

**PROJETO DE ANÁLISE TÉCNICO-ECONÓMICA DA
TECNOLOGIA RFID NA DISTRIBUIÇÃO ALIMENTAR**

Bruno Alexandre Pintão Farola

**Projeto de Mestrado
em Gestão de Serviços e da Tecnologia**

Orientador(a):

Prof. Doutor Jorge Julião, Professor, Universidade Católica Portuguesa,
Faculdade de Economia e Gestão

Novembro 2013

Sumário

Neste projeto é analisada a viabilidade económica do estudo de implementação da tecnologia RFID numa empresa do setor da distribuição alimentar. Antes dessa análise estuda-se a tecnologia em questão e os pré-requisitos para uma implementação eficaz da mesma, realiza-se um diagnóstico ao armazém logístico, analisam-se alguns casos de estudo, principalmente de empresas concorrentes, e descrevem-se os principais processos a alterar com a execução do projeto.

Para cumprir o principal objetivo do projeto é criado um modelo que visa reduzir erros e melhorar o tempo de alguns processos da empresa em estudo, contemplando a expedição do armazém de frescos, a receção de mercadoria nas lojas e seguida logística inversa.

Os custos previstos para a implementação da tecnologia RFID são elevados, mas os benefícios estimados compensam com uma margem absoluta considerável os custos de exploração. Mesmo com alguns pressupostos assumidos, não é possível quantificar todos os benefícios e portanto realizar uma análise custo-benefício na sua íntegra.

Os resultados provenientes da realização do estudo e da análise custo-benefício indicam princípios de que a empresa em estudo deve implementar a RFID. Essa decisão é na sua maioria justificada pelos proveitos não quantificados que a empresa pode obter, como a aquisição de conhecimento e experiência na utilização da tecnologia e a criação de vantagem competitiva que poderá potenciar a resposta às necessidades futuras da distribuição alimentar.

Palavras-chave: Logística; Distribuição alimentar; RFID; Logística inversa.

Classificações JEL: L81 – Retail and Wholesale Trade; e-Commerce

O31 - Innovation and Invention: Processes and Incentives

Abstract

In this project, it is analyzed the economic viability of the RFID technology implementation in a company who operates in the food distribution market. Before that analysis, the technology considered and its requirements are studied so it can be possible to implement RFID in an effective way, it's made a diagnosis of the target warehouse, it's analyzed some case studies, especially about the competitors, and the main activities to change after the project execution are described.

To accomplish the project's main goal it's designed a model that aims to reduce errors and improve the waste of time in some activities of the company in study, contemplating the shipping warehouse activity, the receiving store activity and then the reverse logistics.

The foreseen costs to implement the RFID technology are high, but the esteem benefits compensate the exploration costs with a considerable absolute margin. Even applying some assumptions it's not possible to quantify all the benefits and so also to conclude a full cost-benefit analysis.

The results proceeding from the accomplishment of the study and cost-benefit analysis indicate good principles that the company should invest in RFID. This decision, in its majority, is justified with the advantages not quantified in this project that the company can get, like the acquisition of knowledge and experience in the use of the RFID and the creation of competitive advantage that will be able to harness the reply to the food distribution future necessities.

Key-words: Logistics; Food distribution; RFID; Reverse Logistics.

JEL Classifications: L81 – Retail and Wholesale Trade; e-Commerce

O31 - Innovation and Invention: Processes and Incentives

Agradecimentos

Com a conclusão deste projeto, que determina o fecho de um dos ciclos mais importantes da minha vida, quero agradecer a todos os que me apoiaram e que sempre acreditaram em mim, porque sem família, amigos e companheiros como estes, nada teria o mesmo gosto e eu não seria a mesma pessoa.

Ao Professor Doutor Jorge Julião, por toda a motivação nos momentos críticos, por todos os conhecimentos transmitidos e pela paciência, serenidade e compreensão sempre demonstrada.

Ao Professor Doutor João Vilas-Boas, por me receber no Mestrado de Gestão de Serviços e da Tecnologia, por todos os ensinamentos e pelo auxílio no momento de escolha do meu orientador.

A todos os profissionais da empresa em estudo, especialmente às equipas de gestão do armazém de frescos e do armazém de devoluções e aos vários Diretores de loja que me acolheram e ensinaram de boa vontade alguns conhecimentos fundamentais.

A todos os fornecedores e parceiros tecnológicos da empresa em estudo, nomeadamente ao *Marketing Manager* e ao *Sales Manager* da multinacional que mais me ajudou, por toda a disponibilidade e atenção.

A todos os Professores e colegas da Licenciatura de Gestão e do Mestrado de Gestão de Serviços e da Tecnologia, pelo companheirismo e troca de experiências.

Aos meus amigos e à Colina, pelas lições de vida, pelos momentos de felicidade e outros de dureza e por toda a amizade durante toda a minha infância e adolescência.

À minha família, a quem devo tudo o que sou. Sempre foram e sempre serão os pilares do meu sucesso e a eles agradeço, dizendo: “Pai, Mãe, Gorda, são as melhores pessoas que conheci nos meus 25 anos de vida”.

À minha *Txuki*, a minha Inês F. Marques, a quem devo grande parte da minha felicidade nos últimos dois anos e meio. Quem sempre me apoia, me chateia e me critica quando sabe que posso e devo melhorar. Pelo teu amor, tentarei sempre ser um melhor homem e um melhor profissional.

Índice

1.	Introdução.....	1
1.1.	Contextualização do problema.....	1
1.2.	Missão.....	2
1.3.	Objetivos.....	2
1.4.	Estrutura do projeto	2
2.	Revisão bibliográfica.....	4
2.1.	A tecnologia RFID.....	4
2.2.	História da RFID.....	5
2.3.	Infraestrutura da tecnologia RFID	7
2.3.1.	Leitores	8
2.3.2.	Tags	9
2.3.3.	Antenas	12
2.3.4.	Middleware.....	13
2.3.5.	Electronic Product Code.....	13
2.4.	RFID vs Outras tecnologias.....	15
2.5.	Pré-requisitos para implementação da RFID	19
2.6.	Síntese bibliográfica	21
3.	Metodologia	23
3.1.	Recolha de dados	23
3.2.	Análise de dados	25
4.	Casos de estudo.....	25
4.1.	Aplicação da RFID nas empresas concorrentes.....	26
4.2.	Aplicação da RFID ao nível de paletes.....	30
4.3.	Síntese dos casos de estudos analisados	31
5.	Processos atuais da empresa A.....	33
5.1.	Circuito das paletes.....	34
5.2.	Armazém de frescos.....	35
5.2.1.	Diagrama do armazém de frescos.....	37
5.3.	Expedição.....	39
5.3.1.	Diagnóstico do armazém de frescos	41
5.4.	Lojas.....	43

5.5.	Armazém de devoluções	44
6.	Implementação do projeto RFID.....	45
6.1.	Armazém.....	45
6.2.	Lojas.....	49
6.3.	Armazém de devoluções	50
7.	Análise custo-benefício	50
7.1.	Custos.....	50
7.2.	Benefícios	52
7.3.	Análise final	54
8.	Discussão de resultados.....	55
9.	Conclusões	59
9.1.	Principais conclusões	59
9.2.	Limitações do projeto	61
9.3.	Recomendações para trabalhos futuros.....	61
10.	Referências	62

Índice de Figuras

Figura I - Estrutura do projeto	3
Figura II - Componentes básicos da RFID	7
Figura III - Leitor de RFID.....	8
Figura IV - Componentes de uma <i>tag</i>	9
Figura V - Antena RFID.....	12
Figura VI - Código de barras.....	15
Figura VII - <i>Voice Picking</i>	16
Figura VIII – Circuito das paletes na empresa A	34
Figura IX - Palete plástica utilizada no armazém de Frescos.....	36
Figura X - Cargas semanais por tipologia de camião.....	37
Figura XI - Diagrama do armazém.....	38
Figura XII - PDT Motorola, utilizado no armazém.....	40
Figura XIII - Empilhador manual.....	44
Figura XIV - Inserção de <i>tag</i> na palete plástica	45
Figura XV - Empilhador/Mota do armazém	46
Figura XVI - Cais com <i>tag</i> no armazém.....	47
Figura XVII - Diagrama do armazém com RFID.....	48
Figura XVIII - Cais das lojas com leitores RFID	49

Índice de Tabelas

Tabela I - Exemplo de leitura RFID	8
Tabela II - As cinco classes das <i>tags</i>	11
Tabela III - Síntese dos componentes RFID.....	14
Tabela IV - Código de barras, <i>voice picking</i> e RFID	17
Tabela V - Símbolos presentes no diagrama do armazém.....	38
Tabela VI - Exemplo de volta do armazém.....	39
Tabela VII - Custo em € e material utilizado	51

Abreviações

AT – Acessório de Transporte
B2B - Business-to-Business
CRM – Customer Relationship Management
EAN – European Article Number
EAS - Electronic Article Surveillance
EPAL - European Pallet Association
EPC – Electronic Product Code
ERP - Enterprise Resource Planning
EUA – Estados Unidos da América
FMCG – Fast-Moving Consumer Goods
GPS – Global Positioning System
GT – Guia de Transporte
IFF - Identify Friend or Foe
JIT – Just-In-Time
MIT – Massachusetts Institute of Technology
PDT – Portal Data Terminal
RF – Rádio Frequência
RFID – Radio Frequency Identification
ROI - Return On Investment
SCM – Supply-Chain Management
UHF - Ultra-High-Frequency
UMC – Unidade de Movimentação de Cargas
WMS - Warehouse Management System

Sumário executivo

Este projeto surge com a necessidade da empresa em estudo repensar os seus processos e de se manter a par dos seus concorrentes no setor da distribuição alimentar, no que concerne à inovação e preparação para as necessidades futuras do negócio. Alguns dos líderes mundiais testam e já utilizam a tecnologia RFID para atingirem uma maior eficácia e eficiência nas suas operações, o que leva à necessidade da empresa em estudo equacionar, do mesmo modo, a implementação da mesma.

Para a realização deste projeto aparece a necessidade de efetuar uma pesquisa sobre a tecnologia de modo a compreender o funcionamento da mesma. Para além de estudar o que alguns concorrentes já conseguiram fazer com a RFID através da análise de vários casos de estudo, torna-se fulcral realizar um diagnóstico completo ao armazém de frescos da empresa em estudo (onde começa o estudo de implementação da tecnologia) para saber que pontos de melhoria se podem atacar, estudar os pré-requisitos técnicos que a RFID tem atualmente para definir o melhor modelo possível a implementar na empresa e perceber todos os processos da empresa desde o armazém às devoluções, passando pelas lojas. No fim, analisa-se a viabilidade económica do projeto, efetuando uma análise custo-benefício.

Através da pesquisa realizada, sabe-se que existem quatro grandes componentes na tecnologia RFID, a *tag* onde se armazena a informação do bem a transportar, a antena que recebe a informação das *tags* sob forma de ondas rádio e transmite a mesma ao leitor, este leitor é responsável por ler a informação proveniente da *tag* e possibilita que o último componente, o *middleware*, trate a informação recolhida para os utilizadores conseguirem o seu objetivo.

Os pré-requisitos da tecnologia RFID ainda trazem alguns constrangimentos à implementação da mesma, tanto pelo elevado investimento inicial necessário, como pela limitação das leituras das *tags* em alguns ambientes hostis (líquidos, metais e outras fontes de energia), e pela necessidade de reestruturação de processos da empresa e da necessidade de criar uma equipa de controlo e acompanhamento da tecnologia.

Após conhecer melhor a tecnologia em estudo, torna-se possível estudar um modelo adequado às necessidades da empresa. Esse estudo é realizado com a ajuda da experiência de vários profissionais na área, nomeadamente de uma empresa fornecedora

da tecnologia, e da equipa de gestão do armazém em estudo. Ao se verificar que quarenta por cento dos erros identificados no diagnóstico do armazém podem ser minimizados ou eliminados com a tecnologia RFID, cria-se um modelo em que se automatiza parcialmente a expedição, através de motas de armazém que leem a *tag* da palete plástica e a *tag* do cais destino da mesma. Desta forma, não há troca de paletes, o processo de expedição é mais rápido e torna-se possível implementar o mesmo sistema nas lojas. Nestas, melhora-se a receção das referidas paletes e a devolução das mesmas ao armazém de devoluções, quando se encontram já sem mercadoria. Já no armazém de devoluções, diminuem-se os erros de conferência de paletes recebidas e ganha-se tempo nesse processo. No fim, quase toda a cadeia de abastecimento da empresa em estudo é beneficiada com a implementação da tecnologia, onde o fim é sempre aumentar o nível de serviço às lojas, diminuir os atrasos dos camiões e reduzir os custos neste processo.

Com a realização de uma análise custo-benefício, percebe-se que o investimento inicial previsto do projeto chega quase a meio milhão de euros, que os custos de exploração estimados são cerca de trinte mil euros anuais e que somente um dos benefícios provenientes da implementação da RFID consegue cobrir os custos de exploração. Os outros benefícios previstos (como a diminuição de atrasos na expedição, a redução de quebras de material tecnológico utilizado pelos motoristas, a redução do tempo de receção nas lojas e a maior eficácia e eficiência na logística inversa das paletes), não se revelam possíveis de quantificar, por limitações de informação importante que não está organizada na empresa em estudo.

Mesmo não sendo possível determinar o retorno do investimento do presente projeto, a decisão de investir na tecnologia RFID é apoiada e justificada por fatores estratégicos, nomeadamente a aquisição de conhecimento e experiência na utilização da tecnologia e a criação de vantagem competitiva que poderá potenciar a resposta às necessidades futuras da distribuição alimentar, antecedendo alguns problemas que poderão surgir. É sugerida também a realização de um projeto-piloto de forma a colmatar as falhas de informação que não tornaram possível as quantificações desejadas.

1. Introdução

1.1.Contextualização do problema

Atualmente, vivemos num ambiente extremamente competitivo, onde as organizações se contemplam com a necessidade de se expandirem e de serem cada vez mais eficazes e eficientes, num mundo em que os recursos têm de ser melhor geridos.

Cada vez mais, em particular na distribuição alimentar, existe a preocupação de fidelizar clientes e melhorar a eficácia e a eficiência ao longo de toda a cadeia de abastecimento, para que se possa prestar um serviço de valor acrescentado e ir ao encontro das expectativas dos consumidores.

Na empresa em estudo neste trabalho (empresa A¹), a preocupação com estas questões é constante e intrínseca. Como tal, procuram-se soluções diariamente, inovando e repensando todos os processos.

A nível dos armazéns logísticos da empresa, os gestores deparam-se com a ascensão e melhoria da tecnologia *Radio Frequency Identification* (RFID) por todo o mundo e colocam a hipótese de a aplicar como uma forma de melhorar a produtividade e reduzir os custos na logística.

Neste âmbito, muitos afirmam com elevadas certezas que o futuro de toda a indústria e distribuição mundial passa pela utilização da tecnologia RFID, visto ser um viável mecanismo de controlo e transmissão de informação, aplicável a todo o género de processos. Companhias como o El Corte Inglés, WalMart e Metro Group já começaram a realizar experiências e a implementar esta tecnologia.

Como forma de intersecção das necessidades da empresa e da tendência do mercado para a utilização da tecnologia RFID, nasce com este trabalho um estudo da aplicabilidade da RFID e das variáveis afetadas pela possível introdução do mesmo, num dos seus armazéns logísticos.

¹ A empresa em estudo é denominada por “empresa A” com o objetivo de garantir a sua confidencialidade.

1.2. Missão

Este trabalho tem como missão realizar uma análise técnico-económica da implementação da tecnologia RFID na logística de uma empresa de distribuição alimentar, mais concretamente no armazém de frescos, que funciona em *Just-In-Time* (JIT).

1.3. Objetivos

Os objetivos deste trabalho são os seguintes:

1. Identificar pontos de melhoria do armazém de frescos que possam ser positivamente afetados pela implementação da RFID, realizando um diagnóstico;
2. Definir a viabilidade técnica da aplicação da RFID no armazém, identificando os pré-requisitos da mesma;
3. Analisar a viabilidade económica do estudo de implementação da RFID, através de uma análise custo-benefício;
4. Apresentar um caso de estudo sobre a aplicação da RFID ao nível da logística, que contribua para futuras pesquisas relacionadas com o tema e possíveis implementações futuras.

1.4. Estrutura do projeto

O presente ponto resume os principais temas, divididos pelos seus respetivos capítulos, ordenados pela sequência apresentada no projeto. Este serve para esquematizar a estrutura da mesma e permite compreender melhor o desencadear da informação. A estrutura é representada na figura I.

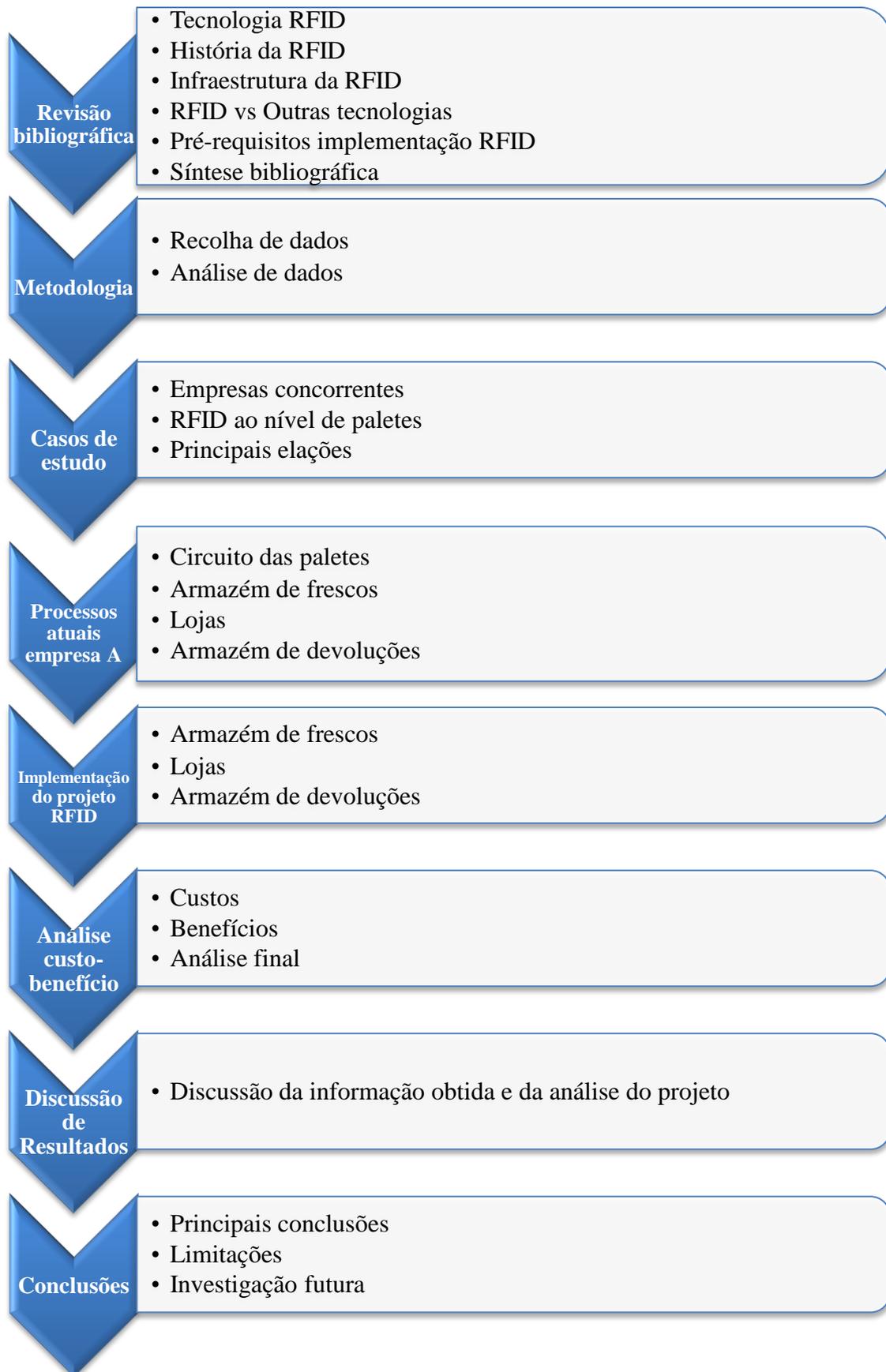


Figura I - Estrutura do projeto

2. Revisão bibliográfica

Este capítulo tem como finalidade descrever e analisar a tecnologia em estudo neste projeto, a RFID, através da interpretação de monografias, livros e artigos publicados, de modo a que se compreenda o funcionamento da mesma, todos os fatores que afetam a sua eficácia e como a mesma pode afetar um negócio. O capítulo começa por caracterizar a tecnologia RFID e exemplificar algumas áreas onde a mesma pode ser aplicada. De seguida, refere-se a evolução que a mesma teve até aos dias de hoje e de que modo marcou cada época. Um dos pontos mais importantes do capítulo é a explicação desenvolvida da correta aplicação e funcionamento dos componentes da RFID e a importância que cada um destes tem em todo o sistema. São também transmitidas as suas vantagens e desvantagens face a outras tecnologias mais utilizadas presentemente, em concreto as que são utilizadas pela empresa A, e os cuidados a ter na implementação da mesma na logística, para determinar à partida os fatores que podem influenciar o sucesso do novo sistema com a RFID.

2.1. A tecnologia RFID

A RFID é uma ferramenta tecnológica que utiliza a frequência das ondas rádio para, automaticamente, identificar e gerir produtos ou unidades de movimentação. Este tem quatro grandes componentes, o *reader* (leitor), o *transponder* (*tag*), a antena e o *Middleware*. Cada *tag* tem um microchip e uma antena que pode armazenar e enviar informação, existindo as ativas (enviam um sinal) ou passivas (respondem a um sinal). O leitor junta a informação e envia-a para o *Middleware* para que se possa efetuar a ligação da mesma com outros sistemas (Jones e Chung, 2007; Sweeney, 2005).

A tecnologia utiliza protocolos, como o EPC (*Electronic Product Code*), criado em 2000 pelo Auto-ID Center, que é um código para tornar a transmissão de informação possível entre diferentes empresas, sendo assim considerado o código base da partilha de informação mundial a nível da RFID. Este veio substituir o original Universal Product Code (UPC), que é uma simbologia do código de barras. Relativamente ao Auto-ID Center, foi criado por um consórcio de empresas com ajuda de investigadores do Massachusetts Institute of Technology (MIT) no ano de 1999 e dedica-se totalmente a investigação da tecnologia RFID (Bernardo, 2004; Sweeney, 2005).

O método mais frequente para identificar objetos com a RFID é relacionar um número de série aos mesmos para que seja possível identificá-los e à informação neles existente (Microsoft, 2004; C. Turcu, 2009).

Sweeney (2005) afirma que esta tecnologia promete substituir os sistemas de identificação mais utilizados, como o código de barras, e que oferece grandes vantagens competitivas em várias indústrias porque pode ser mais eficiente na identificação e localização de produtos ou pessoas e transmite a informação em tempo real.

As possibilidades de aplicação da RFID são inúmeras. Como citado por Landt e Catlin (2001:3), “A RFID é utilizado por centenas, ou até mesmo milhares, de aplicações tais como impedir o furto de automóveis, direcionar objetos como pretendido sem parar uma linha de produção, gerir o tráfego, permitir a entrada em instalações, utilizar parqueamentos automáticos, (...) rastrear livros numa biblioteca, comprar hambúrgueres e a oportunidade de crescimento para controlar uma grande variedade de ativos em toda a cadeia de abastecimento.”

2.2. História da RFID

A primeira onda contínua é demonstrada por Ernest F. W. Alexanderson, através da geração e transmissão de sinais rádio, no início do século XX, mais especificamente em 1906. É aqui que todos os aspetos das ondas rádio começam a ser controlados e é no ano de 1922 que nasce o radar (Landt e Catlin, 2001).

Graças ao maior desenvolvimento do radar por parte do físico escocês Sir Robert Alexander Watson-Watt, em 1935, este foi utilizado na Segunda Guerra Mundial e permitiu que tanto controladores aéreos como pilotos conseguissem saber a localização tanto de aviões aliados como de inimigos, indiferenciadamente (princípio da RFID passiva). O mesmo Watson-Watt liderou um projeto britânico para criar um sistema de identificação de aviões, o sistema *Identify Friend or Foe* (IFF). Este tipo de transmissor, criado e aplicado em todos os aviões britânicos, permitia que quando o avião recebesse o sinal rádio vindo da base, emitisse um sinal de volta de modo a que a mesma pudesse assim concluir que esse era um avião aliado, sendo este o princípio da RFID ativa (Jones e Chung, 2007).

A aplicação na área comercial começou nos anos 60 quando várias companhias especializadas na tecnologia RFID desenvolveram o *Electronic Article Surveillance* (EAS), equipamento este que serve para evitar furtos e que sendo relativamente simples, é o tipo de aplicação que mais sucesso teve no mercado comercial.

É a partir dos anos 70 que são feitos esforços para implementar a RFID noutras indústrias, nomeadamente a rastreabilidade de animais e de veículos e a automação de fábricas. Foi durante esta década que se começaram a multiplicar o número de pessoas, instituições e empresas que contribuíssem para o desenvolvimento da tecnologia.

Nos anos 80 a implementação da RFID começou a ser ampliada a várias partes do Mundo. Nos Estados Unidos da América (EUA) a maioria das aplicações eram em animais, nos transportes e a sistemas de acesso público. Na Europa a aplicação centrava-se em sistemas de curto alcance para animais, aplicações de negócio e industriais e aplicações nas portagens em Itália, Espanha, França, Portugal e Noruega.

Na última década do século 20 verificou-se a utilização em larga escala da RFID no pagamento automático de portagens e é nesse âmbito que nasce o primeiro protocolo entre dois tipos de equipamentos diferentes, sendo assim possível ler a mesma *tag* em dois leitores diferentes. A Texas Instruments desenvolveu o sistema TIRIS cujas potencialidades são utilizadas no controlo da ligação dos motores automóveis e permitiu criar inúmeras aplicações para distribuição de combustível, fichas de jogo, passes de ski, acesso de veículos, entre muitas outras. As aplicações em portagens e transportes começaram a ser correntes um pouco por todo o Mundo.

Engenheiros da IBM desenvolveram o sistema de Ultra-High-Frequency (UHF) que permite leituras com maiores distâncias e transferências de informação cada vez mais rápidas (Jones e Chung, 2007).

O encerrar deste século deixou a certeza das muitas potencialidades que a RFID tinha e o número de empresas a trabalhar com a tecnologia não parava de aumentar, apesar de muitas delas se unirem, outras serem vendidas ou até mesmo desaparecerem.

A partir do ano 2000 observou-se uma grande tendência para muitas indústrias apoiarem a RFID, como a farmacêutica, produção de pneus, defesa, etc. É nesta altura que alguns dos maiores retalhistas mundiais deram os primeiros passos para conseguirem localizar os seus bens ao longo de toda a cadeia de abastecimento (Jones e Chung, 2007).

2.3. Infraestrutura da tecnologia RFID

Quando uma organização opta por implementar uma nova tecnologia, como a RFID, tem a necessidade de seleccionar os componentes que melhor satisfazem as suas necessidades, de modo a que a mesma tecnologia seja integrada da forma mais eficaz. Este é um dos passos mais importantes e mais complexos do processo. Uma má escolha pode trazer elevados custos e até mesmo uma forte barreira à implementação de futuras novas tecnologias. Como tal, é obrigatório perceber como funcionam os principais componentes da RFID para poder decidir corretamente aquando da escolha dos mesmos (Jones e Chung, 2007).

Como referido anteriormente no ponto 2.1, esta tecnologia tem quatro grandes componentes, o *reader* (leitor), o *transponder* (*tag*), a antena e o *Middleware*. Neste capítulo descrevem-se e identificam-se os vários tipos de componentes existentes, assim como o EPC para que se possa compreender perfeitamente o funcionamento da tecnologia RFID, basicamente esquematizado na figura II.

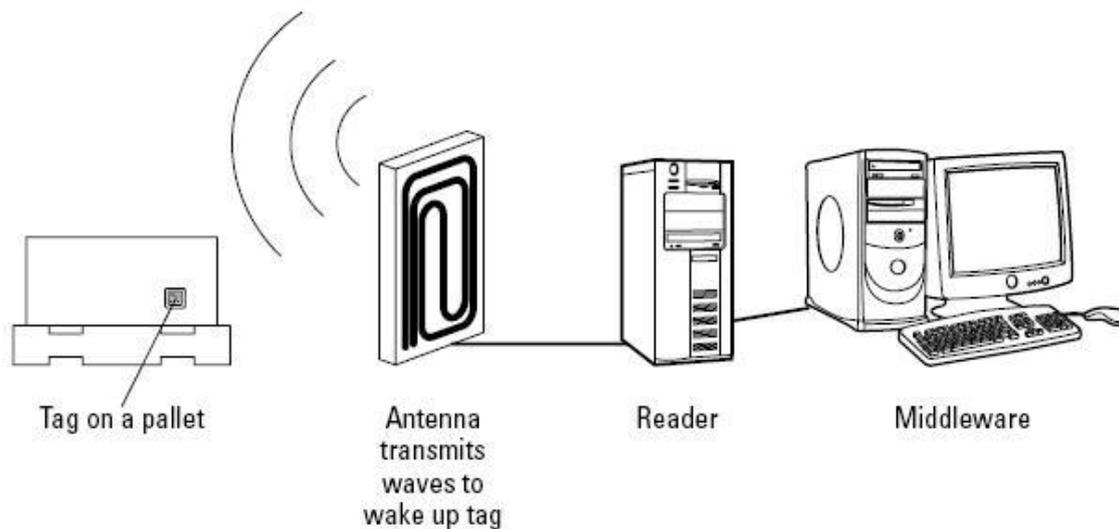


Figura II - Componentes básicos da RFID

2.3.1. Leitores

Um leitor é, de acordo com Sweeney (2005) e Turcu (2011) uma máquina que funciona como um rádio, produzindo ondas eletromagnéticas (exemplo na figura III). Estas ondas vão ser captadas por uma antena que depois as envia através duma certa frequência para as *tags*. Depois disto, e dependendo do tipo de *tag*, é enviado um sinal de volta da *tag* que é então transformado em informação digital pronta a ser lida pelo software. O leitor serve também para dar energia às *tags* passivas e semi-ativas ou semi-passivas de modo a que estas possam responder com o envio de informação.



Figura III - Leitor de RFID

É importante saber que existem leitores móveis e fixos e que estes não recolhem só a informação contida na *tag*, mas também o *timestamp* (data e hora da leitura). Exemplo disso é a tabela I.

EPC	Leitor	Timestamp
030000E500023C000431BA3	001	2008-07-29 14:05:08.002
030000E500023C000431BA3	003	2008-07-29 14:32:12.042
030000E500023C000431BA3	002	2008-07-29 14:45:54.028
030000E500023C000431BA3	004	2008-07-29 15:02:06.029
030000E500023C000431BA3	007	2008-07-29 15:18:49.016

Tabela I - Exemplo de leitura RFID

2.3.2. Tags

As *tags* são um dos principais componentes da RFID e estas são as que mais de perto acompanham os ativos de uma empresa que implementa a tecnologia em questão. Estas são anexadas aos bens e têm uma variedade de formas, tamanhos e capacidades. O objetivo de uma *tag* é enviar informação agregada do bem que a mesma acompanha e para isso necessita de ter energia, memória e estar fixada ao bem. Sendo assim, uma *tag* corrente é composta por:

- ❖ Um circuito eletrónico integrado, ou chip, com a finalidade de armazenar informação;
- ❖ Uma antena, para receber energia e enviar informação;
- ❖ O substrato, que tem como fim agregar tudo num componente só e fixar a *tag* ao bem que se pretende seguir.

Tudo isto tem as menores dimensões possíveis para acompanhar não só paletes e caixas, mas também os bens a nível individual (figura IV) (Jones e Chung, 2012 e Sweeney, 2005). Segundo Turcu (2011) a antena é o que define, em grande parte, a *tag* em si, visto que os outros dois componentes custam poucos cêntimos e têm menos de 1 mm³.



Figura IV - Componentes de uma tag

Como relatam Jones e Chung (2012), Sweeney (2005), Turcu (2011) e Myerson (2007) existem diferentes tipos de *tags* e esta diferenciação pode ser pelo modo como elas comunicam com o Middleware ou pela capacidade de armazenamento de informação. Posto isto, existem as *tags*:

- ❖ ativas;
- ❖ passivas;
- ❖ semi-ativas ou semi-passivas.

Tags ativas – têm a sua própria fonte de energia, uma pequena bateria. Esta bateria ativa o chip da *tag* e a sua antena. Estas são as *tags* que necessitam de um maior investimento, mas são as que têm a maior distância de leitura. Normalmente estas *tags* conservam a bateria ativando-se apenas quando entram numa zona de interrogação, permanecendo num estado de suspensão o resto do tempo. O maior custo das *tags* ativas vem mesmo da bateria, sendo esta em lítio, preferencialmente. Muitas vezes, as baterias são produzidas com a funcionalidade de poderem ser recarregadas. Estas *tags* podem interagir ao mesmo tempo com o Global Positioning System (GPS) e não são normalmente utilizadas ao nível individual do produto, mas sim à caixa ou à palete.

Tags passivas - não têm uma fonte de energia própria já que são ativadas pela energia eletromagnética transmitida pelo leitor, como no ponto prévio referido. Estas têm um maior ciclo de vida, menores dimensões, um design mais simples e um menor preço que as *tags* ativas, mas têm como principal desvantagem o facto da sua distância de leitura ser bastante reduzida, o que leva a que as mesmas tenham que estar perto de um leitor para serem reconhecidas pelo sistema. São consideradas as *tags* do futuro mais próximo pelo baixo custo e simplicidade.

Tags semi-ativas ou semi-passivas – tal como o próprio nome sugere estas *tags* são um misto das outras duas explicadas anteriormente. Se por um lado são idênticas às *tags* ativas que utilizam uma fonte de energia própria (bateria), pelo outro são idênticas às *tags* passivas que necessitam das ondas eletromagnéticas do leitor para trocar informação com o mesmo. Isto é, têm energia própria para ler temperaturas e humidades, detetar movimentos, etc. (alimentando o chip), mas necessitam de energia

do leitor para enviar informação e comunicar de um modo geral com o mesmo. São as *tags* intermédias no que concerne a tamanho, ciclo de vida e custos.

Myerson (2007) avança que dentro desses tipos de *tags* e segundo a sua capacidade de armazenamento de informação a EPCglobal classificou as *tags* em 5 classes, como explica a tabela II:

Classe	Capacidade
0	Apenas leitura, onde o número EPC é introduzido pelo fabricante e apenas pode ser lido por um leitor.
1	Leitura e escrita uma vez só, ou seja, a <i>tag</i> é fabricada sem o número EPC e este é escrito uma única vez no comprador.
2	Leitura e escrita inúmeras vezes, onde o comprador introduz a informação que quiser, as vezes que quiser, na <i>tag</i> . Pode modificar erros sempre que desejar e até bloquear certas partes da memória da <i>tag</i> para que essa informação não seja alterada no futuro.
3	Classe 2 + fonte de energia para aumentar a distância de leitura ou outras funcionalidades avançadas.
4	Classe 3 + capacidade de comunicar com outras <i>tags</i> ativas
5	Classe 4 + capacidade de comunicar com <i>tags</i> passivas também.

Tabela II - As cinco classes das *tags*

É perceptível que da classe 0 à classe 2 as *tags* são passivas, que a classe 3 é semi-ativa ou semi-passiva e que as classes 4 e 5 são ativas.

2.3.3. Antenas

Uma antena é, de acordo com Jones e Chung (2012), Sweeney (2005) e Turcu (2011) um componente do RFID que serve de intermediário entre o leitor e a *tag*. Esta pode ter vários formatos, dependendo do objetivo da aplicação da mesma. Um exemplo disso é a figura V.



Figura V - Antena RFID

Sweeney (2005) defende que existem dois grandes tipos de antenas, as dos leitores e as das *tags*. As primeiras são geralmente do tamanho de um ecrã de computador e servem para receber e transmitir sinais de RF (Rádio Frequência) ao leitor. As segundas, que podem ter menos de um centímetro, servem para receber um sinal de RF e então emitir outro ligeiramente modificado. Turcu (2001) afirma que a antena serve também para fornecer energia às *tags*, caso estas sejam *tags* passivas.

2.3.4. Middleware

Segundo Sweeney (2005) da interação dos outros três componentes (leitor, *tag* e antena) nasce uma rede local que necessita de uma ligação a uma aplicação de modo a permitir a utilização de informação útil aos utilizadores da RFID. Esta aplicação é o *middleware*, que é também conhecido como *Savant*, entre outros.

Myerson (2007) afirma que o *middleware* funciona em tempo-real e que está sempre ligado aos leitores e computadores do sistema RFID, fazendo a ponte com o sistema *enterprise resource planning* (ERP). Sweeney (2005) explica que este componente serve ainda para dar instruções ou configurar os leitores, filtrar a informação dos leitores e enviá-la para os destinos apropriados, fazer a ligação com os sistemas de *warehouse management system* (WMS), *supply-chain management* (SCM) ou *customer relationship management* (CRM) e permitir soluções ao longo da cadeia de abastecimento, como a integração *business-to-business* (B2B) dos parceiros de negócio para transformar a rede de informação local em global.

2.3.5. Electronic Product Code

Como já referido anteriormente no ponto 2.1, o EPC foi criado em 2000 pelo Auto-ID Center, e é um código para tornar a transmissão de informação possível entre diferentes empresas, sendo assim considerado o código base da partilha de informação mundial a nível da RFID. Este veio ultrapassar algumas limitações do UPC, das quais a impossibilidade de alteração da informação contida no código de barras ou, neste caso, na *tag*, a pouca capacidade de armazenamento de informação e o subaproveitamento das emergentes tecnologias computacionais. A grande diferença, em termos práticos, é o facto de o EPC possibilitar a identificação de cada item como único mundialmente e o UPC apenas distinguir os itens por grupos.

A EPCglobal é a entidade que gere o licenciamento da propriedade intelectual e que aloca os números EPC aos utilizadores finais da RFID. Esta serve também como entidade reguladora (Sweeney, 2005).

A descrição e o modo de funcionamento dos quatro principais componentes da tecnologia RFID podem resumir-se na tabela seguinte.

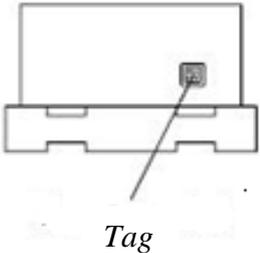
 <p>Tag</p>	<p>A <i>tag</i> é o componente que se anexa ao bem a controlar, permitindo saber um vasto conjunto de informações da situação em que o mesmo se encontra, principalmente a sua localização. Esta tem um chip para armazenar informação e uma antena bastante pequena para conseguir receber e enviar ondas RF. Existem as <i>tags</i> ativas que têm uma fonte própria de energia (bateria), permitindo assim distâncias de leituras elevadas, as <i>tags</i> passivas que não têm fonte de energia, sendo assim menos dispendiosas e tendo uma distância de leitura menor e as <i>tags</i> semi-passivas ou semi-ativas que têm energia própria para ler temperaturas, humidades, detetar movimentos, etc., mas necessitam de energia do leitor para enviar e receber informação (Jones e Chung, 2012; Sweeney, 2005; Turcu, 2011; Myerson, 2007). Segundo a sua capacidade de armazenamento de informação e a capacidade de comunicar com outras <i>tags</i>, uma <i>tag</i> pode ser de seis classes diferentes, variando a possibilidade de escrita ou não e se é escrita apenas uma vez ou mais e variando a possibilidade de comunicação com outras <i>tags</i> passivas e ativas (Myerson, 2007).</p>
 <p>Antena</p>	<p>A antena é o intermediário entre o leitor e a <i>tag</i>, recebendo e transmitindo as ondas RF entre os mesmos (Jones e Chung, 2012; Sweeney, 2005; Turcu, 2011). Existem dois grandes tipos de antenas, as dos leitores e as das <i>tags</i> (Sweeney, 2005). No caso das <i>tags</i> passivas ou semi-passivas ou semi-ativas, a antena serve como ativador da <i>tag</i>, fornecendo energia à mesma (Turcu, 2011).</p>
 <p>Leitor</p>	<p>O leitor é um aparelho que envia ondas rádio para as antenas e que as recebe de volta, após as mesmas terem passado pelas <i>tags</i>. Pode também servir de ativador para as <i>tags</i> passivas e semi-passivas ou semi-ativas. Existem essencialmente leitores fixos e portáteis (Sweeney, 2005; Turcu, 2011).</p>
 <p>Middleware</p>	<p>O middleware, ou <i>Savant</i>, é a aplicação que permite a utilização de informação útil aos utilizadores da RFID, servindo de ponte entre o sistema composto pelos outros três componentes e os utilizadores. Este torna possível a interligação com outros sistemas, como ERP, WMS, etc. (Sweeney, 2005).</p>

Tabela III - Síntese dos componentes RFID

2.4. RFID vs Outras tecnologias

Na empresa A, como será visto mais adiante no capítulo 5, a tecnologia mais utilizada na identificação dos seus produtos em armazém é o Código de barras. Estão também em curso testes com a tecnologia *Voice Picking* para comparar os principais índices de desempenho dos caixeiros dos armazéns e assim decidir se técnico-economicamente é vantajosa a implementação total desta tecnologia. Por isso mesmo é fundamental que se descreva e compare estas duas principais alternativas à RFID de modo a entender mais facilmente as *vantagens* e *desvantagens* da mesma.

Código de barras

O código de barras é, segundo Jones e Chung (2007) e Finkenzeller (2003), a tecnologia mais comum relativamente à recolha automática de informação e a mesma utiliza o European Article Number (EAN) como a simbologia mais standardizada no mundo. O EAN foi desenvolvido a partir do UPC que, por sua vez, foi criado nos EUA.

Cada artigo é identificado por uma sequência de barras, normalmente pretas para relevar um elevado contraste com o fundo, que têm diferentes larguras e sequências (figura VI). Este código composto por barras traduz-se numa sequência numérica que identifica cada tipo de produto, permitindo aos leitores diferenciá-los e às empresas a automação de inúmeros processos.



Figura VI - Código de barras

Voice Picking

Esta é uma tecnologia que permite ao utilizador efetuar a execução mantendo as suas mãos livres (figura VII). O processo começa com a ordem de trabalho transmitida por uma voz acionada pelo computador e então o utilizador cumpre e confirma a ordem por voz (microfone). Deste modo, são atingidos índices de eficácia e eficiência mais elevados, seja na diminuição de erros ou na redução de tempo das operações (Rushton, Croucher e Baker, 2010).



Figura VII - *Voice Picking*

Parâmetros do sistema	Código de barras	<i>Voice Picking</i>	RFID
Quantidade de informação típica (bytes)	1 - 100	-	16 – 64 K
Densidade dos dados	Baixa	Elevada	Muito Elevada
Capacidade de ler o texto (output)	Boa	Dispendiosa	Boa
Possibilidade de introdução de texto por pessoas (input)	Limitada	Simple	Impossível
Influência da sujidade (impurezas)	Muito Elevada	-	Sem Influência
Influência da cobertura	Falhanço total	-	Sem Influência
Influência da direção e posicionamento	Baixa	-	Sem Influência
Degradação com o uso	Limitada	-	Sem Influência
Custo da aquisição e da leitura eletrónica	Muito Baixo	Muito Elevado	Médio
Custos operacionais (ex. impressora)	Baixos	Nenhuns	Nenhuns
Possibilidade de cópia não autorizada pelos utilizadores	Baixa	Possível	Impossível
Velocidade de leitura	Lenta (~4s)	Muito Lenta (>5s)	Muito Rápida (~0,5s)
Distância máxima entre sistema com informação e o leitor	0 – 50 cm	0 – 50 cm	0 – 5 m (micro-ondas)

Tabela IV - Código de barras, *voice picking* e RFID

Existem ainda mais comparações entre o código de barras e a RFID. Por exemplo, Scavarda et al. (2005) e Myerson (2007) afirmam que o leitor de RFID não necessita de visualizar diretamente a etiqueta, consegue ler várias etiquetas simultaneamente e permite a reescrita de novos dados, contrariamente ao código de barras.

Segundo o site www.hipersuper.pt, a RFID fez circular, em 2012, 6,24 mil milhões de euros, por todo o mundo, sentindo assim um crescimento de 17% face ao ano anterior, sendo que o maior crescimento se dá nas etiquetas passivas UHF.

Com este capítulo pode verificar-se que apesar de haver alguns obstáculos ao uso da tecnologia RFID, como o investimento mais elevado que no código de barras, ou como a maior dificuldade de libertação das mãos para a execução que no *voice picking*, há inúmeras vantagens que se podem traduzir em maiores eficácias e eficiências operacionais. É sabido também que a RFID é uma ferramenta em franca ascensão e que poderá, muito provavelmente, ver as suas desvantagens serem reduzidas num futuro próximo.

2.5. Pré-requisitos para implementação da RFID

Para se estudar um modelo de aplicação da RFID num armazém logístico é necessário perceber previamente quais são os pré-requisitos a ter em conta, de modo a que se possa saber mais seguramente se é tangível a implementação do mesmo.

Pode-se dividir os pré-requisitos em três planos, o financeiro, o técnico e o de acompanhamento.

Fazendo referência ao plano financeiro é tido em conta que é necessário um elevado investimento inicial, visto que a implementação da RFID tem como suporte uma estrutura física e computacional algo mais complexa que o concorrente código de barras (Bernardo, 2004). A prova disto está no estudo de Bottani e Rizzi (2007) que, através de vários centros de distribuição de *Fast-Moving Consumer Goods* (FMCG) em Itália, conclui ser necessário um investimento de cerca de 500.500 € no primeiro ano, mas com um *payback period* de 4,586 anos e um *Return On Investment* (ROI) de 9%. A decisão de investimento não se deve basear apenas no ROI, mas pode também ser visto como um caminho para o futuro e como um investimento estratégico, já que muitas organizações estão a adotar esta ferramenta e a veem como o futuro lógico para toda a cadeia de abastecimento (Véronneau e Roy, 2009). É recomendado também que se aplique as *tags* em produtos ou conjunto de produtos com algum valor comercial para que a tecnologia seja viável e que se possam obter economias de escala, já que as próprias *tags* são ainda algo dispendiosas (Rushton, 2010). A isto junta-se o facto de se dever dar o maior uso possível do menor número de equipamentos (*tags* por exemplo) de maneira a amortizar eficazmente o investimento realizado (Véronneau e Roy, 2009).

Numa ótica mais técnica ou funcional, a possibilidade do investimento em RFID ter retorno aumenta se for conjugado um bom sistema de código de barras e se for suportado com um bom sistema de gestão de armazém, possibilitando que as falhas ou desvantagens dos sistemas isolados se complementem com a utilização integrada destes (Véronneau e Roy, 2009; Poulsen, 2010). Ao implementar a RFID, a quantidade de informação processada e armazenada diariamente aumenta bastante, como tal, é necessário ter sistemas de informação capazes de tratar todos esses dados sem colocar em causa o funcionamento normal do mesmo (Jones e Chung, 2007). Padronizar as frequências utilizadas ao longo da cadeia de abastecimento e interligação dos dados obtidos por RFID com sistemas informáticos internos aumenta também a eficácia do mesmo, visto que se facilita desta forma a troca de informação entre organizações da

mesma rede, a leitura dos dados por softwares internos e personalizáveis e a possibilidade de futuras melhorias da RFID (Microsoft, 2004). A frequência maioritariamente utilizada em logística é a UHF da 2ª geração (desenvolvida para ler a maiores distâncias que a 1ª geração), ou seja, entre 865 e 868 MHz. A distância de leitura máxima de um leitor portátil é cerca de 1,5m e de um fixo cerca de 6m (fornecedor A; fornecedor B²). A segurança e privacidade são fatores muito importantes, não só na implementação, como também no acompanhamento da RFID. Como Turcu concluiu (2011:255), “Preocupações com privacidade e segurança podem limitar a implementação da tecnologia RFID e os seus benefícios, por isso é importante que sejam identificadas e tratadas de forma adequada”. Segundo esta, os *updates* de *patches* de segurança são muito mais caros relativamente à correta aplicação de medidas de segurança na fase de desenvolvimento e personalização da tecnologia. Algumas ferramentas da RFID (leitores e *tags*, essencialmente) não suportam muito altas/baixas temperaturas (de -40° C a 80° C, segundo o fornecedor A, para as *tags* de UHF), contacto com alguns agentes químicos e existência de muitos materiais metálicos, já que o correto funcionamento das mesmas se põe em causa nestas circunstâncias por razões físicas ou por perturbação das ondas rádio (Turcu, 2011). Alguma atenção deve ser dada à eletricidade estática (tentando diminuí-la tanto quanto possível) visto que a mesma pode danificar os chips das *tags* RFID (Fornecedor B). Estas *tags* devem ser colocadas no interior da UMC de modo a evitar o contacto direto com superfícies metálicas dos empilhadores e no caso da presença de materiais líquidos, devem-se colocar no terço superior das unidades ou caixas, na medida em que é desejável ler as ondas rádio com a menor quantidade de líquido em redor, visto ser a parte superior a que tem mais espaço da UMC vazia (Jones e Chung, 2007).

Relativamente ao plano de acompanhamento, a criação de uma equipa de implementação, controlo e melhoria de todo o sistema RFID e suas interligações deve ser efetuada com elevada prioridade, já que se todo o processo não for monitorizado e não tiver uma equipa a aplicar ações corretivas, a RFID não apresentará os resultados esperados, não só por ser uma prática relativamente recente e precisar de melhorias, como também devido à complexidade e necessidade de personalização do sistema (Sweeney, 2005; Myerson, 2007). A formação de utilizadores é também um fator crucial evidenciando-se a produtividade dos mesmos, relativamente à utilização da

² Fornecedor A; Fornecedor B – empresas entrevistadas cuja atividade é comercializar bens e serviços necessários para a implementação da tecnologia RFID.

RFID (Poulsen, 2010). Elevada segurança é necessária e indispensável devido a possíveis indesejadas transmissões de informação, que se tornam cada vez mais fáceis e prováveis com toda a digitalização existente nos dias de hoje (Turcu, 2011).

Por fim, e generalizando, os grandes pré-requisitos são a análise técnico-económica do projeto de investimento e a escolha da metodologia e do conjunto de ferramentas mais adequadas à atividade e empresa em questão, tanto na implementação da RFID como em qualquer outra ferramenta aplicada a uma organização (Sweeney, 2005).

2.6. Síntese bibliográfica

O presente ponto visa resumir a informação de valor acrescentado para o projeto, como consequência das publicações e websites analisados, de modo a lembrar e clarificar os pontos-chave do conhecimento atual da RFID.

As vantagens do uso da tecnologia RFID, em relação ao código de barras e ao *voice picking* (tecnologias utilizadas na empresa A), são imensas, nomeadamente na não necessidade de visualização direta da etiqueta, possibilidade de leitura de várias etiquetas simultaneamente e possibilidade de reescrita de dados (Scavarda et al., 2005; Myerson, 2007), maior armazenamento de informação, elevada resistência a agressões físicas (degradação), sem influência de direção e posicionamento do leitor, não possibilidade de cópia não autorizada pelos utilizadores, velocidade de leitura muito rápida e elevadas distâncias de leitura (Finkenzeller, 2003). Como principais desvantagens surge o facto de o investimento ser mais elevado que no código de barras e a maior dificuldade de libertação das mãos para a execução que no *voice picking*, que como o próprio nome sugere é realizado por voz e sem mãos (Finkenzeller, 2003). Há, no entanto, fortes indícios de que a tecnologia irá reduzir o elevado investimento inicial necessário, bem como os seus custos operacionais. Posto isto, a tecnologia terá todas as condições para se implementar em todas as indústrias e geografias do mundo.

Existem pré-requisitos no que concerne à implementação da tecnologia RFID, pelo que há fatores a ter em conta quando se estuda o modelo a aplicar num CD. Financeiramente, é necessário um elevado investimento inicial, significativamente superior ao código de barras (Bernardo, 2004), tal como demonstra o estudo de Bottani

e Rizzi (2007), referenciando um montante superior a 500.000€ para um CD. O ROI não deve ser a única medida de avaliação do investimento em RFID, visto ser uma alavanca importante para o desenvolvimento tecnológico de uma empresa (Véronneau e Roy, 2009). As economias de escala devem ser potenciadas ao máximo, visto que o principal custo operacional se prende com as *tags* (Rushton, 2010; Véronneau e Roy, 2009). Tecnicamente, deve-se conjugar o RFID com um bom sistema de código de barras (Véronneau e Roy, 2009; Poulsen, 2010), preparar os sistemas de informação para o volume de dados com a RFID (Jones e Chung, 2007), devem padronizar-se as frequências utilizadas em toda a cadeia de abastecimento (Microsoft, 2004), deve utilizar-se, na logística, *tags* de UHF de 2ª geração por ser mais rentável, não expor os componentes a menos de -40° C, a mais de 80° C, ter atenção às distâncias de leitura máxima de um leitor portátil (cerca de 1,5m) e de um fixo (cerca de 6m) e diminuir, tanto quanto possível, a eletricidade estática (Fornecedor A; Fornecedor B). Deve evitar-se certos elementos químicos e ambientes com muitos elementos metálicos e a segurança e a privacidade são fatores a acompanhar continuamente (Turcu, 2011). Em termos de continuidade de utilização da RFID, deve-se criar uma equipa de implementação, controlo e melhoria da tecnologia (Sweeney, 2005) e formar os utilizadores (Poulsen, 2010). Sweeney (2005) afirma ainda que o mais importante é a elaboração do projeto de implementação, tanto financeiramente como tecnicamente.

3. Metodologia

Neste capítulo abordam-se os métodos e técnicas utilizados para cumprir com os objetivos propostos, podendo dividir-se a aplicação dos mesmos em duas áreas, a recolha de dados e a análise dos mesmos.

3.1. Recolha de dados

Como em qualquer projeto, existe um processo de recolha de dados a elaborar antes de serem apresentados os dados necessários para dar resposta aos objetivos propostos. Neste caso, houve várias fontes e diferentes tipos de dados a recolher, passando a enumerá-los:

1. Pesquisa e interpretação de documentos existentes em bases de dados académicas e de organizações privadas, com o objetivo de recolher informação sobre a história da tecnologia RFID, como a mesma funciona e quais os seus sistemas, quais as suas vantagens e desvantagens face a outras tecnologias com o mesmo propósito e quais os pré-requisitos para a sua implementação. A informação aparece, muitas vezes, de uma forma complexa, existe em grande parte nos websites de organizações privadas com experiência no uso da tecnologia em estudo e para alguns dados pretendidos revelou-se insuficiente para quantificar algumas variáveis que afetam a RFID;
2. Elaboração de um questionário semiestruturado com conseqüente entrevista, para realizar a alguns fornecedores da tecnologia RFID, de modo a completar o gap de informação técnica e financeira existente após leitura da bibliografia analisada. O método revela-se uma mais-valia com a restrição de, mais uma vez, não conseguir quantificar algumas variáveis afetadas pela implementação tecnológica em estudo e pelo fato de apenas responderem duas empresas peritas na temática, ambas com sede no estrangeiro, mas com filiação em Portugal (fornecedor 1 e 2). Também no mesmo âmbito foi obtida alguma informação através da troca de emails, já que dúvidas pontuais não exigiam um encontro físico;

3. Análise de vários casos de estudo, considerados como os de maior influência no setor da distribuição alimentar, relativamente à implementação da tecnologia RFID, e alguns mais associados à implementação da mesma ao nível das paletes (mesmo noutros setores). O objetivo da utilização deste método é perceber como algumas empresas do mesmo setor aplicaram e melhoraram a tecnologia RFID e porque o fizeram, relacionando os benefícios e custos/dificuldades que surgiram no processo, para se poder ultrapassar neste projeto, à partida, essas mesmas dificuldades e relacionar mais tarde com as conclusões do presente trabalho. Mais uma vez, há dados que não são disponibilizados por questões de segurança das empresas;
4. Realização de um diagnóstico do armazém em estudo para identificar pontos de melhoria que possam ser positivamente afetados pela implementação da RFID. Para este método, realizou-se uma análise descritiva apoiada por um estágio de três dias intensivos no armazém em estudo, com uma entrevista ao gestor do mesmo para colmatar a falta de experiência em processos logísticos e a complexidade dos sistemas e da sua operação. É importante fazer referência a todas as trocas de emails com o gestor do armazém e ao envio de informação pela mesma via. Para além dos dias referidos foram passadas uma madrugada e uma noite, de modo a observar alguns processos em tempo real, como é o caso da expedição.
5. Observação do processo de receção em três lojas da empresa A e no armazém de devoluções, para entender os processos de receção e logística inversa e como poderiam estes ser melhorados pela RFID, aproveitando as economias de escala da implementação no armazém de frescos. Neste passo, torna-se fulcral o sentido crítico e o questionamento in loco dos colaboradores da empresa em estudo;
6. Última entrevista ao fornecedor A com o intuito de tirar questões sobre o modelo de implementação da RFID pensado e repensá-lo em colaboração com o mesmo, requisitando um orçamento necessário para a realização de uma análise custo-benefício.

3.2. Análise de dados

Para analisar os dados recolhidos é realizada uma análise custo-benefício, utilizando todos os dados recolhidos e todas as variáveis possíveis de quantificar. Para isso são calculados todos os tempos e valores que se obtém como proveito da implementação da RFID e tomam-se alguns pressupostos, o mais real possível, com o auxílio e opinião de profissionais da empresa A e do fornecedor A.

Comparam-se, mais tarde, os resultados obtidos com a bibliografia analisada e com os casos de estudo, para que se consiga tirar as conclusões necessárias e efetuar as recomendações para os trabalhos futuros.

4. Casos de estudo

Neste capítulo são abordados alguns casos de estudo, relativamente a empresas que implementaram com sucesso a tecnologia RFID ou estão a dar os primeiros passos. O mesmo torna-se relevante para o presente projeto visto que, para além do conhecimento académico, é importante saber a situação atual tanto dos concorrentes da empresa A como de outras empresas a utilizar a RFID de forma semelhante à estudada neste trabalho.

Relativamente aos concorrentes, é fulcral perceber que benefícios atingiram e de que modo implementaram a tecnologia para poder aplicar uma medida idêntica, potencialmente benéfica, para este projeto. Com as outras empresas, não atuando no mesmo setor, torna-se importante tomar conhecimento das suas políticas de uso da RFID ao nível da palete (nível de aplicação deste estudo, como se pode ver no capítulo 6) e dos benefícios com essa implementação, para determinar possíveis ganhos ou dificuldades.

4.1. Aplicação da RFID nas empresas concorrentes

Grupo Walmart

É imprescindível referir a ligação do Grupo Walmart com a tecnologia RFID visto ser o maior grupo a nível mundial do setor de distribuição alimentar. Este foi um dos grandes responsáveis a dar a conhecer a RFID um pouco a todo o Mundo quando, em 2003, a CIO do grupo anunciou que seria obrigatório, para os seus cem maiores fornecedores, a etiquetagem de todas as paletes e caixas com *tags* RFID, utilizando o EPC. Surgiu então um problema quando o grupo pensava que os seus principais competidores iriam aderir também à tecnologia, permitindo assim a descida dos custos de implementação e manutenção da mesma, e tal não aconteceu. Dois anos depois, atingiram-se melhores resultados, quando uma pesquisa da ABI (empresa Norte-Americana de pesquisas de mercados tecnológicos) mencionou que as vendas das *tags* UHF passivas cresceram de dois milhões de unidades, em 2003, para 120 milhões, em 2005. Até 2008, este crescimento abrandou e nesse mesmo ano as vendas aumentaram apenas para 150 milhões de unidades.

Fornecedores e parceiros começaram, desde cedo, a detetar problemas técnicos, mas ainda assim o grupo alargou a obrigação da utilização de *tags* dos cem para os trezentos maiores fornecedores, enquanto alguns produtores de *tags* RFID faliam devido à elevada diferença entre a procura do mercado e as suas previsões iniciais. Os fornecedores estavam descontentes por terem de ser eles mesmos a absorver, quase totalmente, o custo desta mudança tecnológica.

Para muitos a iniciativa do grupo Walmart não foi um fracasso como referiu Carlo Nizam, responsável do desenvolvimento estratégico e operacional da Airbus, “O que eles fizeram foi muito ambicioso, e a situação da RFID não estaria onde está hoje se não fosse o Walmart e o Ministério da Defesa (Norte Americano). Eles, de facto, deram um bom avanço à tecnologia.”.

Depois da tentativa de controlar os bens ao longo da cadeia de abastecimento com a RFID, surgiu a necessidade de controlar os stocks dentro das lojas do grupo. Esta necessidade começou a ser satisfeita com a roupa comercializada nas lojas, a partir de 2010. Deste modo, controlam mais eficiente e eficazmente quais os modelos, cores e

tamanhos que têm, em tempo real e em cada loja, potenciando um aumento de vendas através da redução de ruturas e melhorias dos inventários.

Tesco

No final de 2003, a Tesco torna-se uma das primeiras a utilizar a RFID na Europa, com um projeto piloto chamado “Secure Supply Chain”. Os objetivos desta primeira fase eram implementar a tecnologia nas suas mais de 1400 lojas e 30 CD, até 2005, permitindo localizar bens de alto valor, dos CD’s até às suas lojas. Em 2005 informaram que tiveram problemas técnicos com os leitores e com as *tags*, alargando o prazo até final de 2006. Tendo-se revelado um suposto fracasso, a Tesco encerrou o projeto afirmando que com o mesmo provaram ser possível acrescentar valor simplificando processos, aumentando a visibilidade da cadeia de abastecimento, aumentando o serviço aos clientes e diminuindo preços.

Mais tarde, iniciou um novo projeto chamado “Unit of Delivery Plan”, com o objetivo de utilizar, inicialmente, apenas *tags* reutilizáveis nas suas gaiolas (boxes metálicas), aplicando-o num CD e em 40 lojas. O projeto piloto demorou oito semanas e atingiu uma taxa de sucesso de leitura de 99,96%, controlando 1200 gaiolas, diariamente, revelando-se um sucesso aos olhos da empresa.

Grupo Metro

No caso do Grupo Metro, a implementação da RFID começou em 2004, sendo assim um dos primeiros retalhistas mundiais a utilizar a tecnologia, e os grandes objetivos são otimizar a logística, melhorar a gestão dos seus armazéns e aumentar a eficiência dos seus processos e o nível de serviço aos seus clientes. Em 2008, o Grupo já implementara a RFID em 400 diferentes localizações na Europa (entre lojas e CD’s). Nos CD’s, a receção e a expedição de paletes é já toda realizada com o apoio da RFID, assim como a receção nas suas lojas. O Grupo Metro aplica a RFID também num armazém de descongelados, o maior da Alemanha, ao nível dos seus empilhadores, de modo a que estes, contendo um leitor, sejam capazes de ler as *tags* das paletes, assim como as permanentemente presentes nos locais de armazenamento, permitindo assim

uma diminuição de erros de localização destas paletes. O Grupo torna-se verdadeiramente inovador no seu projeto mais conhecido, Future Store Initiative. Neste projeto participam mais de 90 empresas ligadas aos bens de consumo, tecnologias de informação e serviços (dos quais a EPCglobal que auxilia em termos de segurança e protocolos), bem como alguns parceiros académicos, com o objetivo de testar inovações no retalho (das quais o RFID). No projeto a RFID é testado ao limite, desde medindo as temperaturas, sinalizando necessidades de reposição e até mesmo permitindo o pagamento das compras automático, tudo isto numa questão de segundos. O Grupo Metro criou, em 2004, a RFID Innovation Center, em Neuss, o qual integra o European EPC Competence Center e foi acreditado pela EPCglobal com o título “EPCglobal Performance Test Center”, comprovando a qualidade de todo o trabalho desenvolvido.

Grupo Auchan

No website packagingrevolution.net, surge a informação de que o Grupo Auchan, que em Portugal integra o Jumbo e o Pão-de-Açúcar, já utiliza a tecnologia RFID para monitorizar, em tempo real, as suas paletes de plástico alugadas (com frutas e legumes) ao longo de toda a cadeia de abastecimento. Os benefícios alcançados prendem-se com a redução de acidentes dos funcionários com as paletes de madeira, a redução de perdas de paletes através da localização em tempo real, redução de 150 toneladas de resíduos por reutilizar as paletes (traduzindo-se numa redução de emissão de carbono em 30%), melhor apresentação dos produtos em paletes nas suas lojas e garantia da higienização das paletes em plástico, cumprindo assim a regulamentação Europeia.

El Corte Inglés

De acordo com o publicado pela TOSHIBA TEC Corporation, no seu website, o El Corte Inglés é a primeira empresa do setor do retalho na Europa a aplicar a RFID nos seus camiões. Cada cais de embarque tem um pórtilco (leitor de RFID) que lê, em tempo real, a passagem de todas as paletes, que são previamente identificadas com uma *tag*. Assim que a paleta passa pelo pórtilco, acende-se uma luz verde, indicando que a paleta

é para esse camião encostado ao cais e uma mensagem de voz indica se está tudo correto. O sistema tem uma aplicação de segurança que aciona uma voz informando que uma certa palete não foi identificada pelo leitor e que deve ser lida por código de barras. A empresa responsável pelas impressoras de *tags* RFID do projeto afirma que o mesmo previne que as paletes vão para lojas incorretas, minimiza o impacto do erro humano e reduz o tempo de carregamento dos camiões de expedição.

Dia Portugal

“Dia Portugal combina solução de voz com RFID para aumentar a produtividade” é o título do caso de estudo elaborado pela Zetes Burótica, empresa que implementou a tecnologia RFID nos empilhadores para detetar erros na execução em três CD portugueses (Alverca, Torres Novas e Valongo). Como citado no caso de estudo, “Antes de começar a preparação de um pedido, o empilhador é colocado na balança e pesado. Esta balança possui incorporada antenas RFID. Este empilhador possui duas *tags* RFID (uma de cada lado) que o identifica univocamente e após a pesagem é registado no software o seu peso vazio. Uma vez terminada a execução, o caixeiro dirige-se à balança para pesar novamente o empilhador agora incluindo o seu pedido. O controlo efetua-se pelo peso total do empilhador e do pedido físico comparado com o peso teórico de execução (uma vez que o software possui o peso de cada volume/artigo)”. O projeto piloto foi em Espanha no ano de 2006 e conseguiu tantas melhorias na produtividade e simplificação de processos que foi posteriormente exportado um pouco para todas as geografias em que a insígnia opera.

Grupo Carrefour

O Grupo Carrefour apresenta no portal para fornecedores Carrefour.net a decisão estratégica de apostar num futuro próximo com a tecnologia RFID. Atentos aos desenvolvimentos da já referida EPCglobal, informam que estão a realizar testes piloto para verificar em que área poderá a tecnologia ser benéfica para o grupo.

4.2. Aplicação da RFID ao nível de paletes

Com a informação retirada do site RFID Journal (Beth Bacheldor, 2007) sabe-se que há já testes piloto realizados, a nível da rastreabilidade de 3300 paletes, em cadeias de abastecimento de distribuição alimentar em que foram comprovados ganhos de 14,3% a 22,2%, justificados pela redução do tempo dos seus processos e pela informatização da informação face ao uso de papel e leituras de RFID com eficácia de 100% (com *tags* UHF utilizando o EPC gen 2).

A European Pallet Association (EPAL), que supervisiona a produção, repara e inspeciona paletes, realizou um teste piloto, em 2008, na Suíça, que visava monitorizar a qualidade de 1000 paletes e descobrir como a aplicação destas *tags* UHF (com o EPC gen 2) poderia beneficiar fornecedores e retalhistas. Na visão do CEO, o projeto foi um sucesso, alcançando os 100% de eficácia de leitura das *tags* e uma elevada velocidade de leitura das mesmas e que os fornecedores e retalhistas beneficiariam com inventários e rastreabilidade de paletes. É de notar que cada palete continha duas *tags* com o mesmo EPC e que nestas paletes circulavam metais e líquidos em garrafas de plástico (Rhea Wessel, 2008 – RFID Journal).

Em 2008, o Sam's Club, um dos franchisados do Walmart que possui os seus próprios centros de distribuição, exigiu aos seus fornecedores uma taxa de 3 cêntimos de Dólar por cada palete ou produto que chegasse ao seu CD e não possuísse uma *tag* UHF baseada no EPC gen 2, com a intenção de utilizar a tecnologia em 100% dos seus produtos. Mais tarde o projeto focou-se apenas num CD e reduziu a obrigação ao nível da paleta. A empresa partilha toda a informação capturada pelos seus leitores com os fornecedores de cada produto de modo a persuadi-los a aplicar as *tags* ao nível do produto, objetivo este que não foi ainda conseguido, tendo o projeto ficado suspenso nos inícios do ano de 2009 (Mark Roberti, 2009 – RFID Journal; website <http://www.scdigest.com>).

4.3. Síntese dos casos de estudos analisados

Este capítulo demonstra o potencial e alguma da evolução que a tecnologia RFID tem tido na última década, no sector da distribuição alimentar e em alguns casos de outros projetos ao nível da aplicação de *tags* em paletes, que como se explica no capítulo 5, é a forma de implementação da tecnologia deste projeto.

É um facto que alguns dos maiores retalhistas mundiais presentes no sector de distribuição alimentar já estão a utilizar a RFID de algum modo. Seja desde a produção de paletes, como no caso da EPAL, que potencia a utilização da tecnologia ao longo de toda a cadeia de abastecimento pelos vários intervenientes, à monitorização de paletes alugadas ao longo da cadeia de abastecimento, como no caso do grupo Auchan, à obrigatoriedade da aplicação de *tags* RFID imposta pelos retalhistas aos seus fornecedores (Walmart, grupo Metro e potencialmente grupo Carrefour). Surgem casos onde o picking é conferido nos CD's com a RFID, exemplo do Dia Portugal, onde se previnem erros na expedição dos CD's e se monitorizam os transportes (El Corte Inglés), à implementação de *tags* ao nível do produto, como visto no Walmart com o seu têxtil e do grupo Metro com a sua loja inovadora na Alemanha.

Note-se que, tal como afirmado por Bernardo (2005) e Sweeney (2005) e de acordo com a informação obtida, pelo menos na maioria dos casos de estudo analisados é utilizado o protocolo EPC, evidenciando a importância para o RFID do mesmo.

O cuidado a ter com a presença de elementos químicos e metálicos alertado por Turcu (2011) revela-se como um fator de menor preocupação, visto que no caso de estudo da EPAL as leituras permanecem com a eficácia pretendida, atendendo à utilização de duas *tags* por cada paleta. Neste mesmo caso, é relevada a importância do potencial das economias de escala ao longo de toda a cadeia de abastecimento, como constatado por Véronneau e Roy (2009) e por Rushton (2010).

No caso de estudo do Dia Portugal comprova-se a importância do correto entrosamento do sistema de código de barras com o novo de RFID, tal como afirmado por Véronneau e Roy (2009) e por Poulsen (2010).

Surgem neste capítulo algumas certezas da fidelidade da leitura das *tags* RFID na logística com leituras de 100% de eficácia (99,96% no caso da Tesco), mesmo com ambientes contemplando objetos metálicos e líquidos em garrafas de plástico, podendo ter que se utilizar duas *tags* para a mesma paleta. Verifica-se, tal como dito pelos

fornecedores A e B, no capítulo anterior, que se utiliza em larga escala as *tags* de UHF programadas com o EPC gen 2, na logística.

Está comprovado que existem ainda algumas falhas técnicas em alguns projetos, alguma reticência e falta de economias de escala por parte dos fornecedores, facto esse que não potencia os benefícios esperados pelos retalhistas ao implementarem a RFID.

Por fim, comprova-se o forte investimento, fator indicado por Bernardo (2004), não só financeiro, como também estratégico, pelo potencial que se cria ao implementar a RFID numa cadeia de abastecimento, obtendo possíveis melhorias para todos os participantes da mesma. As melhorias surgem pelas maiores eficiências e eficácias operacionais, pela redução de custos (14,3% a 22,2%, no caso do projeto de rastreabilidade de 3300 paletes), ou pela oportunidade relativamente ao desenvolvimento e melhoria da RFID dentro do grupo ou empresa num futuro próximo, como afirmado por Véronneau e Roy (2009).

Em suma, verifica-se uma necessidade crescente em acompanhar o mercado com a adoção desta tecnologia, de modo a não perder competitividade num mundo em constante mudança, visto muitas das barreiras apresentadas como pré-requisitos serem ultrapassadas após estudo e aplicação da tecnologia. Posto isto, torna-se evidente que antes de rejeitar qualquer ideia sobre a possível aplicação da RFID na logística, deve analisar-se técnico-economicamente o projeto e manter constante a mentalidade de melhoria contínua do novo modelo de gestão desenvolvido.

5. Processos atuais da empresa A

Neste capítulo são descritos todos os processos que são necessários entender para que se possa comparar o presente com o cenário hipotético, utilizando a tecnologia RFID no modelo descrito no capítulo seguinte. É nesta fase que se inicia o projeto, propriamente dito, pois toda a informação aqui presente é exclusiva de fontes da empresa A.

O modelo RFID pensado neste trabalho está em tudo relacionado com a movimentação de paletes, já que de acordo com o fornecedor A, com Bernardo (2004) e com o estudo de Bottani e Rizzi (2007), o investimento nesta tecnologia é muito elevado e ao nível das UMC do armazém (caixas) tornaria o projeto excessivamente dispendioso. A sua aplicação é no automatismo da expedição do armazém de frescos, receção nas lojas, expedição de paletes vazias das lojas e receção das mesmas no armazém de devoluções (logística inversa) visto que é equacionada a elevada dificuldade de negociar com todos os fornecedores do armazém de frescos, de modo a garantir a implementação da tecnologia RFID na receção. Também na execução existe a possibilidade de leituras indesejadas devida à grande proximidade das paletes no armazém. Por esta razão, são abordados mais extensivamente alguns processos e departamentos da empresa A que outros.

Este capítulo é composto pelo circuito das paletes desde o fabrico, pela descrição do armazém de frescos, diagrama e diagnóstico do mesmo, descrição das lojas e descrição do armazém de devoluções. Com estes pontos, é possível entender o processo atual e verificar mais tarde tudo o que se vai alterar com o modelo RFID proposto.

5.1. Circuito das paletes

Como anteriormente referido, as *tags* devem ser colocadas nas paletes plásticas do fabricante P³. Para se compreender o modelo RFID pensado neste estudo, é essencial saber em antemão o circuito das paletes, já que é no fabrico das mesmas que tudo começa. De seguida é apresentada a figura VIII, que representa o circuito geral, constatando-se que existem três circuitos possíveis para as paletes (numeradas de 1 a 3), a partir do momento em que as mesmas passam pelo armazém de devoluções. Existem neste circuito geral cinco intervenientes possíveis, dos quais dois são externos à empresa A (fabricante P e fornecedor) e três são infraestruturas da empresa A (armazém de frescos, lojas e armazém de devoluções).

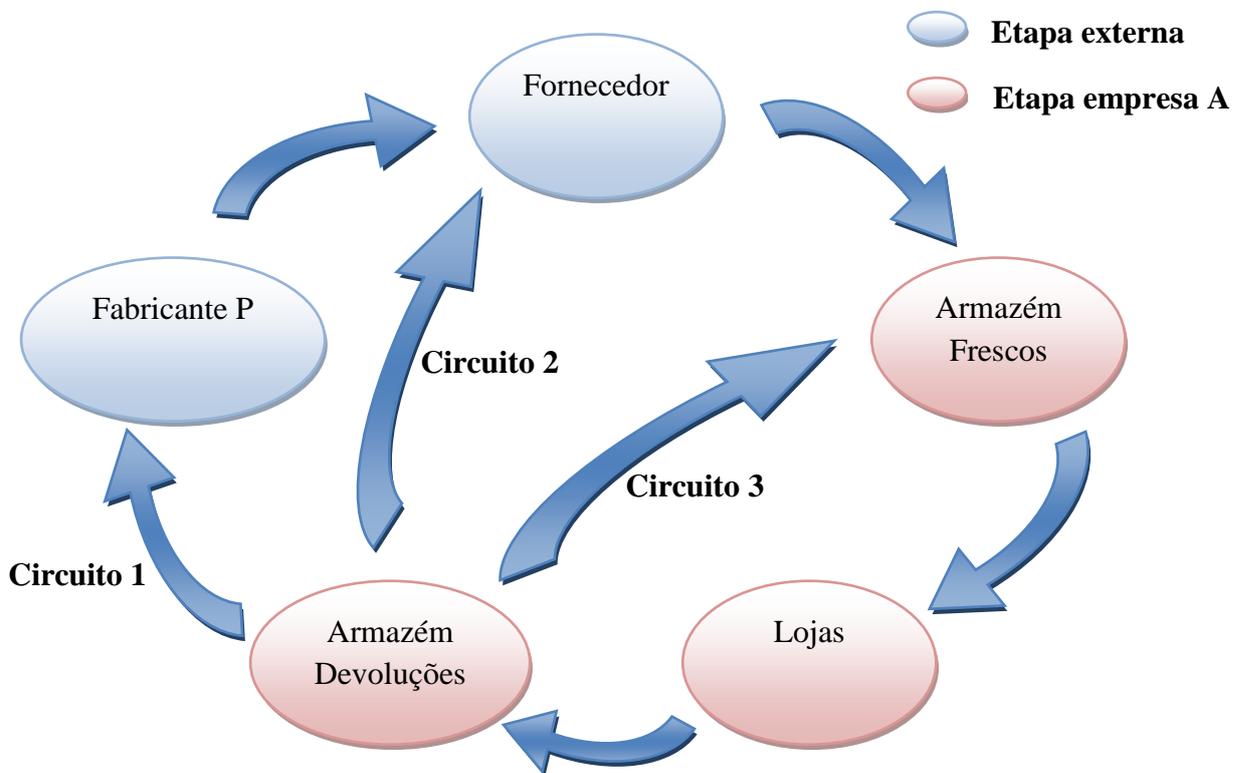


Figura VIII – Circuito das paletes na empresa A

O início do circuito geral é no fabricante P, que é também o responsável pela higienização das paletes. Depois de higienizadas ou fabricadas, as paletes vão para os fornecedores da empresa A, que por sua vez executam os seus produtos nessas mesmas paletes e transportam-nas para o armazém de frescos. É neste ponto que as paletes

³ Fabricante P – empresa responsável pela produção, comercialização e higienização das paletes movimentadas no armazém em estudo.

entram no circuito interno da empresa A. Depois das paletes serem recebidas no armazém e se efetuar a execução para as lojas (também em paletes plásticas), são expedidas para as lojas nos camiões contratados pela empresa A. Ao chegarem às lojas, as paletes com mercadoria são recebidas e depois dessa mesma mercadoria ser repostas na loja, as paletes, agora vazias, são empilhadas em grupos de dez unidades e aguardam por um camião que, num dos seguintes dias, carregue e transporte as paletes para o armazém de devoluções. Ao chegar a este último armazém, responsável pela recolha e pelo inventário de todas as paletes presentes na empresa A, as mesmas são recebidas e conferidas. Nesta etapa surgem três possibilidades, a paleta ir para o fabricante P (circuito 1), ir para o fornecedor (circuito 2) ou ir de novo para o armazém de frescos (circuito 3).

Caso se verifique que, após receção das paletes devolvidas pelas lojas, as mesmas estejam em bom estado de higienização e haja necessidade de reintegrá-las no circuito interno da empresa A (pelo armazém de frescos), a transferência das mesmas é realizada entre armazéns e opta-se assim pelo circuito 3. Se o fornecedor tiver um contrato com o fabricante P em que não exige a higienização das paletes, o mesmo vai levantar as paletes ao armazém de devoluções, sabendo que em sistema a devolução é feita ao fabricante P e não ao fornecedor (circuito 2). Existindo o compromisso contratual do fabricante P higienizar as paletes ao fornecedor, o fabricante das paletes pede a uma transportadora contratada para levantar as paletes do armazém de devoluções e a devolução é feita tanto em sistema, como fisicamente (circuito 1).

Assim que seja optado por um dos três circuitos, as paletes continuam o circuito geral até que se extraviem ou sejam alvo de uma quebra. Caso se comprove que qualquer uma das duas causas ocorra dentro do circuito da empresa A, a mesma é a responsável pelo pagamento ao fabricante P no valor de 25€ por paleta.

5.2. Armazém de frescos

Com o objetivo de, mais à frente, realizar uma análise custo-benefício é necessário saber alguns dados do armazém em estudo e das atividades que estão diretamente relacionadas com o mesmo, como os transportes.

O armazém de frescos tem uma área aproximada de 14.000 m², apresentando 36 cais que funcionam tanto para receção, como para expedição de paletes. O mesmo opera a uma temperatura compreendida entre os 1 e 5 °C, 24 horas por dia (exceto aos domingos) e tem 165 operadores.

Considera-se um armazém de JIT porque movimenta 80% dos seus produtos nesse sistema e 20% em stock (maioritariamente charcutaria e importação de carne). As classes de produtos presentes neste são charcutaria, frutas e vegetais (4^a gama), leite fresco, padaria/pastelaria, produtos lácteos, restauração, take-away e talho. É necessário ter em conta que 10% dos seus produtos têm maioritariamente na sua constituição líquidos. Os produtos deste armazém são movimentados em caixas de cartão e caixas também do fabricante P. Expediram-se, em 2012, uma média de 2.150.532 caixas por mês. O peso médio das caixas movimentadas é de 10 Kg.

Relativamente às paletes expedidas, sabe-se que são todas de plástico, têm um custo unitário de aluguer de 25€ (pago pelos fornecedores da empresa A, como já referido no ponto anterior), sendo alugadas pelos fornecedores ao fabricante P e são expedidas com uma média de 19€ em produtos.



Figura IX - Palleta plástica utilizada no armazém de Frescos

O armazém trabalha com uma frota com capacidades de 12, 20, 24 ou 33 paletes e serve cerca de 250 lojas. Há, no entanto, alguns carros específicos, os de 10, 21, 22 e 23 paletes, de modo a servir as necessidades particulares dos cais de algumas lojas ou da não existência do mesmo. A figura X, mostra o número médio de cargas semanais, por tipologia de camião. Posto isto, é necessário frisar que existem, em média, 123 cargas diárias (cargas expedidas) e cada uma tem, em média, mercadoria para quatro lojas, sendo realizadas maioritariamente duas entregas diárias a cada loja.

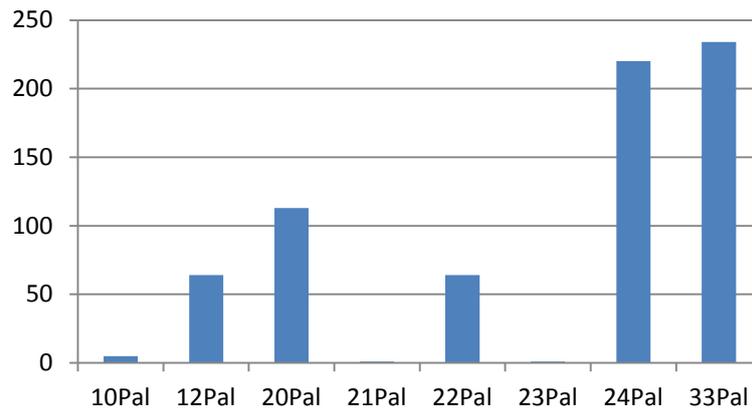


Figura X - Cargas semanais por tipologia de camião

Cada deslocação tem, em média, entre 60 a 90 minutos. A distância média a todas as lojas servidas pelo armazém é de 94 km e o custo por km é de 0,90€, aproximadamente.

O nível de serviço às lojas é de, aproximadamente, 97% (quantidades expedidas versus quantidades pedidas pelas lojas).

5.2.1. Diagrama do armazém de frescos

Para melhor compreender o processo do armazém em estudo, apresenta-se de seguida um diagrama (figura XI) composto pelos símbolos caracterizados na tabela V. Este mapa de fluxos é importante para que se possa ver mais tarde que processos são afetados com a implementação da RFID e para que se possa realizar uma comparação do processo com e sem a referida tecnologia.

Algumas atividades aparecem suprimidas, já que não são relevantes para o estudo em causa, pois não são afetadas pela implementação da RFID, de acordo com os objetivos do mesmo, como será explicado mais à frente. Essas atividades que surgem assim resumidas são a “descarga do fornecedor, pesagem e conferência dos produtos”, “Controlo de Qualidade examina os produtos e decide aceitá-los ou não”, a execução, a expedição administrativa e todas as funções que são selecionadas no PDT.

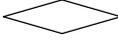
Símbolo	Significado
	Início ou fim do processo
	Atividade
	Decisão
	Atividade com fila de espera

Tabela V - Símbolos presentes no diagrama do armazém

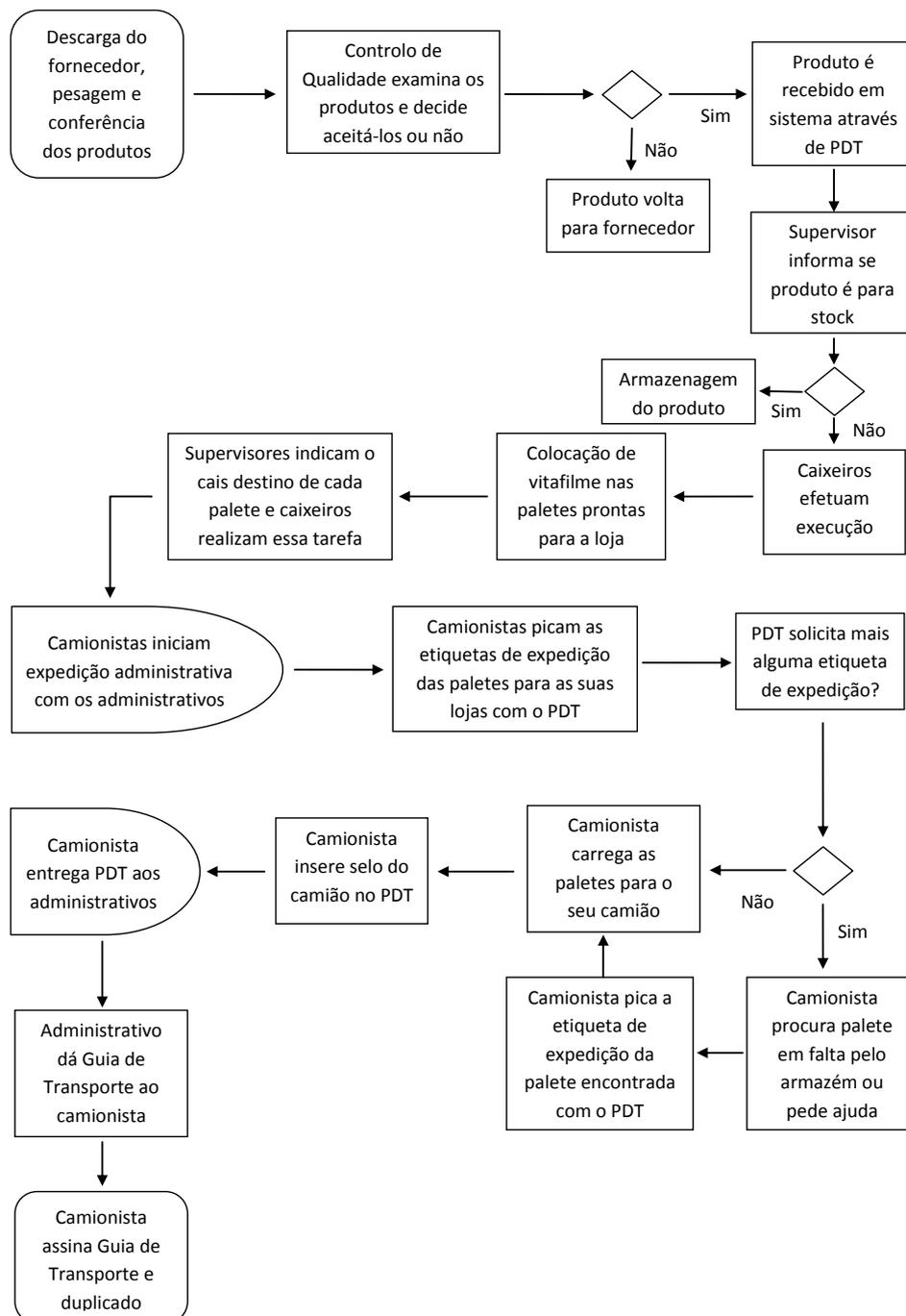


Figura XI - Diagrama do armazém

5.3. Expedição

A expedição é o último processo da responsabilidade de um gestor operacional no armazém. Existe aqui um fator que diferencia este processo dos outros, o facto de o operador responsável ser um camionista e não um colaborador da empresa A. É preciso ter em conta que este processo demora, em média, 45 minutos por carga, incluindo as tarefas administrativas.

Fazendo referência ao diagrama anteriormente apresentado, pode dizer-se que o processo de expedição inicia quando os “camionistas iniciam expedição administrativa com os administrativos” do armazém e termina quando o “camionista assina Guia de Transporte e duplicado”. Para compreender devidamente a expedição é fulcral saber que antes deste processo e nos últimos momentos da execução, o supervisor do turno entrega a cada um dos caixeiros um papel designado por “volta”. Esta indica uma porta destino, para a qual os caixeiros têm de levar todas as paletes e ganchos de determinadas lojas, indicadas na mesma (numérica e descritivamente). Dispõe também de algum espaço em branco para os caixeiros anotarem o número de paletes de cada loja, divididas por charcutaria ou talho. Como exemplo pode ver-se a tabela VI, representativa de uma volta.

PORTA 67				Charcutaria/Talho	
		Noite		Quantidade	
				Charc.	Talho
LG2024	LT0294	426	Loja X		
LG2028	LT0138	760	Loja Y		
LG2030	LT0296	761	Loja Z		
Nome:					

Tabela VI - Exemplo de volta do armazém

As paletes têm então de ser colocadas consoante a ordem expressa na volta. No caso da tabela VI, primeiro são levadas as paletes da loja X, depois da Y e por último da Z. Quem organiza a alocação das portas a determinadas lojas e esta ordem é a divisão dos transportes, de modo a otimizar as rotas.

A expedição, propriamente dita, começa quando o camionista se dirige aos administrativos e inicia a chamada expedição administrativa. Mais uma vez a descrição deste procedimento é ignorada por não poder ser melhorado com a RFID, já que é indispensável o controlo humano, justificado pela necessidade de assinaturas e carimbos do motorista e da empresa A, respetivamente. Terminando os procedimentos da expedição administrativa, o camionista é informado da porta à qual tem que se dirigir e das lojas que ficam à sua responsabilidade, recebendo também um PDT (figura XII) com um código associado. Depois de encostar o camião à porta correta, o camionista inicia a picagem da etiqueta de expedição da palete que carrega para o camião nesse instante. Este deve confirmar se a etiqueta (logo, a palete) corresponde à sua expedição. Se picar uma etiqueta incorreta o PDT informa-o do erro, tal como valida uma etiqueta se esta corresponder a uma das paletes corretas (pedindo a próxima palete). É obrigatório picar apenas a etiqueta da palete que leva no momento para o camião, uma a uma. No caso de não haver nenhuma palete em falta para a expedição em causa, o PDT encerra automaticamente o processo, logo após a picagem da última etiqueta.

Ao encerrar, o sistema do PDT pede um selo, selo este que é o código gerado aleatoriamente pelo dispositivo agregado à porta do camião, quando a mesma é fechada. Por último, o camionista entrega o PDT na expedição administrativa e espera pela GT, que é emitida assim que for confirmada a não existência de erros.



Figura XII - PDT Motorola, utilizado no armazém

5.3.1. Diagnóstico do armazém de frescos

No decorrer de um estágio de três dias no armazém de frescos e depois de uma entrevista ao gestor operacional do mesmo, com a finalidade de compreender todos os processos e os seus pontos de melhoria, descreve-se de seguida os principais pontos a melhorar.

Um dos principais pontos a melhorar é (1) a troca algo regular de caixas entre paletes executadas, que se deve à possível desconcentração do caixeiro e à demasiada proximidade que paletes com destinos diferentes apresentam. Existe por vezes uma (2) elevada concentração de caixeiros no mesmo corredor que por vezes dá azo a acidentes ou perdas de produtividade, já que há algum congestionamento. A (3) perda de tempo com o processo de reconhecimento de produtos através do PDT (*Portal Data Terminal*) é constante porque há a necessidade de apontar precisamente para o código de barras, não só da caixa como também da etiqueta de execução da paleta. As paletes são identificadas por uma folha de papel com um número representante da sua loja destino e devido código de barras, mas estas estão constantemente fora do sítio próprio (caem ou desprendem-se das argolas que as sustentam), o que leva a erros dos caixeiros e perda de tempo na regularização do problema (4). Há ainda a (5) dependência da supervisão para obtenção de nova bateria do PDT (caso a bateria em utilização descarregue) e de vitafilme, que leva a uma vez mais tempo perdido. (6) Nos inventários está intrínseca a perda de tempo e de recursos humanos disponíveis para efetuar atividades produtivas. Presentemente, as (7) limitações para receção e expedição (área e reduzido número de portas) são elevadas devido à sobrelotação de mercadoria expedida do armazém. Está presente diariamente uma (8) não uniformidade do peso das caixas na receção, o que leva a uma imputação de custos de mercadorias a lojas pouco rigorosa, já que a mesma é feita pelo método do custo médio ponderado. Um ponto a melhorar urgentemente é a (9) danificação e perda dos códigos de barras com a humidade e com o manuseamento visto que poderá levar a que uma paleta ou caixa seja abandonada ou se perca demasiado tempo a confirmar a identificação da mesma. Também importante é a (10) fraca distinção entre a etiqueta de receção da paleta e a etiqueta das caixas presentes na mesma paleta, o que faz com que por vezes se confundam as mesmas e se perca tempo útil para outras tarefas a identificá-las. O (11) processo de transporte para expedição das paletes completas até às portas (voltas) não está informatizado, causando uma carga

excessiva de trabalho ao supervisor para coordenar esta tarefa e a perda de tempo dos caixeiros na obtenção do papel da volta. O (12) controlo das paletes na expedição é feito pelos camionistas, o que faz com que esta tarefa seja menos rigorosa e não sejam detetados alguns erros antes destas chegarem às lojas, seja por troca entre lojas ou paletes esquecidas no armazém. Quando se efetuam transferências de uma paleta pequena para uma paleta maior (ainda com espaço suficiente para agregar esta mercadoria) pelo caixeiro que efetuou a volta, acontece o mesmo esquecer-se de passar a etiqueta de expedição da paleta pequena para a outra, originando um erro no final da expedição por falta de uma paleta no sistema do PDT (13). Nas devoluções das lojas, as paletes são muitas vezes mal faturadas, visto existir uma conferência deficiente, o que afeta a inventariação deste Acessório de Transporte (AT) por parte dos armazéns (14). Por último, muitos PDT's aparecem partidos, devido à má utilização dos motoristas (15).

Dos pontos a melhorar identificados no armazém em estudo há alguns que serão mais à frente abordados, com a perspetiva de propor uma solução para efetivamente melhorar esses mesmos processos, através da tecnologia RFID. Como veremos no capítulo 6.5, os pontos que podem ser eliminados ou minimizados com este projeto são o 5, 7, 9, 12, 14 e 15, portanto 40% dos erros identificados neste diagnóstico.

5.4. Lojas

Após apresentação do processo de expedição do armazém de frescos, surge a necessidade de clarificar a receção nas 250 lojas abastecidas pelo armazém de frescos, para que se possa mais tarde comparar o atual processo com as possíveis alterações provenientes da implementação da RFID.

À chegada do camião ao cais da loja, o motorista tem a obrigação de alertar um dos colaboradores da loja. Na loja, deverá existir pelo menos um colaborador por turno preparado para, de imediato, se deslocar ao cais, efetuar a abertura do mesmo e iniciar a receção propriamente dita. Aqui, a loja fica temporariamente com menos um colaborador, diminuindo os seus recursos para fazer face às necessidades dos clientes no momento.

O processo da receção começa pela conferência do código do selo presente na GT que o motorista introduziu no armazém e o administrativo carimbou e rubricou. Se o colaborador verificar que o código da GT é diferente do apresentado no aparelho no momento da receção, é obrigatório contactar o departamento de transportes e o mesmo deverá averiguar a situação. Caso contrário, o colaborador pede ao motorista que abra as portas do atrelado e efetue a descarga do mesmo com um empilhador manual (figura XIII). Para acelerar o processo, o colaborador auxilia com mais um empilhador. Após a conclusão desta atividade, este tem que utilizar um PDT para realizar a leitura dos códigos de barras das paletes e assim receber em sistema SAP a mercadoria presente nas mesmas. Neste passo, podem ocorrer erros humanos, já que esses códigos de barras estão em folhas com formato A5 que acompanham a paleta, e essas mesmas folhas são retiradas das paletes e agrupadas, para no final serem todas pistoladas de uma vez só. Ao realizar esta atividade desta forma (o correto seria picar com o PDT uma a uma, à medida que se retira a folha da paleta), surgem por vezes erros já que há paletes que equivocadamente são acompanhadas por várias folhas ou até por nenhuma. Assim, podem receber-se paletes a mais ou a menos, respetivamente, gerando troca de paletes entre lojas. No fim, conclui o processo e imprime os comprovativos de receção que deverão ser rubricados pelo motorista e arquivados na loja.



Figura XIII - Empilhador manual

Quando a mercadoria é reposta na loja, as paletes devem amontoar-se junto ao cais para serem transportadas por um camião que, depois de uma descarga de mercadoria na loja, fique com capacidade para as carregar. Nessa situação, o colaborador deve criar uma GT com o número de paletes a devolver e o motorista encarrega-se de carregar o camião e, tal como no armazém, registar na GT o novo selo gerado aleatoriamente.

5.5. Armazém de devoluções

Este armazém é o responsável por toda a receção de produtos que, a pedido pelo departamento comercial ou de qualidade, têm que ser retirados das lojas, seja por razões de deteção de anomalias num produto, por devolução ao fornecedor devido a excesso de stock, ou pelo término de uma campanha. Para além disso, o armazém de devoluções efetua a receção de caixas plásticas, skates e paletes das lojas, enviando-os depois para os armazéns (entrando no circuito interno) ou para os fornecedores. Existe apenas um cais de elevadas dimensões onde podem encostar até 13 camiões de uma vez só.

Trabalham no armazém de devoluções colaboradores responsáveis por conferir toda a mercadoria, caixas, skates e paletes e por garantir que os mesmos se encontram em condições de serem reutilizados ou devolvidos aos fornecedores. A receção processa-se tal e qual como nas lojas, em sistema por PDT e com recurso às GT's.

6. Implementação do projeto RFID

O objetivo de monitorizar a movimentação de paletes plásticas de uma forma automatizada pressupõe que as mesmas tenham na sua composição uma *tag* RFID. Neste caso, a entidade responsável por garantir isso mesmo é o fabricante P que deverá, aquando do fabrico, embutir uma *tag* no meio do plástico para que deste modo a mesma não seja um alvo fácil de degradação, seja através dos elementos químicos (água, luz, etc.) ou dos elementos físicos (empilhadores, contacto humano, etc.). É real a potencialidade de realizar esta operação, já que o fabricante P detém os meios e conhecimento necessários para a mesma. Neste momento, tem que se tomar como pressuposto que a mesma colocaria uma *tag* em todas as suas novas paletes plásticas, de modo a assegurar que as paletes que passem pela empresa A contenham essa *tag* (figura XIV). No ano de 2012 foram expedidas cerca de 420.000 paletes deste armazém, o que dá uma média de 35.000 mensalmente.



Figura XIV - Inserção de *tag* na paleta plástica

6.1. Armazém

As paletes entram no circuito da empresa A quando são recebidas no armazém. Alguns fornecedores entregam a mercadoria em paletes de madeira e outros em paletes de plástico. Nesta fase da receção seria quase impossível garantir a implementação da tecnologia RFID já que existem centenas de fornecedores só para este armazém e muitos deles nem sequer utilizam etiquetas EAN128 com a rastreabilidade dos produtos de origem animal, por exemplo. Ao saber previamente que a implementação da RFID seria mais dispendiosa que outras tecnologias pretendidas no passado e no presente, tem que se descartar esta hipótese, visto que não seria aplicável na realidade.

Após a receção das paletes com mercadoria e independentemente da mesma ir para stock ou ir para a zona de execução, essas paletes serão executadas colocando a quantidade desse artigo pedida pelas lojas no respetivo espaço da loja. Esse espaço de loja tem uma paleta plástica vazia (caso seja no início da execução) ou com artigos já executados anteriormente. É importante referir que cada paleta tem uma etiqueta com um código de barras (etiqueta essa que é impressa em papel) e é nessa etiqueta que os caixeiros vão colocar a informação de que produtos e que quantidades vão para a loja associada a essa paleta, através de um PDT com radiofrequência. Quando essa paleta, que está associada a uma tal loja, tem a altura pretendida e se diz assim completa, o caixeiro passa vitafilme na paleta para não tombar mercadoria no transporte e encosta a paleta atrás no layout, colocando uma nova paleta plástica vazia à frente, pronta a levar mais mercadoria.

No final da execução o supervisor do armazém entrega as voltas a um grupo de caixeiros responsáveis por essa tarefa. É neste momento que esse grupo de caixeiros deverá, no novo processo com RFID, passar a informação presente na etiqueta com código de barras para a *tag* RFID embutida na paleta através de um PDT preparado para ler as duas tecnologias em questão. Por essa altura já as *tags* RFID contêm a informação da mercadoria presente nas paletes e de seguida transportam-nas para os cais destinados nas voltas.

Ao iniciar a expedição, o motorista terá que se dirigir na mesma aos administrativos do armazém para que estes iniciem a expedição administrativa. O processo é o mesmo com exceção do código que é atribuído ao motorista, já não é um código para o PDT mas sim para um empilhador que está devidamente identificado numericamente. Este empilhador tem uma espécie de PDT incorporado junto ao guiador que serve para visualizar as ordens de trabalho e basicamente fazer tudo o que um PDT dito normal faz, exceto leitura de código de barras, já que este faz a leitura é de *tags* RFID através de três leitores e antenas instalados à frente e nas laterais do mesmo (figura XV).

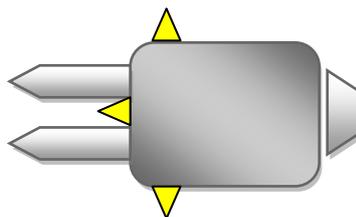


Figura XV - Empilhador/Mota do armazém

Com estes leitores será possível ler a *tag* RFID da paleta (sensor dianteiro) e a *tag* do cais por onde a paleta será carregada no camião (sensores laterais). Para isso, cada cais terá uma *tag* do lado direito, como demonstrado na figura XVI, e assim que o empilhador passar no cais o sistema sabe que a paleta entrou ou saiu do camião, conforme seja o leitor do lado direito ou esquerdo a ler a *tag*, respetivamente.

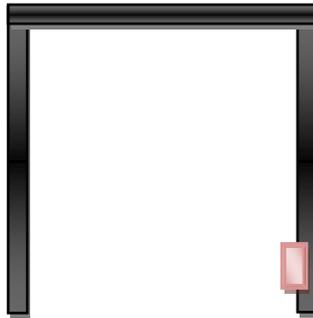


Figura XVI - Cais com *tag* no armazém

Nesta fase consegue-se eliminar um possível erro de troca ou esquecimento de paletes em armazém, colocando um sinalizador que emite a cor verde quando a paleta de uma determinada loja está a passar no cais correto (destinado para o camião que faz a volta da loja) ou a cor vermelha quando a paleta que passou no cais não deve ser carregada nesse camião. Isto é possível pois na expedição administrativa efetuada previamente o administrativo atribui um cais a um empilhador em específico para as lojas que o camião deverá levar.

Quando as paletes para um determinado camião estão todas carregadas, o sistema do armazém fecha automaticamente a expedição, tal como no processo atual. De seguida, o motorista levanta a GT e termina o processo.

No capítulo anterior dos resultados foi descrito no ponto 5.2.1 a sequência de todos os processos relevantes para o projeto em questão a um nível macro. Desta feita será feito a mesma coisa mas com os processos que se alteram ou adicionam após a implementação da tecnologia RFID. A azul estão os processos que se adicionaram ou alteraram.

Projeto de análise técnico-económica da tecnologia RFID na distribuição alimentar

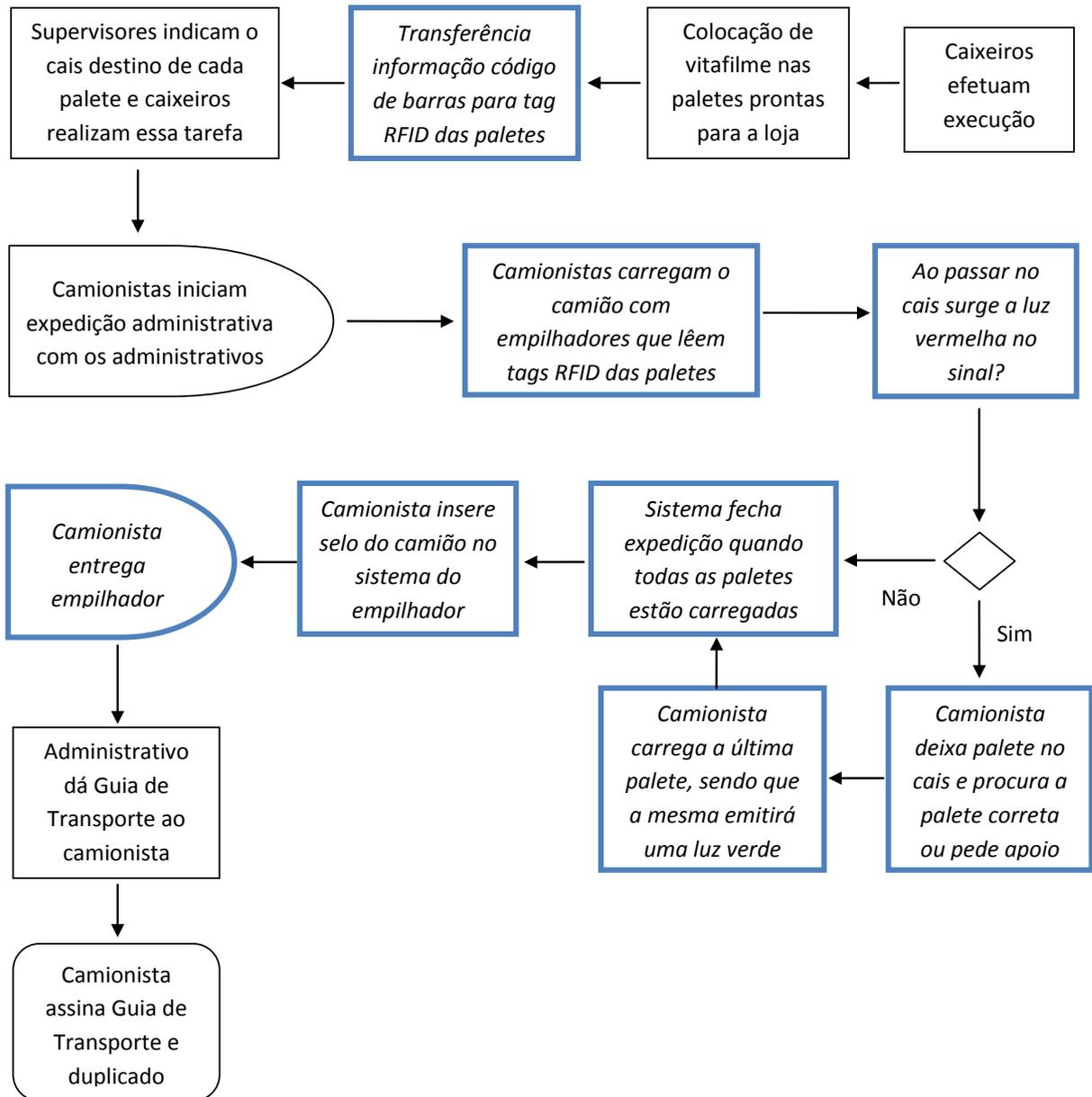


Figura XVII - Diagrama do armazém com RFID

6.2.Lojas

Nas lojas existem também possíveis ganhos na produtividade e na redução de erros e consequente resolução dos mesmos com a nova tecnologia.

Ao chegar ao cais da loja, o motorista deverá continuar a entregar a GT a um colaborador da mesma e este iniciará a receção (agora em SAP ao invés do usual PDT). O sistema, ao saber que vai iniciar a receção de uma determinada GT, sabe quantas e que paletes em específico deverão dar entrada. Esta entrada de mercadoria deverá ser realizada através do cais que conterà duas antenas, uma delas com um leitor já embutido e ligado ao servidor da loja com um serviço de gestão de dados.

Quando uma paleta com mercadoria passa pelo cais o leitor reconhece a *tag* RFID (figura XVIII) e, da mesma maneira que é feito o controlo do armazém das paletes corretas, acende-se uma luz verde quando a paleta for para essa loja ou uma vermelha caso a paleta seja destinada a uma outra loja. Ao estarem todas as paletes descarregadas, o sistema conclui automaticamente a receção e desta forma se garante que não há paletes extraviadas ou trocadas entre lojas, permitindo que os controladores de stock saibam sempre, em tempo real, onde se encontra toda a mercadoria.

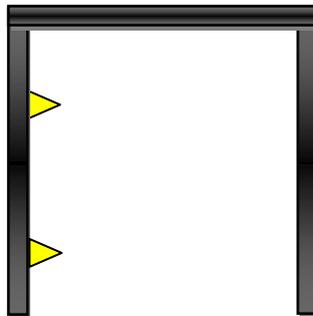


Figura XVIII - Cais das lojas com leitores RFID

O início da logística inversa dá-se quando a loja devolve as paletes vazias após a reposição na placa de vendas. Nesta fase a única alteração que a tecnologia RFID impõe a este processo é a substituição de um colaborador, que indicava as quantidades a devolver ao armazém, pelo leitor fixado no cais permitindo a redução de erros e tempo dispensado para esse fim.

6.3. Armazém de devoluções

Tal como nas lojas, a RFID vai alterar a forma como se rececionam as paletes, sendo que neste armazém se trata das paletes vazias que regressam das lojas. Neste processo em vez de um cais delimitado a um camião, existe apenas um cais de elevadas dimensões onde podem encostar até 13 camiões de uma vez só. Isto faz com que não seja possível instalar antenas com os respetivos leitores nem um pórtico apenas, caso contrário não se controlaria que paletes pertencem a determinado camião e conseqüentemente a determinada loja. Por tudo isto, é necessária a utilização de PDT's preparados para ler *tags* RFID (como no armazém de frescos). Os colaboradores devem apontar o PDT para a pilha de paletes a receber no armazém de devoluções e é feita uma *contagem* no instante e da forma mais eficaz possível, evitando erros de *contagem* humanos e possibilitando a libertação de colaboradores deste armazém para outras funções.

7. Análise custo-benefício

Neste capítulo responde-se ao objetivo de analisar a viabilidade económica do estudo de implementação da RFID, através de uma análise custo-benefício. O fim desta análise é quantificar, sempre que possível, e ponderar os benefícios e os custos do projeto para que se consiga ter uma decisão fundamentada e diminuir a incerteza que existe entre as expectativas e a realidade após a implementação do mesmo.

7.1. Custos

Como em qualquer projeto, é necessário quantificar os custos de modo a que se possa apurar o investimento necessário, compará-lo com os proveitos e então decidir acerca da sua viabilidade. Na tabela VII é demonstrado detalhadamente o investimento estimado necessário em três anos para o projeto em estudo.

	n	n+1	n+2	Material	Preços	
Fabricante P	26.600	26.600	26.600	35.000 paletes mensais	0,19 € por etiqueta	a
Armazém Frescos	105.000			42 motas (35 motas + 20% M. S.)	2.500€ cada para o leitor, 3 antenas, 3 cabos e suportes fixação/proteção	b
Armazém Frescos	25.000			10 PDT's (8 PDT's + 20% M. S.)	2.500€ cada PDT	c
Cais Frescos	140			35 cais	4€ cada tag para os cais	d
Lojas	275.000			250 lojas	1.100€ por cada cais/loja para 2 antenas, 1 leitor, suporte e gestão de	e
Devoluções	40.000			16 PDT's (13 cais + 20% M. S.)	2.500€ cada PDT	f
TOTAL	471.740	26.600	26.600			

Tabela VII - Custo em € e material utilizado

- a) São movimentadas em média 35.000 paletes mensalmente no armazém. Existe a necessidade de criar o pressuposto que como a amortização da *tag* RFID são 3 anos, a empresa A paga apenas um terço dessas *tags* por ano, visto que as paletes não estão restritas à mesma mas entram e saem do circuito;
- b) Se existem 35 cais, são necessárias 35 motas mais uma margem de segurança de 20%. O Software de gestão de dados do armazém está incluído neste ponto;
- c) Normalmente existem 8 caixeiros a fazer as voltas, logo são necessários 8 PDT's mais uma margem de segurança de 20%;
- d) O armazém de frescos tem 35 cais, logo são necessárias 35 *tags*;
- e) Existem 250 lojas abastecidas pelo armazém em estudo, logo tem que se instalar 250 sistemas de antenas, leitor, suporte e gestão de dados;
- f) Como o armazém das devoluções tem 13 cais, torna-se necessário adquirir 13 PDT's mais uma margem de segurança de 20%.

Como se pode observar pela tabela VII, o investimento inicial estimado necessário para a implementação da tecnologia RFID na empresa A é de 471.740€ e o custo de exploração nos dois anos seguintes é estimado em cerca de 26.600€.

7.2. Benefícios

Existem benefícios neste projeto que são quantificáveis e outros que são subjetivos e de difícil quantificação. Neste caso, existem inúmeras variáveis que não são possíveis analisar, em grande parte devido à falta da informação disponível e organizada na empresa A. Neste ponto são referidos alguns pontos do capítulo 5.2.3 - Diagnóstico do armazém de frescos, já que é nesta fase que se minimizam ou se acabam com alguns dos erros provenientes do diagnóstico realizado ao armazém.

No armazém de frescos estima-se:

- ❖ Menor dependência da supervisão no processo da expedição, visto que o motorista utiliza uma mota com leitura de *tags* RFID e não um PDT dependente de bateria com pouca duração que só lê códigos de barras (pontos 5 e 9 do capítulo 5.2.3 - Diagnóstico do armazém de frescos);
- ❖ Redução do tempo de expedição por carga (atualmente cerca de 45 minutos), possibilitando uma maior disponibilidade de cais livres que conseqüentemente ajuda à redução de atrasos de saída dos camiões (ponto 7 do capítulo 5.2.3 - Diagnóstico do armazém de frescos). Se considerarmos que se conseguem poupar 15 minutos neste processo, um cais que atualmente seja ocupado por dois camiões numa hora e meia (2 camiões a 45 minutos cada), poderia conseguir vir a servir mais um camião durante o mesmo período temporal (3 camiões a 30 minutos cada), diminuindo assim o atraso de entregas nas lojas;
- ❖ Diminuição do número de paletes trocadas, extraviadas e esquecidas no armazém, permitindo que se reduzam esses erros em 90% (tal como sugerido pelo fornecedor A), o que equivale a mais 144 paletes⁴ por mês, entregues nas lojas corretas (ponto 12 do capítulo 5.2.3 - Diagnóstico do armazém de frescos). Deste modo, não existem lojas com mercadoria a mais que se tornará uma quebra devido à sua perecibilidade, nem lojas com mercadoria a menos, o que afeta o cumprimento dos objetivos de vendas. Visto que o valor médio perdido por paleta é de aproximadamente 20€, consegue-se assim um ganho de 2.880€ mensais, 34.560€ anuais. Se considerarmos que 20% das paletes trocadas

⁴ 90% de 150 paletes trocadas mais 10 paletes extraviadas por mês

originará quebra por excesso de stock na loja indevida, são 7.200€ anuais⁵ que não se perderiam com a RFID. Poderia assim obter-se um ganho de 41.760€ por ano entre potencialização de vendas e diminuição de quebras;

- ❖ Diminuição do número de PDT's avariados e partidos, já que a utilização dos mesmos fica ao cargo exclusivamente dos caixeiros e supervisores (ponto 15 do capítulo 5.2.3 - Diagnóstico do armazém de frescos). Esta informação não está organizada, o único valor que a empresa A tem é o custo de manutenção total dos PDT e outras tecnologias, por armazém.

Nas lojas estima-se:

- ❖ Redução do tempo de descarga (atualmente cerca de 20 minutos mais 2 minutos por cada palete), diminuindo o tempo de um colaborador fora da sua tarefa principal, a reposição de mercadoria na loja. Os 20 minutos para as tarefas administrativas mantêm-se, mas o tempo por palete reduz para cerca de 30 segundos (apenas o tempo de descarregar fisicamente a palete, informação esta obtida junto do fornecedor A). A uma média de 17 paletes por loja, atualmente demora-se 54 minutos a receber um camião, mas com a implementação da RFID estima-se que esse tempo reduza para aproximadamente 29 minutos, permitindo poupar 25 minutos de trabalho de um colaborador. Se existem 250 lojas, conseguem poupar-se 208 horas⁶ de trabalho;
- ❖ Diminuição do número de erros relativamente a paletes trocadas entre lojas (visto que um camião pode transportar mais que uma loja de uma vez) o que leva a um aumento do nível de serviço do armazém às lojas. O valor deste proveito já está incluído no valor de paletes trocadas e extraviadas no terceiro ponto do armazém de frescos;
- ❖ Redução do tempo de carga de AT's, especificamente de paletes vazias, e dos erros humanos provenientes da contagem das mesmas, possibilitando uma correta faturação entre armazéns e lojas e, conseqüentemente, entre as diversas empresas do grupo (ponto 14 do capítulo 5.2.3 - Diagnóstico do armazém de frescos). Toda esta faturação correta potencia um melhor controlo e uma inventariação sem diferenças alargadas, assim como uma rastreabilidade de paletes mais eficaz por parte da fabricante P.

⁵ 20% de 150 paletes trocadas a 20€, em média

⁶ 25 mins multiplicado por 2 entregas por dia em 250 lojas são aproximadamente 208 horas

No armazém de devoluções estima-se:

- ❖ Diminuição do número de erros relativamente a paletes recebidas, já que o processo de receção é realizado através de um PDT com capacidade para ler *tags* RFID (ponto 14 do capítulo 5.2.3 - Diagnóstico do armazém de frescos). Deste modo a leitura da informação é realizada quase instantaneamente e não dá azo a erros de contagem, ao invés do processo atual que é feito humanamente;
- ❖ Redução do tempo de descarga de AT's (como referido no ponto imediatamente anterior), nomeadamente das paletes vazias, permitindo libertar colaboradores para outras atividades produtivas.

Para além de todos os potenciais benefícios identificados anteriormente, existem outros fatores a considerar como a aquisição de conhecimento e experiência na implementação e utilização da tecnologia RFID, a potencialização das economias de escala aproveitando as infraestruturas e sistemas instalados neste projeto para outros fins (seja nas lojas, armazéns ou fornecedores) e toda a imagem positiva e vantagem competitiva que se obtém face à concorrência.

7.3. Análise final

Neste ponto comparam-se e ponderam-se os custos versus os benefícios, de modo a que se determine se a decisão mais acertada é investir no projeto em causa.

Como verificado no ponto 8.1, sabe-se agora que o investimento inicial estimado é de aproximadamente 471.740€. Sendo um investimento avultado, o mesmo pressupõe que os benefícios tenham também um grande peso na sua ponderação. O que dificulta esta análise é o facto de, tal como referido no ponto 8.2, existirem benefícios que não são possíveis quantificar por enquanto, muitas vezes por falta de informação organizada na empresa A, e alguns que estão quantificados por meio de pressupostos criados com a ajuda de profissionais da empresa em estudo e do fornecedor A. Mesmo assim, não há informação suficiente e fidedigna que possa sustentar uma análise custo-benefício eficaz e capaz de representar um projeto com o investimento avultado como já referido.

No entanto, através do estudo realizado é possível constatar que a implementação da tecnologia RFID na empresa A consegue bons benefícios para a mesma, como é o caso da minimização de troca e extravio de paletes no transporte entre o armazém e as lojas (permitindo um ganho de aproximadamente 41.760€ anuais), ou o caso da libertação de colaboradores da empresa para tarefas produtivas como a reposição de loja (reduzindo o tempo perdido na descarga dos camiões, com a poupança calculada de 208 horas), ou o caso do aumento da eficácia na faturação dos AT's entre as diversas empresas intervenientes na cadeia de abastecimento, permitindo uma melhor organização da informação contabilística. A possível diminuição dos custos de manutenção de PDT's e a possibilidade de aumentar os camiões expedidos em 50% com o mesmo tempo por cada cais, o equivalente a reduzir um terço do tempo de expedição, também trazem vantagens para as operações da empresa A. É notório que existem ganhos significativos que permitem à empresa A ser mais eficaz e eficiente no serviço que faz às suas lojas, contudo nem todos estão mensurados como desejado.

Por tudo isto referido no presente capítulo, considera-se que o presente projeto seja um estudo que ajude a identificar e quantificar alguns indicadores-chave, de modo que permita uma futura análise custo-benefício com mais indicadores mensuráveis, considerando as limitações aqui identificadas.

8. Discussão de resultados

Este penúltimo capítulo converge todo o projeto para a análise dos resultados que respondem aos objetivos propostos, tendo em conta os resultados e conclusões obtidas pelos trabalhos de outros autores e casos de estudo analisados anteriormente.

O primeiro objetivo de “identificar pontos de melhoria do armazém de frescos que possam ser positivamente afetados pela implementação da RFID, realizando um diagnóstico” é claramente um ponto fulcral deste projeto, sabendo que através de uma análise intensiva às várias atividades do armazém e de várias entrevistas e reuniões com os gestores do mesmo, se identificaram 15 pontos de melhoria. Os mesmos permitem

não só identificar possíveis benefícios com a implementação deste projeto de RFID (cerca de 40% dos identificados no diagnóstico), mas também para futuras pesquisas. Nesta fase do projeto, a empresa A pode beneficiar do diagnóstico realizado, fruto de uma investigação no terreno exaustiva e de várias entrevistas à gestão do armazém, considerando-o como um projeto de consultoria. Com este, a empresa pode ter uma base de informação que justifique futuros projetos, seja na área da tecnologia RFID ou noutras. Também se revela um bom apoio para um futuro projeto, dissertação ou caso de estudo a realizar por estudantes e investigadores, dentro da empresa A.

Em segundo lugar surge o objetivo de “definir a viabilidade técnica da aplicação da RFID no armazém, identificando os pré-requisitos da mesma”. Durante a busca deste objetivo emergem diversas barreiras à concretização do mesmo, visto que mesmo com várias entrevistas a fornecedores da tecnologia RFID para colmatar a falta de informação centralizada em monografias, *working papers* e websites, não se torna também possível quantificar alguns pré-requisitos (como por exemplo a quantificação de quais e em que quantidades podem alguns agentes químicos e muitos materiais metálicos afetar a leitura correta das *tags* RFID). Neste parâmetro também o fornecedor A aconselha à realização de um projeto-piloto no armazém de frescos, mas a falta de tempo, seja para recolher a informação ou para ter autorização da empresa A e implementar o mesmo, leva a que este não se realize.

No decorrer do projeto e dos diversos estudos realizados, verifica-se que alguns pré-requisitos surgem de uma forma transversal aos casos de estudo analisados e alguns ao presente projeto, nomeadamente o elevado investimento inicial (estimado em quase meio milhão de euros), ter a perspetiva de investimento estratégico e não basear a decisão de implementação apenas em indicadores financeiros (como o ROI), aproveitar ao máximo as economias de escala, conjugar a RFID com um bom sistema de código de barras, utilização de *tags* UHF de 2ª geração (boa relação custo-benefício), ter elevados cuidados com a segurança e fuga de informação, criação de equipa especializada nos processos de RFID, formação de utilizadores constante e realizar uma análise técnico-económica para minimizar os possíveis impactos negativos que não se prevejam inicialmente.

Consegue-se relacionar muitos pré-requisitos referidos com o projeto da empresa A, no que concerne à já utilização de um bom sistema de código de barras [como

referem Véronneau e Roy (2009), Poulsen (2010) e Jones e Chung (2007)] e à possibilidade do melhor aproveitamento das economias de escala, já que se sabe que só o armazém de frescos da zona centro do país abastece cerca de 250 lojas. Numa multinacional como é a empresa A, e dado o seu histórico demonstrar que é uma organização inovadora que ambiciona a liderança em todas as suas geografias, o investimento estratégico na tecnologia RFID pode ser visto pela mesma como uma opção estratégica e não apenas baseada no seu retorno financeiro, tal como refere a conclusão da investigação de Véronneau e Roy (2009) e como demonstram as empresas concorrentes do mesmo setor, ao investirem há já alguns anos nesta tecnologia.

Nos casos de estudo analisados no capítulo 5, extraem-se como principais indicadores que levam a empresa A a optar por implementar a RFID, a possibilidade atual de realizar leituras em paletes com *tag* com eficácias de 100% (exemplo da Tesco), o conhecimento de que o Grupo Auchan e o Grupo Metro utilizam com sucesso um método idêntico ao esquematizado neste projeto, assim como o El Corte Inglés aplica com o mesmo fim a tecnologia mas nos camiões, a utilização do RFID para a conferência de execução nos armazéns (Dia Portugal) e a existência de alguns concorrentes a investir nesta tecnologia como meio estratégico para obter mais-valias num futuro próximo (Walmart, que é o líder mundial em distribuição alimentar e o Grupo Carrefour). A não garantia de aderência dos fornecedores à tecnologia no setor da distribuição alimentar, como é apresentado no caso do Walmart e o conhecimento e advertências feitas pelo fornecedor A, levam a que neste projeto a implementação da RFID seja feita a partir da expedição e não na receção e execução, onde à partida seria mais benéfico para a eficácia e eficiência das operações da empresa A. A elaboração destes casos de estudo permite também a divulgação de informação atual e organizada relativamente ao que várias empresas deste setor já praticam ou têm tentado melhorar com a tecnologia em estudo.

Apesar de todo o projeto ser realizado e estudado para cumprir com o terceiro objetivo de “analisar a viabilidade económica do estudo de implementação da RFID, através de uma análise custo-benefício”, chega-se à conclusão de que não é possível atualmente quantificar todos os benefícios por falta de informação na empresa A. No entanto, apesar do investimento inicial estimado ser bastante avultado, cerca de 471.740€ tal como previsto devido aos estudos de Bernardo (2004) e por Bottani e Rizzi (2007), encontram-se benefícios muito interessantes como é o caso dos 41.760€ anuais

provenientes da minimização de troca e extravio de paletes. Este valor só por si consegue justificar o investimento relativamente aos custos de exploração estimados em cerca de 26.600€. Para além desse valor, o montante inicial é compensado pelo aumento da eficiência em 50% na expedição do armazém de frescos e consequente aumento do nível de serviço às lojas, diminuição dos custos de manutenção dos PDT's, libertação de 208 horas de trabalho nas lojas para reposição devido à maior eficiência na receção de paletes nas mesmas e da consequente devolução de paletes vazias e pela melhoria na rastreabilidade das paletes plásticas para a empresa A e para a fabricante P.

A tecnologia é dispendiosa e incerta relativamente à eficácia da implementação da mesma devido aos pré-requisitos anteriormente identificados. Contudo, observando a experiência dos concorrentes da empresa em estudo, e mais concretamente do exemplo da gigante Walmart, verifica-se que apesar das falhas, do elevado investimento, das reestruturações operacionais e de infraestruturas necessárias e da incerteza em termos gerais, a decisão de avançar com a implementação da RFID na empresa A é justificada também pela vantagem competitiva que se possa criar na cadeia de abastecimento e pela alavancagem de conhecimentos na tecnologia. Isto de modo a que num futuro próximo a empresa seja capaz de responder às necessidades que surgirem num mundo cada vez mais suportado pela tecnologia e fazer frente aos seus maiores concorrentes em todas as geografias que opera.

Por último, o objetivo que visa “apresentar um caso de estudo sobre a aplicação da RFID ao nível da logística, que contribua para futuras pesquisas relacionadas com o tema e possíveis implementações futuras” tem-se como cumprido, já que a decisão de implementar o projeto na empresa A não seja suportado exclusivamente por indicadores quantificáveis, não deixa este projeto de acrescentar valor para outras futuras pesquisas, especialmente na mesma empresa e pela mesma internamente.

9. Conclusões

Neste capítulo são apresentadas as principais conclusões do projeto, fazendo referência às dificuldades encontradas, aos principais objetivos e à discussão do cumprimento dos mesmos. São também realçadas as limitações do projeto e propõem-se algumas recomendações para uma futura pesquisa.

9.1.Principais conclusões

Com a realização deste projeto é possível concluir que apesar da história da tecnologia RFID remontar ao início do século XX, existem ainda alguns entraves à implementação da mesma. Verifica-se que é uma tecnologia com infinitas possibilidades e na maioria das situações é teoricamente a solução mais adequada. Contudo, ainda não é suficientemente competitiva em alguns setores, como o da distribuição alimentar, face às tecnologias concorrentes. Isto deve-se a algumas limitações de leitura (como a presença de materiais metálicos e líquidos), à necessidade de reestruturação de grande parte das operações e processos da empresa e consequente necessidade de criação de equipa de acompanhamento e, essencialmente, ao elevado investimento inicial. Contudo, surgem neste projeto casos em que a RFID é já tida como uma mais-valia em alguns processos. Existem vários exemplos em que se atingem eficácias de leitura de *tags* de cem por cento e mesmo quando a sua implementação não tem um retorno financeiro que justifique a aposta nesta tecnologia, não deixa de ser testada e implementada, para potenciar vantagem competitiva num futuro próximo e responder antecipadamente às futuras necessidades do setor.

Os pré-requisitos para a implementação da RFID são muitas vezes difíceis de mensurar e quantificar, pois toda a implementação depende dos materiais utilizados, do objetivo do projeto, dos pontos de melhoria onde se deseja atuar, da infraestrutura do espaço alvo, dos sistemas utilizados na empresa e do investimento inicial que pode variar bastante consoante a dimensão do projeto. No caso da empresa A, a solução encontrada para minimizar o impacto de todos os entraves mencionados é a aplicação da tecnologia na expedição do armazém, receção nas lojas e consequente logística inversa.

O investimento inicial do projeto é estimado em aproximadamente meio milhão de euros, enquanto a previsão para os custos de exploração nos anos seguintes é quase de trinta mil euros. A realização de um diagnóstico ao armazém dos frescos permite identificar quinze pontos de melhoria em nos processos do armazém, dos quais quarenta por cento são eliminados ou minimizados com a possível implementação da tecnologia RFID. Com a mesma geram-se diversos benefícios, nomeadamente no aumento do nível de serviço às lojas, diminuindo o número de paletes trocadas entre lojas por engano e extraviadas na expedição do armazém. Outros benefícios são a diminuição dos atrasos na receção de mercadoria nas lojas devido à potencialização da redução do horário de expedição em um terço do tempo, a possibilidade de libertar mais horas de trabalho de colaboradores de loja para reposição, devido à maior eficiência na receção de camiões e a maior eficácia e eficiência na logística inversa de AT's (neste caso apenas paletes plásticas), facilitando o controlo dos mesmos.

Pode afirmar-se que há um conjunto de limitações que não permitem cumprir, na sua plenitude, todos os objetivos propostos no início deste projeto. Em concreto, a impossibilidade de quantificar alguns dos benefícios encontrados. Mesmo não concluindo a análise custo-benefício da forma inicialmente esperada, sabe-se que os custos de exploração são bem menores que os proveitos que se obtém com a implementação da tecnologia RFID e que, mesmo sendo necessário um elevado investimento no início do projeto, existem indicadores não quantificáveis que justificam a decisão de apostar na mesma, como a obtenção e aprofundamento de conhecimento da tecnologia por parte da empresa A e a criação de vantagem competitiva que poderá potenciar a resposta às necessidades futuras do setor da distribuição alimentar, antecedendo alguns problemas que poderão surgir. Sendo a empresa em estudo uma empresa inovadora e precoce na adoção de medidas tecnológicas e de estratégias diferenciadoras, este revela-se um bom momento para seguir os seus maiores concorrentes, a nível mundial, na decisão de investir na tecnologia RFID.

Espera-se com este projeto ajudar na disponibilização de dados atuais e reais, no que concerne a casos de estudo desta ou de outra empresa, e permitir que um futuro projeto ou dissertação nesta área e nesta empresa em concreto, consiga colmatar as limitações encontradas, especialmente com a realização de um projeto-piloto para testar a informação em falta na bibliografia existente e na empresa A.

9.2. Limitações do projeto

As principais limitações encontradas no decorrer deste projeto foram a falta de informação atualizada na comunidade científica, tendo muitas vezes que recorrer a publicações e websites de empresas fornecedoras da tecnologia RFID, como por exemplo os pré-requisitos para implementar eficazmente a RFID ou as potenciais aplicações e exemplos das mesmas.

A falta de tempo revela-se um fator crítico para a obtenção de dados mais rigorosos e análise mais precisa do projeto, já que o mesmo foi desenvolvido em paralelo com a atividade profissional do autor.

A falta de um projeto-piloto e extração de dados consequentes do mesmo, leva neste caso à não quantificação de alguns benefícios a obter decorrentes da implementação da tecnologia. Os mesmos possibilitariam obter conclusões de uma análise custo-benefício que não é assim devidamente concretizada.

9.3. Recomendações para trabalhos futuros

Com a realização deste projeto surgem duas recomendações para trabalhos futuros nesta área, seja neste ou noutro setor.

A primeira recomendação é contactar de início pelo menos uma empresa fornecedora da tecnologia RFID para ajudar a concretizar alguma informação que não consta em monografias e casos de estudo.

Provavelmente, a melhor recomendação é realizar um projeto-piloto durante alguns meses e garantir a obtenção da maior quantidade e veracidade de dados possível, para que se possa estudar a melhor alternativa relativamente à implementação da tecnologia e quantificar os benefícios associados.

10. Referências

Bibliografia:

Bernardo C. G. (2004), *A tecnologia RFID e os benefícios da etiqueta inteligente para os negócios*

Bottani, E. e A. Rizzi (2007), *Economical assessment of the impact of RFID technology and EPC system on the fast-moving consumer goods supply chain*, Viale G.P. Usberti Working Paper 181/A, Department of Industrial Engineering, University of Parma

Finkenzeller, K. (2003), *RFID Handbook Fundamentals and applications in contactless smart cards and identification*. John Wiley & Sons Ltd

Jones, E. C. e C. A. Chung (2008), *RFID in logistics A practical introduction*. CRC Press

Jones, E. C. e C. A. Chung (2011), *RFID and Auto-ID in Planning and Logistics. A Practical Guide for Military UID Applications*. CRC Press

Julião, J. (2011), *Thesis Notes for Students*

Landt, J. e B. Catlin (2001), *Shrouds of time The history of RFID*, AIM, Inc

Microsoft (2004), *Microsoft and RFID*

Myerson, J. M. (2007), *RFID in the Supply Chain A guide to selection and implementation*. Auerbach Publications

Poulsen, B. (2010), *How to implement a successful RFID project*, Barcoding Inc

Rushton, A., P. Croucher e P. Baker (2010), *The handbook of logistics & distribution management*. Kogan Page Limited

Scavarda, L. F., C. N. Filho e V. Kraemer (2005), *RFID na Logística: Fundamento e Aplicações*, Pontifícia Universidade Católica – Rio de Janeiro

Sweeney, P. J. (2005), *RFID for dummies*. Wiley Publishing, Inc

Turcu, C. (2009), *Development and implementation of RFID technology*. I-Tech Education and Publishing KG.

Turcu, C. (2011), *Current Trends and Challenges in RFID*. InTech

Turcu, C. (2011), *Deploying RFID – Challenges, Solutions, and Open Issues*. InTech

Véronneau, S. e J. Roy (2009), *RFID benefits, costs, and possibilities: The economical analysis of RFID deployment in a cruise corporation global service supply chain*, Elsevier Working paper, School of Business, Quinnipiac University

Websites:

<http://blfranco.blogspot.pt/2011/04/codigo-de-barras-fique-atento.html> (23/07/2012)

<http://www.hipersuper.pt/2012/07/20/rfid-movimenta-6-24-mil-milhoes-de-euros-em-2012/> (23/07/2012)

<http://www.rfidjournal.com/article/view/3467/1> (17/08/2012)

<http://www.rfidjournal.com/article/view/4446/1> (17/08/2012)

<http://www.rfidjournal.com/article/view/4551/1> (17/08/2012)

<http://www.carrefour.net/en/articles.html?t=59> (26/08/2012)

http://www.toshibatec-eu.com/Portugal/pt/empresa/noticias/noticias/novas/_pressglob/el-corte-ingles/ (27/08/2012)

<http://www.rfidjournal.com/article/view/8933/1> (27/08/2012)

<http://www.rfidjournal.com/article/view/9755/> (27/08/2012)

<http://packagingrevolution.net/french-food-retailer-optimizes-reusable-plastic-crate-management-with-rfid-based-solution/> (07/09/2012)

<http://www.future-store.org/fsi-internet/get/documents/FSI/multimedia/pdfs/broschueren/RFID%20und%20MG-E-271108-Internet.pdf> (07/09/2012)

<http://www.smartplanet.com/blog/pure-genius/did-wal-mart-love-rfid-to-death/7459> (28/09/2012)

http://www.scdigest.com/ASSETS/ON_TARGET/10-07-28-1.PHP?cid=3609&ctype=content (28/09/2012)

<http://www.rfidjournal.com/article/view/2243> (28/09/2012)

<http://www.packagingnews.co.uk/business/supply-chain/tesco-completes-rfid-depot-trial/> (28/09/2012)