscript.exe num ambiente de linha de comando.

Os arquivos VBscript têm normalmente a extensão .vbs.

Se o Windows Scripting Host estiver correctamente instalado e ativo, o programa é executado assim que se clica duas vezes no ícone do arquivo.

A versão VBScript implementada no Internet Explorer é muito semelhante em funções ao JavaScript: tem um interpretador que processa código embutido em HTML, e por si próprio não pode criar aplicações stand-alone.

Ao nível da aplicação desenvolvida o uso de VBScript foi indispensável, dado o enquadramento Web. Para poder usar o reader RFID da Phidget, foi necessário incluir o ID de classe sobre a criação do objecto no código.

Esta acção permitiu que o navegador soubesse qual a biblioteca para tentar carregar para as definições do reader. Cada tipo de Phidget tem seu ClassID listados no documento ClassID\_List.txt do VBScript. Por exemplo, na aplicação essa definição foi feita com a inclusão do código abaixo:

```
<object classid="clsid:50484945-4745-5453-3000-000000000007" id="RFID1">
  </object>
```

Outros exemplos de métodos usados, são os usados para verificação de disponibilidade do reader, com controlos de imagem e acesso a livreria:



Figura 38 – imagem indicativa de indisponibilidade de RFID



Figura 39 – imagem indicativa de disponibilidade de RFID

```
<script type="text/vbscript">  
  
Sub InitializeRFID()  
RFID1.Open()  
RFID1.waitForAttachment(1000)  
  
If Not RFID1.IsAttached Then  
    RFIDInitializer.src = "../Content/Images/RFID_off.png"  
    RFIDIsInitialized.value = "false"  
    msgbox "O dispositivo de RFID não se encontra conectado... Conecte-o e reinicialize o dispositivo..."  
End If  
  
If Not IsObject(RFID1) Then  
    RFIDInitializer.src = "../Content/Images/RFID_off.png"  
    RFIDIsInitialized.value = "false"  
    msgbox "As bibliotecas necessárias para o dispositivo RFID não se encontram instaladas... Efectue a sua  
instalação e reinicialize o dispositivo..."  
    Stop  
End If  
  
If RFID1.IsAttached Then  
    RFIDInitializer.src = "../Content/Images/RFID_on.png"  
    RFIDIsInitialized.value = "true"  
End If  
  
End Sub  
  
Sub RFID1_OnTag(ByVal Tag)  
    rfidTag.value = Tag  
  
    findAndFillRFIDCodeField()  
End Sub  
  
Sub RFID1_OnTagLost(ByVal Tag)  
    ' rfidTag.value = Tag  
    ' findAndFillRFIDCodeField()  
End Sub  
  
Sub CheckRFIDInitializationStatus()  
  
If RFID1.IsAttached Then  
    RFIDInitializer.src = "../Content/Images/RFID_on.png"  
    RFIDIsInitialized.value = "true"  
End If  
  
End Sub  
  
</script>
```

### **4.3. SOLUÇÃO DE DESENVOLVIMENTO**

O software escolhido para desenvolver a aplicação, alvo do trabalho de dissertação foi o Visual Studio 2010.

A escolha recaiu sobre este software deve-se ao facto de este representar o ultimo avanço da Microsoft sobre as soluções de programação Visual Studio, e por esta última em particular, ser bastante intuitiva na aplicação de uma arquitectura do tipo MVC (Model-View-Controlador).

Esta arquitectura aliada a um desenvolvimento num ambiente Web foi a solução que por um lado permitia construir uma aplicação com uma base sólida de fundamentos de negócio, devidamente separados da lógica e estrutura de funcionamento do programa. Assim será espectável que o aproveitamento do trabalho desenvolvido, para futuros melhoramentos seja mais facilitado.

### **4.4. APLICAÇÃO**

Em termos de organização lógica da aplicação, foi tido em conta para o desenvolvimento duas áreas distintas, que se enquadram na lógica de negócio, que se quer implementar.

Em termos lógicos temos uma zona de FrontOffice, onde são tratados, todos os fluxos de informação, do armazém bem como a lógica subjacente ao processo de gestão de armazém.

Para esta área temos a possibilidade, de efectuar o fluxo processual, desde o primeiro input, as encomendas, até ao processo final de expedição de seguida apresenta-se um fluxograma com as sequências de processamento relativas a esta área do programa.



Figura 40 - Layout de acesso às funcionalidades de Front-Office

Por outro lado temos uma área onde se deverão efectuar carregamentos de dados para que o FrontOffice seja funcional. Estes carregamentos de dados serão de seguida analisados mais em pormenor e enquadrados com o modelo de dados implementado.



Figura 41 – Ecrã de acesso às funcionalidades de BackOffice

#### 4.4.1. MODELO DE DADOS

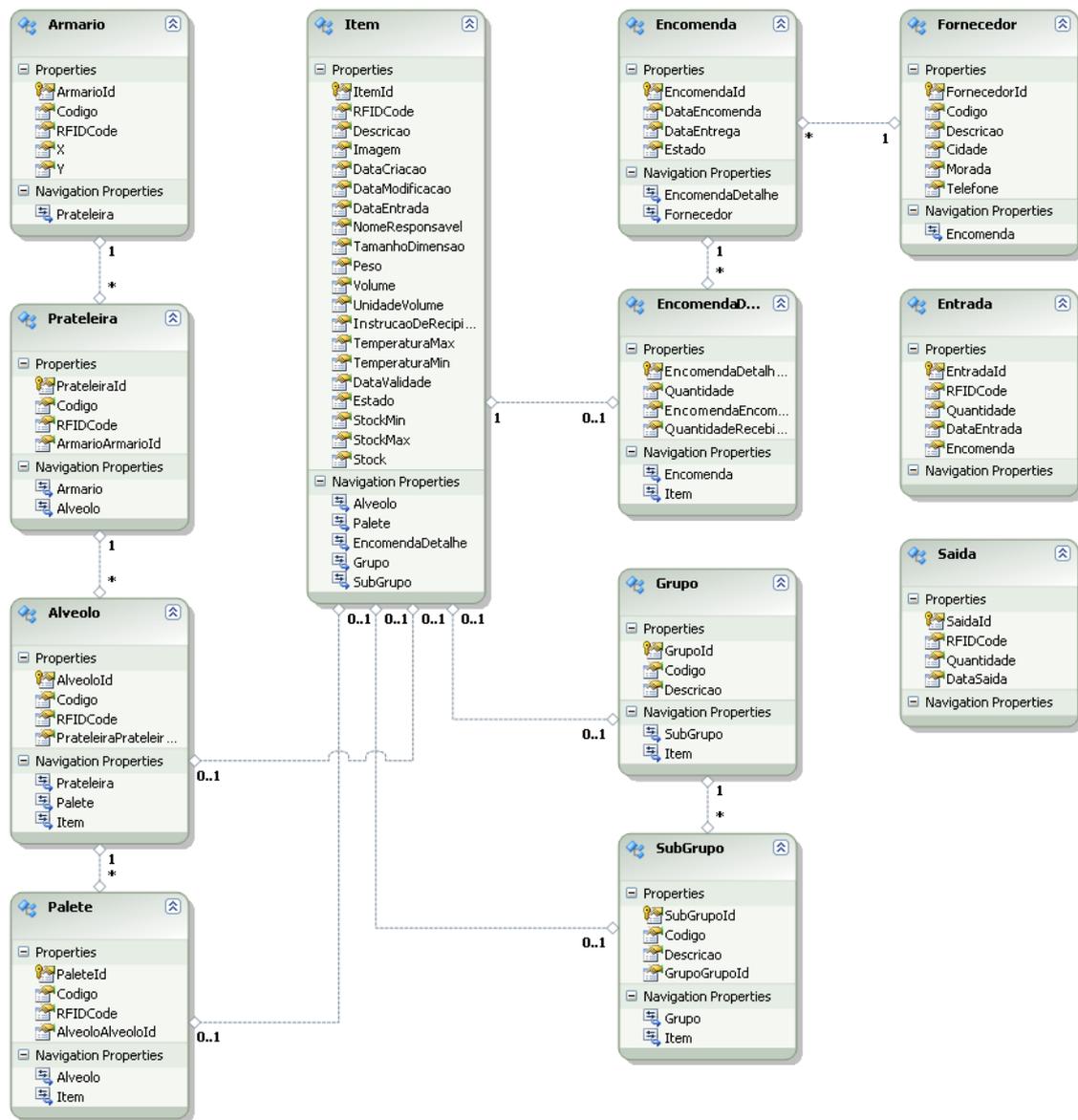


Figura 42- Modelo de dados implementado

Relativamente à outra área desenvolvida, centrou-se na criação dos dados mestre, para serem usados na área de FrontOffice do programa e nesse sentido os dados criados na zona de BackOffice são fundamentais para o correcto funcionamento da aplicação. Para passar entre as de uma das áreas de gestão de armazém Front-office, e Back-office seleccionar:



Figura 43 – Botão de mudança entre áreas Backoffice e Frontoffice

#### 4.4.1.1. INTEGRAÇÃO DE BACKOFFICE

O modelo de dados está elaborado de forma que haja uma hierarquia bem definida concretamente em relação à funcionalidade de mapeamento dos locais de armazenamento de materiais.

A estrutura para o desenvolvimento desta aplicação terá como variáveis básicas para o seu desenvolvimento as seguintes figuras. As figuras usadas para que se possa mapear desde início um armazém, e estão organizadas de forma hierárquica:

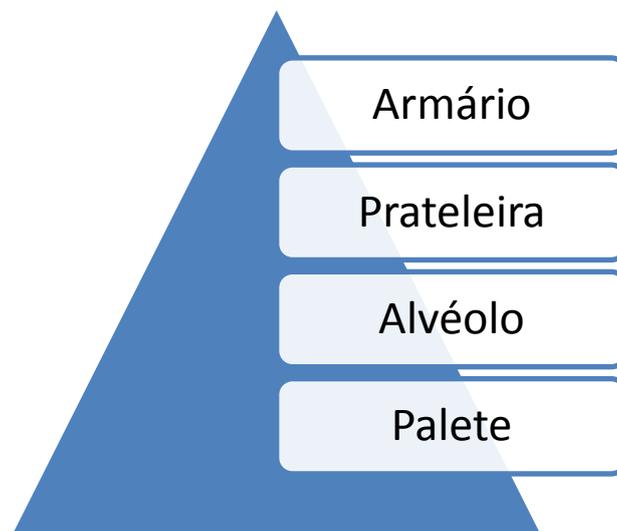


Figura 44 – Hierarquia das figuras usadas para mapeamento de armazém

Esta hierarquia foi estabelecida ao nível do modelo de dados, com a atribuição de relações de entre as tabelas correspondentes. Esquemáticamente foi atribuída a seguinte relação entre estas 4 tabelas:

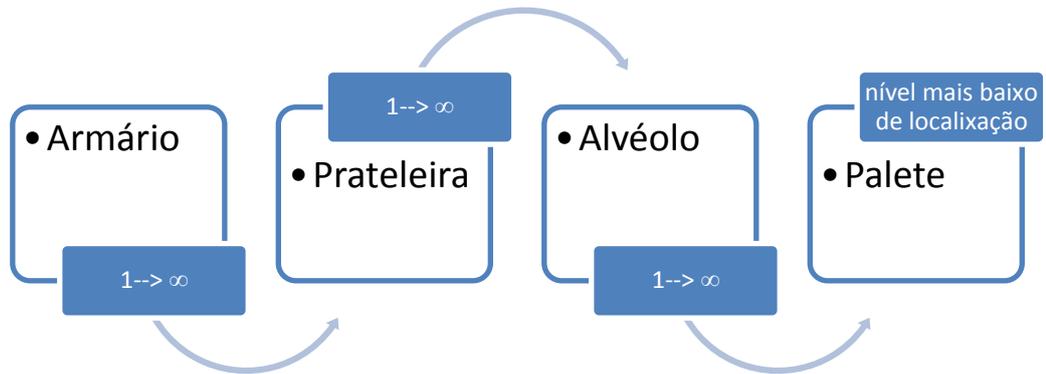


Figura 45 – Relação entre as tabelas de mapeamento de localização

A tabela Armário contém campos necessários para poder efectuar uma construção dinâmica de um layout de localização de itens, nesse sentido foram disponibilizados dois campos, x e y, para servirem de coordenadas para a localização, e inventariação dos itens, acesso via [Listagem](#).

A imagem mostra a interface de utilizador do sistema "Gestão de Armazém". No topo, há um menu de navegação com as opções: Início, Armários, Prateleiras, Alvéolos, Paletes, Itens, Grupos, Sub-Grupos e Fornecedores. O formulário principal, intitulado "Criação de Armário", contém uma secção "Campos" com os seguintes campos de entrada:

Código	<input type="text"/>	Código RFID	<input type="text"/>
X	<input type="text"/>	Y	<input type="text"/>

Abaixo dos campos, há um botão "Criar" e um link "Listagem".

Figura 46 – Ecrã de criação de Armário

A criação de locais de endereçamento para mapear prateleiras, tem como funcionalidades disponibilizadas, a atribuição de um código RFID, bem como a referência de um armário, já criado na base de dados. Os dados preenchidos neste ecrã retornam informação para a tabela Prateleira.

The screenshot shows the 'Gestão de Armazém' application interface. At the top, there is a navigation bar with a logo and the title 'Gestão de Armazém'. Below the navigation bar, there is a menu with the following items: 'Início', 'Armários', 'Prateleiras', 'Alvéolos', 'Paletes', 'Items', 'Grupos', 'Sub-Grupos', and 'Fornecedores'. The main content area is titled 'Criação de Prateleira'. It contains a form with the following fields: 'Código', 'Armário', and 'Código RFID'. There is a 'Criar' button and a dropdown menu with options 'A1' and 'A4'. A 'Listagem' link is located at the bottom left of the form area.

Figura 47 – Ecrã de criação de prateleiras

Para criação de alvéolos, foi desenvolvido um ecrã semelhante ao das prateleiras com a diferença de a atribuição hierarquica superior serem as prateleiras criadas na base de dados. Os dados preenchidos neste ecrã retornam informação para a tabela Alveolo.

The screenshot shows the 'Gestão de Armazém' application interface for creating a 'Alvéolo'. It features the same navigation bar and menu as Figure 47. The main content area is titled 'Criação de Alvéolo'. The form contains fields for 'Código', 'Prateleira', and 'Código RFID'. A 'Criar' button is present, and a dropdown menu is open showing options 'P1' and 'P4'. A 'Listagem' link is located at the bottom left of the form area.

Figura 48 – Ecrã de criação de alvéolos

Por fim o nível mais baixo de endereçamento, criação de paletes, também têm um ecrã próprio. Os dados preenchidos neste ecrã retornam informação para a tabela Paleta.

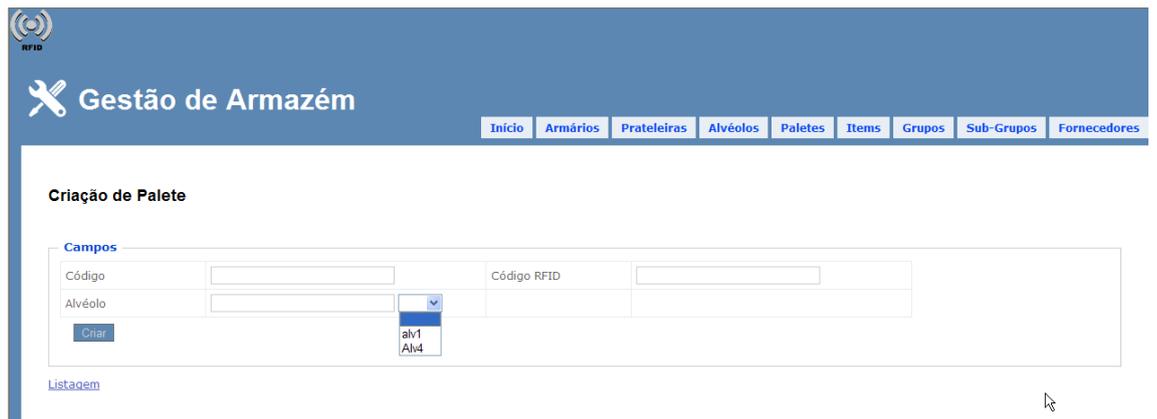


Figura 49 – Ecrã de criação de paleta

Para todas as figuras para configuração do armazém são também disponibilizadas as funcionalidades de edição e eliminação, acedendo a cada um dos labels referentes disponibilizados na vista de BackOffice.



Figura 50- Botões de acesso ao mapeamento de armazém

Em relação ao endereçamento de materiais aos locais mapeados, foi tido em conta que os materiais podem ter variações significativas de tamanho, e que por isso o nível de endereçamento mais baixo não se adequaria, e nesse sentido foi estabelecida uma relação entre as tabelas de mapeamento alvéolo e paleta, de 1 para 1, com a tabela de item, ou seja podemos ter o endereçamento de 1 item a um alvéolo ou a uma paleta.

Relativamente à criação de itens foi também desenvolvido um ecrã para esse mesmo efeito.



Figura 51 – Ecrã de Criação de Itens

A tela de inserção de dados de item dispõe de todos os campos configurados no modelo:

#### Criação de Itens

**Campos**

Código RFID	<input type="text"/>	Descrição	<input type="text"/>
Grupo	<input type="text" value="v"/>	Sub-Grupo	<input type="text" value="v"/>
Alvéolo	<input type="text" value="v"/>	Paquete	<input type="text" value="v"/>
Data de Criação	<input type="text" value="15-10-2010"/> <input type="text" value=""/>	Data de Modificação	<input type="text" value="15-10-2010"/> <input type="text" value=""/>
Data de Entrada	<input type="text" value="15-10-2010"/> <input type="text" value=""/>	Data de Validade	<input type="text" value="15-10-2010"/> <input type="text" value=""/>
Nome do Responsável	<input type="text"/>	Tamanho ou Dimensão	<input type="text"/>
Peso	<input type="text"/>	Volume	<input type="text"/>
Unidade de Volume	<input type="text"/>	Instrução de Recipiente	<input type="text"/>
Temperatura Min.	<input type="text"/>	Temperatura Max.	<input type="text"/>
Stock Min.	<input type="text"/>	Stock Max.	<input type="text"/>
Estado	<input type="checkbox"/>	Stock	<input type="text" value="0"/>

Figura 52 – Ecrã para preenchimento de dados de Item

Sendo o elemento central na gestão do armazém foram implementadas duas tabelas com o propósito de poder segmentar os vários tipos de item existentes. Concretamente este objectivo foi atingido com a implementação das tabelas Grupo e SubGrupo, estabelecendo uma relação entre elas de hierarquia, concretamente, 1 registo de Grupo pode corresponder a vários da tabela Subgrupo.

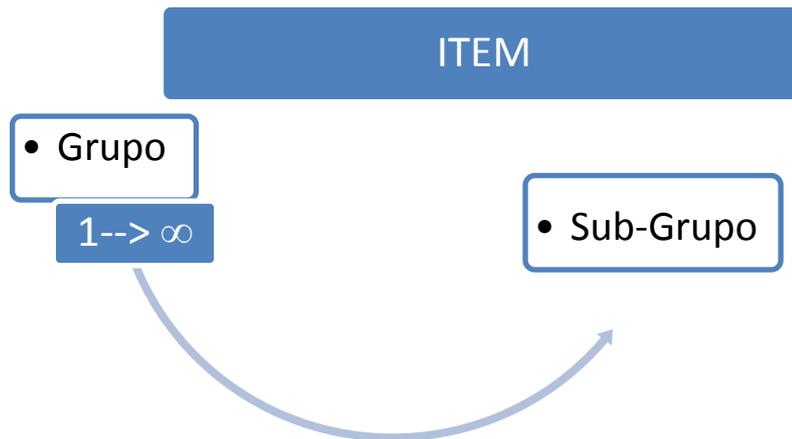


Figura 53 – Relação Hierárquica estabelecida entre o Grupo e o Sub-Grupo

Por fim e para terminar a descrição das das interações, via modelo, do bloco de BackOffice, foi também implementado um ecrã para carregar dados relativos a fornecedores. Este ecrã serve essencialmente para se poder efectuar uma distinção clara, de onde provêm as encomendas para assim ter disponíveis dados para rastrear a proveniencia dos materiais que dão entrada no armazém.

The screenshot shows the 'Gestão de Armazém' interface. At the top, there is a blue header with the 'RFID' logo and the title 'Gestão de Armazém'. Below the header, there is a navigation menu with buttons for 'Início', 'Armários', 'Prateleiras', 'Alvéolos', 'Paletes', 'Items', and 'Grupo'. The main content area is titled 'Criação de Fornecedor'. Underneath, there is a section labeled 'Campos' containing a form with the following fields: 'Código', 'Descrição', 'Cidade', 'Morada', and 'Telefone'. Each field has a corresponding input box. Below the form is a 'Criar' button. At the bottom left of the form area, there is a 'Listagem' link.

Figura 54 – Ecrã de criação de Fornecedores

#### 4.4.1.2. INTEGRAÇÃO DE FRONTOFFICE

Para desenvolvimento desta secção teve-se em conta os níveis de implantação das *tags* para identificação de quantidades de materiais em circulação no armazém.

Devido ao custo elevado de uma etiqueta se comparada com a maioria dos bens de consumo foi traçado como objectivo por um lado disponibilizar a entrada/saídas de itens de armazém reduzindo ao máximo o tratamento manual, e por outro que fosse possível efectuar caso a identificação dos materiais não fosse individual, dar entrada manual de quantidades associadas ao fluxo ou de entrada (processo de entrada de itens) ou de saídas (processo de expedição de itens).

Os níveis definidos como já referido foram e de forma crescente: item, palete, alvéolo, prateleira, armário, sendo estes dados carregados em ambiente de BackOffice.

Em termos de fluxo lógico de interacção com a aplicação, a mesma segue o workflow da figura a baixo:

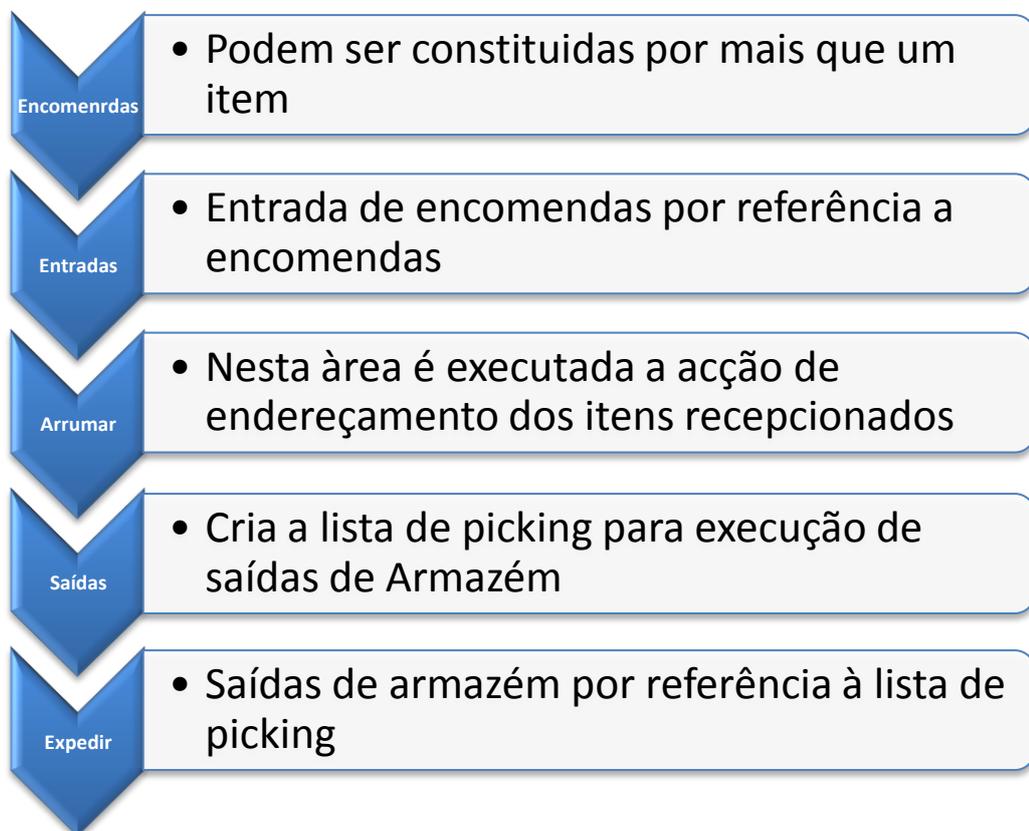


Figura 55 – Fluxo processual simplificado

Paralelamente ao workflow e em qualquer um dos pontos do fluxo são também disponibilizadas funcionalidades de inventariação de itens.

O cenário procurado por todos, é de facto, ter um nível de implementação ao nível do item. Neste cenário cada produto irá ter sua identificação única e poderá ser rastreado por toda cadeia de forma individual. Devido ao alto valor dos tags este nível ainda não pode ser aplicado à maioria dos produtos dos bens de consumo e alimentos, mas pode sim ser aplicado a itens de alto valor.

Toda a movimentação dentro do centro de distribuição é controlada com o objectivo de se executar todo o processo da forma mais eficiente possível.

O *WMS* mapeia o armazém de forma que toda carga física recebida, movimentada ou expedida do depósito é controlada pelo *WMS*. O *WMS* também gere a estrutura de armazenagem do depósito bem com a decisão de qual unidade do produto vai ser expedida (usando como parâmetro de decisão, data de fabricação, lote, data de recepção ou outro parâmetro definido de acordo com o produto armazenado).

As operações mais comuns da logística que serão implementadas nesta dissertação são: Separação de pedidos (*Picking*) de entrada e saídas, Inventário, Recepção/Movimentação/Expedição, Endereçamento.

#### **4.4.1.2.1. INVENTÁRIO**

O inventário é uma operação executada periodicamente com a função de contabilizar todos os itens dentro de uma unidade (um centro de distribuição, uma fábrica, escritórios etc) para verificar se os dados do sistema estão de acordo com a situação física actual. Sem a utilização do RFID os inventários são realizados com código de barras ou no processo de contagem manual.

Existem diversas formas de se fazer um inventário como também inventários de diversos tipos de itens. Inventário rotativo e Inventário periódico são duas classificações que definem a forma de como o inventário é feito. Já inventário de

activos e inventário de produtos armazenados são formas de classificar o inventário pelo item a ser controlado.

Para uma visão mais detalhada de como o RFID melhora o processo hoje realizado, deve avaliar qual o tipo de item a ser controlado, uma vez que para esta classificação dos tipos de inventário, os ganhos são diferentes.

Na implementação desta funcionalidade foi desenvolvido um ecrã a partir do qual pode ser efectuada a leitura de um código de item RFID, e aceder a uma vista de detalhe onde podem ser visualizados os dados de detalhe sobre o referido item, e proceder à alteração do stock de produto.

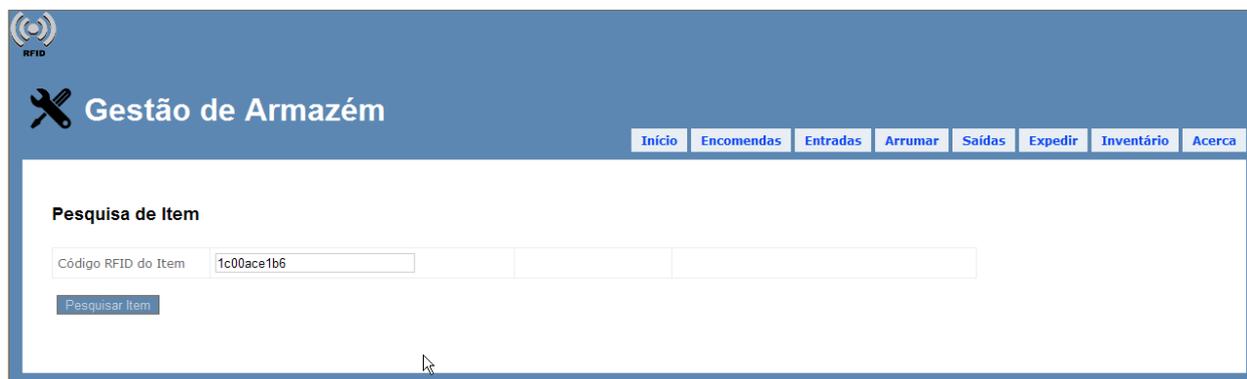


Figura 56 – Ecrã de Inventário

Com a disponibilização deste ecrã, pretende-se disponibilizar funcionalidades de ajuste de inventário.

#### **4.4.1.2.2. RECEPÇÃO , MOVIMENTAÇÃO DE ITENS, E EXPEDIÇÃO COM RFID**

As operações de movimentação de itens foram divididas em alguns processos:

- recepção,
- armazenamento,
- expedição.

A Recepção é o processo de entrada de um produto/item num centro de distribuição/ armazém.

Os produtos são trazidos para os armazéns através de caminhões que param no centro de distribuição em estruturas conhecidas como docas. As docas são as portas de entrada para os itens dentro de um armazém.

Quando por exemplo um caminhão estaciona na doca, equipamentos de movimentação de cargas recebem do sistema WMS a referência da encomenda e então inicia-se o processo de descarga do caminhão.

Via sistema o operador acede à informação de que existe uma lista de itens que deram entrada e que se encontram em lista de espera para armazenamento. Com esta informação o operador consegue atribuir uma localização ao item entrado, e efectuar uma validação do local pela leitura do código RFID do local, efectuando assim a confirmação do armazenamento da carga. Assim se garante que o produto foi armazenado na posição correcta. O sistema faz a verificação desta informação e processa o armazenamento.

A Expedição é o processo final de um produto dentro de um centro de distribuição.

Quando um operador vai realizar a expedição ele recebe uma lista de com todos os itens que terá que levar à doca de saída.

Desta forma o operador deve pegar o produto indicado pelo sistema, inserir o código do produto e o local do qual ele vai ser retirado, levar o produto até a doca de saída, para garantir que o processo foi executado correctamente.

Com a finalização da expedição todo o processo de movimentação interna de um armazém fica coberto.

De seguida são enquadrados estes processos, na integração efectuada da tecnologia RFID, com o WMS desenvolvido.

### 4.4.1.2.3. ENCOMENDAS

Esta funcionalidade permite a criação de cabeçalho de encomenda bem como diversas linhas por encomenda no sentido de que cada linha represente um item.

Em termos lógicos, foram criadas duas tabelas, sendo que uma EncomendaDetalhe tem uma relação de 1 para 1 com a tabela de itens, e a relação entre as tabelas de encomenda e de encomenda detalhe é de 1 para ∞.

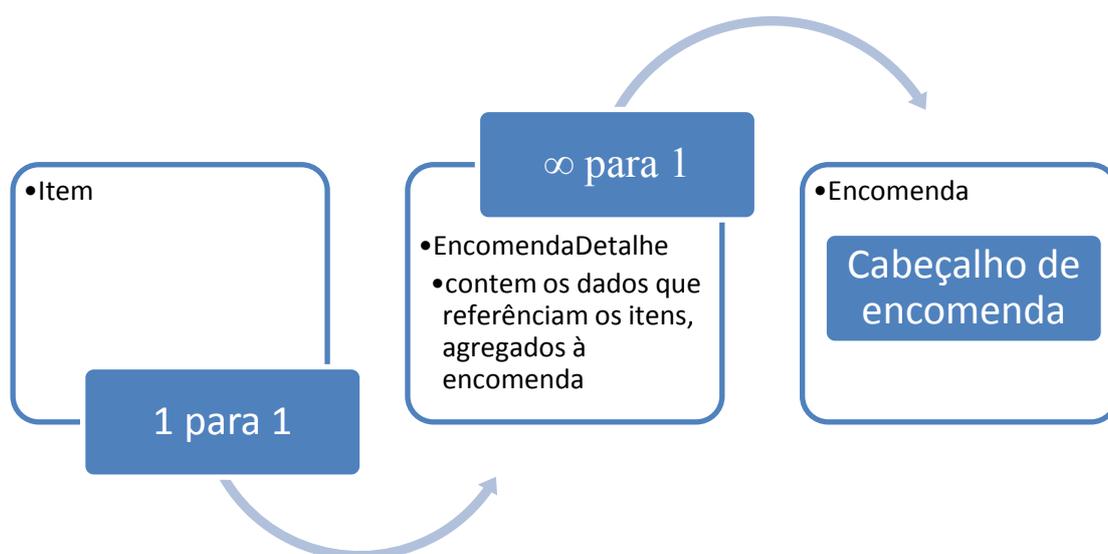


Figura 57 – Relações estabelecidas ao nível do modelo de dados para tratamento de encomendas

Para criação de encomendas foi elaborado um ecrã:

A captura de ecrã mostra a interface de gestão de armazém. No topo, há um menu com opções: Início, Encomendas, Entradas, Arrumar, Saídas, Expedir, Inventário e Acerca. O conteúdo principal é uma listagem de encomendas com as seguintes colunas: Número, Data de Encomenda, Data de Entrega e Estado. Há também links para editar, ver detalhes, eliminar e criar encomendas.

	Número	Data de Encomenda	Data de Entrega	Estado
<a href="#">Editar</a>   <a href="#">Ver Detalhes</a>   <a href="#">Eliminar</a>   <a href="#">Linhas da Encomenda</a>	1	11-10-2010 00:00	11-10-2010 00:00	Activo
<a href="#">Editar</a>   <a href="#">Ver Detalhes</a>   <a href="#">Eliminar</a>   <a href="#">Linhas da Encomenda</a>	2	15-10-2010 00:00	15-10-2010 00:00	Activo

[Criar Encomenda](#)

Figura 58 – Ecrã de criação de cabeçalhos de encomenda

Partindo deste ecrã e seleccionando, para a encomenda respectiva podemos criar tantas linhas quantas necessárias a partir da selecção de [Linhas da Encomenda](#).

	Número	Quantidade	Quantidade Recebida	Número de Encomenda	Item
<a href="#">Editar</a>   <a href="#">Ver Detalhes</a>   <a href="#">Eliminar</a>	2	5,00	1,00	2	garfos
<a href="#">Editar</a>   <a href="#">Ver Detalhes</a>   <a href="#">Eliminar</a>	3	4,00	1,00	2	pratos

[Criar Linha da Encomenda](#)

Figura 59 – Exemplo da vista de linhas de encomenda

A partir desta vista é disponibilizada a opção de criação de novas linhas:

**Criação de Detalhe de Encomenda**

**Campos**

Quantidade: 4      Número de Encomenda: 2

Item: ▼

[Criar](#)

[Listagem](#)

- Facas
- garfos
- pratos

Figura 60 – Vista de criação de linhas de encomenda

#### 4.4.1.2.4. ENTRADAS

O processo de entradas em armazém foi desenvolvido para preencher os requisitos supra-citados, procurando o mais possível demonstrar os enormes ganhos processuais que este processo pode representar, com a integração de tecnologia RFID.

Assim tendo este processo integração com o de lançamento de encomendas, foi desenvolvido um ecrã para efectuar o tratamento de encomendas.

Neste ponto foram tidas em conta, a multiplicidade de hipóteses para se efectuarem as entradas em armazém, desde situações onde o processo de identificação era à unidade, ou seja representação unitária em termos de stock, bem como situações onde teríamos mercadorias com valor insuficiente para poder ser efectuado o processo de identificação unitário.

Ao nível da deteção de erros foi também tida em conta a leitura múltipla da mesma tag, somando erradamente ao stock o mesmo produto

The screenshot displays the 'Gestão de Armazém' application interface. At the top, there is a navigation menu with buttons for 'Início', 'Encomendas', 'Entradas', 'Arrumar', 'Saídas', 'Expedir', 'Inventário', and 'Acerca'. The main content area is titled 'Registo de Entrada' and contains a form with the following fields: 'Encomenda' (value: 1), 'Quantidade' (value: 1), 'Código RFID' (empty), and 'Data de Entrada' (value: 15-10-2010). A 'Registrar' button is located below the form, and a 'Listagem' link is at the bottom left.

Figura 61 – Ecrã de Registo de Entradas

Para proceder à entrada estão disponíveis o código de encomenda, o Código RFID o campo Quantidade e a Data de Entrada.

O campo Código RFID, é precisamente o que permite efectuar a leitura dos itens recepcionados, na doca de entrada de armazém, e poderá ler múltiplas *tags*, ou seja todas as correspondentes a uma encomenda.

Este campo é preenchido precisamente com os números internos de cada *tag*, que já terão de corresponder a um item para que possam ser processadas correctamente. O preenchimento múltiplo deste campo, é efectuado separando-se os números internos de cada *tag* pelo carácter §.

Depois de efectuar a entrada de mercadorias, o operador terá acesso a um ecrã onde pode efectuar as operações subsequentes de armazenamento, através da selecção do link [Arrumar](#), disponível para cada item entrado.



Figura 62 – Ecrã de listagem de entradas

#### 4.4.1.2.5. ARRUMAR

O processo de armazenamento como podemos ver pode ser efectuado, de forma corrida, dando sequência ao processo de entradas, ou e prevendo situações, perto de cenário de maior realismo, em que os processos não são subsequentes, através da funcionalidade de arrumar. Para aceder a esta funcionalidade seleccionar Arrumar, na barra de FrontOffice. Acedemos a uma listagem de itens pendentes igual à da figura Figura 62.

Após seleccionar [Arrumar](#), acedemos a um ecrã onde se pode efectuar a validação do endereço onde se irá acondicionar o item (palete ou alvéolo).

Esta atribuição é efectuada automaticamente a partir do momento que se efectua a leitura do código RFID do local.



Figura 63 – Ecrã de armazenamento de item

Caso não seja de nenhuma escreve uma mensagem de que não encontrou código RFID de alvéolo ou palete. E caso isto aconteça a aplicação permite efectuar uma nova leitura, ou o preenchimento manual das dropdowns.

#### 4.4.1.2.6. SAÍDAS

O processo de saídas, foi implementado de forma a permitir a criação de uma listagem de saídas de armazém para posterior expedição (*picking list* de saída).

Nesta secção estão disponibilizadas funcionalidades de criação de entradas na *picking list* de saída, e após terem sido criadas essas entradas encontram-se disponíveis funcionalidades de edição, visualização, eliminação de registo. É também possível dar consequência às listagem de saídas através de [Expedir](#). Neste ecrã estão disponibilizadas funcionalidades de leitura de diversas tags, no sentido de poder ser um processo fluído.



Figura 64 – Ecrã de saídas

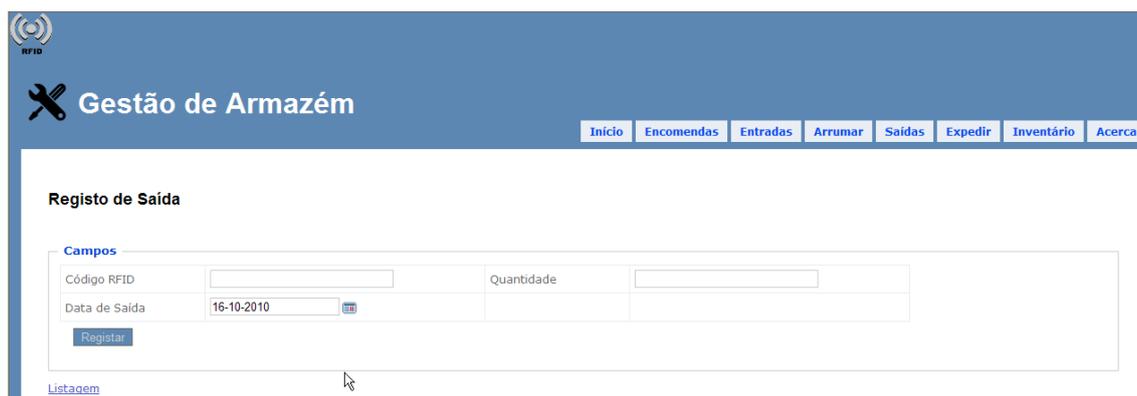
Após ter seleccionado a opção de Expedir, é disponibilizada uma opção para localização do item a expedir. Esta funcionalidade é disponibilizada a partir da selecção

de [Visualizar Localização](#) .

#### 4.4.1.2.7. EXPEDIR

Por fim a funcionalidade de Expedição permite efectuar a confirmação efectiva da saída de stock do material do armazém, representando a saída física do material do armazém.

Para esta funcionalidade foi desenvolvido um ecrã:



The screenshot displays the 'Gestão de Armazém' (Warehouse Management) software interface. The top navigation bar includes a logo and the title 'Gestão de Armazém', along with a menu containing 'Início', 'Encomendas', 'Entradas', 'Arrumar', 'Saídas', 'Expedir', 'Inventário', and 'Acerca'. The main content area is titled 'Registo de Saída' (Exit Record) and features a form with the following fields:

Campos	
Código RFID	<input type="text"/>
Quantidade	<input type="text"/>
Data de Saída	16-10-2010 <input type="text"/>

Below the form is a 'Registrar' button and a 'Listagem' link.

Figura 65 – Ecrã de Expedição

## 5. CONCLUSÕES

A presente dissertação descreve a concepção e desenvolvimento de uma infraestrutura RFID, acente e integrada no desenvolvimento de um WMS. Neste capítulo são revistas as várias fases desta tese e quais as conclusões a extrair de cada uma dessas fases. É ainda feita uma proposta de trabalho futuro para a continuidade deste projecto.

A revisão bibliográfica desta dissertação aponta para um maior investimento crescente em tecnologias, concretamente para uma maior concentração em aspectos de optimização de processos. A utilização da tecnologia RFID é uma realidade que será vivida cada vez mais por todos os sectores da SCM, e a definição do padrão EPC GEN2 como padrão global para estas operações, a adopção da tecnologia torna-se praticamente uma exigência do mercado para os próximos tempos.

Assim sendo, cada vez mais será necessário disponibilizar soluções que atendam as necessidades actuais, bem como uma reavaliação dos processos actuais para que a adopção da tecnologia seja feita de forma consistente e que não traga incertezas sobre a eficiência desta tecnologia. Apesar de ter sido usada tecnologia passiva

houve evidências de que o uso desta tecnologia pode de facto ser uma mais valia importante, para a gestão global da cadeia de valor do produto.

Como principais objectivos a implementação pretendia exhibir as vantagens da escolha de um sistema RFID como tecnologia de suporte à optimização da gestão de armazém, essencialmente pela eliminação de erros humanos e automatização de processos. Com a implementação do RFID, no limite, o operador só iria preocupar-se com sua função básica, de movimentação correcta das cargas e transporta-las de modo eficiente e sem danos para os produtos.

Sub-dividindo a análise pelos elementos fulcrais na gestão de armazém, conclui-se:

Recepção: Se o produto já possui RFID, a nível unitário ou identificando conjuntos de materiais, quando o mesmo entrar no armazém, o leitor ou situado num dispositivo de carga, que faça a entrada de mercadorias, ou um leitor que funcione sob a forma de portal identifica a *tag* e informa o WMS. Nesta leitura, foi possível observar algumas vantagens face aos sistemas concorrentes, primeiramente a leitura não direccionada, como acontece com os restantes concorrentes do RFID, apesar do pequeno *range* de leitura do *reader* da Phidget, esta característica é bem visível. Este facto em si permite a eliminação de diversos erros humanos, e dificuldades que normalmente os operadores encontram nos processos de entrada de mercadorias. Por outro lado a integração com o WMS, permitiu aliando esta característica desenvolver código de verificação de erros, eliminando os problemas de leituras duplas, do mesmo item, permitindo um maior grau de fiabilidade dos dados de inventário.

Para além destas vantagens foi possível também verificar outra mais valia do sistema desenvolvido, que consiste na leitura de todos os itens entrados, mesmo que os mesmos não estejam previstos na encomenda. Esta funcionalidade é importante, apesar de poder ser melhor explorada, foi perceptível a vantagem deste tipo de valência, principalmente, e mais uma vez para conferir maior fiabilidade ao stock

Armazenamento: Após efectuada a entrada no sistema, é elaborada automaticamente uma lista com os itens entrados (*picking list* de entrada). A centralização destes dados pelo WMS, da forma como foi desenvolvido permite

uma rápida orientação de materiais pelo armazém no sentido em que os ecrãs se encontram perfeitamente integrados, por outro lado a integração com o sistema RFID, permite um preenchimento rápido a partir do seu nível mais baixo. Isto em si funciona como um mecanismo de confirmação do armazenamento. Ao ser efectuado através do sistema RFID, trás mais uma vez consigo as vantagens de podermos ter o sistema incorporado no dispositivo de carga, automatizando assim o processo de armazenamento, e dando-lhe funcionalidades de verificação de erro.

**Expedição:** Os produtos a serem expedidos são indicados para o operador através de uma listagem de saída, que permite efectuar uma identificação por item da localização do endereço do mesmo, sendo possível demonstrar visualmente a localização do item. Esta é uma mais valia do WMS desenvolvido para fazer face à impossibilidade de saber com 100% de certeza onde estão os itens, situação aliás que por exemplo se o WMS integra-se com um sistema activo, seria perfeitamente possível.

Chegando ao local o operador pega no produto, fazendo a validação através por exemplo do dispositivo de carga.

No processo de saída de mercadorias, são visíveis todas as mais valias enumeradas ao nível do processo de entrada.

**Inventário:** Relativamente ao processo de Inventariação, a integração de com o sistema de RFID, apesar de não trazer vantagens óbvias, face por exemplo a um sistema de leitura de código de barras, foi disponibilizado, no sentido de ficar disponível para desenvolvimentos futuros, como por exemplo o ajusto do WMS para um sistema activo de identificação RFID. Neste caso seriam mais explicitas, como já referido, as vantagens na inventariação, que em sistemas activos permite um controlo de stocks em tempo real, bem como funcionalidades de localização também em tempo real.

A arquitectura apresentada no capítulo 4 fornece uma solução que cumpre os objectivos propostos e os requisitos funcionais pretendidos. Através da especificação de uma arquitectura de hardware é apresentada uma solução para a instalação do equipamento RFID. Conclui-se que a instalação de *readers* em dispositivos de carga seria uma solução que inicialmente fosse de menor

investimento, que por exemplo a instalação de sistemas activos, ou mesmo de portais. Esta solução permitiria também conferir escalabilidade ao sistema podendo assim evoluir mediante as necessidades.

É também descrita uma arquitectura de software. O sistema de recolha de dados é um sistema centralizado que apresenta uma arquitectura orientada a eventos e modular, segundo a arquitectura MVC. As principais funcionalidades deste sistema são a integração e configuração do equipamento RFID, gestão dos eventos gerados pelos *readers*, leitura, armazenamento e processamento da informação recolhida, de forma a enquadrar os dados recolhidos com o processo funcional. A arquitectura permite a utilização descentralizada do WMS, a partir de qualquer PDA, com capacidades de USB *host*, isto é capacidade de alimentar o circuito do *reader* da Phidget.

## 5.1. TRABALHOS FUTUROS

Para finalizar a dissertação são apresentadas algumas questões a ter em conta no futuro deste projecto. A utilização de um sistema centralizado para o sistema de recolha de dados pode originar problemas de disponibilidade, mediante a carga de dados a serem tratados pelo sistema, pelo que se torna aconselhável procurar mecanismos de redundância.

É necessário um estudo sobre a rede de comunicações a ser utilizada para a comunicação entre os *readers* e sistema central, de forma a perceber qual será o impacto das latências na comunicação e a quantidade de erros que poderão ser introduzidos no sistema.

Seria necessário um estudo sobre interferências nos *readers*. Apesar de na implementação prática apenas se dispor de 1 *reader*, esta questão poderá ser particularmente sensível, caso seja dado seguimento ao trabalho efectuado. Nesse sentido a existência de múltiplos *readers* num espaço entre um a dois metros pode causar interferências entre os campos de leitura criados pelos *readers*, sendo que estes não têm a capacidade de detectar colisões de tags e de as evitar, isto é quer dizer que o

reader apenas consegue fazer a leitura de uma tag de cada vez, não permitindo a existência de múltiplas tags no mesmo campo de leitura, sendo necessária a remoção de uma tag do campo antes da introdução de uma nova tag. [50]

De realçar o facto de existir uma diferença obvia para um sistema num ambiente real, que para efectuar o controlo em tempo real dos stocks e das movimentações dos itens dentro do armazém, não seriam controlados por tecnologia passiva mas sim activa, para que os dados em tempo real fossem uma realidade, sem margens para erros. Além desta diferença a maior diferença desta opção reside na forma como os *readers* irão comunicar com o sistema de recolha de dados. Num ambiente real os *readers* iriam provavelmente comunicar com o sistema real por meio de uma rede Ethernet, enquanto que neste protótipo os *readers* irão estar directamente ligados ao sistema de recolha de dados por meio de uma interface de comunicação USB.

## Referências Documentais

- [1] BUSINESS CONTROL—Tecnologia RFID, Aplicações para a Industria e Distribuição, *acesso de site em Agosto de 2010*, [http://www.business-control.pt/documentos/RFID\\_Pt.pdf](http://www.business-control.pt/documentos/RFID_Pt.pdf)
- [2] LOGÍSTICA E GESTÃO DA DISTRIBUIÇÃO—Luís Manuel Borges Gouveia, *ISLA Licenciatura em Ciências Empresariais*
- [3] “A INOVAÇÃO NOS PROCESSOS É VITAL PARA A COMPETITIVIDADE DO PAÍS”, — *Carlos Moreira da Silva*, *acedido a 30 de Maio de 2010, site do jornal Expresso*, <http://aeiou.expresso.pt/a-inovacao-nos-processos-e-vital-para-a-competitividade-do-pais-defende-carlos-moreira-da-silva=f583495>
- [4] GESTÃO DE MARKETING EM MERCADOS INDUSTRIAIS E ORGANIZACIONAIS— *HUTT, Michael D.; SPEH, Thomas W.; Bookman, 2001.*
- [5] THE INNOVATOR’S DILEMMA: WHEN NEW TECHNOLOGIES CAUSE GREAT FIRMS TO FAIL.- *CHRISTENSEN, Clayton. Harvard Business School Press, 1997.*
- [6] RFID — *acesso de site em Setembro de 2010*, <http://tecnociencia.inf.br/comunidade/arqautor/andersonrodrigues/rfid.swf>
- [7] PORTAL RFID – *acesso a site em Junho de 2010*, <http://www.portalrfid.net/>
- [8] WAPÉDIA—*acesso de site em Setembro de 2010*, <http://wapedia.mobi/pt/RFID>.
- [9] ESTADO DA ARTE EM RFID, SYBASE, RFID SOLUTIONS CENTER, SYBASE PORTUGAL – RSC (RFID SOLUTIONS CENTER), 06-10-2006
- [10] HISTÓRIA DO RFID, *acesso de site em Julho de 2010* - <http://www.mobimix.com.br/ezsite/index/ezsite.asp?id=959>
- [11] REDES RFID - Larissa de Fátima Ramos, Rodrigo Grotti Nascimento
- [12] COMPARING CONVENTIONAL RF, PICK-TO-LIGHT AND VOICE PICKING - *consultado em Julho*, <http://www.idii.com/wp/AdsCompare.pdf>
- [13] INLAY - *consultado em Agosto de 2010*, <http://www.marx.com.br/rfid/artigo-inlay-rfid>
- [14] RFID TECHNOLOGY AND APPLICATIONS, Stephen B. Miles, Sanjay. The application of RFID as anti-feiting technique: issues and opportunities
- [15] SECURITY AND PRIVACY IN RADIO-FREQUENCY IDENTIFICATION DEVICES - Stephen August, Department of Electrical Engineering and Computer Science, MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY
- [16] CUT PRICE TAG, *consultado em Agosto de 2010*, [www.theengineer.co.uk/Articles/304937/Project+targets+ubiquitous+RFID.htm](http://www.theengineer.co.uk/Articles/304937/Project+targets+ubiquitous+RFID.htm)

- [17] MARX - site acessado em Agosto de 2010, <http://www.marx.com.br/rfid/artigo-inlay-rfid>
- [18] A RADIO-ORIENTED INTRODUCTION TO RADIOFREQUENCY IDENTIFICATION. - DOBKIN, D.; WANDINGER, T. *RFID Tutorial on High Frequency Electronics*, June 2005.
- [19] MIT AUTO-ID CENTER. TECHNICAL REPORT: 13.56 MHZ ISM BAND CLASS 1, RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION TAG INTERFACE RECOMMENDATION - May 2003. acesso feito em setembro de 2010 <<http://www.epcglobalinc.org/standards/>>.
- [20] RFID HANDBOOK: APPLICATIONS, TECHNOLOGY, SECURITY, AND PRIVACY RFID, Syed A. Ahson, Mohammad Ilyas
- [21] EFFICIENT NOVEL ANTI-COLLISION PROTOCOLS FOR PASSIVE RFID TAGS - Acesso em Agosto de 2010, <http://www.autoidlabs.org/uploads/media/AUTOIDLABS-WP-HARDWARE-050.pdf>
- [22] RFID FOR DUMMIES, by Patrick J. Sweeney II, Wiley Publishing, Inc.
- [23] CHALLENGES TO GLOBAL RFID ADOPTION, N.C. Wu, M.A. Nystrom, T.R. Lin, H.C. Yu, Institute of Technology Management, Chiao-Tung University, 1001Ta-Hsueh Road, Hsinchu 300, Taiwan
- [24] RFID AS AN ENABLER OF B-TO-B E-COMMERCE AND ITS IMPACT ON BUSINESS , A PILOT STUDY OF A SUPPLY CHAIN IN THE RETAIL INDUSTRY, Louis A. Lefebvre, Élisabeth Lefebvre, Ygal Bendavid, Samuel Fosso Wambaa, Harold Boeck, Hawaii International Conference on System Sciences – 2006
- [25] EVALUATING THE BUSINESS VALUE OF RFID: EVIDENCE FROM FIVE CASE STUDIES, Shiou-Fen Tzeng , Wun-Hwa Chen, Fan-Yun Pai
- [26] IMPROVING SUPPLY CHAIN EFFICIENCY – Callana – 2006
- [27] An EXPLORATORY STUDY OF RFID ADOPTION IN RETAIL SECTOR, pdf consultado em Julho de 2010 ([http://tmullen.ist.psu.edu/pubs/DSI\\_2009.pdf](http://tmullen.ist.psu.edu/pubs/DSI_2009.pdf))
- [28] EFFECTS OF THE RFID MANDATE ON SUPPLY CHAIN MANAGEMENT, Chin-Boo Soon and Jairo A. Gutiérrez, The University of Auckland, Department of Information Systems and Operations Management
- [29] GESTÃO DE INVENTÁRIOS, Universidade Católica, acesso feito em agosto 2010, [http://www.fcee.ucp.pt/docentes/url/gestde/08\\_Gestao\\_de\\_Inventario\\_I\\_e\\_MR\\_P.pdf](http://www.fcee.ucp.pt/docentes/url/gestde/08_Gestao_de_Inventario_I_e_MR_P.pdf)
- [30] GESTÃO ECONÓMICA DOS STOCKS – parte I, site acessado em Agosto 2010 ([http://www.intrustvalue.pt/pdf/Gestao\\_Economica\\_dos\\_Stocks\\_I.pdf](http://www.intrustvalue.pt/pdf/Gestao_Economica_dos_Stocks_I.pdf))
- [31] GESTÃO DE STOCKS, acesso de site em setembro de 2010, <http://www.estv.ipv.pt/PaginasPessoais/amario/Unidades%20Curriculares/Organiza%C3%A7%C3%A3o%20Industrial/Textos%20de%20Apoio/Cap%207%20->

[%20Fun%C3%A7%C3%A3o%20Produ%C3%A7%C3%A3o%20%28Stocks%29.pdf](#)

- [32] CUSTOS DE FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE GESTÃO DE STOCKS, *L.M.Ferreira, acesso feito em julho de 2010*  
([http://www2.egi.ua.pt/cursos\\_2005/files/GOL/GOL\\_S3\\_Gest\\_Stocks\\_2.pdf](http://www2.egi.ua.pt/cursos_2005/files/GOL/GOL_S3_Gest_Stocks_2.pdf))
- [33] RFID TECHNOLOGY FOR SUPPLY CHAIN OPTIMIZATION: INVENTORY MANAGEMENT APPLICATIONS AND PRIVACY ISSUES, *Tim Convery, December 2004, University of Oregon*
- [34] RFID IMPLEMENTATION IN RETAIL INDUSTRY: CURRENT STATUS, ISSUES, AND CHALLENGES, *Mithu Bhattacharya, Chao-Hsien Chu, Tracy Mullen, College of Information Sciences and Technology The Pennsylvania State University*
- [35] FOCUS ON RETAIL: APPLYING AUTO-ID TO IMPROVE PRODUCT AVAILABILITY AT THE RETAIL SHELF, AUTO-ID, IBM BUSINESS CONSULTING SERVICES, *Keith Alexander, Garry Birkhofer, Kathryn Gramling, Herb Kleinberger, Stephen Leng, Dhaval Moogimane, Maurice Woods*
- [36] ROADMAP FOR RFID IMPLEMENTATION IN CENTRAL LIBRARY, *PEC University of Technologym, Seema Vasishtha, Chandigarh, India*
- [37] RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION (RFID) IMPLEMENTATION EFFORTS AT FOUR FIRMS: INTEGRATING LESSONS LEARNED AND RFID-SPECIFIC SURVEY, *Pedro Reyes, Baylor University*
- [38] RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION (RFID), *Department of Information Sciences, Otago University, New Zealand, C.M. Roberts*
- [39] OSYK, *acesso ao site em Agosto de 2010*  
([http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-27242008000200008](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-27242008000200008))
- [40] RFID STANDARDS AND RADIO REGULATIONS, CE RFID – COORDINATING EUROPEAN EFFORTS FOR PROMOTING THE EUROPEAN RFID VALUE CHAIN, *A Coordination Action Project funded by the European Commission within the Sixth Framework Programme, March 2008*
- [41] FROM RFID TO THE INTERNET OF THINGS, PERVASIVE NETWORKED SYSTEMS, *JOHN BUCKLEY, 2006*
- [42] EUROPEAN PARLIAMENT SCIENTIFIC TECHNOLOGY OPTIONS ASSESSMENT S T O A, *European Parliament, June 2007.*
- [43] A FRAMEWORK FOR ASSESSING THE VALUE OF RFID IMPLEMENTATION BY TIER-TIERONE SUPPLIERS TO MAJOR RETAILERS, *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research, April, año/vol. 3, Universidad de Talca Curicó, Chile, Universidad Autónoma del Estado de México, Dharmaraj Veeramani, Jenny Tang, Alfonso Gutierrez*

- [44] THE RFID CASE STUDY BOOK, RFID APPLICATION STORIES FROM AROUND THE GLOBE, *Sam Polniak, 2007*
- [45] EUROPEAN RETAILER THROTTLEMAN IMPROVES SUPPLY CHAIN WITH RFID, *Alien case study*
- [46] JORNAL TÊXTIL, MODA SEGURA, *data de artigo 01-04-2007, página 6*
- [47] THROTTLEMAN, CRESCER DE FORMA DIFERENCIADORA, *Maria Leonor de Oliveira e Sousa, Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa, Maio 2009*
- [48] PORTUGUESE MANUFACTURER OPENS DOORS WITH RFID, *Laurie Sullivan, Maio 25, 2007, RFID Journal*
- [49] CASO DE ESTUDO VICAIMA, *acesso feito em Setembro de 2010, [http://www.aimglobal.org/members/news/articlefiles/3362-CS\\_Alien-VicaimaDoors.pdf](http://www.aimglobal.org/members/news/articlefiles/3362-CS_Alien-VicaimaDoors.pdf)*
- [50] INTERFERENCE — *Addressing Electromagnetic Interference Issues with Phidgets, acesso a site em setembro de 2010, site,*
- [51] RFID — *acesso de site em Setembro de 2010,*
- [52] EM MARRIN (EM4102), *acesso de site em Setembro de 2010*

## *Histórico*

- 15 de Outubro de 2010, Versão 1.0, [1030310@isep.ipp.pt](mailto:1030310@isep.ipp.pt)

## Anexo A. Protótipo WMS com integração RFID

O Protótipo resultante do trabalho de dissertação será entregue em formato CD.

## Anexo B. Instalação de Base de Dados

Neste anexo são descritos alguns dos pormenores de como montar a base de dados para poder executar o programa

Para executar o programa a partir do IDE de desenvolvimento Microsoft Visual Studio 2010, tendo em conta a uma futura evolução e expansão de funcionalidades da aplicação, deverá ser executada a geração da base de dados a partir do modelo. Para o fazer seguir o seguinte workflow:

1. Dentro da janela de solution explorer seleccionar o modelo de dados da aplicação.

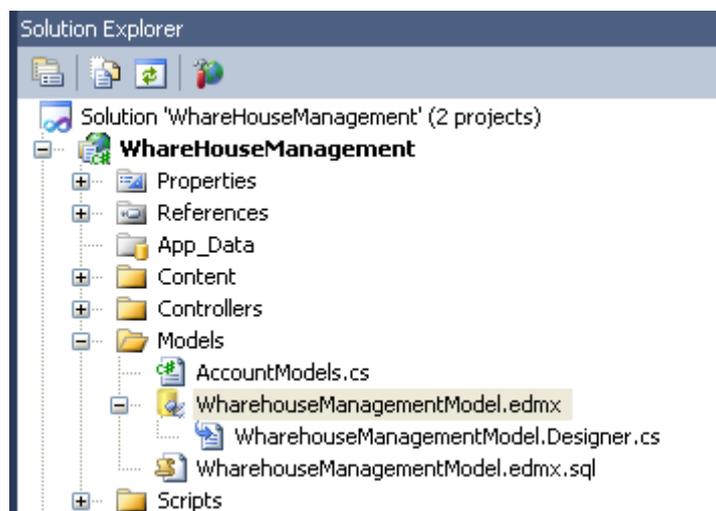


Figura 66 – Solution Explorer selecção do modelo (WharehouseManagementModel.edmx)

2. Segundo botão do rato e seleccionar *Generate Database from Model*

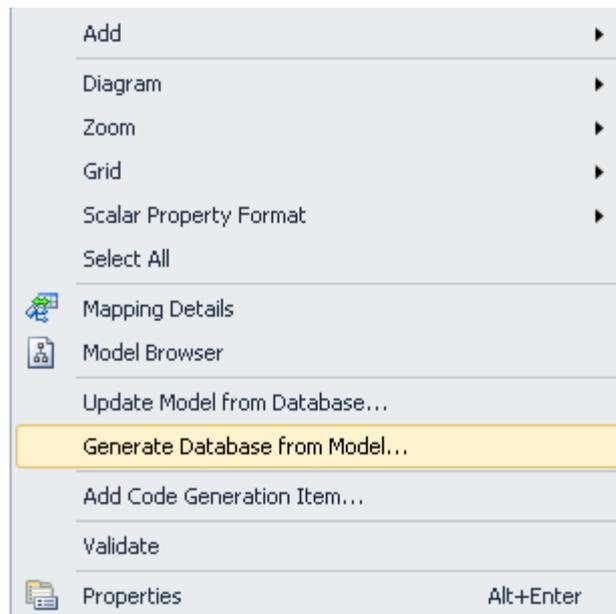


Figura 67 – Geração de base de dados a partir do modelo

3. Abrir a extensão WarehouseManagementModel.edmx.sql, e sobre o código pressionar o segundo botão do rato e seleccionar Execute SQL, ou o atalho Ctrl+Shift+E

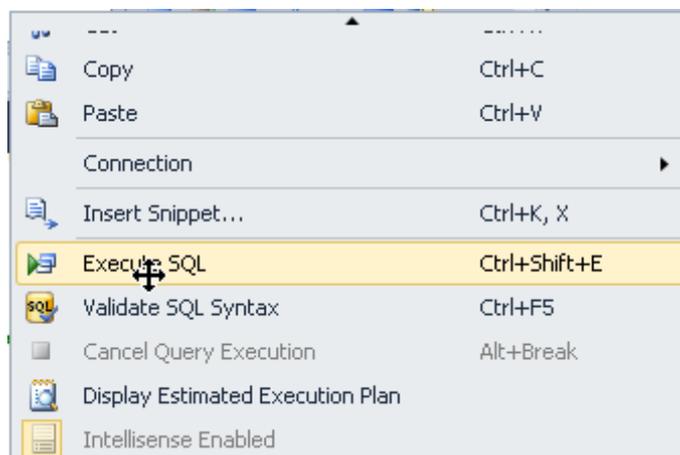


Figura 68 – Execução de SQL

De seguida, irá abrir o SQL Express 2008, e é efectuada a autenticação.

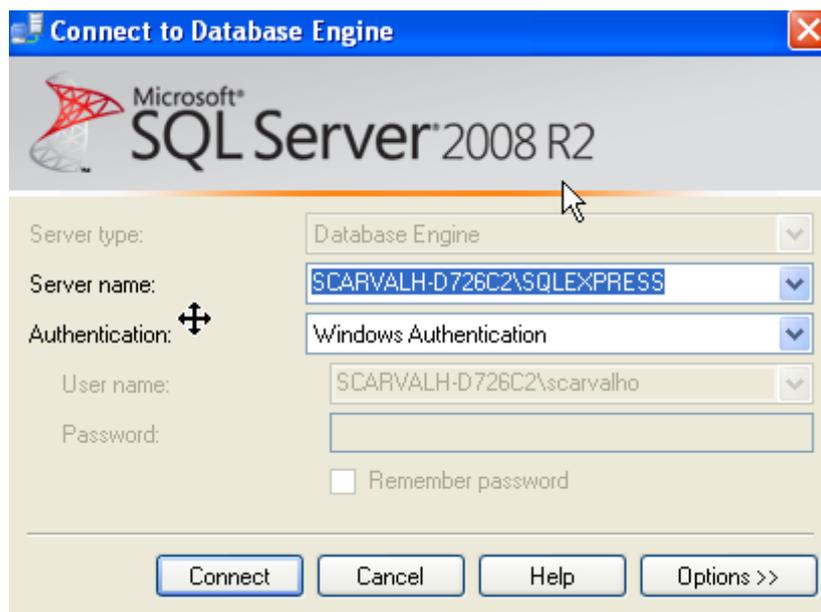


Figura 69 - Autenticação de SQL

#### 4. No solution explorer botão direito

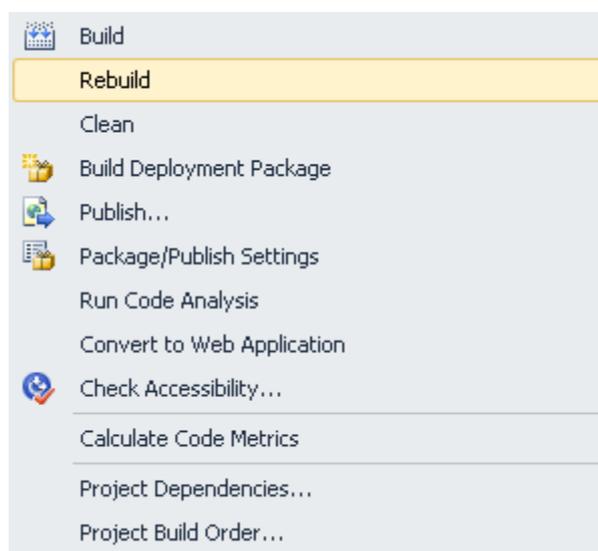


Figura 70 – Rebuild da solução

Por fim executar a aplicação seleccionando  ou o atalho Ctrl+F5

