



**Universidade do Minho**  
Escola de Engenharia

Francisco Miguel Martins Costa

**Processo de implementação da tecnologia RFID  
numa empresa de componentes elétricos**

Tese de Mestrado

Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação da

**Professora Doutora Maria do Sameiro Carvalho**

Outubro de 2016

## DECLARAÇÃO

Nome: Francisco Miguel Martins Costa

Endereço eletrónico: kikommcosta@hotmail.com Telefone: +351 910350506

Número do Bilhete de Identidade: 14347483

Título da dissertação:

Processo de implementação da tecnologia RFID numa empresa de componentes elétricos

Orientador(es):

Professora Doutora Maria do Sameiro Carvalho

Ano de conclusão: 2016

Designação do Mestrado:

Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

DE ACORDO COM A LEGISLAÇÃO EM VIGOR, NÃO É PERMITIDA A REPRODUÇÃO DE QUALQUER PARTE DESTA TESE/TRABALHO

Universidade do Minho, \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

Assinatura:

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos os que contribuíram para a realização deste projeto.

Um agradecimento ao meu orientador na Bosch, Pedro Silva, pela oportunidade e pelo apoio contínuo.

À professora Doutora Maria do Sameiro Carvalho pelos ensinamentos, transmissão de conhecimento e ajuda ao longo de todo o trabalho.

A todos os colegas da Bosch e equipa de investigadores da Universidade do Minho que me ajudaram ao longo do projeto.

Por último, um especial agradecimento aos meus familiares e amigos pelo apoio prestado ao longo de toda esta caminhada.

Este trabalho foi parcialmente financiado pelo Sistema de Incentivo Portugal para a Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico no âmbito dos projetos de co-promoção nº 002814/2015 (iFACTORY 2015-2018).



## RESUMO

A presente dissertação desenvolveu-se no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial (MIEGI) e realizou-se ao abrigo de uma estreita parceria entre a Bosch Car Multimedia Portugal, S.A. e a Universidade do Minho – *Innovative Car HMI*.

A empresa depara-se com um problema relativo à pouca rastreabilidade das suas matérias-primas o que traz inúmeras consequências, tais como, uma resposta mais demorada aos seus clientes relativamente à capacidade de satisfazer uma encomenda e maiores custos de sucata resultantes do término da validade das matérias-primas, entre outras. Neste sentido iniciou um projeto, dentro do qual se insere a presente dissertação, designado *Smart Internal Supply Chain* que se centra na implementação da tecnologia RFID com o objetivo de aumentar a visibilidade da cadeia de abastecimento, em particular, a movimentação de matérias-primas.

O objetivo da dissertação foi procurar identificar os principais desafios da implementação de um sistema baseado na tecnologia RFID e a metodologia de investigação utilizada para o efeito foi o Estudo de Caso. Em primeiro lugar estudou-se a operação logística interna atual no que se refere à movimentação de matérias-primas e respetivas formas de rastreabilidade de forma a identificar os principais problemas. Em paralelo realizou-se uma análise bibliográfica sobre o tópico da rastreabilidade mais concretamente sobre a tecnologia RFID.

A introdução da tecnologia RFID permite resolver o principal problema identificado que se refere aos poucos pontos de controlo das matérias-primas (Receção, Armazém principal e Linhas de produção) acrescentando mais quatro (Reembalamento, Área Volumoso, *Milkrun* e Supermercado). Além disso, permite automatizar o registo de movimentação de matérias-primas, automatizar os pedidos ao armazém principal e posteriormente permitirá otimizar diversos processos logísticos através dos dados que o novo sistema irá fornecer. Os principais desafios encontrados ao longo do projeto foram a enorme complexidade de toda a operação logística na movimentação de matérias-primas, a definição do grau adequado de granularidade de rastreabilidade, a dificuldade de integração deste novo sistema com o sistema SAP da empresa e a falta de *know-how* da equipa associada ao projeto sobre a tecnologia RFID.

## PALAVRAS-CHAVE

RFID, Rastreabilidade, Logística, Monitorização de materiais, Gestão da Cadeia de Abastecimento



## ABSTRACT

The present dissertation was carried out in fulfillment of the thesis requirement for the degree of Integrated Master's in Industrial Management and Engineering. It was held under a close partnership between Bosch Car Multimedia Portugal, S.A. and Minho University – Innovative Car HMI.

The company faces a problem concerning the lack of traceability of its raw materials which has numerous consequences, *inter alia* a longer response to its clients regarding the ability to satisfy an order and higher scrap costs resulting from the termination of the shelf life of the raw materials. Hence, the company started a project named Smart Internal Supply Chain within which this dissertation was written. This project focuses on implementation of RFID technology with the aim of increasing the visibility of the supply chain, in particular, the movement of raw materials.

The objective of this dissertation was to identify the key challenges of implementing a system based on RFID technology and the research methodology used for this purpose was the Case Study. Firstly, it was studied the current internal logistics operations with regard to the raw materials and its forms of traceability in order to identify the main problems. Concurrently it was reviewed literature about the topic of traceability more concretely about RFID technology since its implementation is a restriction of the company.

The introduction of RFID technology allows solving the main identified problem which refers to the few points of control of raw materials (Reception, Main Warehouse and Production Lines) by adding four (Repacking, Bulky Area, Milkrun and Supermarket). Moreover, this technology allows the automatization of raw materials registration, the automatization of requests to the main warehouse and optimization of many other logistics processes through data that the new system will provide. The main issues encountered throughout the project were the enormous complexity of the entire logistics operation in the movement of raw materials, the definition of the appropriate degree of traceability granularity, the difficulty of integrating this new system with the company SAP system and the lack of know-how of the project team about the RFID technology.

## KEYWORDS

RFID, Traceability, Logistics, Monitoring of materials, Supply Chain Management



## ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vii
Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Tabelas.....	xvii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	xix
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Objetivos.....	3
1.3 Metodologia de investigação.....	3
1.4 Estrutura da dissertação.....	4
2. Revisão bibliográfica.....	7
2.1 Gestão da cadeia de abastecimento.....	7
2.1.1 Rastreabilidade na cadeia de abastecimento.....	8
2.1.2 Granularidade e custos da Rastreabilidade na cadeia de abastecimento.....	10
2.1.3 Sistemas de identificação automática e principais <i>standards</i> .....	11
2.2 RFID.....	13
2.2.1 Contextualização histórica.....	14
2.2.2 Sistema RFID.....	15
2.2.3 Tipos de <i>tags</i> .....	15
2.2.4 Benefícios na implementação da tecnologia.....	16
2.2.5 Aspetos críticos na implementação da tecnologia.....	17
2.2.6 Exemplos de aplicação.....	18
2.3 Síntese e principais conclusões.....	24
3. Apresentação da empresa.....	25
3.1 Grupo Bosch.....	25
3.2 Bosch Car Multimedia.....	26
3.3 Bosch Car Multimedia Portugal, S.A.....	27
3.3.1 Fornecedores.....	27

3.3.2	Produtos.....	28
3.3.3	Clientes.....	29
3.3.4	Estrutura organizacional .....	29
4.	Situação atual da rastreabilidade interna das matérias-primas .....	33
4.1	Caracterização da logística interna atual .....	33
4.1.1	<i>Layout</i> geral das áreas operacionais e cadeia de abastecimento interna .....	33
4.1.2	Categorização da matéria-prima.....	36
4.1.3	Descrição dos sistemas de informação.....	40
4.2	Fluxo da matéria-prima.....	45
4.2.1	Descarga e receção de MP .....	45
4.2.2	Abastecimento a MOE2 .....	48
4.2.3	Retorno das caixas vazias e pedido de MP.....	51
4.2.4	Abastecimento ao armazém avançado SMD .....	52
4.2.5	Abastecimento a MOE1 e pedidos de MP .....	56
4.3	Identificação de problemas de rastreabilidade.....	57
4.3.1	Identificação de problemas nos fluxos de MP .....	57
4.3.2	Principais problemas associados à falta de rastreabilidade e respetivos KPI.....	63
4.3.3	Síntese dos problemas identificados.....	68
5.	Proposta de solução para o problema de falta de rastreabilidade .....	71
5.1	Requisitos funcionais.....	72
5.2	Proposta de solução .....	74
5.2.1	Descrição do protótipo.....	75
5.2.2	Proposta de solução para material em embalagem <i>one way</i> .....	80
5.3	Dificuldades e limitações das propostas apresentadas .....	81
5.3.1	Dificuldades e limitações gerais da solução encontrada .....	81
5.3.2	Dificuldades e limitações na descarga e receção de MP .....	82
5.3.3	Dificuldades e limitações no abastecimento a MOE2 .....	83
5.3.4	Dificuldades e limitações no retorno de caixas e pedidos de MP .....	83
5.3.5	Dificuldades e limitações no abastecimento a MOE1 .....	84

5.4	Aspetos críticos na implementação da tecnologia.....	84
6.	Análise crítica dos resultados .....	87
6.1	Descarga e receção de MP .....	87
6.2	Abastecimento a MOE2 .....	88
6.3	Retorno das caixas vazias e pedidos de MP.....	88
6.4	Resumo dos principais resultados.....	89
7.	Conclusões.....	91
7.1	Trabalho futuro.....	94
	Referências Bibliográficas .....	97
	Apêndice I – Transferência de Matéria-prima com origem na receção.....	101
	Apêndice II – Descrição de TO .....	102
	Apêndice III – Fluxo geral de matéria-prima.....	104
	Apêndice IV – <i>Workshops</i> para definição de requisitos.....	105
	Apêndice V – Esquema geral do protótipo .....	106



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Cadeia de Abastecimento (Christopher, 2011) .....	7
Figura 2 - GTIN de 13 dígitos (GS1, 2015b) .....	12
Figura 3 - Integração de GTIN com EPC (Aguirre, 2007; Moura, 2006) .....	13
Figura 4 - Sistema RFID (Quaronline, 2014) .....	15
Figura 5 - Volume de Vendas do Grupo Bosch em 2015 (Bosch Group, 2016b).....	25
Figura 6 - Áreas de Negócio do Grupo Bosch (Bosch Group, 2015) .....	26
Figura 7 - Unidades de Produção do Grupo CM (Bosch Group, 2015).....	26
Figura 8 - Bosch Car Multimedia Portugal, S.A. (Bosch Group, 2015) .....	27
Figura 9 - Distribuição geográfica dos fornecedores (Bosch Group, 2015).....	28
Figura 10 - Gama de produtos (Bosch Group, 2015) .....	28
Figura 11 - Clientes da indústria automóvel (Bosch Group, 2015).....	29
Figura 12 - Clientes das restantes áreas de negócio (Bosch Group, 2015) .....	29
Figura 13 - Distribuição geográfica dos clientes (Bosch Group, 2015).....	29
Figura 14 - Estrutura organizacional da Área Comercial (Bosch Group, 2016a) .....	30
Figura 15 - Layout das áreas operacionais logísticas no piso 0 .....	34
Figura 16 - Layout da área de produção MOE2 no piso 0 .....	35
Figura 17 - Layout geral do piso 1 (Armazém SMD e MOE1).....	35
Figura 18 - Logística interna de BrgP.....	36
Figura 19 - Divisão da Receção de MP .....	37
Figura 20 - Caixas one way (à esquerda) e RAKO (à direita) .....	37
Figura 21 - Etiqueta VDA.....	38
Figura 22 - Etiqueta de identificação de um PCB com Matlabel .....	38
Figura 23 - Distinção entre MP volumosa e não volumosa .....	39
Figura 24 - Interface iFlow .....	42
Figura 25 - Colocação de TO na palete (à esquerda) e colocação da palete nos roletes (à direita).....	46
Figura 26 - Para-paletes.....	46
Figura 27 - Fluxograma da receção de MP volumosa .....	46
Figura 28 - Unidade de manuseio .....	47
Figura 29 - Mesa de Conferência .....	47
Figura 30 - Fluxograma da receção de MP não volumosa .....	48

Figura 31 - Put Away à palete no Armazém 102 .....	48
Figura 32 - Bancada de reembalamento.....	49
Figura 33 - E-kanban e kanban em cartão de plástico, respetivamente.....	49
Figura 34 - Milkrun .....	50
Figura 35 - Abastecimento do supermercado .....	50
Figura 36 - Abastecimento à linha de produção.....	50
Figura 37 - Fluxograma do Abastecimento a MOE2 .....	51
Figura 38 - Atrados com caixas vazias e quadro com construção do lote de kanbans (à esquerda) e esvaziamento do e-kanban (à direita) .....	51
Figura 39 - Triagem (à esquerda) e atrados de caixas retornáveis (à direita) .....	52
Figura 40 - Fluxograma do retorno de caixas e pedidos de MP.....	52
Figura 41 - Palete SMD.....	53
Figura 42 - Horário de transporte da Palete SMD.....	53
Figura 43 - Receção e reembalamento de MP (à esquerda) e put away (à direita) no armazém avançado SMD .....	54
Figura 44 - Fluxograma do abastecimento ship to line .....	54
Figura 45 - Colocação das TO no armazém 102.....	55
Figura 46 - Confirmação das TOs de Min-Max .....	55
Figura 47 - Fluxograma do abastecimento em Min-Max .....	55
Figura 48 - Picking no armazém avançado SMD.....	56
Figura 49 - Fluxograma do abastecimento a MOE1, devoluções e pedidos de MP .....	57
Figura 50 - Representação em layout da visibilidade em sistema do piso 0.....	59
Figura 51 - Custo de sucata em função dos custos de MP.....	66
Figura 52 - Tecnologia na Receção de MP .....	76
Figura 53 - Tecnologia no put away.....	77
Figura 54 - Tecnologia no picking.....	77
Figura 55 - Tecnologia no reembalamento e milkrun .....	78
Figura 56 - Tecnologia na Área volumoso e na passagem para MOE2 .....	79
Figura 57 - Tecnologia nos supermercados .....	80
Figura 58 - TO em papel.....	102
Figura 59 - Fluxograma geral de MP.....	104
Figura 60 - Workshop de definição de requisitos (Vista geral).....	105

Figura 61 - Esquema geral do protótipo..... 106



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Categorização dos Custos de Rastreabilidade (Asioli et al., 2011).....	10
Tabela 2 - Tipos de tags (IMPINJ, n.d.).....	16
Tabela 3 - EPC (RFID) vs Código de Barras (Mehrjerdi, 2011; Moura, 2006).....	17
Tabela 4 - Resumo dos aspetos críticos de cada exemplo.....	23
Tabela 5 - Storage Types das principais secções.....	41
Tabela 6 - Problemas identificados no fluxo 4.2.1.....	58
Tabela 7 - Tempos de put away e picking no armazém 102.....	59
Tabela 8 - Problemas identificados no fluxo 4.2.2.....	60
Tabela 9 - Problemas identificados no fluxo 4.2.3.....	61
Tabela 10 - Problemas identificados no fluxo 4.2.4.....	62
Tabela 11 - Problemas identificados no fluxo 4.2.5.....	62
Tabela 12 - Número de colaboradores operacionais por departamento.....	63
Tabela 13 - Número de erros no esvaziamento do e-kanban.....	64
Tabela 14 - Software/Aplicações por departamento.....	64
Tabela 15 - Cobertura de stock de MP.....	65
Tabela 16 - Desvios de inventário em n° de peças.....	66
Tabela 17 - Custo de transportes especiais.....	67
Tabela 18 - Perdas de produção devido a erros de abastecimento.....	67
Tabela 19 - Síntese dos Problemas.....	69
Tabela 20 - Principais KPI do Projeto.....	70
Tabela 21 - Requisitos Funcionais.....	72
Tabela 22 - Aspetos críticos identificados na implementação da tecnologia RFID.....	85
Tabela 23 - Resumo dos resultados das propostas de melhoria.....	90
Tabela 24 - N° de TOs com origem na Receção e respetivo destino.....	101



## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

ALPE *Automated Logistics and Production Execution*

ASN *Advanced Shipping Note*

CA Cadeia de Abastecimento

ERP *Enterprise Resource Planning*

ETA *Estimated Time of Arrival*

FIFO *First In First Out*

GPS *Global Positioning System*

LCB Leitor de Código de Barras

LSP *Logistics Service Provider*

KALO *Kanban Logistics*

KPI *Key Performance Indicator*

MES *Manufacturing Execution System*

MOE *Manufacturing Operations Engineering*

MP Matéria-Prima

PC *Personal Computer*

PIIA Preparação Integrada de Inserção Automática

POUP *Point of Use Provider*

PQA *Plant Quality Automotive*

RAKO *Euro Plastic Container*

RFC *Remote Function Call*

RFID *Radio Frequency Identification*

SIIA Sistema Integrado de Inserção Automática

SISC *Smart Internal Supply Chain*

SKU *Stock Keeping Unit*

SMD *Surface Mounted Device*

SOL Sistema Operacional Logístico

TO *Transfer Order*

VDA *Verband der Automobilindustrie*



## 1. INTRODUÇÃO

Este capítulo pretende introduzir a dissertação realizada em ambiente industrial e no âmbito do projeto de fim de curso em Engenharia e Gestão Industrial com o tema “Processo de implementação da tecnologia RFID numa empresa de componentes elétricos” na Bosch Car Multimedia Portugal S.A.. Em primeiro lugar é apresentado o enquadramento do projeto e as principais razões que levaram à sua realização. De seguida são apresentados os objetivos principais bem como a metodologia de investigação utilizada. Por último é descrita a estrutura da dissertação.

### 1.1 Enquadramento

A presente dissertação surge no âmbito da unidade curricular de Dissertação em Engenharia e Gestão Industrial, incluída no Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial da Universidade do Minho. Esta dissertação de mestrado foi efetuada em ambiente empresarial na área da Logística, mais concretamente no departamento de *Customer Logistics and Planning - Projects* (CLP-P) da Bosch Car Multimedia de Braga. Este departamento é responsável pelo desenvolvimento de projetos com vista à melhoria dos processos logísticos da empresa.

Esta dissertação está inserida num projeto designado *Smart Internal Supply Chain* (SISC) que resulta de uma estreita parceria – “*Innovative Car HMI*” – entre a Bosch Car Multimedia Portugal e a Universidade do Minho. Esta parceria de Investigação e Desenvolvimento (I&D) propõe-se à realização de dois grandes projetos de inovação – o *Innovcar* e o *iFactory* (no qual se inclui o SISC).

Um dos problemas identificados na área logística refere-se à pouca rastreabilidade das suas matérias-primas. Este problema resulta na incapacidade de responder rapidamente aos clientes relativamente à capacidade de satisfazer uma encomenda. Assim, abriu-se uma porta ao desenvolvimento de um projeto de inovação onde foi inserida a presente dissertação com o tema: “Processo de implementação da tecnologia RFID numa empresa de componentes elétricos”. Este projeto consiste na integração da tecnologia RFID (do inglês *Radio Frequency Identification*) na cadeia de abastecimento interna da empresa, de forma a aumentar a rastreabilidade e a visibilidade da matéria-prima.

No atual ambiente de negócios, onde a procura dos clientes promove altos níveis de diferenciação e os produtos têm um ciclo de vida curto, as organizações precisam de ser inovadoras, não só nos seus próprios processos de desenvolvimento e produção, mas também nos processos da cadeia de abastecimento (Azevedo & Carvalho, 2011). Neste sentido um ponto importante para uma boa gestão

de cadeias de abastecimento refere-se à rastreabilidade. Rastreabilidade é o registo e rastreamento de peças, processos e materiais utilizados na produção (José Antonio Alfaro & Rábade, 2006). Segundo Dabbene & Gay (2011) o objetivo primordial de um sistema de rastreabilidade é precisamente registar a história e localização dos diferentes produtos ao longo da cadeia de abastecimento.

Um método inovador no campo da rastreabilidade de matérias-primas em cadeias de abastecimento é o sistema RFID. A Identificação por Rádio Frequência (RFID) é uma tecnologia de identificação automática e captura de dados composta por três elementos: uma *tag* formada por um chip ligado a uma antena; um leitor que emite sinais rádio e em troca recebe respostas das *tags*; e por último um *middleware* que faz a ponte entre o *hardware* RFID e o sistema informático da empresa (Sarac, Absi, & Dautère-Pères, 2010).

Srivastava (2010) apresenta diferentes aspetos críticos na implementação desta tecnologia na produção de bens de consumo e organização de retalho:

- Custos – de longe o principal obstáculo, englobando custos de *tags*, leitores e gestão de dados.
- Tecnologia – existem alguns obstáculos tecnológicos que não garantem fiabilidade total, tal como, distorção no sinal, imprecisão nas leituras, perturbação por interferência de outros aparelhos eletrónicos, etc.
- *Standards* – a falta de *standards* conduz à incompatibilidade de sistemas uma vez que cada empresa ou organização utiliza um sistema independente.
- Privacidade e segurança – as *tags* contidas nos produtos podem ser lidas posteriormente à venda do produto aumentando as preocupações dos consumidores relativamente à sua privacidade. Por outro lado, estudos demonstram existir algumas falhas de segurança nestes sistemas tornando possível aceder a informação contida nas *tags*.
- Reengenharia dos processos de negócio – a implementação desta tecnologia permite o acesso mais rápido e preciso a dados modificando os processos das empresas ao nível de previsão da procura, gestão de encomendas, etc.

No projeto em que se insere esta dissertação a questão da melhoria da rastreabilidade assume elevada importância, conduzindo a um estudo e implementação de métodos que promovam a sua melhoria. A dissertação realizada foca-se no projeto de implementação desta tecnologia em contexto industrial e na definição de etapas e requisitos para uma implementação bem-sucedida.

## 1.2 Objetivos

O projeto de dissertação tem como principal objetivo a elaboração de um plano para a implementação da tecnologia RFID em contexto industrial, numa empresa de componentes elétricos de forma a aumentar a rastreabilidade da matéria-prima ao longo da cadeia de abastecimento interna da empresa. Em particular, as etapas da realização deste projeto são:

- Identificar e definir corretamente o problema da rastreabilidade;
- Identificar requisitos da solução a adotar;
- Realizar um estudo sobre as soluções tecnológicas existentes (características, requisitos, limitações, etc);
- Identificar os desafios associados à implementação de um sistema de rastreabilidade;
- Definir um plano de implementação da tecnologia incluindo possíveis alterações ao fluxo de materiais e aos processos associados. Este plano deverá incluir as diferentes etapas e requisitos para uma implementação bem-sucedida.

## 1.3 Metodologia de investigação

A metodologia identificada como sendo a mais apropriada para este projeto é Estudo de Caso. O Estudo de Caso consiste numa estratégia para fazer um estudo que envolve uma investigação empírica de um determinado fenómeno contemporâneo dentro de seu contexto de vida real usando múltiplas fontes de evidências (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2009). Yin (2003) destaca também a importância do contexto, acrescentando que, no âmbito de um Estudo de Caso, os limites entre o fenómeno a ser estudado e o contexto dentro do qual está sendo estudado não são totalmente evidentes.

O Estudo de Caso (Hancock & Algozzine, 2006) é geralmente mais exploratório do que confirmatório, ou seja, o investigador normalmente procura identificar temas ou categorias de comportamento e eventos ao invés de provar relacionamentos ou testar hipóteses. Uma vez que envolve reunir e analisar informação de múltiplas fontes, tais como entrevistas, observações e documentação existente, o Estudo de Caso requer que o investigador passe mais tempo no ambiente a ser investigado do que as restantes metodologias de investigação. Por fim, tal como para a maioria das investigações, a realização de Estudos do Caso cria oportunidades ao investigador de explorar questões adicionais pelo facto de investigar um tópico em particular.

Relativamente a este projeto o autor focou-se no estudo do fluxo de matéria-prima e respetivos processos de rastreabilidade através de observações nas áreas operacionais, diálogo com os

colaboradores e visualização de documentação existente tais como instruções de trabalho e indicadores de desempenho. Paralelamente foi revista literatura bibliográfica relevante sobre os temas em foco ao longo do projeto. Posteriormente efetuou-se uma análise crítica aos processos de rastreabilidade estudados e conseqüente identificação de requisitos para a solução a adotar. Por último, identifica-se a solução adotada e os respetivos benefícios e limitações ou restrições.

As perguntas de investigação a que o projeto de dissertação se propõe a responder são:

- Quais os desafios da rastreabilidade dos fluxos internos de uma empresa de componentes elétricos?
- Quais os aspetos críticos/vantagens da adoção e implementação da tecnologia RFID?

#### 1.4 Estrutura da dissertação

A dissertação encontra-se dividida em 7 capítulos: Introdução, Revisão Bibliográfica, Apresentação da Empresa, Situação Atual, Situação Futura, Análise Crítica dos resultados e Conclusões.

No primeiro capítulo faz-se a introdução da dissertação e um enquadramento ao projeto realizado. Explicam-se as razões que motivaram a realização deste projeto bem como a metodologia utilizada e os principais objetivos.

No segundo, realiza-se um estudo sobre o estado de arte dos principais temas abordados no projeto: gestão de cadeias de abastecimento com destaque para a rastreabilidade e sistemas de identificação automática por radio frequência.

De seguida, faz-se uma breve apresentação da empresa onde foi realizado o estágio e respetiva dissertação de mestrado. Aborda-se o grupo internacional do qual faz parte a empresa, explicando-se a sua área de negócio, principais produtos, clientes e fornecedores bem como a sua estrutura organizacional.

No quarto capítulo descrevem-se as diferentes áreas operacionais das instalações onde foi realizado o projeto, bem como as principais operações e atividades aqui realizadas. Mais concretamente, apresenta-se a situação atual de rastreabilidade no fluxo de matérias-primas e identificam-se os diversos problemas.

No quinto propõe-se a implementação de um sistema RFID que permita aumentar a rastreabilidade das matérias-primas. Apresenta-se um protótipo que servirá de base à implementação desta tecnologia a partir dos requisitos definidos pelo cliente interno.

No sexto capítulo realiza-se uma análise crítica aos resultados expectáveis do projeto. Esta análise realiza-se com base nos problemas identificados no quarto capítulo.

Por último são tiradas as principais conclusões do projeto, desde melhorias expectáveis com a implementação proposta, fatores críticos ou barreiras nessa implementação e descreve-se o trabalho futuro, ou seja, apresentam-se os passos seguintes do projeto.



## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo pretende apresentar uma revisão crítica da literatura sobre os temas em foco no projeto. Em primeiro lugar introduz-se o conceito de cadeia de abastecimento (CA) e os principais desafios para uma gestão eficiente da mesma. De seguida, aprofunda-se a questão da rastreabilidade na gestão da cadeia de abastecimento tal como a sua importância, as problemáticas associadas e os tipos de rastreabilidade existente. A segunda parte da revisão bibliográfica foca-se na utilização da tecnologia RFID onde é apresentado o funcionamento do sistema, a sua contextualização histórica, os tipos de *tags*, os principais benefícios e aspetos críticos e alguns exemplos de implementação da tecnologia em cadeias de abastecimento.

### 2.1 Gestão da cadeia de abastecimento

O termo "cadeia de abastecimento" refere-se à série de atividades e intervenientes que participam no movimento e transformação da matérias-primas em produtos acabados nas mãos dos consumidores. Muitos analistas também incluem fluxos inversos (devoluções, alienações, reciclagem) na definição de cadeia de abastecimento. O termo "cadeia" é uma simplificação da complexa teia desde fornecedores, fabricantes, distribuidores a fornecedores de serviços logísticos que são os atores principais na gestão dos fluxos físicos "do ventre ao túmulo" (Mcfarlane & Sheffi, 2003).

Segundo Christopher (2011) cadeia de abastecimento define-se como "a gestão das relações a montante e a jusante com fornecedores e clientes para entregar valor acrescentado ao cliente final a um custo inferior para toda a cadeia de abastecimento". A Figura 1 pretende ilustrar de forma simplificada uma cadeia de abastecimento e os fluxos de materiais e de informação a ela associados.

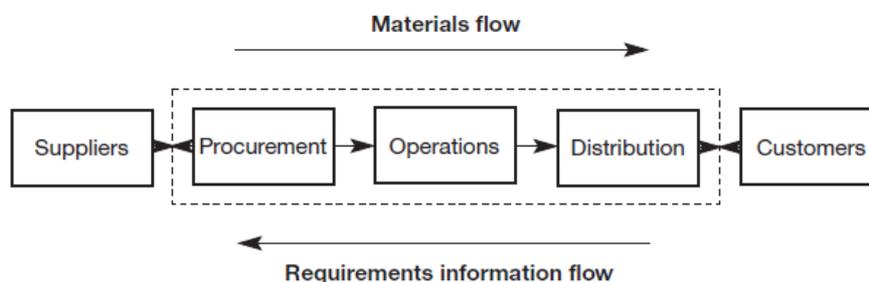


Figura 1- Cadeia de Abastecimento (Christopher, 2011)

A gestão da cadeia de abastecimento envolve a coordenação e a colaboração de atividades entre os seus diversos intervenientes. Esta engloba o planeamento e gestão de todas as atividades relacionadas com o fornecimento e aquisição de materiais, transformação, atividades de gestão logística tais como

previsões da procura, processamento de pedidos e o cumprimento dos mesmos, serviço de transportes, faturação e processamento de pagamentos (He et al. 2009). Este relacionamento estreito entre os diversos intervenientes requer uma forte utilização de tecnologias de informação e comunicação e uma melhor formação de profissionais (Moura, 2006).

Mcfarlane & Sheffi (2003) resumem a gestão de cadeias de abastecimento em dois grandes desafios: ser capaz de otimizar sistemas inteiros, ao invés de subsistemas e gerir a variabilidade inerente às operações da cadeia de abastecimento. Relativamente ao primeiro, as restrições impostas por limites corporativos, as responsabilidades limitadas e a falta de visibilidade de toda a cadeia de abastecimento acabam por restringir a atuação dos gestores. Desta forma, o melhor que podem fazer na maioria dos casos é realizar otimizações parciais. O segundo desafio, relativo à variabilidade, é cada vez mais crítico devido a crescentes tendências, tais como:

- Globalização – requerendo mais longas e complexas linhas de abastecimento, sistemas de inventário e redes de distribuição;
- *Outsourcing* – envolvendo mais entidades na cadeia de abastecimento;
- Proliferação de SKUs (do inglês *Stock Keeping Unit*) – resultando em desagregação da procura devido à alta customização;
- Produtos com tempos de ciclo mais curtos – resultando na falta de dados históricos, e por isso, redução na capacidade de previsão das organizações.

O autor distingue também a variabilidade em externa e interna. Variabilidade externa resulta de variações inesperadas da oferta e da procura enquanto variabilidade interna é consequência de um controlo imperfeito dos processos internos.

### 2.1.1 Rastreabilidade na cadeia de abastecimento

A rastreabilidade pode ser definida como capacidade de identificar um produto ou componente ao longo da cadeia de abastecimento, ou seja, é a capacidade de verificar e identificar a história e localização de um item por meio de uma documentação em papel ou eletrónica (Ene, 2013).

Um dos fatores que salienta a importância da rastreabilidade prende-se com a retirada de produtos do mercado. Nos últimos anos tem-se assistido à recolha e retirada global de alguns produtos do mercado uma vez que estes foram identificados como perigosos para os consumidores. Antes de mais importa definir os termos que se utilizam nestas atividades: recolha e retirada. Segundo diretiva do Parlamento Europeu (2002), recolha é “qualquer medida destinada a obter o retorno de um produto perigoso que já tenha sido fornecido ou disponibilizado aos consumidores pelo respetivo produtor ou distribuidor” e

retirada é “qualquer medida destinada a impedir a distribuição e a exposição de um produto perigoso bem como a sua oferta ao consumidor”.

A crise das vacas loucas na década de 90; a recolha de mais de 9 milhões de Toyotas entre 2008 e 2011; a recolha entre 2006 e 2011 de mais de 4 milhões de baterias de computadores fabricadas pela Sony (Hu et al., n.d.) e mais recentemente, em 2016, a recolha de chocolates Mars em 55 países depois de ter sido encontrado um pedaço de plástico no interior de um chocolate (A. C. Marques, 2016) são alguns exemplos de problemas globais que fazem aumentar a importância e a preocupação relativamente à rastreabilidade nas cadeias de abastecimento. A capacidade de rastrear é também fundamental para detetar se um produto é falsificado, permitindo dissuadir a contaminação intencional, adulteração e desvio de produtos legais (Marucheck et al., 2011).

Segundo Alfaro & Rábade (2009), que estudaram a implementação de sistemas de rastreabilidade na cadeia de abastecimento da indústria alimentar espanhola, afirmam que as empresas envolvidas nos seus estudos recuperaram o seu investimento em menos de dois anos e obtiveram melhorias significativas no abastecimento, armazenamento, gestão de inventário e produção.

De acordo com o estudo realizado por Töyrylä (1999) o uso de dados de rastreabilidade:

- Permite a criação de produtos e serviços personalizados de acordo com as necessidades do cliente. Mais concretamente, o uso de dados de rastreabilidade permite produzir, entregar e conceber os produtos consoante os requisitos do cliente, dando-lhe contínua informação relativamente ao estado atual destes processos;
- Prevê ou reduz o número de eventos indesejados, ou seja, reduz os erros nos processos de fabrico e distribuição bem como o número de perdas devido a roubo e deterioração;
- Reduz o impacto negativo de eventos indesejados. Por exemplo: a) caso seja preciso recolher ou retirar produtos do mercado, o uso de dados de rastreabilidade permite minimizar o número de itens a ser recolhidos permitindo também uma recolha atempada. Além disso, permite uma minimização de custos e de danos na imagem pública da empresa. b) Caso haja problemas de qualidade ajuda na minimização de efeitos negativos, reduzindo os custos de reparação. c) No caso de existirem queixas por parte do cliente, dados de rastreabilidade permitem obter todas as informações e provas necessárias para responder às reclamações do cliente. d) Ocorrendo situações de roubo ou outras atividades ilícitas tais como contrafação, a disponibilidade de dados de rastreabilidade ajuda as empresas a defenderem-se e a tomar medidas preventivas;

- Reduz e previne problemas futuros. A utilização de dados de rastreabilidade em análises e medições permite descobrir fatores subjacentes a desvios e problemas no desempenho logístico, qualidade do produto e segurança do fluxo de materiais.

### 2.1.2 Granularidade e custos da Rastreabilidade na cadeia de abastecimento

Uma das principais características que afetam os custos e a praticabilidade dos sistemas de rastreabilidade é o nível de granularidade. Geralmente, os níveis de granularidade utilizados são: palete, caixa e item. A principal vantagem de ter uma rastreabilidade ao nível do item é a elevada precisão da informação. No entanto, quanto mais fina for a rastreabilidade maiores são os custos com os sistemas e maior é a informação a ser processada (Aiello et al., 2015).

Segundo Mari et al. (2012) granularidade mais volumosa pode ser usada quando não existe grande necessidade em obter informação com elevada precisão ou quando os requisitos para controlo dos processos de produção são pouco rigorosos, caso contrário rastreabilidade mais fina é recomendável. No entanto, uma granularidade mais fina resulta num sistema de rastreabilidade mais complexo e por isso mais dispendioso visto que há mais informação para registar e um maior número de transações para gerir.

Os custos de rastreabilidade dependem também do ambiente regulatório, da tecnologia adotada, da complexidade da cadeia de abastecimento e da quantidade de dados requeridos (Dabbene & Gay, 2011). Segundo Asioli et al. (2011) os custos de rastreabilidade podem ser divididos em dois tipos: custos de implementação e custos de operação/manutenção. Relativamente a cada um desses tipos, podem ainda ser classificados em cinco diferentes categorias, como representado na Tabela 1.

Tabela 1 - Categorização dos Custos de Rastreabilidade (Asioli et al., 2011)

<b>Categoria</b>	<b>Implementação</b>	<b>Operação/Manutenção</b>
<b>Tempo e Esforço</b>	Procura/Processamento da informação Gestão da mudança Testes de execução/interrupção	Abrandamento/Interrupção das operações Aumento na emissão de relatórios
<b>Equipamento e Software</b>	Compra de novo equipamento e instalação	Melhorias de equipamento e contratos de serviço
<b>Formação</b>	Extensiva	Contínua (para novos funcionários)
<b>Consultores externos</b>	Para escolha e <i>design</i> do sistema	Para desafios específicos
<b>Materiais</b>	Mudança para um novo “sistema” de materiais	Embalagens/Etiquetas
<b>Certificação e Auditorias</b>	Auditorias/Certificações iniciais	Repetir auditorias e certificações

### 2.1.3 Sistemas de identificação automática e principais *standards*

Atualmente existem diversos *softwares* com inúmeras funcionalidades para gerir cadeias de abastecimento. Estes *softwares* permitem obter uma boa visibilidade ao longo de toda a cadeia e incluem funcionalidades como emissão de alertas quando há desvios não planeados (entregas atrasadas, falta de componentes, inventário abaixo do expectável, etc.) ou até capacidade para respostas inteligentes e por vezes automáticas. No entanto, todo este tipo de sistemas tem uma limitação que é a capacidade de obter dados. Além disso são completamente dependentes de uma precisa e oportuna disponibilidade dos dados por parte dos fornecedores e prestadores de serviços relativamente à localização das encomendas, nível de inventário, etc. É aqui que os sistemas de identificação automática (SIA) podem acrescentar valor na gestão das operações da cadeia. Um SIA pode ser definido como um sistema que envolve a extração automática da identidade de um objeto. Estes sistemas podem melhorar o processo de obtenção de dados, assegurando que os desvios são capturados mais cedo e que os dados são mais completos e precisos. Desta forma, os gestores de cadeias de abastecimento têm mais tempo para reconhecer um problema, permitindo-lhes avaliar os seus potenciais impactos e tomar medidas corretivas (Mcfarlane & Sheffi, 2003).

Segundo Hinkka & Tatila (2013) estes sistemas são necessários para ligar os sistemas de informação à realidade física da rede de abastecimento de forma mais precisa e sem necessidade de papel. Ainda que a tecnologia RFID esteja em crescimento, o código de barras é a tecnologia rastreabilidade mais utilizada.

Segundo Moura (2006) “os códigos de barras representam uma linguagem comum em que produtos e documentos são identificados de forma biunívoca – um código, um produto/documento e vice-versa – permitindo o intercâmbio de informações entre diversas entidades – industriais, distribuidores e outros –, quer a nível nacional quer no âmbito internacional”. Os principais *standards* utilizados são geridos pela organização não-governamental GS1. A GS1 resulta de duas importantes entidades responsáveis por sistemas de codificação: *United Code Council* (UCC) para os Estados Unidos e Canadá e a *European Article Numbering* (EAN) para o resto do mundo (GS1, 2007; Moura, 2006).

Existem inúmeros tipos de códigos (unidimensionais e bidimensionais, numéricos e alfanuméricos) com variados objetivos. De todos estes, o Número Global de Item Comercial (em inglês *Global Trade Item Number* – GTIN) mais comum é o de 13 dígitos – EAN/UPC-13 ou GTIN-13 (Figura 2). O GTIN permite a uma empresa identificar todos os seus itens a comercializar e pode ser usado para identificar tipos de produtos em qualquer nível de unitização (palete, caixa, etc.) (GS1, 2015a; Moura, 2006).



Figura 2 - GTIN de 13 dígitos (GS1, 2015b)

Os três primeiros dígitos designam-se por *Flag* e identificam o país ou organização nacional responsável pela codificação (GS1 Portugal – Codipor, em Portugal). O seguinte grupo de dígitos identificam a empresa, o terceiro grupo o produto e o último é o dígito de controlo. Este dígito de controlo é calculado através de um algoritmo com base nos restantes dígitos do código (GS1, 2015b; Moura, 2006).

O Código Eletrónico de Produto (em inglês *Electronic Product Code*, EPC) é um identificador universal que fornece uma identidade única para qualquer objeto físico. Está projetado para ser exclusivo em todos os objetos físicos do mundo, durante todo tempo e para todas as categorias (GS1, 2014).

Em 1999 no *Auto-ID Center* do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) iniciou um programa de investigação orientado para o desenvolvimento de *standards* RFID com o intuito de promover a adoção da tecnologia. Este programa de investigação foi realizado em estreita cooperação com mais de 100 parceiros e baseava-se num projeto que tinha como visão a criação da “internet das coisas” (mais conhecido pelo seu termo em inglês, *internet of things*) (Thiesse & Michahelles, 2006). Segundo Ilic et al. (2014) o termo "*Internet of things*" (IoT) refere-se a um conjunto de tecnologias que permitem uma *interface* entre aplicações e tecnologias de internet existentes (incluindo a *World Wide Web*) com objetos físicos, locais, e processos a acontecer no mundo real, para que as interações no mundo físico possam ser trocadas e usadas na monitorização remota de operações tornando-as mais eficientes.

Um dos principais desafios na utilização desta tecnologia é conseguir integrá-la em toda a cadeia de abastecimento de forma a poder ser utilizada pelos seus vários intervenientes. Existe aqui uma necessidade de normalizar os sistemas EPC, ou seja, criar *standards* globais que permitam tornar compatíveis *softwares*, *hardwares*, protocolos, processos, etc. para que, por exemplo, um item etiquetado em Portugal possa ser lido noutra parte do mundo (Moura, 2006). Em 2003 o *Auto-ID Center* transfere a sua tecnologia para a *EPCglobal* (resultante de uma iniciativa da GS1) ficando esta como a principal responsável pela gestão de *standards* EPC. Esta organização global de normalização tem vários objetivos na criação dos seus *standards*:

- Facilitar a troca de objetos físicos e informação entre parceiros de negócio;
- Promover a existência de um mercado competitivo para componentes do sistema;
- Encorajar a inovação.

O tipo de código mais utilizado é o de 96 *bit* sendo compatível com outros *standards* da GS1 nomeadamente o GTIN-13 (Figura 3).



Figura 3 - Integração de GTIN com EPC (Aguirre, 2007; Moura, 2006)

A figura anterior pretende esquematizar a estrutura de um código EPC e a sua integração com o sistema de códigos de barras GTIN descrito anteriormente. Este código é constituído por 4 atributos: cabeçalho, número de gestor, classe do objeto e número de série. Os dígitos identificados a azul (número de gestor e classe do objeto) são iguais aos do sistema de codificação dos códigos de barras, enquanto os restantes, assinalados a verde, são exclusivos do EPC (Aguirre, 2007; Thiesse & Michahelles, 2006).

## 2.2 RFID

A tecnologia RFID (*Radio Frequency Identification*), Identificação por Rádio Frequência, pode ser descrita como um método de identificação sem fios que contribui para a melhoria das capacidades de comunicação e informação eletrónica associada a itens físicos (Modrak et al., 2010). Trata-se de uma tecnologia de identificação automática, amplamente utilizada para identificar, rastrear e detetar vários objetos e/ou pessoas em simultâneo através de ondas eletromagnéticas (Mishra, 2010).

Existem três tipos de frequência nos quais operam os sistemas RFID: LF, HF e UHF, isto é, baixa frequência, alta frequência e ultra alta frequência, respetivamente. Os valores nos quais se situam as

frequências são entre 125 e 134 kHz para baixa frequência; 13.56 MHz para alta frequência e entre 866 e 966 MHz para ultra alta frequência.

Esta tecnologia, ao contrário da identificação por código de barras, permite a leitura em simultâneo de vários objetos não necessitando de estar bastante próxima e em linha direta com estes. Além disso possibilita uma maior interação com a *tag*, substituto do tradicional código de barras, permitindo leitura e escrita de dados. Estas características permitiram revolucionar a gestão de cadeias de abastecimento melhorando também a gestão de armazéns e controlo de inventários (Barjis & Wamba, 2010). Por estas razões é identificada como uma das dez maiores contribuições tecnológicas do século XXI (Mehrjerdi, 2011).

### 2.2.1 Contextualização histórica

A tecnologia RFID tem a sua origem na II Guerra Mundial pois é durante esta que as identificações via radio frequência sofrem uma grande evolução. Alemães, ingleses, japoneses e americanos usavam sistemas de radares para identificar a chegada de aviões a longa distância, de forma a perceber se se tratava de um avião aliado ou inimigo. Por exemplo, os pilotos alemães rodavam os aviões quando estivessem a chegar à base de forma a alterar a transmissão do sinal e assim dar a indicação à base de que se tratava de um avião aliado. Os britânicos desenvolveram o sistema IFF (*Identify Friend or Foe*), ou seja, um sistema que identifica se é amigo ou inimigo, que consistia na colocação de um transmissor em cada avião que respondia a sinais recebidos por estações de radar no terreno indicando a mensagem de que se tratava de um avião amigo.

Ao longo das décadas de 50 e 60 a comunicação via radio frequência continuou a ser estudada por cientistas norte-americanos, europeus e japoneses para identificação remota de objetos. Nesta altura surgiram também os primeiros sistemas antirroubo que permitiam determinar se um produto tinha ou não sido pago, à semelhança do que acontece atualmente na maioria das lojas (Roberti, 2005).

Na década de 70 deu-se a explosão no desenvolvimento do RFID com a aceleração de testes e implementações iniciais do RFID. Na década seguinte começaram a surgir aplicações comerciais da tecnologia, mas só no final do século XX e início do século XXI é que a tecnologia começou a ser largamente utilizada, entre as quais se destaca a empresa de retalho norte-americana Wal-Mart, considerada uma das pioneiras na utilização desta tecnologia na gestão de cadeias de abastecimento (Landt, 2001; Mehrjerdi, 2011).

### 2.2.2 Sistema RFID

Um sistema RFID (Figura 4) é genericamente constituído por três componentes: uma *tag*, ou etiqueta, que está colocada num objeto para efeitos de identificação; um leitor e a(s) sua(s) antena(s) que comunicam com a *tag* sem necessitar de estar em linha direta com esta e um servidor com *middleware* alojado responsável por gerir o sistema e interagir com o sistema informático da empresa (Barjis & Wamba, 2010).

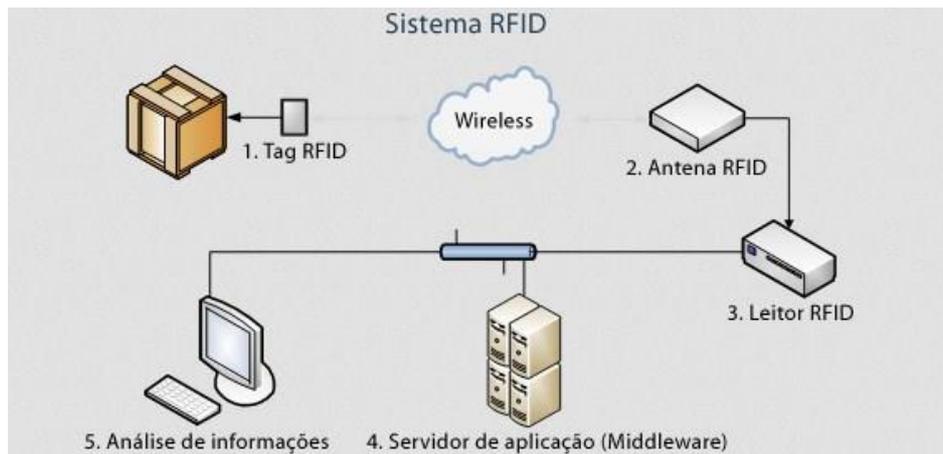


Figura 4 - Sistema RFID (Quaronline, 2014)

### 2.2.3 Tipos de *tags*

As *tags* RFID podem ser divididas em três tipos diferentes: ativas, passivas e semi-passivas.

As *tags* ativas distinguem-se das restantes por terem transmissor e fonte de energia própria. Têm capacidade para enviar dados ao leitor a grande distância permitindo também a possibilidade de leitura e escrita de dados. No entanto, estas *tags* são maiores, mais pesadas e mais dispendiosas do que as restantes.

As *tags* passivas como não têm fonte de energia própria são ativadas pelo leitor ao receber sinal deste, refletindo energia de volta transmitindo assim a informação. Pese embora o pouco alcance de leitura, possuem a vantagem de serem mais pequenas e poderem assumir diferentes formas físicas. Além disso têm um tempo de vida bastante longo, praticamente ilimitado, e um custo muito baixo, comparável ao do código de barras.

As *tags* semi-passivas ao contrário das passivas possuem fonte de energia própria no entanto não têm transmissor próprio. Neste caso, a própria fonte de energia é responsável por ligar a *tag* utilizando a energia do leitor apenas para enviar o sinal com a informação (Castro, 2011; C. A. Marques et al., 2009). A Tabela 2 apresenta algumas diferenças nas características dos três tipos de *tags*.

Tabela 2 - Tipos de *tags* (IMPINJ, n.d.)

	Ativas	Passivas	Semi-passivas
Fonte de energia	Interna à <i>tag</i>	Energia é transferida pelo leitor	Interna à <i>tag</i> para ligar, mas necessita da energia do leitor para enviar informação
Disponibilidade da energia da <i>tag</i>	Contínua	Apenas quando ao alcance do leitor	Apenas quando ao alcance do leitor
Força requerida do sinal do leitor para a <i>tag</i>	Muito baixa	Muito alta	Moderada
Disponibilidade da força do sinal	Alta	Muito baixa	Moderada
Alcance de comunicação (m)	100+	<10	<100

#### 2.2.4 Benefícios na implementação da tecnologia

Segundo Owunwanne & Goel (2010) a implementação do sistema RFID permite uma melhoria global na performance de uma cadeia de abastecimento apresentando inúmeros benefícios tais como:

- Fornecer aos gestores dados em tempo real ajudando-os nas tomadas de decisão.
- Redução de estrangulamentos no fluxo de materiais.
- Assegurar que os produtos estão no local certo no momento certo.
- Reduzir níveis de inventário e minimizar o excesso de *stock* em armazéns e centros de distribuição.
- Possibilitar uma previsão da procura mais precisa visto que estas estimativas se baseiam em dados em tempo real.
- Melhorar e fortalecer a relação entre fornecedores e clientes através de uma maior e mais transparente comunicação e troca de informações.
- Reduzir custos de mão-de-obra na medida em que os processos de introdução de dados serão mais automatizados.

Atualmente existem dois grandes sistemas de identificação automática: os códigos de barras e o código eletrónico de produto (RFID). O primeiro é largamente utilizado, no entanto o segundo encontra-se em crescimento e começa a ser cada vez mais utilizado em detrimento do primeiro. A *Tabela 3* resume algumas diferenças entre estes dois sistemas de identificação.

Tabela 3 - EPC (RFID) vs Código de Barras (Mehrjerdi, 2011; Moura, 2006)

Características	EPC (RFID)	Código de barras
Rácio de Leitura	Muitas <i>tags</i> podem ser lidas simultaneamente	Códigos de barras lidos um a um
Linha direta com leitor	Não necessário	Necessário
Leitura em movimento	Possível	Impossível
Capital Humano	Uma vez concebido o sistema não necessário, pois a leitura é automática	Necessário para leitura dos códigos de barras
Capacidade de Leitura/Escrita	Leitura e escrita	Apenas leitura
Durabilidade	Alta - pode ser usada em situações adversas	Baixa - não pode ser utilizado em ambientes sujos e gordurosos
Segurança	Elevada	Baixa
Capacidade de criação de códigos	Muito elevada (O formato de 96 <i>bits</i> (o mais comum) tem capacidade para gerar um código único de 268 milhões de empresas; cada empresa pode ter 16 milhões de classes de objeto; cada classe de objeto pode ter 68 bilhões de números)	Limitada (Para o código GTIN-13 a capacidade máxima para cada <i>Flag</i> é 10000 empresas e 100000 produtos por empresa)

### 2.2.5 Aspectos críticos na implementação da tecnologia

Segundo Mcfarlane & Sheffi (2003) existem alguns desafios e barreiras que têm impedido uma adoção em grande escala da tecnologia RFID. Os autores dividem estes desafios em tecnológicos e organizacionais. Relativamente aos tecnológicos são identificados os seguintes:

- Armazenamento e acesso de dados – rastrear cada objeto ao nível do item gera uma enorme quantidade de dados que terão que ser armazenados (provavelmente usando bases de dados distribuídas) e consultados rapidamente. O *Auto ID Center* desenvolveu estratégias de migração, mas neste momento, isto só pode ser conseguido à custa da redução da fidelidade dos dados.
- Precisão – enquanto as operações e os seus sistemas de informação subjacentes crescem cada vez mais na obtenção de informação em tempo real, dados de identificação automática

de produtos e as especificações colocadas sobre os sistemas de identificação tenderão para a precisão absoluta. Isto trará novos desafios à engenharia e produção de *tags* e leitores.

- Interferência – com a proliferação de dispositivos sem fio (telefones, PDAs, rádio, etc.), há o potencial de interferência eletromagnética com redes de identificação automática de larga escala. Isto pode ser particularmente importante uma vez que o RFID não tem a sua própria frequência certificada, usando várias frequências disponíveis.

Os desafios organizacionais identificados são os seguintes:

- Partilha de informação – uma vez partilhados os dados na cadeia de abastecimento, existe uma questão de propriedade dos mesmos. O fabricante pode dotar a *tag* com dados iniciais; muitos intervenientes ao longo da cadeia de abastecimento podem atualizar os dados da *tag*, e o consumidor que compra o item pode sentir que compra os dados da *tag*.
- Segurança – isto não é uma questão nova no que diz respeito à segurança de bases de dados. Contudo, um novo elemento pode ser introduzido quando a escrita na *tag* é possível, uma vez que informação errada pode ser escrita na *tag* de forma accidental ou intencional.
- Custos do sistema – este é um desafio contínuo visto que o preço das *tags* ainda não é baixo o suficiente em determinadas situações impedindo uma implementação generalizada.

Um estudo realizado por Azevedo & Carvalho (2011) identifica outras barreiras na implementação desta tecnologia tais como:

- Compatibilidade com os sistemas de informação existentes;
- Falta de *know-how* sobre RFID;
- Invasão de privacidade.

#### 2.2.6 Exemplos de aplicação

Segundo dados de um estudo realizado pelo *Eurostat* em 2010 apenas 3% das empresas da União Europeia utiliza a tecnologia RFID. A maioria delas utilizava a tecnologia para identificação pessoal e controlo de acessos (56%), rastreabilidade de inventário nas cadeias de abastecimento (29%), portagens (25%), controlo de roubos (24%), controlo da produção (21%) e gestão de ativos (15%) (Zhu et al., 2012).

De seguida, apresenta-se um estudo efetuado sobre alguns casos de implementação da tecnologia RFID em diferentes áreas de negócio. Descreve-se a introdução desta tecnologia na Throttleman, Walmart, Metro Group, Força Aérea Brasileira e Panalpina Group.

### **2.2.6.1 Throttleman**

A Throttleman é uma marca de vestuário portuguesa que adotou a tecnologia RFID para dinamizar da sua operação logística. Com o surgir de novas linhas de vestuário, o *stock* nos centros de distribuição da Throttleman estavam a ficar bastante elevados havendo menos espaço para armazenagem. Este problema exigiu que o *lead time* associado à receção e envio do vestuário para as lojas fosse otimizado. A solução encontrada pela empresa foi a adoção de Identificação por Rádio Frequência, onde as peças de roupa são etiquetadas com *tags* RFID no fabricante, na Índia e depois enviadas para o seu centro de distribuição, em Portugal. Uma vez em Portugal, o vestuário é lido à entrada do centro de distribuição a uma taxa de 15000 peças por hora e uma precisão de 99.9%. A implementação deste sistema permitiu reduzir o tempo que as peças de roupa estão no centro de distribuição de 5 dias para menos de 24 horas. Além disso, permitiu poupar 60% do espaço de armazenamento no seu centro de distribuição. O custo total de implementação foi relativamente baixo, inferior a 6 dígitos. No entanto, a Throttleman identificou um importante fator negativo que se refere ao preço das *tags*, uma vez que estas são quatro vezes mais dispendiosas do que os tradicionais códigos de barras (Alien, 2008; Azevedo & Carvalho, 2011).

### **2.2.6.2 Metro Group**

O Metro Group é um grande grupo económico alemão que engloba quatro diferentes divisões – Metro Cash & Carry, Real Media Markt & Saturn e Galeria Kaufhof e emprega mais de 220 000 pessoas em 27 países (MetroGroup, 2016). Fundada em 1964 por Otto Beisheim esta empresa foi uma das grandes empresas mundiais pioneiras na adoção da tecnologia RFID. As principais razões que levaram à adoção desta tecnologia foram:

- Alcançar maior visibilidade, precisão, produtividade e eficiência nas operações da sua cadeia de abastecimento;
- Otimizar níveis de inventário, minimizando perdas de *stock*;
- Otimizar a eficiência da gestão de promoções;
- Reduzir as ruturas de *stock*, melhorando o nível de serviço ao cliente;
- Permitir o reabastecimento automático, que é o grande objetivo a longo prazo do Grupo;
- Beneficiar da etiquetagem com *tags* ao nível do item para uma melhor gestão de inventário e mais eficiente mão-de-obra.

O RFID foi então introduzido no Grupo no final de 2004, fazendo deste um dos primeiros grandes grupos mundiais na utilização da tecnologia. No fim de 2007 a tecnologia já tinha sido introduzida em cerca de 400 localizações diferentes. Através deste sistema, as paletes etiquetadas com as *tags* são lidas à saída do produtor e automaticamente comparadas com a ordem de encomenda. Após a confirmação de tudo estar correto é enviada uma confirmação eletrónica para o Metro Group. A mercadoria é então enviada para os centros de distribuição em camiões, sendo recebida e registada automaticamente com leitores RFID instalados nos cais de descarga. Estes centros de distribuição são responsáveis pela redistribuição desta mercadoria para as diferentes lojas do grupo. Ao saírem dos centros da distribuição a mercadoria é outra vez lida pelos leitores, sendo a informação relativa à encomenda e à data de entrega automaticamente enviada para as lojas. A mercadoria ao ser descarregada dos camiões é lida pelos leitores e é automaticamente efetuada uma comparação entre esta e o pedido de encomenda de forma a confirmar que tudo está correto, ficando toda esta informação disponível numa base de dados. Este sistema transmite grande visibilidade aos gestores das lojas permitindo-lhes que saibam perfeitamente quando e quais os produtos a encomendar. Os principais benefícios identificados pela empresa foram:

- Maior automatização na receção e movimentação de materiais em comparação ao tradicional código de barras, conduzindo a uma maior otimização na gestão de inventário e redução de erros resultantes da diminuição de operações manuais;
- Redução de perdas e roubos entre os 11% e os 18%; redução de 10% a 20% das ruturas de *stock*; redução de 8.5 milhões de euros por ano na Alemanha, resultantes da combinação entre o sistema RFID e o EDI (*Electronic Data Interchange*) apenas para processos de receção automatizada dos materiais;
- Redução geral dos custos logísticos devido a uma mais rápida receção e expedição dos materiais nos centros de distribuição;
- Redução dos custos de notas de despacho da mercadoria até 2.84€ cada através da utilização de sistemas eletrónicos para o efeito e por último, trouxe uma maior visibilidade de todo o inventário o que permitiu gerir melhor as promoções.

Relativamente às desvantagens ou limitações da tecnologia o Grupo identificou que as *tags* têm dificuldade em serem lidas quando estão próximas de metais e líquidos. Além disso o preço das *tags*, leitores e todo o processo de implementação da tecnologia ao longo de toda a cadeia de abastecimento é elevado, mesmo tratando-se de uma empresa de grandes dimensões (Ali, 2012).

### 2.2.6.3 Walmart

A Walmart foi fundada em 1962 por Sam Walton e hoje em dia é a maior empresa retalhista do mundo com cerca de 2,2 milhões de associados em todo mundo, mais de 200 milhões de clientes por semana e mais de 11 000 lojas em 27 países (Walmart, 2016). Ao longo dos anos a empresa apostou em tecnologias de inovação que lhe permitissem ter vantagem competitiva relativamente aos seus concorrentes e a adoção da tecnologia RFID é um desses exemplos. As principais razões que levaram à adoção desta tecnologia foram: aumentar a visibilidade, precisão e eficiência nas operações da sua cadeia de abastecimento; otimizar níveis de inventário; otimizar a gestão de promoções; reduzir quebras de inventário de forma a aumentar a disponibilidade dos produtos e assim aumentar o nível de serviço ao cliente. Em Junho de 2003 a empresa anunciou que pretendia introduzir a tecnologia RFID na sua cadeia de abastecimento, revelando que os seus 100 principais fornecedores deveriam começar a incorporar *tags* RFID nas suas paletes no início de 2005. Inicialmente foi realizado um projeto-piloto com oito importantes fornecedores, que passaram a utilizar *tags* RFID nas suas paletes e entregando-as num centro de distribuição no Texas. Após esta fase de teste os 100 principais fornecedores começaram a utilizar as *tags* RFID e pouco tempo depois a empresa contactou os restantes fornecedores para que no final de 2006 a tecnologia já estivesse a ser utilizada por todos os fornecedores. Nas diferentes lojas os leitores RFID foram colocados à entrada (cais); na arrecadação; na porta de ligação entre a arrecadação e a zona de venda ao público e na zona de resíduos. Os gestores das lojas têm assim uma grande visibilidade sobre a quantidade e localização do *stock* podendo gerir melhor o número de produtos a encomendar. A utilização desta tecnologia permitiu obter alguns benefícios relativamente ao tradicional código de barras, tais como:

- Redução de 16% nas quebras de inventário;
- Reabastecimento três vezes mais rápido;
- Redução de quase 90% no tempo de construção de paletes;
- Redução de 10% a 15% no número de encomendas manuais;
- Redução no número de erros no registo de dados;
- Redução de vários processos manuais nas áreas de receção, gestão de inventário e expedição (Ali, 2012).

No entanto, foram identificados alguns constrangimentos na adoção da tecnologia relacionados com os custos de implementação e dificuldades de leitura das *tags*. Os custos de implementação dos fornecedores da Walmart variavam entre os 9 e os 25 milhões de dólares. Por outro lado, as perturbações na leitura causadas por interferências de *walkie-talkies*, empilhadores, equipamentos

informáticos, redes sem fio, ruído de máquinas de alta frequência e dispositivos elétricos de iluminação foram também um fator crítico (Srivastava, 2010).

#### ***2.2.6.4 Força Aérea Brasileira***

A Força Aérea Brasileira (FAB) pertence ao Ministério da Defesa do Brasil e recentemente deu início ao processo de modernização do seu Centro Logístico de Aeronáutica de forma a aumentar a sua agilidade e eficiência operacional. Este Centro é responsável pela gestão e movimentação de toneladas de componentes entre o depósito de Aeronáutica do Rio de Janeiro e as suas Comissões Aeronáuticas em Londres e Washington. A implementação do sistema RFID foi a solução encontrada para garantir esta modernização. O sistema instalado consistiu na colocação de *tags* RFID em toda a mercadoria bem como dois portais de leitura em Washington e outros dois no Rio de Janeiro. Assim que esteja registada toda a informação relativa ao volume, peso e destino, a mercadoria é enviada de Washington para o Rio de Janeiro, sendo registada automaticamente nos portais. Este registo permite a emissão automática de um documento com informação detalhada do material expedido. A receção e registo do material no depósito de Aeronáutica do Rio de Janeiro gera um arquivo em sistema com toda a informação recolhida enviando-o ao Centro Logístico de Aeronáutica. A automatização dos processos de expedição e receção apresentou vários benefícios:

- Redução do tempo de processamento no embarque da mercadoria em Washington com destino ao Rio de Janeiro de 3 a 4 dias para 3 horas;
- Aumento de 600% na produtividade de movimentação de materiais;
- Redução no tempo de elaboração dos documentos para expedição de 3 horas para 1 minuto;
- Redução no tempo de receção de um contentor de 8 oito horas para 45 minutos;
- Redução dos erros no registo de materiais de 2% para 0,005% (Ferreira & Cugnasca, 2013; Perin, 2012).

#### ***2.2.6.5 Panalpina Group***

O Panalpina Group é líder mundial no fornecimento de soluções para a gestão de cadeias de abastecimento. O Grupo opera uma rede global com aproximadamente 500 escritórios em mais de 70 países, trabalhando em parceria com empresas em mais de 90 países. Uma quantidade significativa de cargas transportadas pelo grupo é sensível à temperatura. Assim, o Grupo tomou a iniciativa de monitorizar a temperatura dessas cargas durante o seu transporte e armazenamento com o objetivo de aumentar o nível de serviço ao cliente. Em 2009 iniciou-se a introdução de um sistema RFID na ligação

aérea entre Luxemburgo e Huntsville que permitisse fazer essa monitorização. O sistema consiste na colocação de *tags* ativas altamente resistentes à humidade, poeira e pressão nos contentores a serem monitorizados. De 15 em 15 minutos, a informação relativa à temperatura ambiental é medida por sensores próprios e registada para ser enviada ao sistema principal. No transporte aéreo, por questões de segurança, a informação só pode ser enviada após o voo, no entanto quer no transporte rodoviário, quer nos armazéns ela pode ser automaticamente enviada e assim ser constantemente monitorizada. O *software* desenvolvido para fazer a integração desta tecnologia com o sistema informático da empresa permite que a informação seja visualizada em forma de gráficos, tabelas e relatórios. Através deste sistema a *Panalpina* consegue documentar toda a informação relativa à temperatura da carga ao longo de toda a cadeia de abastecimento. Desta forma, a qualidade do material transportado fica assegurada, aumentando o nível de serviço ao cliente e por conseguinte a sua satisfação (Ferreira & Cugnasca, 2013; Panalpina, 2012).

#### 2.2.6.5 Aspetos críticos da adoção da tecnologia RFID

A Tabela 4 identifica quais dos principais aspetos críticos descritos na secção anterior foram referidos nos exemplos descritos. Estes foram pontos abordados nos diferentes casos de estudo analisados sendo que não correspondem necessariamente a fatores negativos, mas sim a aspetos críticos que foram focados. Os aspetos mais discutidos referem-se a problemas como a interferência do sistema com outros aparelhos sem fios e custos do sistema. Por outro lado, aspetos relacionados com a falta de segurança, invasão de privacidade, partilha de informação e até a falta de *know-how* sobre a tecnologia não foram identificados nos casos estudados.

Tabela 4 - Resumo dos aspetos críticos de cada exemplo

Aspetos críticos	Throttleman	Metro Group	Walmart	Força Aérea Brasileira	Panalpina
Armazenamento e acesso de dados					x
Precisão	x			x	
Interferência		x	x	x	
Custos do sistema	x	x	x		
Compatibilidade com os sistemas de informação existentes		x			

### 2.3 Síntese e principais conclusões

Neste capítulo realizou-se um estudo sobre o estado da arte relativo a gestão de cadeias de abastecimento com enfoque na questão da rastreabilidade e nos sistemas de identificação automáticos utilizados. Além disso, fez-se uma análise mais detalhada ao sistema de identificação automática por radiofrequência (RFID) uma vez que o projeto prevê a implementação de um sistema que utilize esta tecnologia.

Em primeiro lugar, introduz-se a temática de gestão de cadeias de abastecimentos e os seus principais desafios. A gestão de cadeias de abastecimento é genericamente definida pela maioria dos autores como a relação entre os diversos elementos da cadeia (fornecedores, fabricantes, distribuidores e clientes) envolvendo a troca física de materiais entre eles e o respetivo fluxo de informação associado.

De seguida, apresenta-se um dos problemas associados a esta gestão que se prende com a questão da rastreabilidade. A rastreabilidade assume-se cada vez mais como um problema, conforme os exemplos de recolha e retirada de produtos descritos exemplificam. A utilização destes sistemas e o seu contínuo desenvolvimento permitem obter inúmeras vantagens tais como redução das falsificações e possibilidade de encontrar problemas mais rapidamente diminuindo o risco de contaminação em toda a cadeia. No entanto, a implementação de sistemas rastreabilidade apresenta custos. Estes serão mais elevados se a rastreabilidade for mais fina (ao nível do item) ao contrário do que seriam caso essa rastreabilidade fosse mais grossa (ao nível da caixa ou da palete).

A implementação destes sistemas RFID tem sido realizada por diversas empresas e organizações de diferentes áreas, desde o Retalho, à Logística ou à Defesa. As principais vantagens para a adoção desta tecnologia são: automatização dos processos de registo e movimentação de materiais; redução de *stocks* e aumento da sua visibilidade; capacidade de leitura mas também de escrita e não necessidade de proximidade entre o leitor e a *tag*, entre outras. Contudo, vários autores apontam vários aspetos críticos na implementação desta tecnologia tais como: a falta de normalização, a dificuldade na gestão da enorme quantidade de dados gerados, a partilha de informação entre os diversos elementos da cadeia e parceiros de negócio e os custos de implementação do sistema. Por outro lado, a adoção desta tecnologia é relativamente recente pelo que a bibliografia sobre casos de estudo é escassa.

### 3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Este capítulo é dedicado à apresentação da empresa onde foi realizado o projeto de dissertação. Inicialmente é apresentado o Grupo onde a empresa se insere, o Grupo Bosch. Depois é apresentada a divisão na qual a empresa se integra, Car Multimedia e de seguida, é apresentada a empresa onde foi realizado o projeto de dissertação, Bosch Car Multimedia Portugal S.A.. A apresentação da empresa foca-se em apresentar os diversos fornecedores, produtos e clientes, bem como a sua estrutura organizacional, mais concretamente o departamento onde este projeto está inserido, o departamento de Logística.

#### 3.1 Grupo Bosch

Em 1886, Robert Bosch (1861-1942) fundou uma oficina mecânica de precisão elétrica, em Estugarda (Bosch Group, 2009). Desde aí a empresa foi crescendo exponencialmente sendo atualmente uma das maiores empresas mundiais no sector da tecnologia. Em 2015 ultrapassou a barreira dos 70 mil milhões de euros em volume de vendas tendo registado cerca de 5400 patentes em todo o mundo (Figura 5).

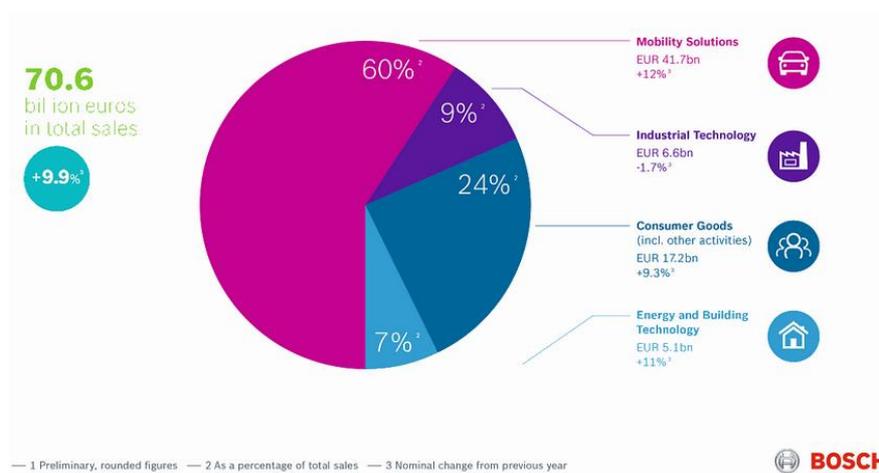


Figura 5 - Volume de Vendas do Grupo Bosch em 2015 (Bosch Group, 2016b)

A Bosch tem como *slogan* "Invented for Life", uma vez que o seu objetivo é tornar a vida dos seus clientes mais fácil, segura e confortável, tendo sempre em conta as preocupações ambientais e princípios de qualidade no desenvolvimento e produção dos seus produtos. Os principais valores da empresa são: orientação para os resultados e para o futuro; responsabilidade; iniciativa e determinação; abertura e confiança; equidade; fiabilidade, credibilidade e legalidade e por último

diversidade cultural (Bosch Group, 2016c). Atualmente conta com cerca de 375 000 associados e 440 subsidiárias em 60 países. As suas principais áreas de negócio são: Tecnologia Automóvel, Tecnologia Industrial, Energia e Tecnologia de Construção e Bens de Consumo (Figura 6).



Figura 6 - Áreas de Negócio do Grupo Bosch (Bosch Group, 2015)

### 3.2 Bosch Car Multimedia

A informação, comunicação e entretenimento no ambiente do veículo assumem um papel essencial no desenvolvimento da indústria automóvel. Desta forma, a divisão Bosch Car Multimedia tem como principal objetivo otimizar a interação entre condutor e veículo, permitindo ao condutor aceder a toda a informação que necessita de forma fácil, segura e confortável (Bosch Group, n.d.). Os principais produtos desenvolvidos nas suas diferentes unidades de produção são sistemas de informação ao condutor, *displays* e outro tipo de soluções específicas para veículos comerciais (Figura 7).



Figura 7 - Unidades de Produção do Grupo CM (Bosch Group, 2015)

### 3.3 Bosch Car Multimedia Portugal, S.A.

A presente dissertação foi realizada na Bosch Car Multimedia Portugal, S.A., em Braga (Figura 8). Esta unidade de produção é a maior de toda a divisão Car Multimedia empregando mais de 2000 colaboradores. O seu início remonta a 1990 aquando da abertura da fábrica de autorrádios Blaupunkt. Esta empresa tornou-se na maior produtora do ramo na Europa, tendo obtido vários certificados de excelência. Em 2009 foi adquirida pelo Grupo Bosch integrando a divisão Bosch Car Multimedia com a designação Bosch Car Multimedia Portugal, S.A. (daqui em diante designada BrgP).



Figura 8 - Bosch Car Multimedia Portugal, S.A. (Bosch Group, 2015)

A empresa produz e desenvolve vários produtos eletrónicos para a indústria automóvel tais como autorrádios, sistemas de navegação e sensores. Em 2014 apresentou um volume de vendas de 433 milhões de euros, sendo a maior empresa do distrito de Braga (Bosch Group, 2015).

#### 3.3.1 Fornecedores

A empresa conta com cerca de 348 fornecedores para importar mais de 5500 números de peças diferentes de matéria-prima necessária ao fabrico dos seus produtos. Os seus fornecedores distribuem-se por vários pontos do mundo, sendo que mais de metade deles são asiáticos (59,6%) e a grande maioria dos restantes europeus (40%), dos quais 13,2% são portugueses (Figura 9).

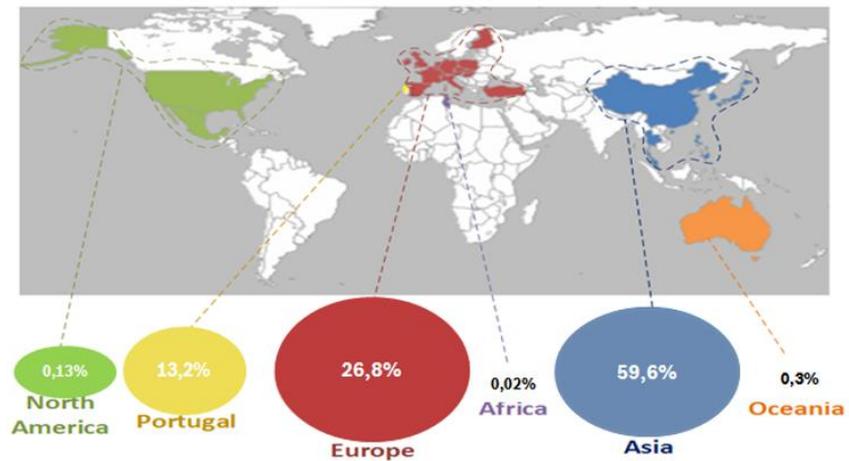


Figura 9 - Distribuição geográfica dos fornecedores (Bosch Group, 2015)

### 3.3.2 Produtos

A gama de produtos que BrgP fornece aos seus clientes engloba na sua maioria produtos da área Car Multimedia tais como autorrádios e sistemas de navegação, mas também produz outros tais como displays para caldeiras e esquentadores (Figura 10).



Figura 10 - Gama de produtos (Bosch Group, 2015)

### 3.3.3 Clientes

A BrgP vende os seus produtos a mais de 45 clientes na indústria automóvel (Figura 11) e mais de 10 no sector dos eletrodomésticos (Figura 12).



Figura 11 - Clientes da indústria automóvel (Bosch Group, 2015)



Figura 12 - Clientes das restantes áreas de negócio (Bosch Group, 2015)

Os diferentes produtos são entregues aos clientes em cerca de 181 localizações diferentes referentes às suas unidades de produção. A sua distribuição geográfica está representada na Figura 13, onde podemos observar que a grande maioria se centra na Europa (87,3%) e o restante nos Estados Unidos da América e México (5%), Turquia (4,1%) e por último Ásia (3,6 %).



Figura 13 - Distribuição geográfica dos clientes (Bosch Group, 2015)

### 3.3.4 Estrutura organizacional

A BrgP divide-se em vários departamentos e secções devido à sua grande dimensão. Em primeiro lugar, a fábrica divide-se em duas grandes áreas: área comercial e área técnica. Cada uma delas é administrada por um diretor que reporta diretamente à sede em Hildesheim. O projeto foi realizado na

área Logística, mais concretamente no departamento de Logística de Projetos, designado *Customer Logistics and Planning - Projects* (CLP-P), que faz parte da área comercial (Figura 14).

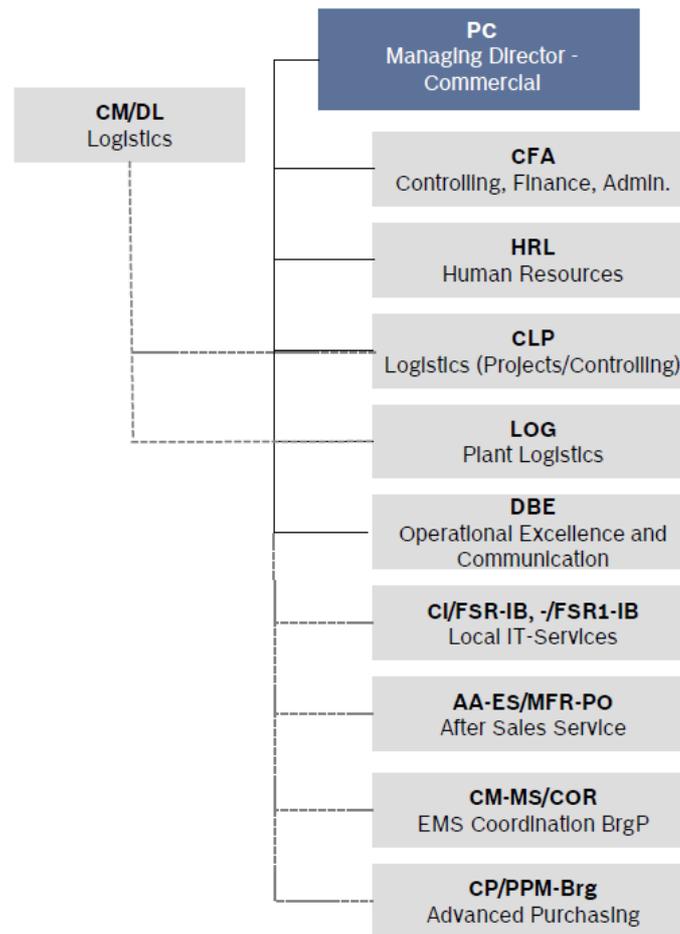


Figura 14 - Estrutura organizacional da Área Comercial (Bosch Group, 2016a)

O departamento da Logística está dividido em várias secções:

- **LOG1** – Responsável pela expedição dos produtos, gestão das encomendas e planeamento da produção;
- **LOG2** – Responsável pela logística interna, ou seja, gestão do armazém de matéria-prima e abastecimento às linhas de produção;
- **LOG3** – Responsável pela compra de matéria-prima aos fornecedores e pela receção desta na empresa;
- **LOG4** – Responsável pela organização dos transportes em camiões, via marítima e urgentes e suporte em transportes que necessitem de serviços alfandegários (fora da União Europeia);
- **CLP-P** – Responsável pela realização de projetos que permitam melhorar a operação logística da empresa e por dar suporte ao restante departamento de Logística, nomeadamente na utilização do sistema ERP (do inglês *Enterprise Resource Planning*) da empresa;

- **CLP-C** – Responsável por examinar a performance do departamento da Logística principalmente no controlo dos seus custos;

**LOGPD** – Responsável pela gestão das embalagens (*one way* e retornáveis) assegurando que a sua informação está correta e atualizada.

O projeto no qual a presente dissertação se insere realiza-se na secção CLP-P do departamento de Logística.



## 4. SITUAÇÃO ATUAL DA RASTREABILIDADE INTERNA DAS MATÉRIAS-PRIMAS

Este capítulo encontra-se dividido em três secções: Caracterização da logística interna atual, Fluxo da Matéria-Prima (MP) e Identificação de problemas. Na primeira secção apresentam-se as diversas áreas operacionais (com destaque para as áreas logísticas), descreve-se genericamente a logística interna, categoriza-se a MP relativamente ao seu tipo de embalagem, identificação e as suas principais divisões nas instalações e por último descrevem-se os principais sistemas de informação responsáveis pela rastreabilidade. Na segunda secção descreve-se com detalhe os fluxos de MP e respetivos processos de rastreabilidade. Por último, identificam-se os problemas dos fluxos descritos ao nível da rastreabilidade e falta de automatização no registo de movimentação de MP.

### 4.1 Caracterização da logística interna atual

Nesta secção caracteriza-se a logística interna atual de BrgP.

#### 4.1.1 *Layout* geral das áreas operacionais e cadeia de abastecimento interna

A produção da empresa é responsabilidade de MOE (do inglês *Manufacturing Operations Engineering*).

Esta divide-se em duas grandes secções:

- MOE1 – Produção por inserção automática, abastecida pelo armazém avançado SMD (do inglês *Surface Mounted Device*) com material elétrico tal como bobines, condensadores e PCB's (*Printed Circuit Boards*). Aqui realiza-se a inserção dos diferentes componentes elétricos nos PCB's.
- MOE2 – Montagem final, abastecida por diversos supermercados próximos das linhas que por sua vez são abastecidos pelo armazém principal de Matéria-Prima (MP), o armazém 102. Aqui realiza-se a montagem final das placas com componentes mecânicos tais como blendas, *displays*, parafusos, etc.

A Figura 15 e a Figura 16 apresentam o piso 0 das áreas operacionais, com a identificação de cada uma delas. Na primeira temos as principais áreas logísticas identificadas:

- Receção de materiais - local onde o material é descarregado e registado;
- PQA (do inglês *Plant Quality Automotive*) - local onde a MP é alvo de testes de qualidade (periodicamente e para novas MP, por amostragem);

- Armazém 102 – o armazém principal de MP, dividido em duas áreas uma para material volumoso (colocado à palete) e outra para material não volumoso (colocado à caixa);
- Área de Reembalamento - local onde a MP é reembalada em caixas próprias (com proteção de descargas electrostáticas) antes de ir para as linhas de produção;
- Área de Volumoso – local intermédio entre o Reembalamento e os supermercados, onde a MP de maiores dimensões e elevado consumo está colocada;
- Expedição de produto acabado – local onde a o produto acabado é armazenado e carregado para envio ao cliente.

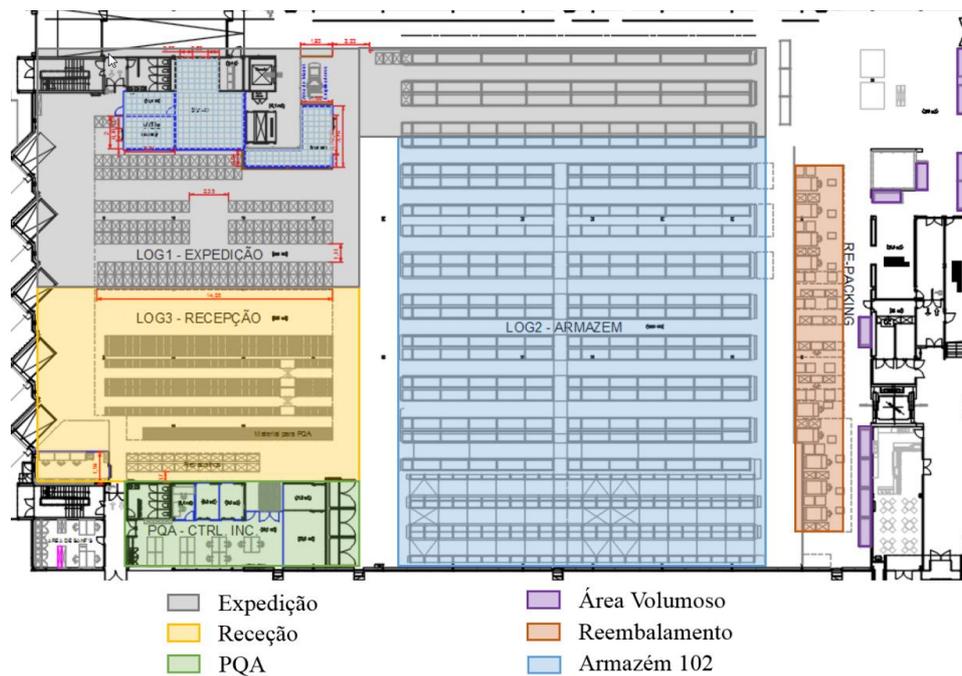
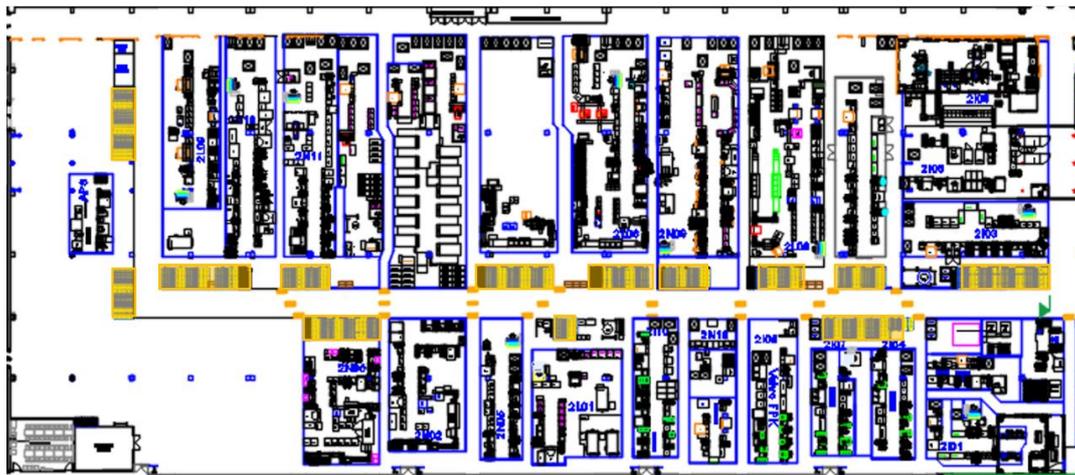


Figura 15 - *Layout* das áreas operacionais logísticas no piso 0

Na segunda (Figura 16) apresenta-se a área de produção MOE2 (do piso 0), contígua às áreas mencionadas acima, com a identificação dos supermercados responsáveis pelo abastecimento das linhas.



Supermercados

Figura 16 - *Layout* da área de produção MOE2 no piso 0

No piso superior (Figura 17) encontram-se as restantes áreas operacionais, nomeadamente a área de produção MOE1, o armazém avançado SMD (do inglês *Surface Mounted Device*) responsável pelo seu abastecimento e parte de MOE2. Esta parte de MOE2 é responsável pela produção de sensores de direção.

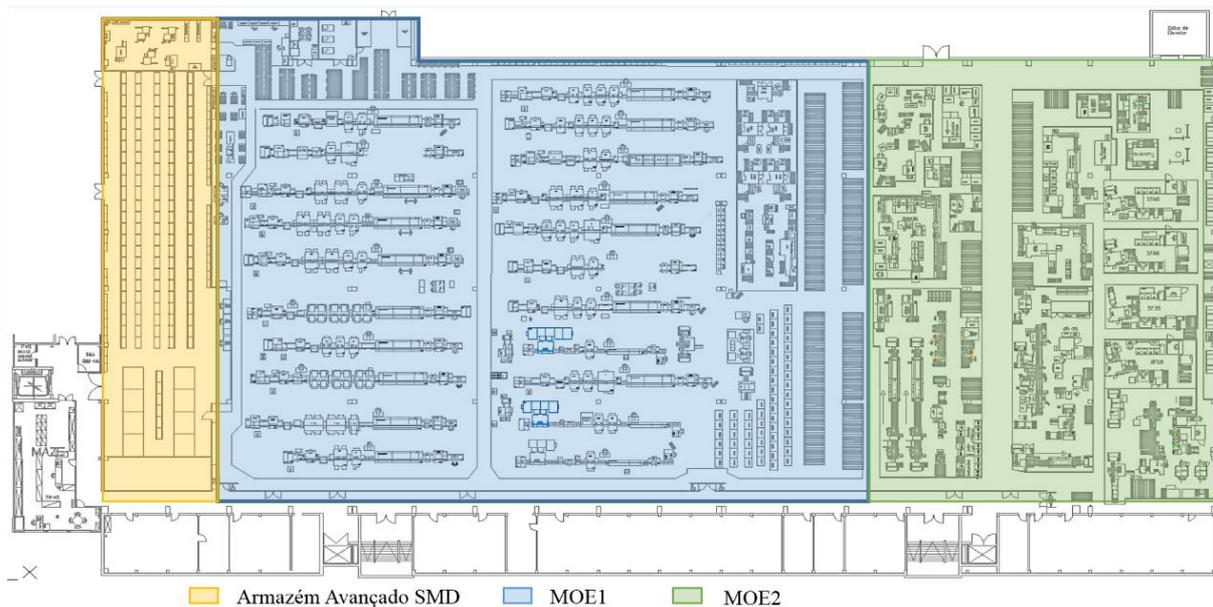


Figura 17 - *Layout* geral do piso 1 (Armazém SMD e MOE1)

A cadeia de abastecimento interna de BrgP descreve-se de forma genérica na Figura 18. As setas cinzentas representam o fluxo de MP elétrica, as laranjas o fluxo de MP mecânica, a roxa o produto semiacabado e a verde o produto acabado. O produto acabado é transportado até ao armazém de expedição (assinalado a cinzento na Figura 15) e posteriormente carregado em camiões para ser entregue ao cliente.

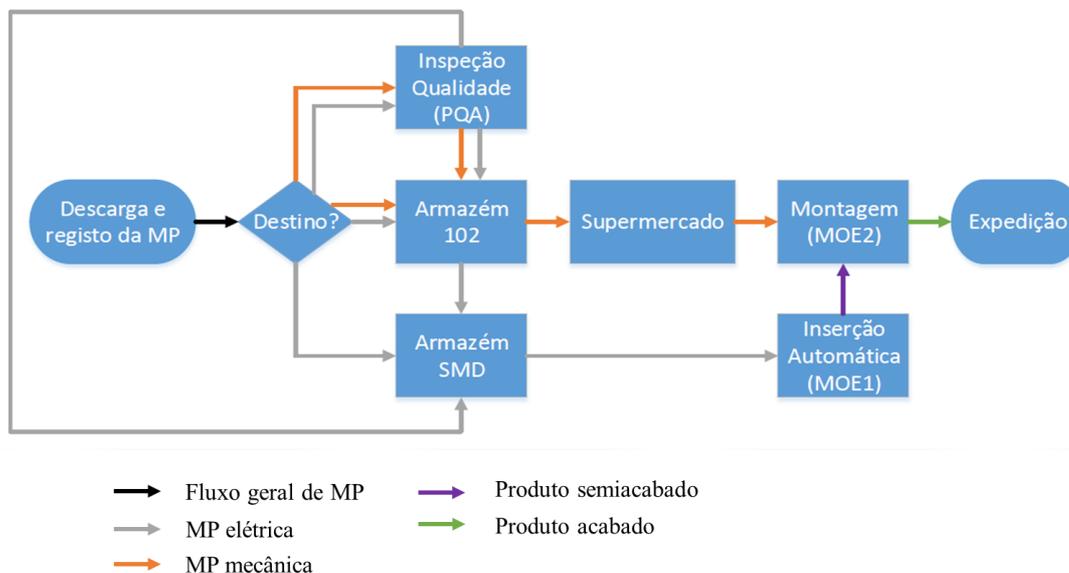


Figura 18 - Logística interna de BrgP

#### 4.1.2 Categorização da matéria-prima

A MP recebida nas instalações da empresa é fisicamente dividida consoante o seu tipo, tamanho ou destino pelos responsáveis da receção (Figura 19). Esta divisão tem 6 designações diferentes:

- Volumoso – para MP recebida à palete;
- Não volumoso – para MP recebida em volumes individuais (à caixa);
- Retrabalho – para MP que já deu entrada nas instalações mas que entretanto foi retrabalhada num fornecedor externo;
- BANFs – para MP não produtiva (tipicamente material de escritório e equipamento de proteção e segurança).
- PQA – para MP com destino a PQA para análise de qualidade (periódicas por amostragem e novas MP).
- SEG (de Seguro) – para MP danificada.

Esta divisão facilita não só o seu processo de receção como também o envio para o departamento de destino. A Figura 19 esquematiza em *layout* esta divisão realizada na receção de MP (identificada a amarelo na Figura 15).

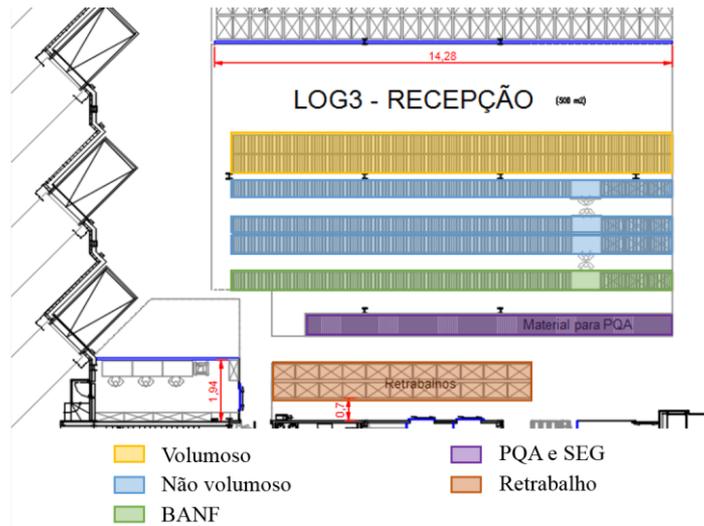


Figura 19 - Divisão da Recepção de MP

Relativamente ao tipo de embalagem com que dá entrada nas instalações, destacam-se dois tipos diferentes (Figura 20):

- Caixas de cartão, também designadas *one way*,
- Caixas RAKO, caixas próprias Bosch com proteção contra descargas electrostáticas.



Figura 20 - Caixas *one way* (à esquerda) e RAKO (à direita)

Esta MP vem sempre identificada com etiquetas próprias para o efeito e acompanhada por uma guia de remessa com informação relativa ao frete. No que diz respeito à MP volumosa, salvo raras exceções, vem identificada com uma etiqueta VDA (do alemão *Verband der Automobilindustrie*). Esta etiqueta (Figura 21) está colocada na palete e identifica toda a MP contida naquela palete através de 6 campos (códigos de barras):

- (1) *Delivery Note* – Nota de entrega, ou seja, o código daquele frete;
- (2) *Part Number* – Número da peça;
- (3) *Quantity* – Quantidade;

- (4) *Supplier Code* – Código do fornecedor;
- (5) *Serial Number* – Código da embalagem;
- (6) *Batch number* – Número de lote

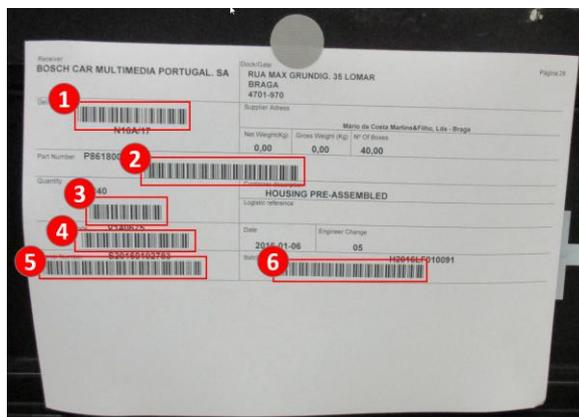


Figura 21 - Etiqueta VDA

Além disso, todas as caixas da paleta devem estar identificadas com uma etiqueta com informação relativa ao seu número de peça e quantidade (código de barras ou *Matlabel*).

Quanto à MP não volumosa esta pode vir etiquetada com códigos de barras ou uma *Matlabel* (ou ambos). A *Matlabel* permite agregar mais informação do que um código de barras, uma vez que é bidimensional, condensando a informação de vários códigos de barras. A *Matlabel* é especialmente importante para efeitos de rastreabilidade no abastecimento à secção de produção MOE1. O objetivo de BrgP é utilizar este tipo de identificação em todas as MP não volumosas, pelo que tem havido uma forte interação com todos os fornecedores no sentido de agilizar uma plena adoção da *Matlabel*. A Figura 22 apresenta uma MP consumida em MOE1 identificada quer com códigos de barras, quer com *Matlabel* (identificado a vermelho).



Figura 22 - Etiqueta de identificação de um PCB com *Matlabel*

A matéria-prima recebida é registada em sistema (à exceção do material que veio de retrabalho uma vez que já foi registado anteriormente) e posteriormente enviada para outro local. Uma análise anual

(01/03/2015 a 29/02/2016) efetuada ao número de ordens de transferência (do inglês *Transfer Order*, TO) com origem na receção permitiu obter os destinos mais representativos:

- Armazém 102 (60 %);
- Armazém avançado SMD (30 %);
- PQA (7 %).

As restantes transferências vão desde envios para fornecedores externos para retrabalho, material urgente diretamente transferido para as linhas, material danificado, entre outros (Apêndice I – Transferência de Matéria-prima com origem na receção).

No armazém 102 também é feita uma separação consoante a MP seja volumosa ou não volumosa, uma vez que uma é colocada à palete e outra à caixa (Figura 23). No entanto, a MP definida como volumosa na receção e no armazém principal, não deve ser confundida com a MP colocada na Área de Volumoso (identificado a roxo na Figura 19) junto às bancadas de reembalamento. Na receção volumoso é a designação dada a todo o material que entra em grandes quantidades, ou seja, à palete, enquanto o volumoso da Área Volumoso se refere a MP de grandes dimensões com elevado consumo.

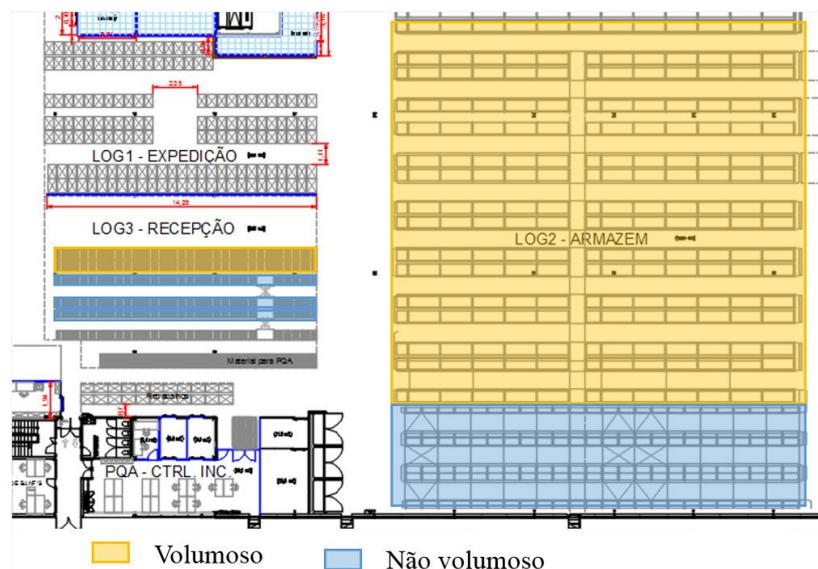


Figura 23 - Distinção entre MP volumosa e não volumosa

#### 4.1.3 Descrição dos sistemas de informação

Esta secção tem como objetivo descrever os sistemas de monitorização e movimentação de MP. Em primeiro lugar, explica-se sucintamente o sistema ERP da empresa, o SAP e as suas principais funcionalidades no âmbito desta análise. Depois faz-se uma descrição resumida dos restantes *softwares* e aplicações que permitem rastrear e registar movimentos, ou transferência de *stocks*, da MP:

- iFlow;
- ALPE-Scan;
- SOL;
- CM Tracer, SIIA e PIIA.

##### **4.1.3.1 SAP**

O SAP é o sistema ERP do Grupo Bosch e permite integrar dados e processos de toda a organização num só sistema. No âmbito desta análise, a parte do SAP que importa focar refere-se à gestão de *stocks* de MP, nomeadamente:

- Alocação da MP a um determinado depósito (*storage type*), numa determinada posição (*storage bin*);
- Transferir MP entre depósitos através de ordens de transferência, TO.

Os depósitos são as secções ou departamentos onde a MP fica alocada e representam-se através de um código de três dígitos designado *storage type*. A Tabela 5 indica as *storage type* dos principais depósitos.

Tabela 5 - *Storage Types* das principais secções

Código	Descrição
902	Responsável pelo registo de MP nas instalações (Identifica a área da receção)
102	Identifica o armazém principal da empresa, podendo armazenar qualquer tipo de componente.
SMD	Identifica o armazém avançado SMD.
MO1	Identifica a secção de produção MOE1
MO2	Identifica a secção de produção MOE2
817	Identifica o departamento de inspeção de qualidade, PQA. Existem outros códigos dentro do departamento com diferentes designações, que não são relevantes para esta análise.
903	Responsável pelo registo de caixas retornáveis cheias
503	Responsável pelo registo de caixas retornáveis vazias.

As TO são responsáveis por transferir *stock* de um depósito para outro. Todas as TO ficam registadas e podem ser consultadas para efeitos de rastreabilidade da MP. Além disso, tanto podem estar apenas em sistema e serem visualizadas no computador ou LCB como também podem ser impressas em folhas A5 acompanhando a MP até ao local de destino (Apêndice II – Descrição de TO).

#### 4.1.3.2 iFlow

O iFlow é um sistema de localização integrado que permite monitorizar em tempo real toda a MP em trânsito (Figura 24). Este sistema reúne informação acerca de fretes de MP, tais como o tempo esperado de chegada (ETA), número de *tracking* (número que identifica o frete), fornecedor, transitário, *part number* (número que identifica uma dada MP) das MP transportadas, baseado em dados introduzidos pelo transitário. Desta forma, os responsáveis pela receção da matéria-prima (LOG3) conseguem obter toda a informação relativa aos fretes em trânsito com destino às instalações de BrgP. Sucintamente, este sistema permite:

- Localizar o frete através do número de *tracking*, *part number* da MP ou número da fatura;
- Emitir relatórios personalizados sobre o frete;
- Emitir alertas sobre mudanças de ETA;
- Aceder a informação atualizada e centralizada acerca dos transitários;
- Visualizar os fretes num mapa interativo;
- Aumento a precisão da localização dos fretes através da utilização de sistemas GPS (do inglês, *Global Positioning System*)

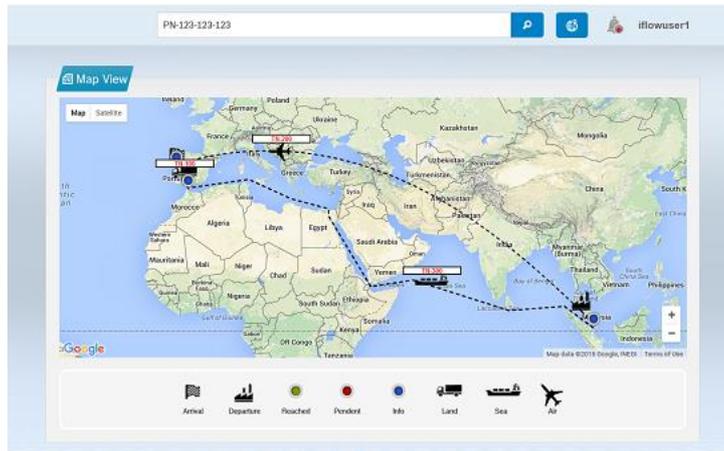


Figura 24 - Interface iFlow

#### 4.1.3.3 ALPE-Scan

O ALPE-Scan (*Automated Logistics and Production Execution*) é uma ferramenta independente do SAP (*hardware e software*) utilizada para organizar e simplificar o trabalho diário no armazenamento, nas áreas produtivas e na recepção de matéria-prima através da utilização de dispositivos de leitura portáteis. Este sistema liga-se diretamente ao SAP sem necessitar de nenhum programa adicional. Isto significa que com um leitor de códigos de barras (LCB) pode ser feito o registo de materiais e a verificação da quantidade através de uma simples leitura do código de barras, ficando essa informação acessível em tempo real no sistema principal. Este sistema permite:

- Processamento de informação em tempo real assegurando rápidas atualizações das transações no SAP;
- Reduzir tempos de processos associados ao registo de informação;
- Evitar a introdução de dados manualmente reduzindo o número de erros;
- Fácil e cómoda utilização pelo facto de poder ser utilizado *hardware* portátil.

O ALPE-Scan é bastante utilizado no registo de matérias-primas à chegada das instalações. No entanto, o seu funcionamento só é possível se os fornecedores entregarem a sua MP com códigos de barras VDA. A informação sobre a MP a ser entregue deve ser enviada pelo fornecedor antecipadamente, ou seja, via ASN (*Advanced Shipping Note*). Assim, pode ser feita uma comparação entre essa informação e a informação lida nos códigos de barras da MP à chegada, permitindo um registo rápido e eficaz.

#### 4.1.3.4 Sistema Operacional Logístico (SOL)

O SOL é uma aplicação utilizada apenas em BrgP desde 2007 e permite dar suporte a diversas atividades operacionais logísticas. Estas aplicações funcionam a um nível intermédio, ou seja, estabelecem a ligação entre o sistema ERP da empresa (SAP) e as áreas operacionais. O SOL subdivide-se em quatro aplicações móveis:

- KALO;
- SOL 102;
- SOL SMD;
- SOL 104.

Cada uma destas aplicações é descrita de seguida, à exceção do SOL 104. O SOL 104 é utilizado para produto acabado pelo que não será analisado uma vez que este projeto dirige apenas para MP.

O KALO (do inglês *KAnban LOGistics*) surgiu do projeto SOLINHO e veio substituir a aplicação móvel SOL supermercado. Esta aplicação consiste num sistema de *kanban* eletrónico, *e-kanban*, que substituiu o antigo processo de *kanban* em cartão de plástico. O seu principal objetivo é dar suporte aos pedidos de MP por parte de MOE2 ao armazém principal 102. Esta aplicação é crítica uma vez que em caso de falha a unidade de produção irá ter que parar por falta de MP conduzindo a enormes perdas de produtividade. As suas principais funcionalidades são:

- Imprimir etiquetas *e-kanban* nos diferentes postos de reembalamento de forma a identificar a embalagem RAKO com informação relativa à MP nela contida e à sua posição de destino no supermercado;
- Informar o colaborador do reembalamento sobre qual o tipo de caixa a utilizar (dimensão) e a quantidade que deve ser colocada em cada uma;
- Gerir a construção de lote para cada MP;
- Realizar pedidos ao SAP automaticamente para que sejam criadas TO entre 102 e MO2.

Esta aplicação é apenas uma solução provisória para suportar os processos acima mencionados uma vez que não existem soluções centrais para o efeito. Contudo, melhora significativamente o processo de construção de lote e elimina os problemas associados à perda de *kanbans* em cartão de plástico.

O SOL 102 é utilizado na logística interna para confirmar entradas e saídas de MP no armazém 102. Relativamente à entrada, a TO (criada automaticamente a seguir ao registo com ALPE-Scan ou

manualmente no PC) que acompanha a MP vinda da receção de materiais é confirmada com o SOL 102 aquando do *put away* no armazém 102 (processo descrito em 4.2.2). Relativamente às saídas, o processo é o seguinte:

1. O KALO comunica com o SAP para efetuar os pedidos de MP através de RFC (do inglês *Remote Function Call*);
2. O SAP corre um *job* de 15 em 15 minutos transformando esses pedidos em TO (caso haja MP disponível no armazém);
3. O material é retirado do armazém 102 (processo descrito adiante em 4.2.2) efetuando-se essa confirmação de saída com o SOL 102.

O SOL SMD é uma aplicação semelhante ao SOL 102, mas para o armazém avançado SMD. A diferença é que não é utilizada para fazer confirmações de TO à entrada, apenas para saídas. Assim, as suas principais funcionalidades são:

- Visualizar as TO em aberto de MP com destino à produção e respetiva rota de *picking* (processo descrito em 4.2.5);
- Confirmar a TO de saída de MP do armazém avançado SMD.

#### **4.1.3.4 CM Tracer e SIIA**

Além do SOL SMD acima descrito, existem ainda dois outros sistemas utilizados no armazém avançado SMD, o *CM Tracer* e o SIIA.

O *CM Tracer* tem como principal objetivo a rastreabilidade da MP desde a entrada em produção até ao produto intermédio resultante, uma vez que nesta área o tipo de MP utilizada são maioritariamente componentes elétricos caros e de tamanho reduzido.

As suas principais funcionalidades são:

- Registrar a chegada de MP às linhas de produção;
- Registrar as devoluções de MP ao armazém SMD quando não são totalmente consumidas (processo descrito em 4.2.5);
- Visualizar todas estas mudanças de estado.

O SIIA (Sistema Integrado de Inserção Automática), tal como o SOL, é uma aplicação local. O seu principal objetivo é efetuar pedidos de MP ao armazém avançado SMD. Neste caso não existe construção de lote uma vez que os pedidos são realizados numa relação de um para um, ou seja, uma

leitura de *Matlabel* origina um pedido de MP. Analogamente ao que acontece no KALO, o pedido ao SAP transforma-se em TO a cada 15 minutos (caso haja *stock* disponível para o satisfazer). O PIIA funciona de forma semelhante, mas especificamente para a preparação de fases, uma zona de MOE1 responsável por colocar bobines com condensadores em mesas de preparação que depois são utilizadas nas linhas de produção.

## 4.2 Fluxo da matéria-prima

Este capítulo descreve o fluxo da MP desde que é descarregada nos cais da receção até abastecer linhas de produção (fluxo completo no Apêndice III – Fluxo geral de matéria-prima). Em primeiro lugar é descrito todo o processo associado à descarga e registo da MP, depois o processo de abastecimento à área de produção MOE2 e de seguida o fluxo inverso das caixas vazias e pedido de MP ao armazém. Por último descrevem-se as duas estratégias de abastecimento ao armazém avançado SMD (*ship to line* e Min-Max) e o abastecimento deste às linhas de produção MOE1.

Cada uma das descrições dos fluxos é acompanhada por fotografias do processo. No final esquematizam-se os fluxos em fluxograma onde os retângulos com fundo azul descrevem operações físicas de movimentação de material e os de fundo laranja operações em SAP e restantes sistemas de registo de movimentação.

### 4.2.1 Descarga e receção de MP

A MP dá entrada nas instalações de BrgP através de três cais de descarga. Ao iniciar e ao finalizar a descarga um dos colaboradores responsáveis efetua esse registo num computador (PC). De forma a simplificar a descrição o capítulo foi subdividido em dois, 4.2.1.1 para MP volumosa e 4.2.1.2 para MP não volumosa. No primeiro semestre deste ano receberam-se, em média, 9741 paletes e 11155 volumes.

#### 4.2.1.1 Receção de MP volumosa

A MP volumosa é descarregada do camião no cais nº 2 e registada em sistema na *storage type* da receção 902. Este registo é feito com recurso a um leitor de código de barras (LCB) onde são efetuadas leituras a todos os campos da etiqueta VDA à exceção do *Batch Number* (ver Figura 21). O sistema utilizado na receção de materiais para efetuar este registo é o ALPE-Scan. Em casos onde a MP não vem com a etiqueta VDA, o registo da MP no sistema deve ser feito em PC. Quando a MP vem em embalagens RAKO, aquando do registo em 902 é simultaneamente efetuado o registo destas

caixas na *storage type* 903 (indicando que estão cheias). De seguida, é criada uma TO para o destino, tipicamente o armazém 102. Quando o registo é automático, com recurso a um LCB, a TO sai imediatamente a seguir ao registo, enquanto nos outros casos é realizada manualmente em PC. Esta TO é colocada na paleta e a paleta no rolete a caminho do armazém (Figura 25).



Figura 25 - Colocação de TO na paleta (à esquerda) e colocação da paleta nos roletes (à direita)

Depois de atravessar a zona da receção através do rolete, um empilhador coloca-a no para-paletes, à entrada do armazém 102 (Figura 26).



Figura 26 – Para-paletes

Este processo de descarga e receção de MP volumosa é sucintamente descrito no fluxograma abaixo representado (Figura 27).

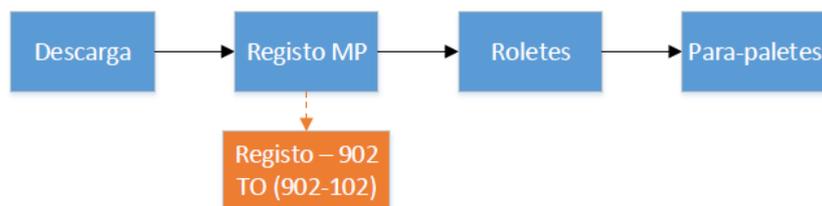


Figura 27 - Fluxograma da receção de MP volumosa

#### 4.2.1.2 Receção de MP não volumosa

A MP não volumosa é descarregada no cais nº1 (tal como retrabalho) ou no cais nº3 que é partilhado com a expedição. Aqui é criada uma unidade de manuseio, ou seja, juntam-se as diferentes caixas até formar uma palete completa para agilizar o processo de registo de MP (Figura 28).



Figura 28 - Unidade de manuseio

A palete completa é colocada num dos 3 roletes próprios para material não volumoso e as respetivas guias de remessa são colocadas numa pasta para fazer o registo da MP na *storage type* 902. O registo é realizado no gabinete da receção em PC. Depois imprimem-se os documentos resultantes desse registo, colocando-os junto das guias de remessa em cima da palete para serem conferidos nas diferentes mesas de conferência (Figura 29).



Figura 29 - Mesa de Conferência

Nestas mesas de conferência, os colaboradores verificam visualmente se as quantidades de MP estão de acordo com as guias de remessa e os documentos do registo de entrada. Depois desta validação devem criar uma etiqueta *Matlabel* para a MP que ainda não a tenha e realizar a TO para o destino: armazém 102 ou SMD. Caso o destino seja o armazém 102 essa MP é colocada nas bancadas em frente às mesas de conferência e depois transportada num carrinho de mão até à entrada do armazém 102. Se o destino for o armazém avançado SMD a MP é colocada numa palete e, de 50 em 50 minutos, colocada à entrada do corredor G do armazém 102.

Este processo de descarga, registo e conferência de MP não volumosa é também representado num fluxograma (Figura 30).

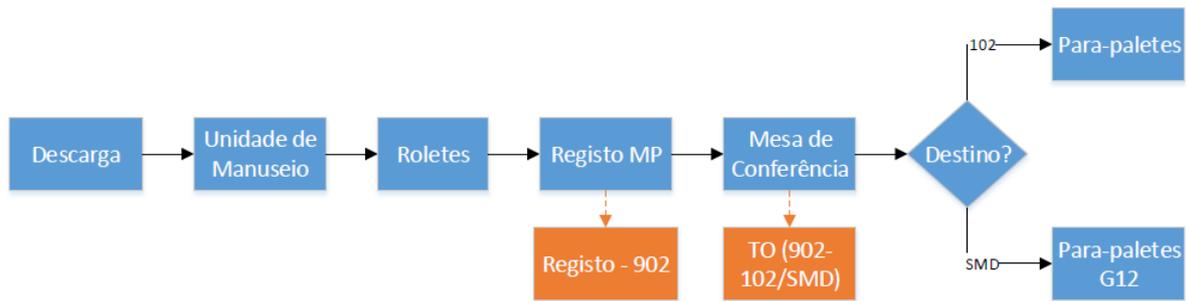


Figura 30 - Fluxograma da receção de MP não volumosa

#### 4.2.2 Abastecimento a MOE2

A MP colocada pelos colaboradores da receção nos para-paletes dá entrada no armazém 102 pelos funcionários da logística interna num processo designado *put away*. Este processo é semelhante para MP volumosa e não volumosa, sendo que a única diferença é que no primeiro caso o *put away* é realizado à paleta e no segundo à caixa. O processo de *put away* é realizado da seguinte forma: o colaborador que está com o Tri-lateral (máquina que transporta material dentro do armazém 102) visualiza o campo da TO com indicação do lugar de destino (campo 4 do Apêndice II – Descrição de TO), pega nessa caixa/paleta, coloca-a na posição e por último confirma a TO (Figura 31).



Figura 31 - Put Away à paleta no Armazém 102

A confirmação da TO realiza-se através de três leituras com o LCB: número da TO, posição do armazém (etiqueta colocada em cada posição do armazém) e número de peça (*part number*).

A retirada de MP, designado *picking*, faz-se de forma semelhante. Em primeiro lugar, o colaborador visualiza no seu LCB a MP que tem para retirar, conforme pedido por MOE2 (processo abaixo descrito – 4.2.3). De seguida, recolhe a MP (pode ser à caixa ou à paleta) com o Tri-lateral e executa duas leituras com o LCB: posição do armazém e *part number*. Além dessas leituras deve também inserir o

valor da quantidade retirada. Quer no *put away*, quer no *picking*, a aplicação utilizada no LCB foi o SOL 102. A MP é entregue ao reembalamento para ser colocada em caixas RAKO (Figura 32 - *Bancada de reembalamento*).



Figura 32 - Bancada de reembalamento

Na bancada de reembalamento o colaborador tem duas funções principais: fazer a leitura do *part number*, originando a impressão do *e-kanban*, e colocar a MP em caixas RAKO próprias, conforme determinado pelo KALO. O *e-kanban* vem em substituição do *kanban* tradicional (cartão de plástico) que ainda é utilizado marginalmente (Figura 33). O *e-kanban* agrega informação relativa ao tipo e quantidade de MP contida na caixa e identifica a posição da mesma no supermercado. Além disso contém uma *Matlabel* que é lida pelo POUP (do inglês *Point of use Provider*) para efetuar pedidos ao armazém 102 conforme descrito no capítulo seguinte (4.2.3).



Figura 33 - *E-kanban* e *kanban* em cartão de plástico, respetivamente

Concluído o reembalamento, a MP é colocada nos roletes em frente às bancadas ou na Área Volumoso caso seja de grandes dimensões e elevado consumo (esta parametrização já está definida *a priori*). O transporte para a área de produção é realizado por *milkruns* em ciclos de 20 minutos (Figura 34).



Figura 34 - *Milkrun*

O processo de abastecimento realiza-se da seguinte forma: o colaborador do *milkrun* coloca a MP nas carruagens do veículo e transporta-a até aos supermercados. Aqui, coloca-a na sua posição específica conforme indicado no *e-kanban* (Figura 35). Esta posição específica é o canal do supermercado onde determinada MP fica alocada, equivalendo à *storage bin* do armazém 102. A MP de grandes dimensões sem alocação no supermercado é deixada na carruagem do *milkrun* junto aos supermercados.



Figura 35 - Abastecimento do supermercado

O abastecimento à linha, ou seja, o transporte da MP entre os supermercados e as linhas de produção é realizado por colaboradores designados POUP (Figura 36).



Figura 36 - Abastecimento à linha de produção

O processo abastecimento às linhas de produção de MOE2 descrito encontra-se representado no fluxograma abaixo (Figura 37).

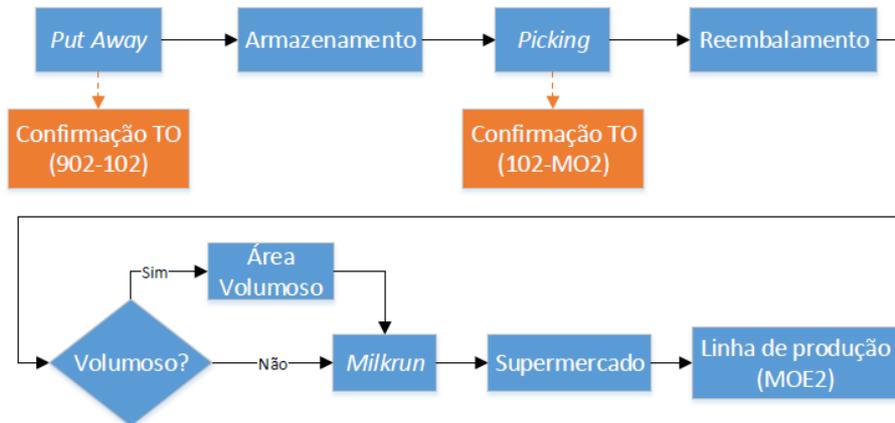


Figura 37 - Fluxograma do Abastecimento a MOE2

#### 4.2.3 Retorno das caixas vazias e pedido de MP

Assim que a MP é consumida na linha, o POUP coloca as caixas vazias nas carruagens dos *milkrun* situados junto aos supermercados e faz o esvaziamento do *e-kanban*. Estas caixas são colocadas em carruagens diferentes consoante sejam de fluxo externo (para devolução ao fornecedor) ou de fluxo interno (apenas utilizadas dentro das instalações de BrgP). O esvaziamento do *e-kanban* consiste em fazer uma leitura da *Matlabel* com o LCB através da aplicação KALO. Uma vez atingido o lote pré-definido, despoleta-se um pedido daquela MP ao armazém 102. As caixas vazias são transportadas pelos mesmos *milkruns* que fazem o abastecimento aos supermercados na sua viagem de regresso. Relativamente aos *kanbans* tradicionais, estes são colocados num quadro e assim que se atinge o lote pré-definido, são transportados juntamente com as caixas vazias para o gabinete de LOG2 (Figura 38).

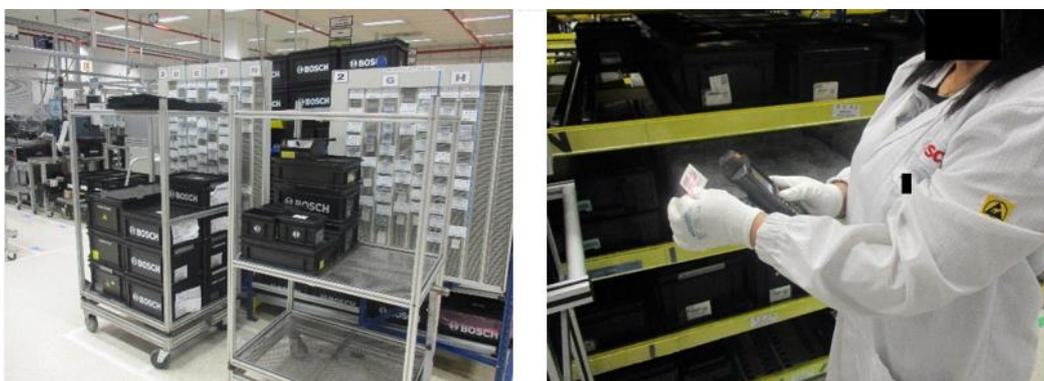


Figura 38 - Atrilados com caixas vazias e quadro com construção do lote de *kanbans* (à esquerda) e esvaziamento do *e-kanban* (à direita)

As caixas de fluxo interno são deixadas na triagem para limpeza e são posteriormente entregues às bancadas de reembalamento. As caixas de fluxo externo ficam junto da triagem num local específico

para serem transportadas até uma zona exterior junto aos cais da expedição por um *milkrun* próprio (Figura 39).



Figura 39 - Triagem (à esquerda) e atrelados de caixas retornáveis (à direita)

Daqui, são transportadas por um prestador de serviços logístico (LSP) até aos respetivos fornecedores. Este LSP é responsável por receber as caixas, transferi-las para a *storage type* 503 (identificando-as como vazias) e encaminhá-las para o respetivo fornecedor, que por sua vez irá voltar a reutilizá-las para voltar a entregar MP nas instalações de BrgP.

O seguinte fluxograma (Figura 40) descreve resumidamente o processo de recolha das caixas vazias e entrega das mesmas à logística interna, bem como os pedidos efetuados ao armazém 102. Este fluxograma pretende esquematizar o processo mais representativo, ou seja, aquele em que se utiliza o *e-kanban* ao invés do *kanban* tradicional.

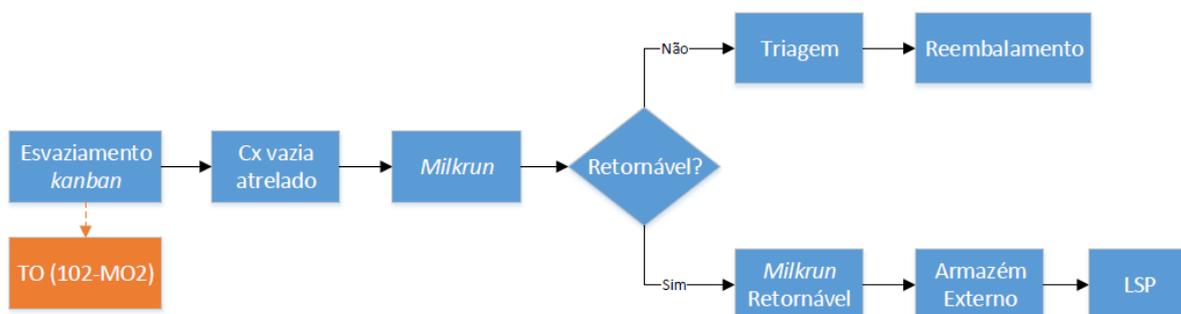


Figura 40 - Fluxograma do retorno de caixas e pedidos de MP

#### 4.2.4 Abastecimento ao armazém avançado SMD

A unidade de produção MOE1 é abastecida pelo armazém avançado SMD que lhe é contíguo (Figura 17). A MP pode ir para SMD diretamente da receção, num abastecimento designado *ship to line* ou através do armazém 102 num abastecimento designado Min-Max.

#### 4.2.4.1 Abastecimento em *ship to line*

O abastecimento em *ship to line* consiste em transportar diretamente a MP da receção ao armazém avançado SMD. Neste processo a MP depois de ser conferida nas mesas de conferência (conforme descrito em 4.2.1) é colocada numa palete que deve ser transportada para o armazém avançado SMD a cada 50 minutos (Figura 41).



Figura 41 - Palete SMD

Esta palete é colocada à entrada do corredor G do armazém 102 em períodos de tempo pré-definidos que devem ser consultados num papel colocado entre a receção e o armazém 102 (Figura 42). Existem vários papéis iguais ao longo do fluxo para que todos os colaboradores envolvidos no transporte da palete saibam a que horas o devem fazer.



Horas de colocação da palete para SMD na File G			
06:50	12:40	18:30	00:20
07:40	13:30	19:20	01:10
08:30	14:20	20:10	02:00
09:20	15:10	21:00	02:50
10:10	16:00	21:50	03:40
11:00	16:50	22:40	04:30
11:50	17:40	23:30	05:20

Figura 42 - Horário de transporte da Palete SMD

O colaborador do armazém 102 a trabalhar naquele corredor deve transportar essa palete para o outro lado do armazém, junto às bancadas de reembalamento. Aqui, um dos funcionários de logística interna é responsável por colocar essa palete no elevador enviando-a para o piso superior. Uma vez no piso superior, a palete é recolhida pelo funcionário do SMD e a MP é reembalada e colocada na sua posição (*put away*) (Figura 43).



Figura 43 - Receção e reembalamento de MP (à esquerda) e *put away* (à direita) no armazém avançado SMD

No SAP a TO é confirmada aquando da sua criação nas Mesas de Conferência da receção, ficando aquela MP alocada na *storage type* SMD.

O seguinte esquema (Figura 44) descreve as principais etapas do processo *ship to line*, depois de a MP ter sido colocada pela receção à entrada do corredor G do armazém 102.



Figura 44 - Fluxograma do abastecimento *ship to line*

#### 4.2.4.2 Abastecimento *Min-Max*

O abastecimento do armazém avançado SMD pode também ser feito via armazém 102, uma vez que o armazém avançado SMD não tem capacidade para receber toda a MP necessária à produção em MOE1 diretamente da receção. Quando a MP atinge o valor mínimo pré-estabelecido é criada uma TO para a repor ao seu valor máximo. Esta criação de TO acontece automaticamente e realiza-se de hora a hora. O mesmo funcionário que recebe o material do *ship to line* é responsável por colocar as TO nos diferentes corredores do armazém 102 para ser retirado pelo funcionário do armazém principal (Figura 45).



Figura 45 - Colocação das TO no armazém 102

De seguida, transporta a MP que foi pedida no Min-Max da hora anterior até ao armazém avançado SMD, reembala-a e coloca-a na sua posição (*put away*) num processo semelhante ao descrito anteriormente (Figura 43). Efetua ainda a confirmação das TO no PC, fazendo correções de quantidades quando aplicável (Figura 46). Em sistema a MP fica considerada alocada na *storage type* SMD.

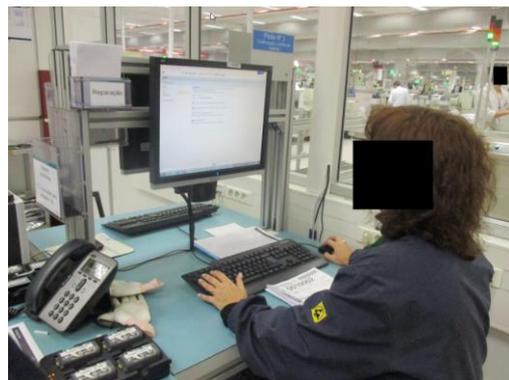


Figura 46 - Confirmação das TOs de Min-Max

O processo de abastecimento ao armazém avançado SMD em Min-Max está esquematizado no seguinte fluxograma (Figura 47).

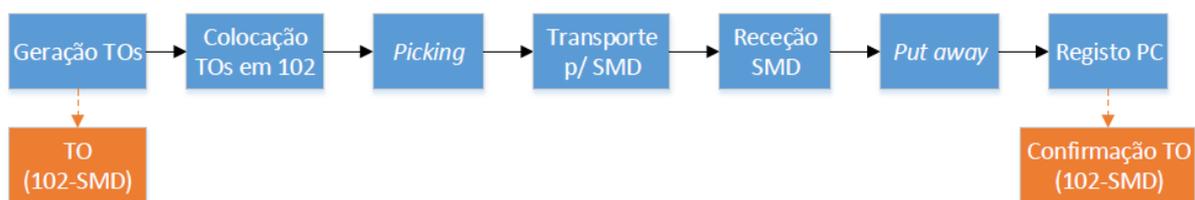


Figura 47 - Fluxograma do abastecimento em Min-Max

#### 4.2.5 Abastecimento a MOE1 e pedidos de MP

O abastecimento a MOE1 é realizado por dois *milkruns* em ciclos de 20 minutos cada. Os pedidos efetuados nas linhas de produção geram TO entre SMD e MO1 e cada um dos colaboradores responsáveis pelo seu *milkrun* recebe esses pedidos no seu LCB com uma rota de *picking* definida. Esta rota já está parametrizada para minimizar a distância percorrida na recolha da MP agilizando o processo de *picking*. O colaborador efetua o *picking* da MP pedida, lê a *Matlabel* com um LCB e coloca-a num carrinho. O *picking* é realizado ao componente e não à caixa (Figura 48).



Figura 48 - *Picking* no armazém avançado SMD

A aplicação utilizada na leitura destas *Matlabels* é o SOL SMD. Depois de concluir o *picking*, efetua o abastecimento nas linhas de MOE1. Assim que a MP chega às linhas, os colaboradores das mesmas devem fazer a leitura da *Matlabel* para efeitos de rastreabilidade. Embora no sistema principal, SAP, a MP fique alocada na *storage type* MO1 aquando do *picking*, existe ainda um *software* que permite aumentar a rastreabilidade da MP entre SMD e MOE1, o *CM Tracer*. Este *software* é independente do SAP e permite rastrear a MP entre SMD e MOE1 cobrindo algumas falhas do SAP. Assim que a MP é consumida o colaborador da linha deve efetuar a leitura da *Matlabel* com a aplicação SIIA para gerar um novo pedido ao armazém avançado SMD. Relativamente à preparação de fases, o colaborador deve fazer um pedido de forma semelhante, sendo que aqui pode utilizar o PIIA além do SIIA. Quando a MP não é totalmente consumida (normalmente bobines) o colaborador da linha deve etiqueta-la de cor de laranja e devolvê-la ao SMD. Aqui, o colaborador do SMD deve colocar essa MP na parte da frente da estante de forma a respeitar o FIFO (do inglês *First In First Out*) efetuando com o seu LCB uma leitura específica para devoluções, quer na *Matlabel*, quer na etiqueta que identifica a posição em SMD (*storage bin*). Ainda que no sistema principal a MP esteja na *storage type* da produção, MO1, no *software* da rastreabilidade é possível visualizar essa devolução. Este *software* comunica com o SAP permitindo que quando haja novo *picking* da MP para MOE1 seja feito um débito a 0 no SAP, ou seja, efetua-se uma TO entre SMD e MO1 com quantidade igual a 0. Desta forma, pode ser visualizado no

SAP o número de devoluções, no entanto não é possível visualizar a quantidade de MP em cada uma delas. O seguinte fluxograma (Figura 49) permite um melhor entendimento do fluxo descrito. Tal como nos fluxogramas anteriores as atividades em SAP (e restantes sistemas) representam-se a laranja acrescentando-se as do *CM Tracer* representadas a verde.

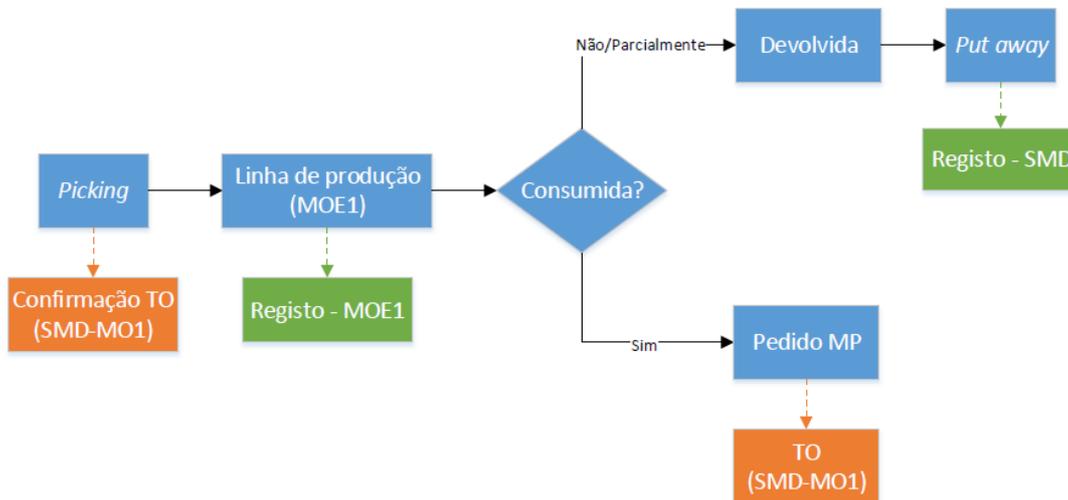


Figura 49 - Fluxograma do abastecimento a MOE1, devoluções e pedidos de MP

### 4.3 Identificação de problemas de rastreabilidade

Este capítulo apresenta os diversos problemas encontrados na análise da situação atual descrita na secção anterior. Numa primeira abordagem são identificados os problemas associados a cada fluxo. Depois, focam-se problemas comuns a todos, que de certa forma são uma consequência direta ou indireta dos problemas anteriores.

#### 4.3.1 Identificação de problemas nos fluxos de MP

Nesta secção efetua-se uma análise aos problemas identificados nos fluxos a nível de rastreabilidade e automatização de processos de monitorização e registo de movimentação de MP. Para cada um dos problemas identificados classificou-se com um grau de gravidade em três níveis diferentes: Elevado, Médio ou Reduzido. A lógica de categorização foi definir os problemas relacionados com a falta de rastreabilidade e visibilidade da MP como “Elevado”; a não uniformização de processos, utilização de diversos sistemas e falta de visibilidade em SAP como “Médio” e a falta de automatização em processos onde se utiliza o LCB para fazer mudanças de estado em sistema e realização de processos simples como “Reduzido”.

#### 4.3.1.1 Problemas associados ao fluxo 4.2.1

O registo de MP em sistema é realizado manualmente, quer seja volumosa com recurso a LCB, quer seja não volumosa, em computador. Relativamente à MP volumosa, esta falta de automatização resulta na necessidade de ter 2 colaboradores a efetuar a descarga e registo de MP, num processo que demora em média 5 minutos e 26 segundos por palete. Este valor resulta de uma média do tempo de descarga de paletes durante o ano de 2015, segundos dados de LOG3. Além disso, o facto de nem todos os fornecedores identificarem a sua MP com etiqueta VDA resulta na necessidade de existência de mais do que um processo de registo.

Na MP não volumosa o registo é realizado em PC o que torna o processo registo bastante moroso. Esta demora evidencia a falta de rastreabilidade na receção visto que a MP passa em média 40 minutos nos roletes até ser registada. Além disso, alguns fornecedores ainda não utilizam etiquetas *Matlabel* na identificação de MP. Nesses casos, o colaborador deve criar uma *Matlabel* uma vez que esta é essencial ao longo do processo de rastreabilidade dentro das instalações, nomeadamente no armazém avançado SMD.

A Tabela 6 sumariza os problemas identificados na receção de MP volumosa e não volumosa.

Tabela 6 - Problemas identificados no fluxo 4.2.1

Nº	Descrição do Problema	Grau
1	Falta de automatização nos processos de registo da MP	Reduzido
2	Falta de normalização na referenciação da MP	Médio

#### 4.3.1.2 Problemas associados ao fluxo 4.2.2

No armazém 102 as confirmações de TO, quer na colocação, quer na retirada de MP são realizadas manualmente o que pode conduzir a erros de *input*. Esta questão é particularmente problemática no *picking* uma vez que o colaborador insere manualmente o valor da quantidade retirada. Por outro lado, um registo automático destas movimentações de material poderia reduzir o tempo de operação de *put away* e *picking*. O tempo de operação para cada uma das atividades varia consoante o tipo de MP (volumosa ou não volumosa). A Tabela 7 apresenta esses valores divididos em tempo de deslocamento e tempo de utilização do LCB para confirmação de TO. Todos os valores estão em segundos.

Tabela 7 - Tempos de *put away* e *picking* no armazém 102

	<i>Put Away</i>		<i>Picking</i>	
	Tempo deslocamento (s)	Tempo LCB (s)	Tempo deslocamento (s)	Tempo LCB (s)
Volumoso	60	10	70	15
Não volumoso	45	10	45	15

O problema principal no abastecimento ao MOE2 prende-se com a falta de rastreabilidade ao longo de uma grande parte do fluxo. A MP enviada para MOE2 fica registada em SAP na *storage type* MO2 no momento do *picking*, em vez de ser confirmada na chegada à linha de produção. Esta falha de rastreabilidade é bastante grande uma vez que não existe qualquer visibilidade em pontos intermédios no abastecimento à linha de produção, tais como:

- Área de Reembalamento;
- Área de volumoso;
- *Milkruns*;
- Supermercados;
- Bordo de linha.

A Figura 50 representa, em *layout*, as *storage types* que identificam a localização da MP em SAP e as respetivas falhas de visibilidade encontradas.

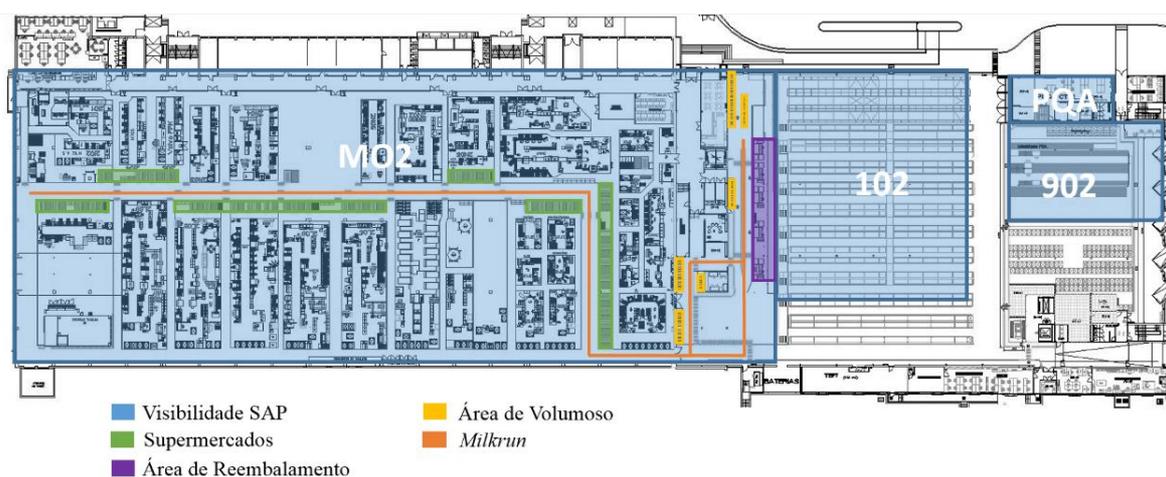


Figura 50 – Representação em *layout* da visibilidade em sistema do piso 0

A Tabela 8 sumariza os problemas identificados no armazenamento de MP no armazém 102 e no abastecimento às linhas de produção em MOE2.

Tabela 8 - Problemas identificados no fluxo 4.2.2

Nº	Descrição do Problema	Grau
3	Falta de automatização na confirmação de TO no armazém 102 ( <i>put away</i> e <i>picking</i> )	Reduzido
4	Confirmação da TO na <i>storage type</i> de MOE2 no <i>picking</i>	Elevado
5	Falta de visibilidade da MP em pontos intermédios do fluxo: Reembalamento, Área de volumoso, <i>Milkrun</i> , Supermercado e Bordo de linha	Elevado

#### 4.3.1.3 Problemas associados ao fluxo 4.2.3

O processo de abastecimento a MOE2 é auxiliado por *kanbans*, conforme explicado em 4.2.3. No entanto, existem dois processos: um mais antigo e cada vez mais descontinuado, o *kanban* em cartão de plástico e um mais recente, o *e-kanban*. De forma a otimizar a gestão de pedidos de abastecimento às linhas de produção é importante uniformizar estes processos num só. Ainda neste processo de gestão de pedidos foi identificado outro problema relativo à falta de automatização de pedidos ao armazém. Toda a MP é pedida através de uma leitura executada por um colaborador (num processo que demora cerca de 5 segundos por MP) o que aumenta a probabilidade de ocorrência de erros face a um processo automatizado.

Além dos pedidos de MP ao armazém 102, identifica-se um problema no fluxo das caixas RAKO. As caixas RAKO retornáveis são enviadas para o fornecedor e só quando chegam é que são transferidas para a *storage type* 503, ou seja, são consideradas como vazias. No entanto, dentro das instalações não têm qualquer visibilidade a não ser estarem consideradas cheias na entrada através do registo na *storage type* 903. As caixas RAKO de fluxo interno como não vão para nenhum fornecedor externo nem sequer são registadas no sistema. Esta falta de visibilidade não permite saber quantas caixas RAKO estão realmente cheias ou vazias, quantas estão em cada local, nº de lavagens efetuadas, etc. Este problema, além de não permitir otimizar a gestão das caixas, aumenta também a possibilidade de se perderem.

A Tabela 9 sumariza os problemas identificados no fluxo das caixas vazias e na gestão de pedidos de MP ao armazém 102.

Tabela 9 - Problemas identificados no fluxo 4.2.3

Nº	Descrição do Problema	Grau
6	Falta de uniformização no processo de gestão de pedidos de MP ao armazém 102	Médio
7	Falta de automatização nos pedidos ao armazém 102	Reduzido
8	Falta de visibilidade das caixas RAKO	Médio

#### 4.3.1.4 Problemas associados ao fluxo 4.2.4

No abastecimento ao armazém avançado SMD através da estratégia *ship to line*, a TO é criada e imediatamente confirmada nas mesas de conferência situadas na receção de materiais. No entanto, a MP percorre todo o armazém 102 e vai até ao piso superior sem qualquer tipo de rastreabilidade. Além disso, não é sequer confirmada na chegada ao destino (*put away*) o que além de ser uma importante falta de rastreabilidade, aumenta consideravelmente os erros de alocação uma vez que essa verificação é realizada visualmente pelo colaborador.

Relativamente ao abastecimento em Min-Max existe um problema de rastreabilidade na medida em que não existe nenhuma confirmação intermédia da TO. A TO dá saída do armazém 102 sem qualquer tipo de confirmação em SAP até ser colocada na estante do armazém avançado SMD. Esta falta de confirmação resulta numa maior ocorrência de desvios de inventário visto que não é possível visualizar no SAP se a MP já saiu ou não do armazém 102. Relativamente à confirmação da TO após o *put away* no armazém avançado SMD, o facto de ela ser realizada manualmente em PC aumenta consideravelmente os erros de alocação uma vez que essa verificação é realizada visualmente pelo colaborador. Este processo de confirmação de TO tem uma duração média de 10 segundos por TO.

A Tabela 10 sumariza os problemas identificados no abastecimento ao armazém avançado SMD, quer em *ship to line* (problemas 9, 10 e 11), quer em Min-Max (problemas 12 e 13).

Tabela 10 - Problemas identificados no fluxo 4.2.4

Nº	Descrição do Problema	Grau
9	Confirmação da TO na <i>storage type</i> do armazém avançado SMD nas mesas de conferência	Elevado
10	Falta de visibilidade da MP ao longo de todo o percurso até chegar ao armazém avançado SMD	Elevado
11	Falta de confirmação da TO no <i>put away</i> em SMD	Elevado
12	Falta de confirmação intermédia da TO no <i>picking</i> de MP no armazém 102	Elevado
13	Falta de automatização na confirmação da TO no <i>put away</i> em SMD	Médio

#### 4.3.1.5 Problemas associados ao fluxo 4.2.5

Em primeiro lugar, identifica-se um problema relativo à utilização de vários sistemas e aplicações, umas locais outras centrais, para a movimentação, rastreamento e pedidos de MP ao armazém avançado SMD. O SAP é ineficiente para uma boa rastreabilidade da MP uma vez que não permite obter grande visibilidade entre o armazém avançado SMD e as linhas de produção, além de não permitir contabilizar as devoluções ao armazém avançado SMD (a MP fica considerada alocada na *storage type* MO1). Analogamente ao que se sucede no armazém 102, o *picking* da MP é também realizado com um LCB, tal como o *put away* das devoluções. Estas leituras de MP para efeitos de registo de transações têm uma duração média de 5 segundos por cada TO.

A Tabela 11 sumariza os problemas identificados no abastecimento às linhas de produção em MOE1 e na gestão de pedidos deste ao armazém avançado SMD.

Tabela 11 - Problemas identificados no fluxo 4.2.5

Nº	Descrição do Problema	Grau
14	Existência de várias aplicações independentes para efeitos de rastreabilidade e registo de movimentação de MP	Médio
15	Confirmação da TO na <i>storage type</i> de MOE1 no <i>picking</i>	Elevado
16	Falta de visibilidade em SAP nas devoluções de MP ao armazém avançado SMD	Médio
17	Falta de automatização na confirmação de TO no <i>picking</i> e no <i>put away</i> de devoluções	Reduzido

#### 4.3.2 Principais problemas associados à falta de rastreabilidade e respetivos KPI

Este capítulo pretende descrever alguns problemas gerais relacionados ou afetados com a falta de rastreabilidade da MP. Além de serem identificados e descritos são também quantificados através de indicadores de desempenho, designados KPI.

Na sequência dos problemas identificados no capítulo anterior, identificam-se e quantificam-se os seguintes problemas:

- Falta de automatização de processos;
- Excesso de sistemas/aplicações utilizadas no rastreamento e movimentação de MP;
- Elevada cobertura de *stock*;
- Desvios de inventário;
- Custo de transportes especiais e de sucata;
- Perdas de produção devido a falhas no abastecimento

##### ***4.3.2.1 Falta de automatização de processos***

Na identificação dos problemas anteriores, um dos problemas comuns refere-se à falta de automatização dos processos de movimentação da MP em sistema. A pouca automatização dos processos de registo de movimentação leva a que seja preciso um maior número de colaboradores a executá-la conduzindo também a maiores erros. A Tabela 12 apresenta o número de colaboradores operacionais da receção de materiais (LOG3-INC), da logística interna (LOG2) e os POUP que pertencem ao departamento de MOE2. Estes valores estão por turno.

Tabela 12 - Número de colaboradores operacionais por departamento

Departamento	Secção	Nº colaboradores
LOG2	Abastecimento a MOE2	32
	Abastecimento a MOE1	5
LOG3	Receção de MP	12
MOE2	POUP	8

Em todas estas áreas existe movimentação de material e por conseguinte são efetuadas, quer através de LCB quer através de PC, transações de estado da MP em SAP. Uma maior automatização de processos poderia reduzir o tempo de operação de muitos destes colaboradores o que poderia levar a uma redução do número de colaboradores, ou então a uma realocação noutras tarefas.

Por outro lado, a falta de automatização é evidenciada pelo excesso de intervenção humana utilizado nos processos de monitorização e registo de mudanças de estado da MP. Um bom exemplo para perceber este problema são os pedidos de MP ao armazém 102 através do esvaziamento do *e-kanban*. Quando a leitura do *e-kanban* com LCB não for corretamente efetuada, a construção do lote não será atingida e aquela MP não vai ser pedida ao armazém 102. A Tabela 13 quantifica, numa média mensal, o número de vezes que o *e-kanban* não foi corretamente esvaziado.

Tabela 13 - Número de erros no esvaziamento do *e-kanban*

	Média Mensal	Desvio Padrão
Nº de ocorrências	712,5	314,8

Como a tabela demonstra a média mensal de *e-kanbans* não lidos é consideravelmente alta. Este problema atrasa o abastecimento ao supermercado uma vez que o *e-kanban* só será lido na logística interna (fazem sempre uma segunda validação dessa leitura). Para prevenir este problema, a cobertura de *stock* nos supermercados seja de certa forma elevada (problema descrito adiante em 4.3.2.3). Por outro lado, pode ainda ser mais grave caso não seja esvaziado visto que o pedido ao armazém não é gerado e o supermercado entrará em rutura de *stock*.

#### 4.3.2.2 Excesso de sistemas/aplicações utilizadas no rastreamento e movimentação de MP

Atualmente existem inúmeros *softwares* e aplicações para registar movimentações de MP ao longo do seu fluxo de abastecimento às linhas e pedidos das mesmas. A Tabela 14 sumariza as diferentes aplicações que se utilizam nas diferentes áreas operacionais.

Tabela 14 - Software/Aplicações por departamento

Software/Aplicação	Departamento
iFlow	LOG3
ALPE-Scan	LOG3-INC
KALO	LOG2 e MOE2
SOL 102	LOG2
SOL SMD	LOG2
CM Tracer	LOG2
SIIA	MOE1
PIIA	MOE1

Além destas, acrescenta-se o sistema principal SAP que é utilizado por todos os departamentos, o que dá um total de 9 sistemas. Quanto mais sistemas existirem, mais *know-how* é necessário e mais difícil se torna a normalização e simplificação das tarefas, uma vez que os processos ficam complexos. Por outro lado, prejudica também a própria consistência da informação. O que tem acontecido é que cada vez que é preciso resolver um problema cria-se um novo sistema. Por conseguinte, o número de sistemas tem crescido bastante tornando-se cada vez mais difícil e complexa a sua integração. Assim, urge a necessidade de reduzir a quantidade de sistemas integrando-os no menor número possível.

#### 4.3.2.3 Elevada cobertura de stock

Um dos problemas crónicos da logística e da gestão de cadeias de abastecimento prende-se com a questão dos *stocks*. Uma vez que ter *stock* é considerado desperdício, existe a necessidade de o eliminar tanto quanto possível desde que não afete o normal funcionamento produtivo da empresa. A Tabela 15 indica a cobertura de *stock*, em tempo, quer dos supermercados de abastecimento às linhas de MOE2, quer a cobertura de MP no armazém 102.

Tabela 15 - Cobertura de *stock* de MP

Localização	Tempo
Supermercado	5 Horas
Armazém 102	A: 3-5 dias B: 7-8 dias C: 14-15 dias Consignação: 2 semanas a 1 mês

O primeiro foi calculado de forma a cobrir o tempo despendido a efetuar o pedido de MP ao armazém, essa MP ser retirada do armazém, ser reembalada e por último transportada no *milkrun* até à linha. Além disso, é preciso também ter em conta fatores como os tempos mortos (intervalos e refeições) e erros de *picking* tal como descrito em 4.3.2.1. Os valores de cobertura de *stock* no armazém 102 foram obtidos junto dos planeadores de necessidade de MP (LOG3) e contemplam os valores que eles têm definidos para cada tipo de MP. As três diferentes classes categorizam o tipo de MP pela sua necessidade e rotação (A para o maior e C para o menor). A MP à consignação é MP que está nas instalações de BrgP, mas que não lhe pertence até ser consumida.

#### 4.3.2.4 Desvios de inventário

Um dos principais problemas resultantes da falta de rastreabilidade são os desvios de inventário. Como não existem pontos de controlo suficientes ao longo do fluxo da MP cada vez que uma determinada MP, por engano, vai para um local que não é expectável perde-se o seu rasto. O desvio de inventário é a diferença de MP entre o *stock* real num determinado depósito e o seu valor na respetiva *storage type* do SAP. Caso o valor real seja superior ao do SAP efetua-se um incremento de *stock* no SAP com o valor em falta, caso contrário efetua-se um decremento. Estes desvios de inventário foram contabilizados em número de peças através de uma transação específica para o efeito em SAP. A Tabela 16 contempla esses valores para o primeiro semestre de 2016.

Tabela 16 - Desvios de inventário em nº de peças

	Média mensal	Desvio Padrão
Quantidade (peças)	28779	19456,2

O valor médio em quantidade de peças é 28779. Estes valores devem ser minimizados de forma a reduzir-se custos.

#### 4.3.2.5 Custo de transportes especiais e de sucata

Para além dos fatores negativos resultantes da falta de rastreabilidade supramencionados, existe dois outros que são uma consequência deles: custos de sucata e custo especial de transportes. Os custos de sucata resultam, entre outras coisas, dos desvios de inventário descritos no ponto anterior. A Figura 51 apresenta os custos de sucata em função dos gastos com matérias-primas ao longo dos últimos anos. Por exemplo, no ano de 2015 foram gastos cerca de 400 mil euros em custos de sucata o que representa 0,12% do custo total de matérias-primas adquiridas nesse mesmo ano.

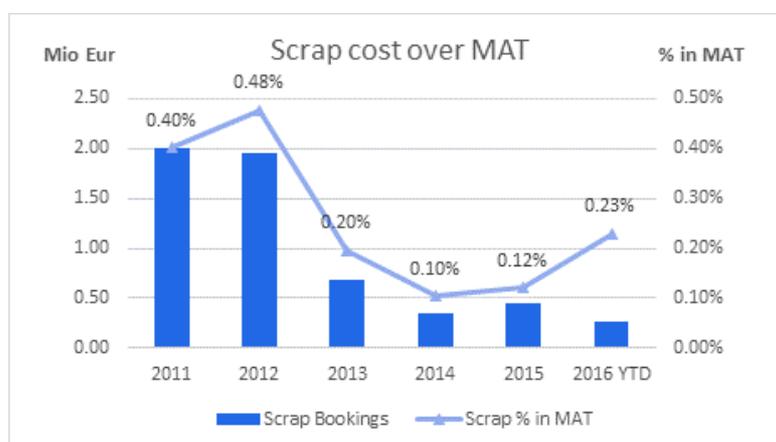


Figura 51 - Custo de sucata em função dos custos de MP

Os custos de transporte especiais referem-se à despesa que a empresa tem para transportar MP não planeada. Tal como para os custos de sucata, os desvios de inventário são uma das causas para esta despesa extraordinária na medida em que a falta de visibilidade da MP em sistema faz com que os planeadores encomendem mais do que necessário. No entanto, este custo também incorpora outras situações que não são resultantes da falta de rastreabilidade, mas sim das questões de negócio. A Tabela 17 sumariza os custos de transportes especiais ao longo do primeiro semestre de 2016.

Tabela 17 - Custo de de transportes especiais

	Média Mensal	Desvio Padrão
Custo de transportes especiais (€)	51830,7	31635,6

#### 4.3.2.6 Perdas de produção devido a erros de abastecimento de MP

As falhas de produção por erros de abastecimento de MP são um problema grave. A produção é o principal valor acrescentado da empresa uma vez que é ela a responsável por conceber os produtos vendidos. O abastecimento é realizado pela logística interna, como descrito anteriormente, sendo que por vezes não é corretamente efetuado causando paragens na linha por falta de MP. A principal razão para isto acontecer deve-se à ineficiência dos diversos processos de movimentação de MP e gestão de pedidos aos armazéns. Os erros de *picking* e movimentação de MP resultantes de erros de esvaziamento de *kanbans* dos POUP e desvios de inventário são dois dos principais exemplos que causam paragens nas linhas. O primeiro na medida em que um erro no esvaziamento do *e-kanban* é o suficiente para não despoletar pedido ao armazém. A Tabela 18 apresenta o número de vezes ocorreram perdas de produção por responsabilidade da logística interna, ao longo do primeiro semestre de 2016.

Tabela 18 - Perdas de produção devido a erros de abastecimento

	Média mensal	Desvio Padrão
Nº de ocorrências	21,3	10,4

A falta de rastreabilidade assume aqui um papel importante pois caso existissem mais pontos de monitorização da MP, quando ocorressem desvios de inventários não planeados esses seriam detetados a tempo de evitar perdas de produção. Desta forma, reduzir-se-iam as quebras de produção e o incumprimento dos prazos de entrega, aumentando o nível de serviço ao cliente.

#### 4.3.3 Síntese dos problemas identificados

Os problemas identificados são resumidos na Tabela 19. Seguindo a sistemática das secções anteriores, cada um dos problemas foi inserido no fluxo ao qual faz parte. Para cada um dos problemas indicou-se também o grau de criticidade.

Tabela 19 - Síntese dos Problemas

	Nº	Problema	Grau
Descarga e recepção de MP	1	Falta de automatização nos processos de registo da MP	Médio
	2	Falta de normalização na referenciação da MP	Reduzido
Abastecimento a MOE2	3	Falta de automatização na confirmação de TO no armazém 102 ( <i>put away</i> e <i>picking</i> )	Médio
	4	Confirmação da TO na <i>storage type</i> de MOE2 no <i>picking</i>	Elevado
	5	Falta de visibilidade da MP em pontos importantes do fluxo: Reembalamento, Área de Volumoso, <i>Milkrun</i> , Supermercado e Bordo de linha	Elevado
Retorno das caixas vazias e pedidos de abastecimento	6	Falta de uniformização no processo de gestão de pedidos de MP ao armazém 102	Médio
	7	Falta de automatização nos pedidos ao armazém 102	Médio
	8	Falta de visibilidade das caixas RAKO	Médio
Abastecimento ao armazém avançado SMD	9	Confirmação da TO na <i>storage type</i> do armazém avançado SMD nas mesas de conferência	Elevado
	10	Falta de visibilidade da MP ao longo de todo o percurso até chegar ao armazém avançado SMD	Elevado
	11	Falta de confirmação da TO no <i>put away</i> em SMD	Médio
	12	Falta de confirmação intermédia da TO no <i>picking</i> de MP no armazém 102	Elevado
	13	Falta de automatização na confirmação da TO no <i>put away</i> em SMD	Reduzido
Abastecimento a MOE1 e pedidos de MP	14	Existência de várias aplicações independentes para efeitos de rastreabilidade e registo de movimentação de MP	Médio
	15	Confirmação da TO na <i>storage type</i> de MOE1 no <i>picking</i> , não havendo visibilidade em SAP aquando da chegada de MP às linhas de produção	Elevado
	16	Falta de visibilidade em SAP nas devoluções de MP ao armazém avançado SMD	Médio
	17	Falta de automatização na confirmação de TO no <i>picking</i> e no <i>put away</i> de devoluções	Médio

Relativamente aos problemas gerais indica-se para cada um deles o respetivo valor médio do KPI na Tabela 20.

Tabela 20 - Principais KPI do Projeto

Problemas	KPI	Valor
Falta de automatização de processos	Nº de operadores com tarefas associadas à movimentação de MP	57
Excesso de sistemas/aplicações utilizadas no rastreamento e movimentação de MP	Nº de sistemas/aplicações utilizadas no rastreamento e movimentação de MP	8
Elevada cobertura de stock	Cobertura do <i>stock</i> nos supermercados em horas	5
	Cobertura de <i>stock</i> no armazém principal para as diferentes classes de MP	A: 3-5 dias B: 7-8 dias C: 14-15 dias Consignação: 2 semanas a 1 mês
Desvios de inventário	Nº de peças desviadas por mês	28779
Custo de transportes especiais	Valor do custo médio mensal de transportes especiais em euros	51830,7
Custo de Sucata	Médio percentual dos últimos 5 anos no custo de sucata em função do valor gasto em aquisição de matérias-primas	0,26
Perdas de produção devido a falhas no abastecimento	Nº médio mensal de perdas de produção devido a falhas de abastecimento	21,3

De uma forma geral os problemas identificados referem-se à falta de automatização nos processos de registo de movimentação da MP, falhas de rastreabilidade ao longo do fluxo e existência de vários processos e aplicações com funcionalidades semelhantes. Além disso foram identificados alguns problemas gerais resultantes dos anteriores que conduziram à definição de KPIs. Estes KPIs serão acompanhados ao longo de todo o projeto servindo permitindo mensurar o impacto da solução.

De seguida, apresenta-se uma proposta de melhoria baseada nos principais problemas identificados. Esta proposta consiste num sistema integrado que permite aumentar a rastreabilidade da MP no interior da empresa além de automatizar os seus processos de registo de movimentação.

## 5. PROPOSTA DE SOLUÇÃO PARA O PROBLEMA DE FALTA DE RASTREABILIDADE

Este capítulo encontra-se dividido em 4 secções: Requisitos Funcionais; Propostas de solução, Dificuldade e limitações das propostas e Aspectos críticos na implementação da tecnologia. A primeira secção consiste em apresentar os requisitos funcionais do sistema a implementar conforme determinado em dois *workshops* realizados com os diferentes departamentos envolvidos no projeto. De seguida, apresenta-se a proposta de solução definida pelos responsáveis da empresa. Apresenta-se uma proposta de implementação da tecnologia RFID para resolver os problemas identificados e descreve-se o protótipo definido. Esta proposta é depois discutida na secção seguinte relativamente às suas dificuldades e limitações. Por último, realiza-se uma análise aos aspetos críticos na implementação da tecnologia RFID na gestão de cadeias de abastecimento estudados na revisão bibliográfica e a sua ligação com o sistema a implementar em BrgP.

Para a realização do projeto foi criada uma equipa multidisciplinar constituída por investigadores da Universidade do Minho nas áreas das Engenharias Informática, Comunicações e Gestão Industrial. Os primeiros são responsáveis por criar o sistema de monitorização e controlo – SISC – que permite a gestão de todo o sistema; os segundos por perceber como funciona a tecnologia de forma a maximizar as suas potencialidades e adaptá-la às especificidades de BrgP e os últimos por analisar os diferentes processos avaliando os requisitos e o impacto das suas mudanças e monitorizar indicadores de desempenho.

Em primeiro lugar a equipa estudou a logística interna de BrgP com especial foco para a questão da rastreabilidade das Matérias-Primas permitindo identificar os diferentes problemas. De seguida, e em articulação com os diferentes departamentos de BrgP envolvidos no projeto, definiu-se um conjunto de requisitos para a solução a adotar. A tecnologia a utilizar na solução – RFID – foi previamente definida pelos responsáveis de BrgP ficando entregue à equipa a responsabilidade de integração desta tecnologia com as necessidades da empresa de forma a obter os maiores ganhos possíveis. Uma vez que o projeto tem uma dimensão considerável, a estratégia encontrada passou pela criação de um protótipo. Este protótipo servirá de base para toda a implementação que será realizada em parceria com o fornecedor da tecnologia, a ser escolhido.

## 5.1 Requisitos funcionais

Os diferentes departamentos envolvidos no projeto identificaram um conjunto de requisitos funcionais que o sistema a implementar deve cumprir. Para discutir e identificar os requisitos realizaram-se dois *workshops*, um para os identificar e um segundo para os validar e priorizar (Apêndice IV – *Workshops* para definição de requisitos). Os principais requisitos funcionais identificados e priorizados encontram-se na Tabela 21.

Tabela 21 - Requisitos Funcionais

Priorização	Requisitos
1	Rastrear e localizar fisicamente a MP
2	Monitorizar em tempo real os desvios de <i>stock</i>
3	Emitir alertas quando os <i>stocks</i> atingem valores mínimos
4	Assegurar a persistência da informação da MP ao longo do fluxo
5	Controlar de forma automática a movimentação de MP
6	Criação de um módulo estatístico
7	Melhorar o fluxo interno de MP
8	Melhorar a gestão das caixas RAKO

O principal objetivo do projeto prende-se com o aumento da rastreabilidade da MP. Neste sentido, o primeiro requisito definido refere-se à rastreabilidade e localização em tempo real da MP nos principais pontos do fluxo. Estes pontos foram escolhidos consoante os locais para onde a MP é movimentada. A sua definição foi também discutida nos *workshops* descritos em cima com os responsáveis das diferentes áreas logísticas, resultando nos seguintes:

- Receção de materiais (902);
- Armazém principal de MP (102);
- Área de Reembalamento;
- Área Volumoso;
- *Milkruns*;
- Supermercados;
- Bordo de linha (MOE2);
- Armazém avançado SMD;

- Bordo de linha (MOE1).

O *stock* físico existente num determinado local deve ser igual ao valor indicado no sistema, ou seja, o sistema deverá assegurar que todo o *stock* fisicamente alocado num determinado local esteja visível e, caso haja uma diferença entre os dois, deverá ter a capacidade de monitorizar esse desvio. Por exemplo, caso haja uma TO da receção para o armazém de 100 unidades e só 50 dão entrada, o sistema deverá ser capaz de monitorizar e registar esse desvio.

O terceiro requisito refere-se à capacidade que o sistema deverá ter na emissão de alertas nas seguintes situações:

- *Put away* e *Picking* no local errado;
- *Stock* mínimo é atingido;
- Rutura de *stock*;
- MP atinge o seu prazo de validade;
- Movimentos pendentes (TO por confirmar);
- Desvios nas quantidades movimentadas;
- Erros de leitura (leitor não conseguiu ler a *tag* RFID).

Relativamente à informação da MP (fornecedor, data de validade, etc.) que consta quer nas etiquetas *Matlabel*, quer nas etiquetas VDA, deve estar corretamente guardada e ser passível de consulta ao longo de todo o fluxo de MP.

O quinto requisito refere-se à automatização de processos, ou seja, o sistema deverá ser capaz de registar a MP de forma automática imediatamente após a sua descarga. De seguida, deverá também gerar automaticamente a TO para o local de destino.

Além da automatização nos processos de registo, todo o registo de movimentação de MP no seu percurso normal de abastecimento às linhas de produção deverá ser automatizado.

Outro requisito definido refere-se à criação de um módulo estatístico. Este módulo estatístico tem como objetivo obter indicadores importantes do desempenho tais como:

- Medir níveis de *stock* nos armazéns e supermercados;
- Medir números de pedidos aos armazéns;
- Medir tempos de abastecimento;
- Medir perdas de inventário;
- Medir quantidade de MP recebida nas instalações;
- Medir erros de movimentação;

- Consultar informação das caixas por tipo de caixa, fornecedor ou unidade de tempo;
- Analisar o número de caixas por depósito.

Por outro lado, o resultado deste projeto deverá permitir a melhoria do fluxo interno de MP nomeadamente otimizar processos de *picking* e *put away*, rotas de *milkruns* e o seu respetivo abastecimento na Área de Reembalamento. Além disso deverá melhorar a gestão de caixas RAKO na medida em que deverá ser possível diferenciar caixas de fluxo interno de externo, distinguir as que contêm *blisters*, saber quantas caixas estão em cada ponto do fluxo e quais estão cheias ou vazias.

Por último, na colocação das caixas vazias nos atrelados dos *milkruns* deverá existir um histórico das *tags* que permita identificar que aquela *tag* voltou a ser colocada num atrelado e que por isso toda a sua informação deve ser eliminada, despoletando também um novo pedido ao armazém.

## 5.2 Proposta de solução

A solução encontrada para o resolver os problemas identificados foi a introdução da tecnologia RFID associada a um sistema de visualização e controlo – designado SISC. A tecnologia RFID é responsável pelo registo de movimentações da MP nas áreas operacionais e o sistema permitirá fazer essa monitorização. Além disso, através deste sistema será possível obter diversos indicadores de desempenho baseados em estatísticas que podem ser consultadas.

Em primeiro lugar, definiu-se um protótipo, ou seja, um projeto inicial que consiste na implementação deste sistema em caixas retornáveis (caixas RAKO que vão ao fornecedor) uma vez que existe uma forte parceria entre BrgP e os fornecedores nacionais que utilizam este tipo de embalagem e que esta é concebida pela Bosch, a integração de um novo sistema é mais fácil. Depois, apresenta-se uma proposta de solução para o material que entra em embalagem *one way* (caixas de cartão). Estas propostas baseiam-se em tecnologia existente no mercado e nas necessidades da empresa. A tecnologia não é tecnicamente descrita de forma detalhada visto que as propostas descritas de seguida serão apresentadas aos diferentes fornecedores de forma a perceber qual deles apresenta as melhores soluções.

Na protótipo descrito adiante apresenta-se sucintamente algumas soluções tecnológicas:

- *Tags* – Etiquetas eletrónicas do tipo passivo que substituirão o tradicional código de barras;
- Leitor RFID – Equipamento responsável pela leitura das *tags* e transmissão dessa informação para o sistema de visualização e controlo a ser realizado – SISC – através de um *middleware* a

ser realizado pelos investigadores da Universidade do Minho. Estes leitores podem ser instalados em diferentes equipamentos e assumir diferentes formas;

- Pórtico – Estrutura instalada nos roletes equipada com leitor RFID por baixo da qual as Matérias-Primas irão passar, permitindo a leitura das *Tags*;
- *Armband* – Leitor RFID em forma de pulseira utilizado por alguns colaboradores responsáveis pelo transporte de MP.

### 5.2.1 Descrição do protótipo

Para iniciar a implementação da tecnologia RFID selecionou-se MP que dá entrada nas instalações de BrgP em embalagem RAKO (esquematizadas na Figura 20). Uma vez que se trata de caixas geridas pela empresa e que são utilizadas por fornecedores com os quais existem fortes relações existe uma maior facilidade de implementação. Em cada uma destas caixas será colocada uma *tag* RFID única que identifica univocamente a caixa e transporta informação relativa à MP nela contida.

A proposta de fluxo da MP nestas caixas e a respetiva forma de como são efetuadas as transações de estado da MP descreve-se de seguida, sendo que no Apêndice V – Esquema geral do protótipo se encontra o esquema geral representado. Ao longo da descrição são apresentadas imagens em *layout* das várias áreas operacionais de movimentação de MP. As linhas a verde representam o *hardware* a ser instalado e as respetivas leituras que a tecnologia deve realizar. Todos esses pontos estão numerados permitindo auxiliar a descrição. Estas imagens pretendem apresentar uma ideia geral da solução que depois poderá ser alterada em função do equipamento proposto pelo fornecedor e dos diferentes testes operacionais que deverão ser efetuados.

#### 5.2.1.1 Receção

Relativamente à receção (Figura 52) é necessário colocar vários pórticos nos roletes para efetuar o registo de MP à chegada (registo na *storage type 902*) e realização da TO para o armazém principal. Em primeiro lugar é necessário um dispositivo com capacidade de leitura de códigos de barras omnidirecional para que a etiqueta VDA contida na palete possa ser lida independentemente da sua posição (1). De seguida será necessário outro pórtico, ou um integrado com o anterior, que associe a informação da etiqueta VDA às *tags* (2). Assim, cada uma das caixas fica identificada com o tipo e quantidade de MP contida. No entanto, as *tags* das caixas não contêm informação, apenas têm um ID único enviando toda a informação para a base dados do sistema. Desta forma protege-se a informação uma vez que ela não fica acessível a elementos externos a BrgP. De seguida, o SAP cria

automaticamente a TO com destino ao armazém 102, ficando todas as caixas da paleta em trânsito para o armazém. No final do rolete, o empilhador responsável pelo transporte da paleta para o para-paletes deverá estar equipado com um leitor RFID que permita fazer uma primeira confirmação da transferência para o armazém 102 (3). Além do leitor, o empilhador deverá estar munido de um *tablet*, permitindo ao colaborador visualizar a TO.

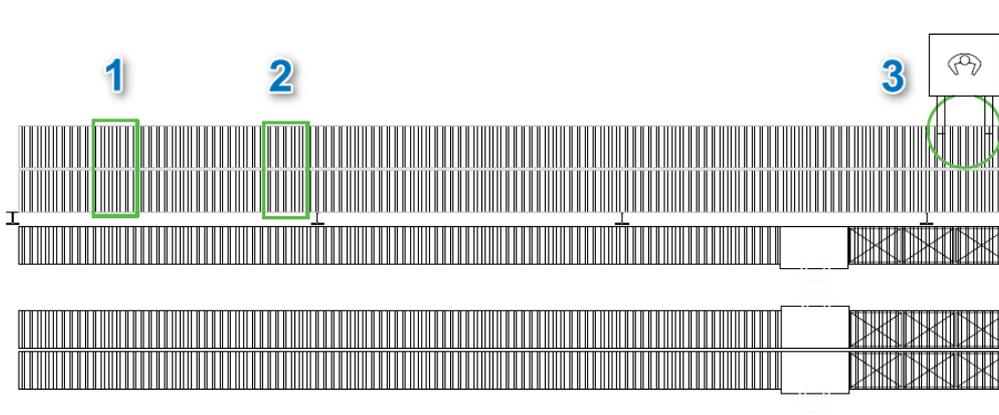


Figura 52 - Tecnologia na Recepção de MP

#### 5.2.1.2 Armazém 102 (*put away*)

No armazém 102, o Tri-lateral também deverá estar munido de um leitor RFID e de um *tablet* para efetuar as tarefas de *put away* e *picking*. Além disso, todas as posições de armazém deverão estar equipadas com *tags* RFID.

No *put away* (Figura 53), quando o Tri-lateral pega na paleta, o leitor RFID faz a leitura das *tags* permitindo ao colaborador visualizar no *tablet* a posição onde deverá colocar a paleta. Assim que coloca a paleta na estante, o leitor deverá fazer também a leitura da *tag* da estante executando a segunda confirmação da TO (4). Aqui, deverá ser visível no *tablet* que a operação de *put away* foi concluída com sucesso, assim como deverá emitir um alerta quando tal não acontece. Concluído o *put away*, a MP fica considerada como transferida para o armazém 102 passando a fazer parte do *stock* deste depósito.

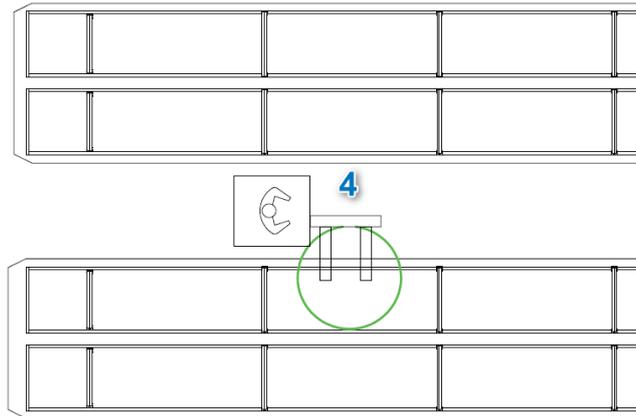


Figura 53 - Tecnologia no *put away*

### 5.2.1.3 Armazém 102 (*picking*)

No *picking* (Figura 54), a informação relativa à MP com TO em aberto para ser retirada deve estar visível no *tablet*, tal como acontece atualmente com o LCB. A MP retirada da estante deve ser colocada na paleta do Tri-lateral, tal como acontece no processo atual, mas a confirmação de saída é executada pelo leitor RFID incorporado na máquina (5). Esta confirmação acontece através da leitura da *tag*, informando que aquela MP com aquela quantidade foi retirada. Aqui também deverá existir uma confirmação visual para o colaborador através do *tablet* informando que o *picking* foi realizado com sucesso.

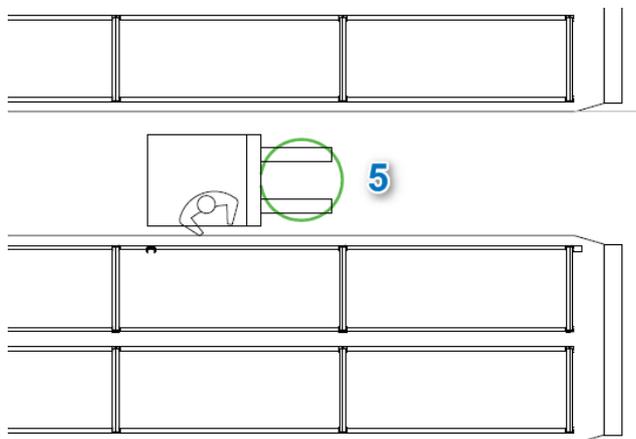


Figura 54 - Tecnologia no *picking*

### 5.2.2.4 Área de Reembalamento

Na Área de Reembalamento (Figura 55) deverá existir um leitor RFID fixo que execute a leitura das *tags* (6). Esta leitura permite registar a passagem da MP por aquele local e despoleta a impressão do *e-kanban* (tal como acontece atualmente) que deverá ser colocado na caixa. Este processo de *e-kanban*

deve manter-se pois permite visualizar a posição da caixa no supermercado facilitando a tarefa do operador do *milkrun*. As caixas são depois colocadas pelo operador do *milkrun* nos diferentes atrelados analogamente ao que acontece atualmente. No entanto, os atrelados de *milkrun* deverão estar equipados com *tags* RFID e o respetivo colaborador com um leitor RFID portátil no pulso, um dispositivo designado *Armband*. O *Armband* é um leitor RFID em forma de pulseira podendo ser transportado pelo colaborador sem ser intrusivo na realização das suas tarefas do ponto de vista ergonómico. Este leitor permite associar a *tag* da caixa à *tag* do atrelado em que é colocada essa caixa permitindo obter visibilidade nos *milkruns* (7).

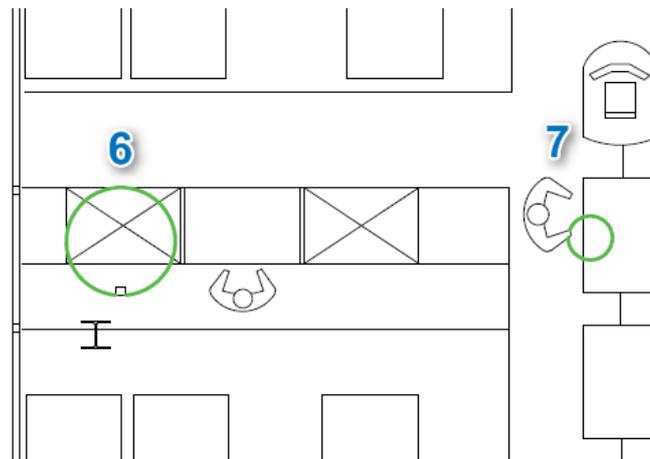


Figura 55 - Tecnologia no reembalamento e *milkrun*

Relativamente à MP que vai para Área de Volumoso (Figura 56) deverá ser instalado aqui um conjunto de leitores fixos RFID permitindo registar essa movimentação de MP, permitindo obter-se visibilidade neste ponto (8). O abastecimento de MP deste local para os *milkruns* processa-se de forma semelhante ao abastecimento via bancadas de reembalamento. Na passagem para a área produtiva deve ser instalado um leitor fixo responsável por efetuar o registo da passagem da MP para esta área funcionando também como segunda confirmação de TO (a primeira foi no *picking* do armazém 102). No sistema principal, SAP, a MP fica alocada na *storage type* MO2 neste ponto (9).

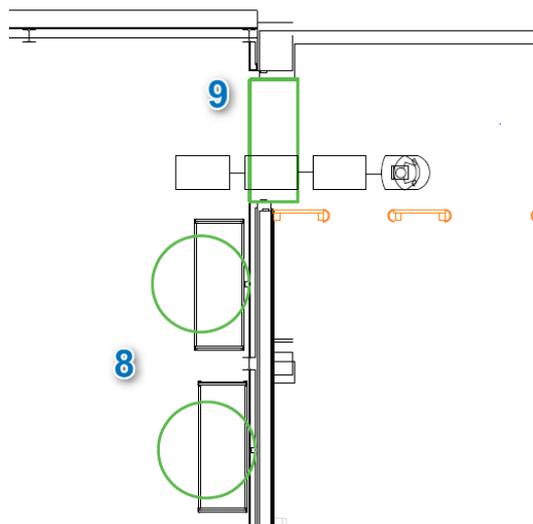


Figura 56 – Tecnologia na Área volumoso e na passagem para MOE2

#### 5.2.2.5 Área de produção MOE2

Nos supermercados (Figura 57) junto das linhas deverão ser colocadas *tags* RFID em cada um dos canais de ambos os lados (entrada e saída). Desta forma, o operador do *milkrun* ao colocar a caixa no supermercado poderá fazer esse registo de movimentação com o seu *Armband* sem esforços adicionais. Tal como para os outros casos, o *Armband* faz a associação entre a *tag* da caixa e a *tag* do canal do supermercado permitindo obter visibilidade aqui (10). No abastecimento às linhas de produção o POUP deverá também utilizar um *Armband* para que ao pegar na caixa ocorra uma associação entre a *tag* da caixa e a *tag* de saída do supermercado (11). No retorno da caixa vazia, o POUP deve colocá-la nos atrelados próprios para o efeito, num processo igual ao que acontece atualmente (12). No entanto, o *Armband* é responsável por associar a *tag* da caixa com a *tag* do atrelado executando o pedido de mais MP (assim que se atinja o lote) e eliminando toda a informação contida na *tag* da caixa.



serem de fluxo interno e por isso regressarem ao reembalamento em vez de serem enviadas para o fornecedor.

### 5.3 Dificuldades e limitações das propostas apresentadas

Nesta secção apresentam-se as diferentes limitações e restrições encontradas na introdução deste novo sistema de rastreabilidade. Além das limitações identificam-se também algumas dificuldades que deverão ser tidos em conta no desenrolar do projeto. Em primeiro lugar descreve-se sucintamente estas limitações do ponto de vista geral da solução adotada. De seguida identificam-se as restrições encontradas nas propostas acima descritas. A descrição destas restrições segue uma estrutura semelhante às do capítulo 4.2: Descarga e receção de MP; Abastecimento a MOE2 e Retorno das caixas vazias e realização de novos pedidos de MP. Por último são feitas algumas considerações sobre o abastecimento à área de produção MOE1 que não será alvo de propostas de melhoria na presente dissertação.

#### 5.3.1 Dificuldades e limitações gerais da solução encontrada

O problema da rastreabilidade interna em BrgP é demasiado complexo uma vez que existem inúmeros processos logísticos com inúmeras exceções além de diversos sistemas de rastreabilidade para fazer essa monitorização e controlo. Por conseguinte, as propostas de solução apresentadas na secção anterior apresentam diversas limitações e dificuldades. De uma maneira geral, ou seja, numa perspetiva mais global foram encontradas as seguintes:

- Falta de experiência e *know-how* da equipa associada ao projeto relativamente a esta tecnologia;
- O nível de granularidade da MP é à caixa - a granularidade ao nível do item é impossível devido à pequena dimensão que alguns itens apresentam. Por outro, granularidade ao nível da palete não seria uma boa solução pois esta unidade de manuseio não existe depois do armazém de matéria-prima, conforme descrito nos fluxos;
- No sistema ERP da empresa (SAP) os pontos de visibilidade da MP serão os mesmos - A estrutura deste sistema é igual para todo o grupo Bosch, fazendo com que a sua alteração esteja fora de questão. Assim, a visibilidade nos pontos intermédios do fluxo, conforme descrito anteriormente, apenas será possível através do novo sistema de visualização e controlo – SISC;
- Necessidade de mais do que uma *tag* por caixa – Tendo em conta as dimensões de algumas caixas, o facto de a MP contida em algumas delas ser do tipo metálico e as estantes dos

armazéns e supermercados serem também metálicas provavelmente será necessário colocar mais do que uma *tag* por caixa. Desta forma diminui-se as potenciais falhas de leitura. No entanto, este fator deve ser testado nas áreas operacionais juntamente com os fornecedores da tecnologia RFID na fase de desenvolvimento do protótipo.

### 5.3.2 Dificuldades e limitações na descarga e recepção de MP

Nas propostas de solução acima descritas encontram-se algumas dificuldades e limitações que são importantes ter em conta no desenrolar do projeto de implementação do sistema. Na área da recepção, relativamente ao registo da MP recebida em paletes foram identificadas as seguintes limitações:

- Todas as caixas de uma paleta a ser colocada nos roletes devem conter a mesma MP, ou seja, mesmo *partnumber*, e a mesma quantidade;
- Deverá existir um sistema de alerta – por exemplo um semáforo – que indique se todas as *tags* das caixas foram lidas corretamente (luz verde) ou não (luz vermelha).

Na recepção à paleta, o registo de MP realiza-se com a informação da etiqueta VDA que contém o valor da quantidade de toda a MP transportada. De seguida, essa quantidade é dividida de igual forma pelo número de caixas existentes (número de *tags*) obrigando, por isso, que todas as caixas tenham a mesma quantidade. Por outro lado, o tipo de MP deverá ser todo igual uma vez que não é possível identificar quais são as *tags* do *partnumber* x e as do y. Além disso, a MP é alocada no armazém principal por tipo de MP (mesmo *partnumber*) obrigando a que seja colocada nos roletes desta forma.

No que diz respeito à recepção de MP não volumosa não existem alterações, pelo menos nesta fase do projeto, visto que a introdução da tecnologia RFID implicaria um de dois cenários:

- Colocação de *tags* descartáveis em todas as caixas – obrigaria a um processo extra de colocação de *tags* em todas as caixas e associação da informação a essas *tags*;
- Realização do reembalamento na recepção – obrigaria a grandes alterações, quer no *layout* da empresa para fazer as mudanças das bancadas de reembalamento, quer nos processos logísticos desde recepção da MP ao abastecimento dos *milkruns*.

A não existência de tecnologia RFID nesta parte do fluxo faz com que seja necessário continuar a utilizar o LCB para confirmar as TO de MP em caixa *one way* no armazém 102. Desta forma, movimentação de MP no armazém principal não se torna totalmente automática.

### 5.3.3 Dificuldades e limitações no abastecimento a MOE2

No abastecimento de MP à área de produção identificam-se outros fatores críticos que são importantes ter em conta, tais como:

- Necessidade de integração entre o sistema SISC e a aplicação KALO – o SISC deverá comunicar com o KALO para lhe transmitir a informação sobre a quantidade e o tipo de MP a dar entrada na bancada de Reembalamento. Por sua vez o KALO imprime os *e-kanbans* necessários em função das normas de reembalamento que constam na sua base de dados;
- O alcance de leitura do *Armband* deverá ser reduzido garantindo que só a *tag* da caixa que o operador do *milkrun*/POUP está a movimentar é lida;
- O *Armband* deverá ter um *delay* na leitura das *tags* para que apenas a *tag* pretendida seja lida e não todas aquelas por onde o *Armband* passe perto.

Estas restrições no *Armband* podem conduzir a um tempo de colocação das caixas nas estantes do supermercado um pouco superior ao que acontece atualmente uma vez que o colaborador precisa de esperar e validar visualmente por um sinal que lhe indique que a movimentação foi registada com sucesso.

Por outro lado, do ponto de vista de processo, a solução apresentada define que a confirmação de entrada na MP no bordo de linha – tal como descrito nos requisitos – acontece à saída do supermercado e não à entrada da linha de produção. A precisão de visibilidade da MP não é tão elevada, mas uma vez que os supermercados são fixos e as linhas são mais variáveis torna-se preferível optar por esta solução.

### 5.3.4 Dificuldades e limitações no retorno de caixas e pedidos de MP

Nas devoluções de caixas ao supermercado, o sistema deverá conseguir reconhecer que a caixa está a ser devolvida uma vez que a *tag* da caixa está a ser associada pela 2ª vez à mesma *tag* do canal de saída. No entanto, não é possível identificar a quantidade devolvida sabendo-se apenas que poderá ser desde uma unidade até à caixa cheia.

Na colocação das caixas vazias nos atrelados dos *milkruns* deverá existir um histórico das *tags* que permita identificar que aquela *tag* voltou a ser colocada num atrelado e que por isso toda a sua informação deve ser eliminada, despoletando também um novo pedido ao armazém.

### 5.3.5 Dificuldades e limitações no abastecimento a MOE1

A implementação da tecnologia RFID é um processo moroso e complexo e por isso acontecerá de forma faseada. O armazém avançado SMD, responsável pelo abastecimento a MOE1, mudará para outro edifício onde estão a ser instaladas novas linhas de produção. Além disso este novo armazém avançado está planeado para funcionar com uma estratégia de abastecimento caótica ao invés de posições fixas como acontece atualmente. Por outro lado, a própria forma de gerir as devoluções, um dos pontos críticos deste armazém, está a ser redefinida. Perspetivando-se tantas alterações, o planeamento de implementação desta tecnologia no abastecimento a esta área de produção realizar-se-á numa fase mais adiantada do projeto. Neste sentido, a presente dissertação não contempla qualquer proposta de solução para o abastecimento a MOE1.

## 5.4 Aspetos críticos na implementação da tecnologia

Relativamente aos aspetos críticos encontrados na implementação da tecnologia o principal prende-se com a complexidade da operação logística em BrgP uma vez que as MP podem:

- Entrar à caixa ou à palete;
- Entrar em embalagens RAKO retornáveis ou *one way*;
- Ser identificadas de formas distintas (VDA, *Matlabel*, etc.);
- Ser armazenadas de forma distinta – à caixa ou à palete;
- Transportadas para inúmeros destinos depois de serem recebidas.

Todos estes fatores apresentaram-se como importantes desafios e dificultaram a proposta de solução acima descrita.

Na revisão bibliográfica apresentou-se um conjunto de aspetos críticos identificados por diversos autores relativamente à implementação da tecnologia RFID na gestão de cadeias de abastecimento. Neste sentido a Tabela 22 apresenta e descreve esses aspetos na implementação da tecnologia RFID em BrgP.

Tabela 22 - Aspectos críticos identificados na implementação da tecnologia RFID

Aspectos críticos	Descrição
Armazenamento e acesso de dados	As <i>tags</i> terão apenas um ID ficando toda a informação alojada numa base dados. Existe depois um <i>middleware</i> responsável por fazer a ligação entre essa base de dados e os dispositivos instalados nas áreas operacionais para efetuar leituras
Precisão	O <i>hardware</i> de leitura RFID deve ser capaz de ler todas as <i>tags</i> com bastante precisão (valores próximos de 100%). O alcance de leitura do <i>hardware</i> também deve estar bem calibrado de forma a efetuar apenas as leituras necessárias, evitando leituras repetidas (que acabam por ser redundantes e consumir energia)
Interferência	É importante realizar diversos testes da tecnologia nas áreas operacionais para perceber de que forma as estantes metálicas e os constituintes metálicos das MP (ex: parafusos) causam interferências na leitura das <i>tags</i>
Partilha de informação	A informação não será partilhada com os fornecedores nem com nenhum outro elemento externo a BrgP visto que a informação não estará nas <i>tags</i> , mas sim numa base de dados local com a qual a <i>tag</i> comunica
Segurança dos dados	É essencial dar uma boa formação a todos os colaboradores envolvidos no processo de movimentação de MP ao longo do fluxo para que todos conheçam bem o sistema. Desta forma, os dados de rastreabilidade serão corretos e precisos
Custos do sistema	Os custos do sistema são relativamente elevados, no entanto por motivos de confidencialidade não podem ser revelados
Compatibilidade com os sistemas de informação existentes	A compatibilidade com os sistemas existentes é essencial neste processo de implementação, nomeadamente com o SAP, ALPE-Scan e KALO
Falta de <i>know-how</i> sobre RFID	Na construção do protótipo não se pretende encontrar exclusivamente um fornecedor da tecnologia, mas sim um parceiro de negócio que, além de disponibilizar a tecnologia, ajude também no processo de implementação, dê sugestões e participe ativamente no projeto como uma espécie de consultor
Invasão de privacidade	Através do armazenamento de informação das <i>tags</i> numa base de dados o sistema fica protegido contra as invasões de privacidade



## 6. ANÁLISE CRÍTICA DOS RESULTADOS

Este capítulo tem como objetivo estimar os resultados da futura implementação e discuti-los. Este projeto tem um horizonte temporal de implementação que ultrapassa o tempo definido para o estágio do autor pelo que o presente documento não contempla todo o desenvolvimento do mesmo e por isso não será possível indicar os resultados do projeto. Neste sentido realiza-se apenas uma análise aos resultados expectáveis com a implementação das propostas apresentadas. Esta secção organiza-se de forma semelhante à identificação de problemas dividindo-se a análise crítica dos resultados de forma semelhante à descrição do fluxo da MP. Em primeiro lugar analisa-se a descarga e receção da MP, depois o abastecimento a MOE2 e de seguida o retorno das caixas vazias e pedidos de MP. Por último apresenta-se uma síntese com todos os resultados expectáveis em função dos problemas identificados através da implementação das propostas de solução descritas no capítulo anterior.

### 6.1 Descarga e receção de MP

Na descarga e receção de MP foram identificados dois problemas:

- Falta de automatização nos processos de registo da MP;
- Falta de normalização na referenciação da MP.

Relativamente ao primeiro podem-se distinguir dois tipos de registos não automatizados:

- MP volumosa - tipicamente registada com LCB através da leitura da etiqueta VDA;
- MP não volumosa - registada manualmente em computador.

Segundo as propostas de melhoria apresentadas, a MP volumosa será registada automaticamente através de um leitor RFID fixo instalado nos roletes da receção. Desta forma, o atual valor médio de descarga e registo da palete em 902 – 5 minutos e 26 segundos – poderá ser reduzido. No que diz respeito à MP não volumosa o registo permanecerá igual pelo que não se identificam ganhos.

O segundo problema identificado refere-se à falta de normalização na referenciação da MP, ou seja, ainda existe alguma MP volumosa que vem sem etiqueta VDA e alguma não volumosa sem etiqueta *Matlbabel*. Este problema resulta na necessidade de processos extra que aumentam o tempo de registo e conferência da MP. No entanto, as propostas apresentadas não abordam este problema uma vez que normalização da referenciação entre BrgP e os seus fornecedores é um trabalho contínuo e que não está no âmbito deste projeto.

## 6.2 Abastecimento a MOE2

No abastecimento a MOE2 foram identificados três problemas:

- Falta de automatização na confirmação de TO no armazém 102 (*put away* e *picking*);
- Confirmação da TO na *storage type* de MOE2 no *picking*;
- Falta de visibilidade da MP em pontos intermédios do fluxo: Reembalamento, Área de volumoso, *Milkrun*, Supermercado e Bordo de linha.

A automatização na confirmação das TO no armazém 102 é possível para a MP em caixas retornáveis. No entanto não é possível para as caixas *one way* porque estas não têm *tags* RFID incorporadas e por isso a confirmação das TO no armazém continuará a ser realizada com recurso ao LCB. Conforme apresentado na Tabela 7 o tempo referente à utilização de LCB no processo de *put away* e *picking* na MP não volumosa é de 10 e 15 segundos, respetivamente. As TO de MP volumosa em caixas retornáveis poderá ser feita automaticamente uma vez que as caixas estarão equipadas com *tags* RFID conseguindo-se eliminar este tempo de utilização do LCB. Desta forma, obtém-se um ganho temporal por cada transferência de MP de 14% no *put away* e de 18% no *picking*.

O segundo e o terceiro problema estão interligados uma vez que não existindo visibilidade nos pontos intermédios entre o armazém 102 e as linhas de produção, a TO com destino a MOE2 é imediatamente confirmada no *picking*. Segundo as propostas de melhoria apresentadas, o sistema a desenvolver – SISC – permitirá obter visibilidade da MP nestes pontos intermédios. No que diz respeito à visibilidade no bordo de linha, essa acontecerá quando a MP sair do supermercado, ou seja, a MP é transferida em sistema para a linha quando sai do supermercado. No entanto, no sistema ERP da empresa manter-se-ão os mesmos pontos de visibilidade (902, 102 e MO2) sendo que a confirmação de transferência entre os últimos dois deixará de ser no *picking* e passará a ser na passagem entre a zona do armazém e a área de produção.

## 6.3 Retorno das caixas vazias e pedidos de MP

No retorno das caixas vazias e pedidos de MP ao armazém 102 foram identificados os seguintes problemas:

- Falta de uniformização no processo de gestão de pedidos de MP ao armazém 102;
- Falta de automatização nos pedidos ao armazém 102;
- Falta de visibilidade das caixas RAKO.

O primeiro problema, referente à uniformização no processo de gestão de pedidos de MP ao armazém 102, pode ser resolvido através da implementação da tecnologia RFID conforme proposto. Os dois sistemas de *kanban* utilizados atualmente poderão ser integrados num só, no que diz respeito à gestão de pedidos por parte das linhas de produção ao armazém de MP. No entanto, o KALO deverá manter-se para i) identificar visualmente a posição da MP nos supermercados e ii) indicar as regras de reembalamento.

Os pedidos de MP ao armazém 102 são realizados pelo POUP com recurso a um LCB. Esta operação é manual conduzindo a muitos erros de esvaziamento de *kanbans* (uma média mensal de 712,5). As propostas de melhoria descritas em 5.2 propõem que a eliminação da informação das *tags* (equivalente ao esvaziamento do *kanban*) e consequente pedido de MP ao armazém seja automatizado, eliminando os cerca de 5 segundos que o POUP demora para realizar essa tarefa. No entanto, é exetável que o ganho seja de apenas 50% por caixa/*tag* uma vez que o *Armband* deverá ter um *delay*, tal como referido em 5.3.3.

Por último, através do SISC será possível rastrear todas as caixas RAKO. Todas elas estão equipadas com uma *tag* (ID único) que é registada nas diversas localizações permitindo saber por onde passaram ao longo do tempo. Será possível saber em tempo real onde se encontra a caixa e se está cheia ou vazia. Por outro lado, será possível consultar todos os dados sobre elas, ou seja, por onde passaram, a que dia e horas, nº de utilizações, MP transportada, etc.

#### 6.4 Resumo dos principais resultados

A Tabela resume todos os problemas identificados, indicando para cada um deles o resultado através de um círculo colorido, e uma breve descrição sobre esse resultado. A utilização de círculos permite encurtar o tamanho da tabela e por conseguinte torná-la mais simples de compreender. As cores dos círculos relacionam-se com o resultado expectável através da implementação das propostas de solução. A cor verde indica que o problema foi resolvido, a cor amarela que foi resolvido parcialmente e a vermelha que não foi resolvido.

Tabela 23 - Resumo dos resultados das propostas de melhoria

Prob.	Result.	Descrição
1		A automatização no processo de registo é possível apenas para a MP volumosa. Relativamente à MP não volumosa o seu registo à entrada nas instalações de BrgP não sofrerá alterações pelo que não são expectáveis benefícios
2		A normalização na referenciação da MP não está contemplada neste projeto. A integração dos sistemas de referenciação, tais como VDA e <i>Matlabel</i> , devem acontecer continuamente em estreita parceria com os fornecedores
3		A automatização na confirmação das TO para as caixas retornáveis, possibilitando ganhos de tempo na ordem dos 14% e 18% para os processos de <i>put away</i> e <i>picking</i> , respetivamente. As confirmações de TO para as MP em caixas <i>one way</i> permanecem inalteradas
4		A confirmação da TO, em SAP, para a <i>storage type</i> realizar-se-á na passagem entre a zona do armazém e a área produtiva. Desta forma a confirmação de transferência da MP realiza-se aquando da efetiva passagem desta para a área produção
5		O sistema a implementar – SISC - descrito nas propostas de melhoria permite obter visibilidade nos pontos intermédios do fluxo até agora inexistentes. Assim é possível localizar a MP no Reembalamento, nos <i>milkruns</i> , na Área de Volumoso e nos supermercados em qualquer período de tempo
6		Os pedidos de MP ao armazém principal realizar-se-ão exclusivamente através do sistema SISC com recurso a <i>hardware</i> RFID. Desta forma eliminam-se os dois sistemas <i>kanbans</i> em utilização
7		Estes pedidos serão efetuados automaticamente através do <i>Armband</i> permitindo eliminar grande parte dos erros de esvaziamento de <i>kanbans</i> reduzindo também o seu tempos de operação em cerca de 50%.
8		Através da incorporação de <i>tags</i> nas caixas RAKO será possível obter dados de rastreabilidade sobre estas da mesma forma que se obtém para a MP.

## 7. CONCLUSÕES

A presente dissertação insere-se num projeto que resulta de uma parceria entre a Bosch Car Multimedia Portugal, S.A. e a Universidade do Minho com o objetivo de melhorar a rastreabilidade das matérias-primas. O principal problema identificado prende-se com o facto de existirem apenas três grandes pontos de controlo da MP: receção, armazém principal e área produtiva. Além destes identifica-se ainda o armazém avançado SMD para o abastecimento a MOE1. No entanto, a MP ao longo de todo o seu fluxo até chegar às linhas passa por diversos pontos importantes onde não há qualquer registo da sua passagem: Reembalamento, Área Volumoso, *Milkruns* e Supermercados. O projeto onde esta dissertação se insere propõe a implementação da tecnologia RFID para fazer face a esta falta de rastreabilidade das MP. Esta tecnologia deverá estar associada a um sistema de visualização e controlo a ser concebido pelos investigadores da Universidade do Minho.

Esta dissertação focou-se primeiramente em dois pontos:

- Realizar um estudo bibliográfico sobre os temas em estudo no projeto – Gestão de Cadeias de Abastecimento e Sistemas de Identificação Automática com principal destaque para a tecnologia RFID;
- Efetuar um levantamento dos problemas encontrados através de uma análise aos processos atuais – Descrição do fluxo de MP desde a receção até às áreas de produção e conseguinte identificação da falta de rastreabilidade no Reembalamento, Área de Volumoso, *Milkruns* e Supermercados.

Em segundo lugar descreveu-se uma proposta de solução encontrada pela equipa associada ao projeto ainda que sob a forma de protótipo uma vez que o projeto ainda está numa fase inicial. Este protótipo contempla uma proposta de solução apenas para MP que dá entrada nas instalações de BrgP em caixas RAKO retornáveis. Apresentou-se ainda uma breve proposta para MP volumosa que dá entrada em caixas *one way*.

De seguida apresentaram-se as dificuldades e limitações da proposta descrita que passam essencialmente por:

- Incapacidade de integração da solução com o sistema ERP da empresa – SAP;
- Falta de experiência e *know-how* da equipa associada ao projeto relativamente à tecnologia RFID;

- Necessidade de mais do que uma *tag* por caixa de forma a minimizar o risco de erros de leitura;
- Necessidade de um sistema de alerta – semáforo – para validar que todas as leituras foram realizadas com sucesso;
- Certificar que todas as caixas de uma determinada paleta contenham apenas um tipo de MP;
- Garantir que os *Armbands* tenham um certo *delay* na leitura bem como um alcance reduzido para que realizem apenas a leitura desejada.

Por último analisaram-se os ganhos expectáveis com adoção da tecnologia que passarão pela obtenção de visibilidade nos pontos intermédios do fluxo que atualmente são inexistentes – Reembalamento, Área de Volumoso, *Milkruns* e Supermercados – e automatização de diversos processos desde a receção de MP até à área produtiva que permitirão reduzir os seus tempos reduzindo também a possibilidade de erro humano.

Relativamente à primeira pergunta de investigação - “Quais os desafios da rastreabilidade dos fluxos internos de uma empresa de componentes elétricos?” – os principais desafios prendem-se com conseguir obter a maior informação possível ao longo do fluxo de MP (através de mais pontos de controlo no seu registo de movimentação) garantindo a integridade desses dados. Além disso é também importante que haja uma evolução nos processos associados a esta monitorização da MP do ponto de vista ergonómico, tempo de execução e precisão da informação. Por outro lado, a rastreabilidade dos fluxos internos apresenta bastantes desafios devido à grande complexidade logística no que diz respeito às MP, nomeadamente o facto de estas poderem:

- Entrar à caixa ou à paleta;
- Entrar em embalagens RAKO retornáveis ou *one way*;
- Ser identificadas de formas distintas (VDA, *Matlabel*, etc.);
- Ser armazenadas de forma distinta – à caixa ou à paleta;
- Transportadas para inúmeros destinos depois de serem recebidas.

A segunda pergunta de investigação – “Quais os aspetos críticos/vantagens da adoção da tecnologia RFID?” – tem como objetivo perceber a relação que existe entre os aspetos críticos na adoção da tecnologia RFID e as suas vantagens. Relativamente aos aspetos tecnológicos não foram experienciados grandes problemas e dificuldades uma vez que o projeto ainda não está numa fase avançada. Essas questões levantar-se-ão quando se começar a decidir quais os equipamentos a instalar. Do ponto de vista organizacional a falta de *know-how* sobre a tecnologia RFID revelou-se um

dos aspetos críticos mais importantes. A equipa de trabalho é multidisciplinar no sentido de ter elementos com conhecimentos em todas as áreas do projeto, no entanto, ainda é inexperiente e nunca tinha trabalhado com a tecnologia RFID. Neste sentido foi necessário um estudo mais aprofundado e demorado sobre a tecnologia através da inúmera bibliografia encontrada sobre o tema. A integração deste novo sistema a desenvolver com o sistema ERP da empresa – SAP – foi também um entrave uma vez que a estrutura do SAP é gerida centralmente e comum a outras unidades industriais. Outro ponto importante refere-se à proteção da informação que as *tags* transportam pelo que ficou definido que toda a informação ficará numa base de dados. A *tag* apenas contém um ID único que identifica aquela caixa, mas toda a informação sobre a MP que está contida na caixa (*partnumber*, fornecedor, etc.) fica na base de dados. Os custos do projeto são relativamente consideráveis, mas por motivos de confidencialidade não são revelados. As duas grandes vantagens na introdução da tecnologia RFID no abastecimento a MOE2 são a possibilidade de se obter rastreabilidade em 7 pontos quando apenas existiam 3 e a automatização no registo de movimentação da MP. Para o protótipo descrito esperam-se reduções no tempo de *put away* e *picking* no armazém 102 na ordem dos 14% e 18%, respetivamente. Pensando no projeto a longo prazo, espera-se melhorar inúmeros indicadores de desempenho na logística tais como perdas de inventário, custo de sucata, custos de transporte especiais, erros no registo de movimentação de MP, etc. Além disso, este novo sistema irá gerar uma grande quantidade de dados novos tais como taxas de ocupação de *milkruns* e tempos de abastecimento da MP que poderão despoletar novos projetos de otimização de operações logísticas perseguindo a melhoria contínua.

As principais dificuldades sentidas referem-se à definição do grau de granularidade a ser rastreado devido à enorme complexidade da operação logística no que se refere às MP. Em primeiro lugar o facto de a MP poder entrar à caixa ou à palete e poder vir também em embalagens distintas. Depois, no Reembalamento, passa a ser tudo à caixa e com o mesmo tipo de caixa variando apenas a sua dimensão. Além disso, a transferência de MP de uma caixa *one way* para uma RAKO não é necessariamente numa relação de um para um. Por fim, as contantes mudanças que foram acontecendo neste curto período de tempo resultantes do forte crescimento na empresa foram também uma adversidade. Entre as mudanças destaca-se o planeamento e instalação do armazém avançado SMD e respetivas linhas de inserção automática num novo edifício, mudança de *layout* na receção de materiais e transferência do armazém de produto acabado para junto do armazém de MP.

## 7.1 Trabalho futuro

O projeto de implementação da tecnologia RFID tem uma duração prevista de 2 anos e meio, por isso ainda existem inúmeras atividades a realizar até à conclusão do projeto. Para uma implementação bem-sucedida é importante planear todas as etapas da implementação. Neste sentido, as etapas seguintes do projeto são:

- Contactar diversos fornecedores de soluções RFID no ramo da logística apresentando-lhes os nossos processos e requisitos. O objetivo é perceber que tipo de *hardware* têm e quais as ideias deles face ao nosso processo logístico;
- Selecionar o fornecedor que dê mais garantias e apresente a melhor proposta. Pretende-se que esse fornecedor seja um parceiro de negócio, ou seja, alguém que participe ativamente em todo o projeto de implementação, contribua com ideias e soluções e não apenas um vendedor de *hardware*;
- Realizar testes da tecnologia nas diferentes áreas operacionais. Aqui pretende-se perceber o funcionamento dos diferentes equipamentos em ambiente real de forma a obter dados relativos à precisão e alcance de leituras, interferências, de que forma são intrusivos quer aos processos quer ao *layout*. Estes testes permitirão validar operacionalmente a exequibilidade das propostas “no papel”;
- Desenvolver o *software* do sistema de visualização e controlo – SISC – responsável por gerir todo o sistema. Este desenvolvimento será realizado pela equipa de investigadores da UM alocada ao projeto;
- Implementar todo o sistema para o protótipo. Neste ponto efetua-se uma primeira avaliação à sua capacidade e fiabilidade. Este passo é muito importante na medida em que estas primeiras conclusões permitirão atestar o sucesso no funcionamento do sistema servindo de base para uma implementação em larga escala;
- Concluída com sucesso a primeira implementação continua-se o desenvolvimento do sistema para a MP em caixas *one way*. Estando o protótipo a funcionar, esta implementação não será muito problemática, no entanto importa perceber como vai funcionar ao nível do reembarcamento uma vez que é aqui que surgem as principais diferenças;
- Paralelamente deve ser iniciado o planeamento de uma solução para o abastecimento a MOE1. Todavia a implementação da solução só pode começar depois de concluída a instalação do novo armazém avançado SMD;

- Concluída a implementação da tecnologia RFID para rastrear internamente todas as MP, importa verificar se está a funcionar corretamente, efetuando pequenos ajustes, correções ou melhorias.

Concluído o projeto deve existir sempre melhoria contínua para tornar o sistema cada vez mais eficiente. Além disso, existirá a necessidade periódica de substituição das *tags* pois têm um tempo de vida limitado, além de outros equipamentos que se possam ir danificando. Importa também perceber se existe a possibilidade de utilização da tecnologia RFID em toda a cadeia de abastecimento interna da empresa tornando os processos mais automáticos e uniformes. Neste sentido, identificam-se dois cenários possíveis:

- Realização do reembalamento na zona de receção da MP para que toda a MP entre no armazém em caixas RAKO com *tags* RFID;
- Externalização do reembalamento para que toda a MP entre em caixas RAKO nas instalações de BrgP.

Por outro lado, os passos seguintes à integração do projeto passam por otimizar diversos processos logísticos tais como níveis de inventários e rotas de abastecimento (*milkruns*) através de inúmeros novos dados que o sistema permitirá obter.

Numa visão a longo prazo seria interessante introduzir a tecnologia em toda a cadeia interna da fábrica, ou seja, desde a entrada de MP até à saída de produto acabado e depois expandi-la a fornecedores e clientes. Toda a cadeia de abastecimento ficaria integrada num só sistema resultando em inúmeros benefícios para todos os seus elementos, tendo sempre em atenção questões relacionadas com a segurança e partilha de informação.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, J. I. (2007). *EPCglobal: A Universal Standard*.
- Aiello, G., Enea, M., & Muriana, C. (2015). The expected value of the traceability information. *European Journal of Operational Research*, 244(1), 176–186. <http://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.01.028>
- Alfaro, J. A., & Rábade, L. A. (2009). Traceability as a strategic tool to improve inventory management: A case study in the food industry. *Int. J. Production Economics*, 118, 104–110. <http://doi.org/10.1016/j.ijpe.2008.08.030>
- Ali, O. (2012). *Improved supply chain performance through RFID technology: comparative case analysis of Metro Group and Wal-Mart*. Thesis. University of Wallongong. Retrieved from <http://ro.uow.edu.au/theses/3774/>
- Alien. (2008). European Retailer Throttleman Improves Supply Chain with RFID. Alien Technology.
- Asioli, D., Boecker, A., & Canavari, M. (2011). Perceived Traceability Costs and Benefits in the Italian Fisheries Supply Chain. *International Journal on Food System Dynamics*, 357–375.
- Azevedo, S. G., & Carvalho, H. (2011). Contribution of RFID technology to better management of fashion supply. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 40(2), 128–156.
- Barjjs, J., & Wamba, S. F. (2010). Business Process Management Journal. *Business Process Management Journal*, 16(3), 897–903. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1108/14637151011092973>
- Bosch Group. (n.d.). Car Multimedia. Retrieved from [http://www.bosch.com/en/com/bosch\\_group/business\\_sectors\\_divisions/automotive\\_technology/car\\_multimedia/car-multimedia.html](http://www.bosch.com/en/com/bosch_group/business_sectors_divisions/automotive_technology/car_multimedia/car-multimedia.html)
- Bosch Group. (2009). Robert Bosch - His life and work.
- Bosch Group. (2015). Apresentação BrgP.
- Bosch Group. (2016a). BrgP Organization Chart.
- Bosch Group. (2016b). Documentos Internos.
- Bosch Group. (2016c). The Bosch Values.
- Castro, M. N. B. de. (2011). Desenvolvimento de um Sistema de Localização baseado em Tecnologia RFID.
- Christopher, M. (2011). *Logistics & Supply Chain Management* (4th ed.). Pearson.
- Dabbene, F., & Gay, P. (2011). Food traceability systems: Performance evaluation and optimization. *Computers and Electronics in Agriculture*, 75(1), 139–146. <http://doi.org/10.1016/j.compag.2010.10.009>
- Ene, C. (2013). The Relevance of Traceability in the Food Chain. *Economics of Agriculture*, 60(2), 287–297. Retrieved from <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/152808/2/6 - Ene.pdf>
- Ferreira, M. M., & Cugnasca, C. E. (2013). LOGÍSTICA E RFID: CASOS E APLICAÇÕES. In *A Gestão dos Processos de Produção e as Parcerias Globais para o Desenvolvimento Sustentável dos Sistemas Produtivos*. Retrieved from [http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013\\_TN\\_STP\\_177\\_009\\_21843.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_TN_STP_177_009_21843.pdf)
- GS1. (2007). *The GS1 Traceability Standard: What you need to know*. GS1.
- GS1. (2014). EPC Tag Data Standard. *Version 1.9*. Retrieved from <http://www.gs1.org/gsm/kc/epcglobal/tds/>
- GS1. (2015a). GTIN Global Trade Item Number (GTIN).
- GS1. (2015b). Ten steps to GS1 barcode implementation.

- Hancock, D. R., & Algozzine, B. (2006). *Doing Case Study Research*. Teachers College, Columbia University. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- He, W., Tan, E. L., Lee, E. W., & Li, T. Y. (2009). A solution for Integrated Track and Trace in Supply Chain based on RFID & GPS. In *Emerging Technologies & Factory Automation*.
- Hinkka, V., & Tatila, J. (2013). RFID tracking implementation model for the technical trade and construction supply chains. *Automation in Construction*, *35*, 405–414. <http://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.05.024>
- Hu, Z., Jian, Z., Xiaoshuan, Z., & Zetian, F. (n.d.). Modeling Traceability Information Flow for Meat Food Quality Safety. *Computers and Simulation in Modern Science*, 68–75.
- Ilic, A., Harrison, M., Bhattacharyya, R., Board, E., Minisci, M., Humora, R., & Hogan, B. (2014). Privacy and Security Implications of the Internet of Things. *Auto-ID Labs White Paper, GS1*.
- IMPINJ. (n.d.). The Different Types of RFID Systems. Retrieved from <http://www.impinj.com/resources/about-rfid/the-different-types-of-rfid-systems>
- José Antonio Alfaro, & Rábade, L. A. (2006). Buyer – supplier relationship's influence on traceability implementation in the vegetable industry. *Journal of Purchasing & Supply Management*, *12*, 39–50. <http://doi.org/10.1016/j.pursup.2006.02.003>
- Landt, J. (2001). Shrouds of Time The history of RFID. AIM. Retrieved from <http://www.aimglobal.org>
- Mari, K., Dreyer, B., Olsen, P., & Elvevoll, E. O. (2012). Granularity and its role in implementation of seafood traceability. *Journal of Food Engineering*, *112*(1–2), 78–85. <http://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.03.025>
- Marques, A. C. (2016). Mars: recolha de chocolates afeta Portugal. Retrieved from <http://observador.pt/2016/02/23/mars-recolha-europeia-chocolates-afeta-portugal/>
- Marques, C. A., Pereira, B., Jr, V. F., Chaves, C. A., & Urias, Â. (2009). A tecnologia de identificadores de rádio frequência ( RFID ) na logística interna industrial : pesquisa exploratória numa empresa de usinados para o setor aeroespacial. *GEPROS*, 109–122.
- Maruchek, A., Greis, N., Mena, C., & Cai, L. (2011). Product safety and security in the global supply chain: Issues, challenges and research opportunities. *Journal of Operations Management*, *29*(7–8), 707–720. <http://doi.org/10.1016/j.jom.2011.06.007>
- Mcfarlane, D., & Sheffi, Y. (2003). The Impact of Automatic Identification on Supply Chain Operations. *The International Journal of Logistics Management*, *14*(1), 1–17.
- Mehrjerdi, Y. Z. (2011). RFID and its benefits: a multiple case analysis. *Assembly Automation*, *31*, 251–262. <http://doi.org/10.1108/01445151111150596>
- MetroGroup. (2016). Our history. Retrieved from <http://www.metrogroup.de/en/metro-cash-and-carry/about/history>
- Mishra, A. (2010). Application of RFID in Aviation Industry: an Exploratory Review. *Promet – Traffic&Transportation*, *22*(5), 363–372.
- Modrak, V., Knuth, P., & Novak-Marcinein, J. (2010). Advantages and Risks of RFID in Business Applications. *Medwell Journals*, 28–34.
- Moura, B. (2006). *Logística. Conceitos e Tendências*. (First Edit). Lisboa: Centro Atlântico, Lda.
- Owunwanne, D., & Goel, R. (2010). Radio frequency identification (RFID) Technology: Gaining A Competitive Value Through Cloud Computing. *International Journal of Management & Information Systemas*, *14*(5), 157–164. <http://doi.org/10.1016/j.cose.2005.12.003>

- Panalpina. (2012). Temperature-controlled shipping: Panalpina gears up for growing demand.
- Parlamento Europeu. (2002). DIRECTIVA 2001/95/CE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO de 3 de Dezembro de 2001 relativa à segurança geral dos produtos. *Jornal Oficial Das Comunidades Europeias*, (7), 4–17.
- Perin, E. (2012). Brazilian Air Force Boosts Efficiency of Its Air Logistics Center. *RFID Journal*, 1–2.
- Quaronline. (2014). Los sistemas RFID ayudan a otros profesionales. Retrieved from <http://www.quaronline.com/comunidad/los-sistemas-rfid-ayudan-a-otros-profesionales/>
- Roberti, M. (2005). The History of RFID Technology. *RFID Journal*, 2. Retrieved from <http://www.rfidjournal.com/articles/view?1338>
- Sarac, A., Absi, N., & Dauzère-Pérès, S. (2010). A literature review on the impact of RFID technologies on supply chain management. *International Journal of Production Economics*, 128, 77–95. <http://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.07.039>
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2009). *Research Methods for Business Students. Research methods for business students* (5th ed.). Person Education.
- Srivastava, B. (2010). Critical management issues for implementing RFID in Supply Chain Management. *International Journal of Manufacturing Technology & Management*, 21(3/4), 289–307. Retrieved from [10.1504/IJMTM.2010.035437\http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=buh&AN=55819231&site=ehost-live](http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=buh&AN=55819231&site=ehost-live)
- Thiesse, F., & Michahelles, F. (2006). An overview of EPC technology. *Sensor Review*, 26(2), 101–105. <http://doi.org/10.1108/02602280610652677>
- Töyrylä, I. (1999). *REALISING THE POTENTIAL OF TRACEABILITY - A case study research on usage and impacts of product traceability*. Helsinki University of Technology.
- Walmart. (2016). Our History. Retrieved from <http://corporate.walmart.com/our-story/our-history>
- Yin, R. K. (2003). *Case Study Research* (3rd ed.). <http://doi.org/10.1002/ejoc.201200111>
- Zhu, X., Mukhopadhyay, S. K., & Kurata, H. (2012). A review of RFID technology and its managerial applications in different industries. *Journal of Engineering and Technology Management - JET-M*, 29(1), 152–167. <http://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2011.09.011>



## APÊNDICE I – TRANSFERÊNCIA DE MATÉRIA-PRIMA COM ORIGEM NA RECEÇÃO

A Tabela 24 apresenta todos os destinos da matéria-prima com origem na recepção entre março de 2015 e o final de fevereiro de 2016. Este valor foi obtido através da consulta de todas as TOs realizadas durante este período com origem na *storage type* 902 (depósito da recepção).

Tabela 24 - N° de TOs com origem na Recepção e respectivo destino

Destino	N° de TOs	% Valor	% Valor Acumulado
102	206003	60,2%	60,2%
SMD	103032	30,1%	90,2%
817	23746	6,9%	97,2%
203	3688	1,1%	98,2%
MO2	2913	0,9%	99,1%
902	907	0,3%	99,4%
SEG	728	0,2%	99,6%
922	486	0,1%	99,7%
ENG	311	0,1%	99,8%
503	292	0,1%	99,9%
113	83	0,0%	99,9%
QUA	59	0,0%	99,9%
103	54	0,0%	100,0%
999	44	0,0%	100,0%
603	34	0,0%	100,0%
815	19	0,0%	100,0%
911	12	0,0%	100,0%
107	11	0,0%	100,0%
998	11	0,0%	100,0%
921	9	0,0%	100,0%
821	6	0,0%	100,0%
818	5	0,0%	100,0%
MOE	5	0,0%	100,0%
832	3	0,0%	100,0%
SG3	3	0,0%	100,0%
MO1	2	0,0%	100,0%
826	1	0,0%	100,0%
ASA	1	0,0%	100,0%
SG2	1	0,0%	100,0%
SG4	1	0,0%	100,0%
<b>TOTAL</b>	<b>342470</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

## APÊNDICE II – DESCRIÇÃO DE TO

A TO é um papel impresso em formato A5 após o registo da MP acompanhando-a ao seu destino. É um documento que acompanha o material, uma espécie de *kanban*, que auxilia no transporte dessa matéria-prima uma vez que permite visualizar toda a informação sobre o que está a ser transportado. A Figura 58 ilustra um exemplo de uma TO entre a receção e o armazém 102 com o significado dos diferentes campos.

tp.depos.dest <b>102</b>	<b>BOSCH</b>	Centro / Depósito 8150/8130	1113608369	
Área armaz.dest	<b>Entrada em</b>	Tipo movimento		
<b>I2 1600804</b>				
Data de criação 10.02.2016	Nº Cert.:	Peso:	Fornecedor: 97127232	Priorid.tr: Data vencimento: 09.02.2017
tp.depos.origem 902	Área armaz. 001	Centro custo:	Local descarga:	Lote:
Pos.dep.origem 5003377206	Lote fornecedor	Nível revisão / Nº modificação 881-20141013	Nº NT 0018843462	Tipo L2
			Qtde.embal.actl 0,000	Nº EM: 5003377206
			Usuário DSI6BRG	Data EM: 10.02.2016
Material: 8637.101.591	Denominação: FUNDO DO CARTER;	Qtde.teor.origem: 280,000 PC		Lote controle: 01000448272
Material:				Stock restante: 280,000 PC
Lote				
				Pos.dep.origem
Nº OT: 0029508123 / 0001				

Figura 58 - TO em papel

Os diferentes campos da TO assinalados na figura são:

- (1) Depósito de destino – Identifica o local para onde vai aquela MP, o *storage type*;
- (2) Centro/Depósito – Identifica a empresa e o depósito geral (*storage location*), sendo 8150 o código que identifica BrgP e 8130 identifica a MP num depósito como disponível para produção;
- (3) Nº da unidade de manuseio – Identifica aquela MP daquela TO, ou seja, é um número unívoco para aquela unidade de manuseio.
- (4) Posição da MP no destino – Identifica a posição específica da MP no local de destino (*storage bin*). Neste caso, armazém 102, a letra identifica o corredor, o primeiro algarismo “2” o tipo de lugar conforme as dimensões da caixa/paleta, os dois seguintes “16” o corredor em conjunto com a letra, os três seguintes o lugar e os últimos dois o nível da estante;
- (5) Data de criação – Indica a data em que foi criada a TO;
- (6) Fornecedor – Identifica o fornecedor através de um código;

- (7) Data de Validade – Identifica a data de validade da peça;
- (8) Depósito de origem – Identifica o local de origem daquela MP, tal como em (1) a *storage location*;
- (9) Área de armazenamento – Indica a secção do armazém para onde a MP pode ir, conforme parametrizado no SAP;
- (10) Posição da MP na origem - Identifica a posição específica da MP no local de origem. Neste caso o número coincide com o *material document* identificado em (14);
- (11) Nível de revisão/Nº modificação – Identifica a data em que foi criado o *part number* daquela peça. Os três primeiros dígitos são sempre “881”.
- (12) Nº de NT – Identifica o número do pedido de transferência;
- (13) Tipo de unidade – Identifica o tipo caixa/palete conforme as suas dimensões.
- (14) Nº Entrada de Material – Refere-se ao número atribuído àquela MP aquando da sua entrada em 902, designado *material document*;
- (15) Quantidade de embalagem atual – Identifica a quantidade que a caixa/palete transporta, apenas quando está parametrizado.
- (16) Usuário – Identifica o colaborador que realizou aquela TO;
- (17) Data de Entrada de Material – Indica a data em que a MP deu entrada;
- (18) Material – Indica o código único daquela MP (não do material transportado, mas de toda a MP igual àquela), designado *part number*;
- (19) Denominação – Descreve a MP transportada;
- (20) Quantidade teórica de origem – quantidade de MP transportada naquela TO;
- (21) Lote de controlo – Identifica o lote de controlo do fornecedor. Utilizado especificamente por PQA na identificação de lotes de controlo
- (22) Código de Barras do Material – Identifica o *part number* (18) em código de barras;
- (23) *Stock* restante – Indica a quantidade de MP que falta transportar naquela TO. Uma TO pode se desdobrar em várias quando a quantidade transferida exceder a capacidade fisicamente possível de transportar/alocar em armazém (25).
- (24) Posição do depósito de origem – Identifica a *storage bin* de origem (10) em código de barras;
- (25) Número de TO – Identifica aquela TO, ou seja, é o código que identifica este documento.

### APÊNDICE III – FLUXO GERAL DE MATÉRIA-PRIMA

A Figura 59 pretende esquematizar o fluxo geral de matéria-prima descrito ao longo do capítulo 4.2.

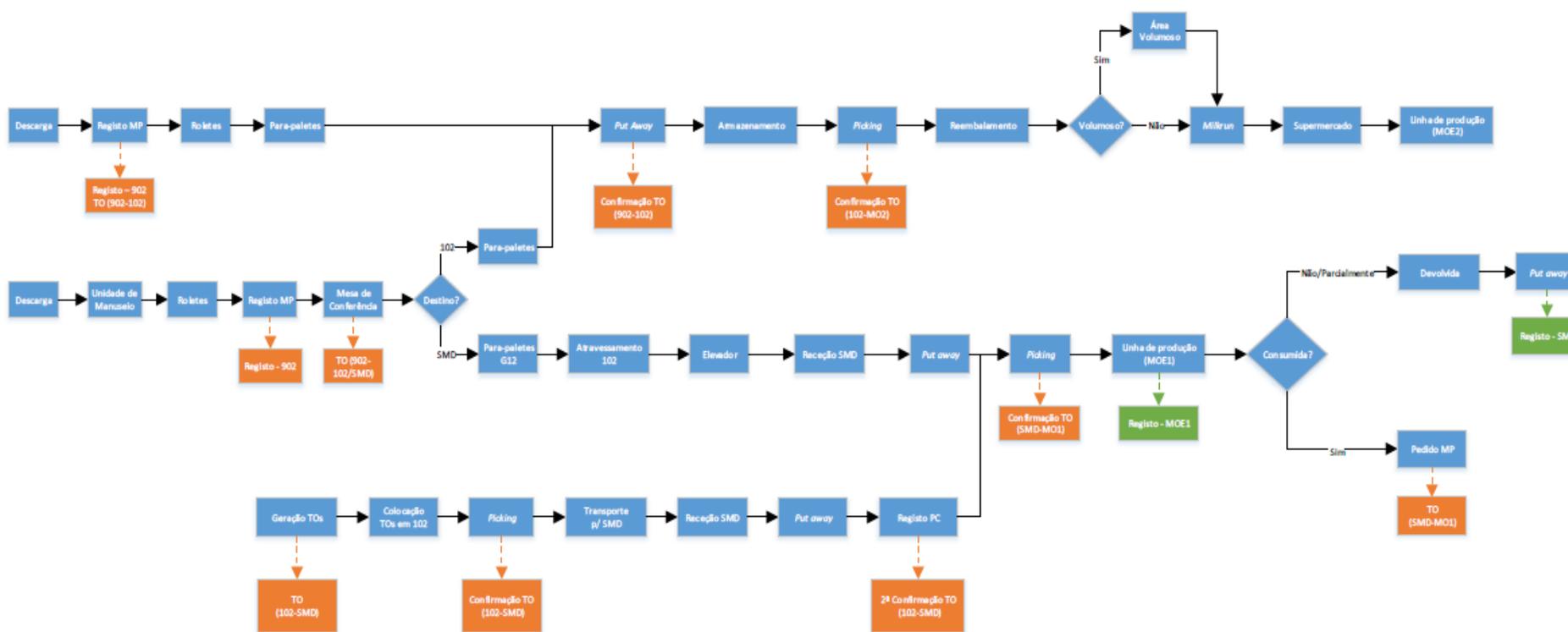


Figura 59 - Fluxograma geral de MP

## APÊNDICE IV – *WORKSHOPS* PARA DEFINIÇÃO DE REQUISITOS

Os requisitos funcionais foram definidos através da realização de dois *workshops*.

O primeiro *workshop* realizou-se no dia 22 de Janeiro de 2016 (Figura 60) com o objetivo de identificar e discutir as principais expectativas e requisitos de alto nível em relação ao projeto. Inicialmente realizou-se uma breve apresentação do projeto e o seu ponto da situação. De seguida passou-se para a identificação de requisitos. Entregaram-se cartões em branco a todos os participantes para que cada um colocasse os requisitos que achasse importante. Estes requisitos foram colocados num quadro para serem discutidos em conjunto, onde foram priorizados da seguinte forma:

- *Could* – requisitos que não são essenciais, mas que complementam o sistema;
- *Should* – requisitos interessantes que devem ser cumpridos ainda que não sejam o principal objetivo;
- *Must* – requisitos obrigatórios, ou seja, aqueles que representam o *core* do projeto.



Figura 60 - *Workshop* de definição de requisitos (Vista geral)

Estes requisitos foram depois trabalhados de forma a uniformizar a sua linguagem. Posteriormente realizaram-se reuniões individuais com cada um dos departamentos para validar e definir corretamente cada um dos requisitos, bem como acrescentar outros que entretanto surgiram.

No dia 22 de Abril de 2016 realizou-se o segundo *workshop* com os mesmos intervenientes onde para além de ser apresentado o ponto da situação do projeto foram também apresentados os requisitos devidamente priorizados. O objetivo foi validar com todos os departamentos, em simultâneo, os requisitos identificados bem como a sua priorização de forma a facilitar a continuação do desenvolvimento de uma solução.

## APÊNDICE V – ESQUEMA GERAL DO PROTÓTIPO

Na Figura 61 encontra-se representado o esquema geral do protótipo descrito em Descrição do 5.2.1.

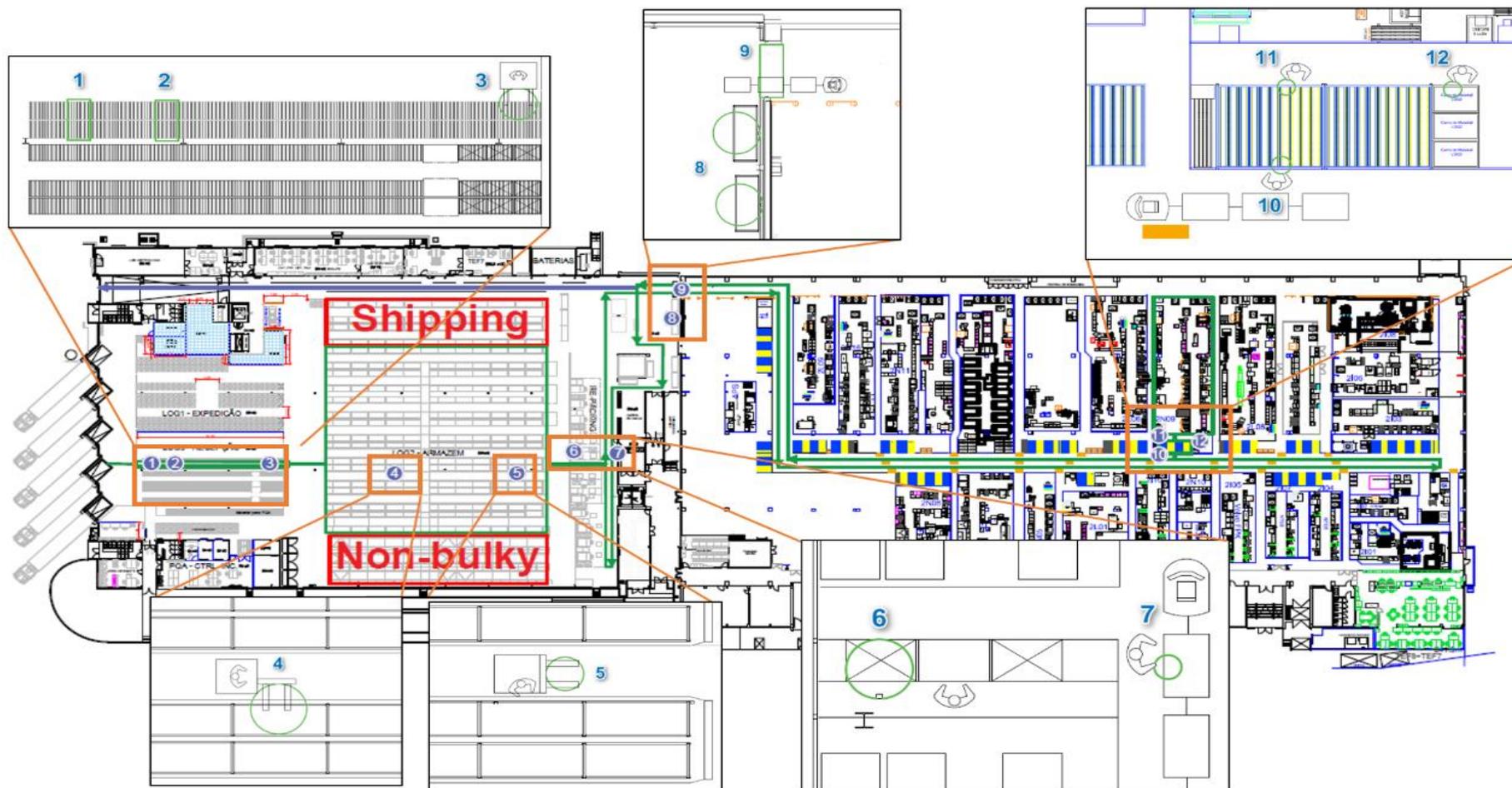


Figura 61 - Esquema geral do protótipo