

**Estudo de implementação de um sistema
RFID na zona de transferência de materiais
entre armazéns e supermercados de
abastecimento a uma linha de produção**

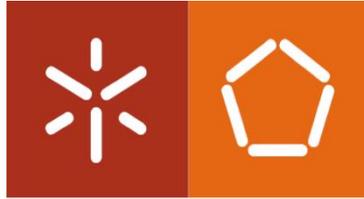


Hermenegildo Domingos Baptista

**Estudo de implementação de um sistema
RFID na zona de transferência de materiais
entre armazéns e supermercados de
abastecimento a uma linha de produção**

Universidade do Minho
Escola de Engenharia





Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Hermenegildo Domingos Baptista

**Estudo de implementação de um sistema
RFID na zona de transferência de materiais
entre armazéns e supermercados de
abastecimento a uma linha de produção**

Dissertação de Mestrado

Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação de

Professor José Manuel Henriques Telhada

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição

CC BY

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer ao Professor José Telhada pela oportunidade de desenvolver esta dissertação sob sua orientação. Agradeço-lhe pelo apoio incondicional, disponibilidade, ajuda e motivação para fazer mais e melhor.

Em geral, a toda equipa da WEGEuro, pela disponibilidade de todos na realização deste projeto. Em particular, ao Engenheiro Ricardo Moreira pela sua colaboração na realização deste projeto e por todo conhecimento transmitido ao longo do desenvolvimento deste projeto.

À Sonangol E.P, pelo apoio e oportunidade de formação.

Aos meus pais, João Baptista e Linda Domingos, pelo apoio incondicional, desde sempre.

Aos meus irmãos, Aloísia Gomes, Mirosláva Baptista, Cânia Baptista, Adilson Baptista, Marinela Baptista e Mónica Baptista por me motivarem diariamente para a conquista dos meus objetivos.

Em especial, à minha namorada, Diana Isabel de Jesus Chiyo, pelo apoio incondicional e por me fazer acreditar sempre nas minhas capacidades. Foi durante todo este projeto o meu porto de abrigo para o desabafo das dificuldades e festejo das conquistas.

A todos os que me ajudaram, direta e indiretamente.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

RESUMO

Estudo de implementação de um sistema RFID na zona de transferência de materiais entre armazéns e supermercados de abastecimento a uma linha de produção

A presente dissertação foi desenvolvida no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial, e realizou-se no departamento de logística da WEGEuro em Santo Tirso.

A falta de um sistema de rastreamento de material eficaz e eficiente na empresa gera problemas, tais como os elevados desvios de *stock*, erros no *picking* e falhas no abastecimento do supermercado e linhas de produção. Neste sentido, iniciou-se um projeto piloto que culminou com o desenvolvimento desta dissertação, centrada no estudo da implementação da tecnologia RFID nas carcaças dos motores elétricos na unidade da WEGEuro em Santo Tirso com objetivo de aumentar a rastreabilidade destes materiais.

Em primeiro lugar, fez-se uma revisão da literatura sobre alguns tópicos pertinentes para o desenvolvimento deste estudo. Em seguida, estudou-se o modo de operação da logística interna da empresa no que se refere à movimentação de material e às respetivas formas de rastreamento de modo a identificar os potenciais problemas e priorizar os materiais nas ações de melhoria, uma vez que a implementação do sistema RFID na empresa será gradual.

Numa primeira fase, a introdução da tecnologia RFID vai permitir automatizar os processos de registos das movimentações das carcaças e aumentar a visibilidade na logística interna em tempo em real, o que permitirá localizar com enorme facilidade as carcaças, tornando assim o sistema de rastreamento da empresa mais eficaz e eficiente. Os principais desafios encontrados ao longo do projeto foram a enorme complexidade de toda operação logística na movimentação de material e o tipo de material a rastrear, uma vez que a tecnologia RFID não é tão eficaz a rastrear objetos compostos por metais, como o é a rastrear outros objetos.

Apesar dos custos elevados, superiores a 20 mil euros, estima-se que o projeto tenha um valor atual líquido de cerca de 35 mil euros e uma taxa interna de retorno de 46%, superior à taxa mínima de atratividade, tornando-o, assim, um projeto economicamente viável. Com a implementação deste projeto, estima-se ainda um tempo de recuperação do capital investido inferior a 3 anos e um retorno do investimento na ordem dos 368% para um horizonte de planeamento de 10 anos.

PALAVRAS-CHAVE

Cadeia de abastecimento, Logística interna, Rastreabilidade, RFID

ABSTRACT

Study of the implementation of an RFID system in the material transfer zone between warehouses and supply supermarkets to a production line

This dissertation was developed in the scope of the Integrated Master's degree in Engineering and Industrial Management and was held in the logistics department of WEGEuro in Santo Tirso.

The lack of an effective raw material traceability system in the company creates problems, such as high stock deviations, picking errors and failures in supermarket supply and production lines. In this sense, a pilot project was initiated that culminated in the development of this dissertation, centered on the study of the implementation of RFID technology in the housings of electric motors at the WEGEuro unit in Santo Tirso with the objective of increasing the traceability of these materials.

Firstly, a literature review was made on some relevant topics to the development of this study. Next, the way the company's internal logistics operate was studied with regard to the movement of raw materials and their ways of tracking in order to identify potential problems and prioritize the materials in the improvement actions.

In a first phase, the introduction of RFID technology will allow automating the processes of records of the movements of the carcasses and increase the visibility in internal logistics in real-time, which will allow to locate effortlessly the carcasses, thus making the traceability system of the company more effective. The main challenges encountered throughout the project were the enormous complexity of every logistics operation in the handling of raw materials, the type of material to track, since RFID technology is not as effective at tracking objects compiled of metals, as it is tracking other objects.

Despite the high costs, in excess of 20 thousand euros, it is estimated that the project has a net current value of about 35 thousand euros and an internal rate of return of 46%, higher than the minimum rate of attractiveness, making it, thus, an economically viable project. With the implementation of this project, it is also estimated a recovery time of invested capital in less than 3 years and a return on investment in the order of 368% for a planning horizon of 10 years.

KEYWORDS

Supply chain, internal logistics, traceability, RFID

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
Índice.....	vii
Índice de Figuras.....	xi
Índice de Tabelas	xiii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos	xiv
1 Introdução	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Metodologia de investigação	3
1.4 Estrutura da dissertação.....	4
2 Revisão da literatura	5
2.1 Gestão da cadeia de abastecimento.....	5
2.2 Rastreabilidade na cadeia de abastecimento.....	7
2.2.1 Nível de granularidade	8
2.2.2 Custos do rastreamento.....	8
2.2.3 Sistemas de identificação automática.....	10
2.3 Tecnologias e sistemas RFID	12
2.3.1 Evolução histórica.....	12
2.3.2 Composição de um sistema RFID	13
2.3.3 <i>Tag</i> RFID	14
2.3.4 Leitores RFID.....	16
2.3.5 Benefícios da tecnologia RFID nas cadeias de abastecimento	16
2.3.6 Fatores que influenciam a implementação do sistema RFID	17
2.3.7 RFID <i>versus</i> código de barras.....	19
2.4 Análise da viabilidade de projetos de inovação	21
2.4.1 Valor atual líquido.....	21

2.4.2	Taxa interna de retorno.....	22
2.4.3	Período de recuperação do capital investido (<i>payback</i>)	23
2.4.4	Retorno do investimento	24
2.5	Síntese da revisão da literatura.....	24
3	Apresentação da empresa.....	26
3.1	O Grupo WEG.....	26
3.2	WEGEuro	27
3.3	WEGEuro em Portugal	28
3.3.1	Fornecedores	29
3.3.2	Produtos	29
3.3.3	Clientes.....	30
3.3.4	Estrutura organizacional	30
4	Situação atual do sistema de rastreamento de artigos e produtos	32
4.1	Caraterização da logística interna atual.....	32
4.1.1	<i>Layout</i> geral das áreas operacionais e cadeia de abastecimento interna	32
4.1.2	Categorização da matéria-prima.....	36
4.1.3	Descrição das tecnologias de informação e comunicação	39
4.2	Fluxo de matéria-prima e informação.....	40
4.2.1	Descarga e receção de matéria-prima	41
4.2.2	Transferência de matéria-prima para o supermercado	43
4.2.3	Abastecimento da linha da bobinagem (massa estatórica ou linha do estator).....	45
4.2.4	Abastecimento da linha do rotor.....	46
4.2.5	Abastecimento das linhas de montagens.....	47
4.3	Análise e diagnóstico.....	48
4.3.1	Identificação de problemas no fluxo de matérias-primas	50
4.3.2	Principais problemas associados a falta de rastreabilidade e respetivos KPIs	55
4.3.3	Síntese dos problemas identificados.....	60
5	Proposta de solução para os problemas de rastreabilidade e automatização	62
5.1	Projeto piloto.....	62

5.2	Requisitos Funcionais.....	66
5.3	Proposta de solução.....	67
5.4	Descrição do protótipo.....	69
5.4.1	Armazém RS03 (<i>picking</i>).....	70
5.4.2	Supermercado (IA02).....	71
5.4.3	Linha do estator (prensa).....	72
5.4.4	Linhas de montagem e pintura.....	73
5.4.5	Embalamento, Inspeção e expedição.....	74
5.5	Dificuldades e limitações da proposta de solução.....	75
5.5.1	Dificuldades gerais.....	75
5.5.2	Dificuldades e limitações no abastecimento do supermercado.....	76
5.5.3	Dificuldades e limitações no abastecimento das linhas de estator.....	77
5.5.4	Dificuldades e limitações no abastecimento das linhas de montagem.....	77
5.6	Aspetos críticos na implementação da tecnologia RFID.....	78
6	Avaliação da viabilidade da solução proposta.....	79
6.1	Análise do investimento necessário.....	79
6.2	Resultados esperados com o projeto.....	80
6.3	Cálculo do VAL e TIR.....	81
7	Análise crítica dos resultados.....	84
7.1	Processo de transferência de materiais para o supermercado.....	84
7.2	Abastecimento da linha do estator (massa estatórica).....	85
7.3	Abastecimento das linhas de montagem.....	86
7.4	Movimentações do material até à expedição.....	86
7.5	Resumo dos principais resultados.....	87
8	Conclusões e sugestões de trabalho futuro.....	89
	Referências bibliográficas.....	93
	Apêndice 1 – Logística interna da WEGEuro.....	97
	Apêndice 2 – Cálculo do <i>cash flow</i> e dos indicadores de avaliação económica.....	98
	Apêndice 3 – Esquema geral do protótipo.....	99
	Anexo 1 – Tabela de preços e características de tecnologias RFID.....	100

Anexo 2 – Informações sobre o <i>alcare silver</i>	101
Anexo 3 – Ordens no prazo em M10 e M20.....	102
Anexo 4 – Ordens no prazo MOD center	103
Anexo 5 – ajustes com carcaças 2016.....	104
Anexo 6 – Ajustes com carcaças 2017	105
Anexo 7 – Ajustes com carcaças 2018	106
Anexo 8 – Ajustes com carcaças 2019	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Fluxos da cadeia de abastecimento	6
Figura 2 - Exemplo de um código de barra 1-D.....	10
Figura 3 - Exemplo de um código de barras 2-D (<i>QR code</i>)	11
Figura 4 - Estrutura do código EAN (exemplo)	11
Figura 5 - Arquitetura de um sistema RFID.....	14
Figura 6 - Ilustração de um tag RFID	14
Figura 7- Leitor móvel RFID.....	16
Figura 8 – O Grupo WEG no mundo.....	26
Figura 9 - Áreas de negócio do Grupo WEG	27
Figura 10 - Fábrica da WEGEuro na Maia.....	28
Figura 11 - Fábrica da WEGEuro em Santo Tirso	28
Figura 12- Gama de produtos WEGEuro Indústria Elétrica, SA de Santo Tirso.....	29
Figura 13 - Clientes da WEG Santo Tirso (STR).....	30
Figura 14 - Estrutura organizacional da área de logística da WEGEuro Portugal.....	30
Figura 15 - Áreas operacionais da receção	33
Figura 16 - Áreas operacionais da produção.....	35
Figura 17 - Caixas com material proveniente do Brasil.....	37
Figura 18 - Etiqueta de identificação	38
Figura 19 - Etiqueta de identificação simplificada	38
Figura 20 - Depósito ID03.....	42
Figura 21 - Materiais alocados nas estantes	42
Figura 22 - Paletes com material a ser transferido.....	44
Figura 23 - Requisição de plataforma	45
Figura 24 - Linha do estator.....	46
Figura 25 - Linha do rotor	46
Figura 26 - Linhas de montagem	47
Figura 27 - carrinho para reunir material.....	47
Figura 28 - Diagrama de spaghetti das movimentações de materiais para produção	48
Figura 29 - Diagrama causa-efeito.....	49
Figura 30 - Evolução dos desvios de stock.....	57

Figura 31 - Ordens de produção no prazo (ano de 2019, e meses/trimestres/ano 2020)	58
Figura 32 - Análise ABC dos ajustes positivos	64
Figura 33 - Análise ABC dos ajustes negativos.....	64
Figura 34 - Análise ABC dos ajustes positivos 2017.....	64
Figura 35 - Análise ABC dos ajustes negativos 2017	64
Figura 36 - Análise ABC dos ajustes positivos 2018.....	64
Figura 37 - Análise ABC dos ajustes negativos 2018	64
Figura 38 - Análise ABC dos ajustes positivos 2019.....	65
Figura 39 - Análise ABC dos ajustes negativos 2019	65
Figura 40 - tagRFID passiva	68
Figura 41 - Antena RFID	68
Figura 42 - Leitor RFID.....	69
Figura 43 - Equipamentos RFID em um ponto de fluxo	69
Figura 44 – Carcaça.....	70
Figura 45 - Tecnologia RFID no armazém RS03	71
Figura 46 - Tecnologia RFID no supermercado.	72
Figura 47 - Tecnologia RFID na zona da prensa.....	72
Figura 48 - Tecnologia RFID nas linhas de montagem e pintura.....	74
Figura 49 - Tecnologia RFID nas zonas de expedição (9, à esquerda) e de embalagem (10, ao centro) e de inspeção (11, à direita)	75
Figura 50 - Logística interna da WEGEuro ST.....	97
Figura 51 - Esquema Geral do protótipo	99
Figura 52 - Informações sobre o Alcare silver	101
Figura 53 - Ordens no prazo em M10	102
Figura 54 - Ordens no prazo em M20	102
Figura 55 - Ordens no prazo no MOD Center.....	103

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Categorias de custos de rastreabilidade (<i>Asioli et al., 2012</i>)	9
Tabela 2 - Resumo da evolução histórica da tecnologia RFID	13
Tabela 3 - Tipos de tags RFID	15
Tabela 4 - Fatores que influenciam o comportamento de um sistema RFID (Junta de Castilla y León, 2007).....	19
Tabela 5 - RFID <i>versus</i> código de barras	20
Tabela 6 - Relação entre o VAL, a TIR e a TMA.....	23
Tabela 7 - Problemas associados ao processo de receção de matéria-prima	51
Tabela 8 - Problemas associados às transferências de materiais ao SM.....	52
Tabela 9 - Problemas associados ao abastecimento da linha do rotor e estator.....	54
Tabela 10 - Problemas associados à linha de montagem.....	55
Tabela 11 - Desvios de <i>stock</i>	56
Tabela 12 - Média anual dos desvios de <i>stock</i>	57
Tabela 13 - Cobertura de <i>stock</i>	59
Tabela 14 - Síntese dos problemas	60
Tabela 15 - Principais KPIs do projeto.....	61
Tabela 16 - Requisitos funcionais do sistema RFID.....	66
Tabela 17 - Investimento necessário para a implementação da tecnologia RFID.....	80
Tabela 18 - Custo com os ajustes de carcaças.....	81
Tabela 19 - <i>Payback</i> simples (euros).....	82
Tabela 20 - <i>Payback</i> atualizado (euros)	83
Tabela 21 - Lucros com o projeto.....	83
Tabela 22 - Resumo dos resultados da proposta de melhoria	88
Tabela 23 - Cálculo do <i>cash flow</i> e dos indicadores de avaliação económica.....	98
Tabela 24 - Tabela de preços e características de tecnologias RFID.....	100
Tabela 25 - Ajustes com carcaças 2016.....	104
Tabela 26 - Ajustes com carcaças 2017.....	105
Tabela 27 - Ajustes com carcaças 2018.....	106
Tabela 28 - Ajustes com carcaças 2019.....	107

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

BOM	<i>Bill of Materials</i>
CF	<i>Cash Flow</i>
CFE	<i>Cash Flow de Exploração</i>
CFI	<i>Cash Flow de Investimento</i>
EAN	<i>European Article Numbering</i>
EPC	<i>Electronic Product Code</i>
EUA	<i>Estados Unidos da América</i>
FIFO	<i>First in First out</i>
HF	<i>High Frequency</i>
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>
LF	<i>Low Frequency</i>
MIT	<i>Instituto Tecnológico de Massachusetts</i>
MP	<i>Matéria-Prima</i>
OP	<i>Ordem de Produção</i>
OT	<i>Ordem de Transferência</i>
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i>
ROI	<i>Return of the Investment</i>
SCM	<i>Supply Chain Management</i>
SIA	<i>Sistemas de Identificação Automática</i>
TIR	<i>Taxa Interna de Retorno</i>
TMA	<i>Taxa Mínima de Atratividade</i>
UCC	<i>United Code Council</i>
UHF	<i>Ultra High Frequency</i>
UPC	<i>Universal Product Code</i>
VAL	<i>Valor Atual Líquido</i>

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho de investigação foi realizado em ambiente empresarial, no departamento de logística – logística industrial e PCP da *WEGEuro – Indústria Elétrica, SA* na unidade de Santo Tirso. Neste capítulo de introdução será feito o enquadramento do projeto através de uma breve descrição da problemática que motivou a realização deste projeto bem como a metodologia de investigação utilizada. Ainda serão explicados os objetivos pretendidos com o projeto e a estrutura da dissertação descrevendo os principais capítulos que serão abordados.

1.1 Enquadramento

Atualmente, como a tecnologia cada vez mais nos surpreende com várias soluções, é preciso investir continuamente em novas tecnologias para se manter uma capacidade competitiva. Uma das competências principais e um pré-requisito para a sobrevivência das empresas é a capacidade de responder efetivamente às mudanças no ambiente empresarial, a chamada "organização ágil". Para acompanhar o dinamismo do mercado, a gestão eficiente de processos logísticos e da cadeia de abastecimento baseiam-se no uso de ferramentas modernas de tecnologias de informação, bem em como tecnologias móveis (Chudy-Laskowska, 2018).

Para alcançar a eficácia em toda logística das empresas, precisa-se ter uma maior visibilidade em tempo real dos materiais e dos respetivos fluxos ao longo da cadeia de abastecimento através de informações e dados adequados sobre o stock em armazém, a localização exata dos materiais e o histórico dos diferentes processos pelos quais foi submetido de modo a proporcionar um maior controlo sobre o processo de produção e distribuição dos produtos. Neste contexto, a rastreabilidade tornou-se num dos mais importantes requisitos para permitir uma gestão integrada da cadeia de abastecimento, uma vez que, torna possível fazer o rastreamento dos materiais em cada ponto da cadeia de abastecimento. No entanto, a solução de rastreabilidade a implementar depende bastante de que ponto da cadeia de abastecimento se trata, uma vez que diferentes integrantes (fabricantes, distribuidores, fornecedores e clientes) da mesma possuem objetivos distintos sobre a obtenção de informações e dados dos diversos produtos (Mishra, Henry, Sekhari, & Ouzrout, 2018).

Sobre a temática da rastreabilidade na cadeia de abastecimento, particularmente na logística interna, vários estudos se podem destacar na literatura científica existente. Muitos autores sugerem que a

tecnologia de código de barras e RFID são formas eficazes de identificar materiais e são (ou deverão ser) amplamente aplicados em sistemas de rastreabilidade (ex., Fan et al., 2019). Atualmente, contudo, é a tecnologia de código de barras a mais utilizada, visto que, a tecnologia RFID normalmente implica um custo maior, não apenas em termos de investimento necessário para a sua implementação, mas também em termos de custo de manutenção de equipamentos, bases de dados e sistema informáticos de gestão de informação.

Na empresa objeto do presente estudo, a WEGEuro, com a atual utilização da tecnologia de código de barras para a identificação e localização de material (de modo a rastreá-lo ao longo de todo processo logístico), é frequente a falta de reposta para problemas como sejam falta de assertividade no *stock*, o envio de paletes com materiais errados, trabalho intensivo de contagem e localização de materiais e o registo manual das ordens de transferências, com grande probabilidade de erro humano. Neste contexto, torna-se pertinente estudar a possibilidade de implementar um sistema de rastreamento alternativo suportado pela tecnologia RFID.

1.2 Objetivos

Com esta dissertação pretende-se elaborar um plano para a implementação de um sistema RFID na WEGEuro em Santo Tirso (ST), com o objetivo geral de solucionar e ou mitigar os problemas referidos atrás, entre outros, que possam vir a ser diagnosticados, que atualmente não podem ser resolvidos pela tecnologia de código de barras usada na empresa.

Para cumprir com o objetivo geral, propõe-se ter em conta os seguintes requisitos para o novo sistema (RFID) a implementar:

- Identificação da localização exata das peças em fábrica e o seu rastreamento durante todo o processo produtivo, registando-se automaticamente a conclusão das diferentes fases do processo;
- Registo automático das paletes, assim que transitam do armazém para a produção;
- Registo automático dos movimentos (internos) dos motores para a expedição;
- Estudar uma oportunidade de melhoria que acrescenta valor para o cliente com a implementação da tecnologia RFID.

Para o estudo a realizar, propõe-se ainda:

- Iniciar o estudo de implementação com o item carcaças, e alargá-lo posteriormente ao máximo possível de itens, tanto quanto o tempo disponível para o projeto assim o permitir;
- Analisar, com maior abrangência, os problemas relativos ao fluxo de materiais transferidos entre os armazéns e o supermercado e as linhas de produção, e, nomeadamente, aqueles da gestão das frequências e quantidades das ordens de transferências, e sugerir possíveis soluções alternativas.

1.3 Metodologia de investigação

A metodologia de investigação mais apropriada para este projeto é o estudo de caso. Tal como em outras metodologias de investigação, a metodologia de estudo de caso cumpre com requisitos como, uma revisão de literatura, definição das perguntas de investigação, estratégias analíticas utilizando métodos formais de coletas de dados (entrevistas, análises de documentos, etc.) e escrita de relatórios de investigação (Lawrenz & Lonning, 1991).

Os estudos de caso consistem em representar uma realidade, descrevendo uma situação através de dados coletados a partir de métodos formais e ou informais, incluindo irrelevâncias, casos paralelos, conceitos errados e pouca informação ou grande quantidade dela (Ellet, n.d.).

Um estudo de caso deve obedecer a três características:

- Abordar um problema ou problemas significativos;
- Ter informação suficiente para fundamentar as conclusões;
- Nenhuma conclusão declarada.

O presente estudo de caso será utilizado para avaliar os impactos da implementação da tecnologia RFID na logística interna da WEGEuro bem como a sua viabilidade em termos de investimento e tempo de recuperação do capital investido.

Com esta metodologia de investigação no presente caso de estudo pretende-se dar respostas a duas questões (específicas da WEGEuro):

Será a tecnologia de identificação por radio frequência (RFID) uma solução eficaz e eficiente para solucionar os problemas logísticos não resolvidos pela tecnologia de código de barras?

Sendo o RFID uma solução eficaz e eficiente, qual será o impacto da sua implementação em termos financeiros?

1.4 Estrutura da dissertação

A presente dissertação encontra-se organizada em oito capítulos. O primeiro serve como introdução ao projeto desenvolvido, onde é feito o enquadramento através da descrição dos problemas que serviram como motivação para a realização deste projeto de investigação, objetivos pretendidos com a investigação e a metodologia de investigação utilizada.

No segundo capítulo é apresentada a revisão crítica da literatura sobre os principais tópicos abordados no decorrer da investigação, para um melhor enquadramento do projeto e fundamentação teórica das opções metodológica específicas a adotar ao longo do estudo. É apresentada a criticidade do uso da tecnologia de informação no suporte à rastreabilidade dos produtos na cadeia de abastecimento, particularmente na logística interna das organizações e a forma como uma mudança de tecnologia pode redefinir a logística interna. É também neste capítulo que se faz referência à temática da avaliação económica de projetos de inovação.

O terceiro capítulo descreve a empresa e a sua história, bem como seus principais clientes e fornecedores, localização e enquadramento no Grupo WEG.

No quarto capítulo é apresentada a cadeia de abastecimento interna da WEGEuro através da caracterização das infraestruturas, equipamentos logísticos, sistemas informáticos de apoio à logística e à produção, e a descrição das operações diversas executadas ao longo da cadeia de abastecimento interna da WEGEuro. É também neste capítulo que são expostos os potenciais problemas ou pontos de melhorias sentidos na logística interna.

No capítulo cinco é apresentado o protótipo do projeto piloto e suas principais características e como a mudança de tecnologia de código de barras para RFID vem dar resposta aos problemas referidos no capítulo anterior.

No sexto capítulo é feita uma avaliação económica para analisar os impactos financeiros esperados com esta mudança de tecnologia.

No sétimo capítulo são apresentadas a análise e uma discussão crítica dos resultados obtidos e ou estimados.

Para concluir, no último capítulo são apresentadas as conclusões desta investigação, discutindo-se ainda possíveis temas para trabalhos futuros a realizar.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo tem como objetivo a realização de uma revisão crítica da literatura sobre os principais tópicos que são abordados ao longo da dissertação. Numa primeira fase, será introduzido o conceito de cadeia de abastecimento e, particularmente, logística interna das organizações, abordando-se questões como a gestão de materiais, o fluxo de materiais e de informação. Ainda neste capítulo, será abordada a problemática da rastreabilidade de materiais ao longo da cadeia de abastecimento, abordando aspetos tais como o nível de granularidade dos sistemas de rastreamento, os custos que os mesmos podem implicar, e ainda os sistemas de identificação automática que podem servir como suporte aos sistemas de rastreamento na cadeia de abastecimento.

Também neste capítulo, será abordado o conceito de RFID, desde a sua evolução histórica, a sua aplicação em diversos tipos de negócios, o seu modo de funcionamento, os fatores que influenciam a sua implementação, assim como as suas vantagens e desvantagens em relação ao código de barras. Para finalizar, abordam-se neste capítulo os principais conceitos sobre os indicadores de avaliação económica de projetos de inovação, tais como, o retorno do capital investido, o tempo de recuperação, a taxa interna de retorno, a taxa mínima de atratividade e o valor atual líquido.

2.1 Gestão da cadeia de abastecimento

Na base do conceito de cadeia de abastecimento está a ideia de que, para realizar a transferência de produtos de uma entidade comercial para outra, é necessário a construção de um canal que será usado pra estabelecer ligações coordenadas de fornecimento e provisões entre as diferentes entidades, desde a origem da matéria prima até ao consumidor final (Ballou, 2007).

A gestão da cadeia de abastecimento abrange o planeamento e gestão de todas as atividades envolvidas em compras ou fornecimento, conversões e todas as atividades da gestão logística. É importante também incluir a coordenação e a colaboração com parceiros, que podem ser fornecedores, intermediários, prestadores de serviços e clientes (Taylor, 2008). A cadeia de abastecimento inclui outras funções, como a engenharia, a produção, as finanças, o *marketing* e atividades de controlo relacionadas numa única empresa (Baudin, 2006).

Por outro lado, para Christopher (2011), a cadeia de abastecimento é a rede de organizações envolvidas por meio de ligações a montante ou jusante nos diferentes processos e atividades que geram valor para os produtos ou serviços requisitados por diversos clientes.

Os processos realizados na gestão da cadeia de abastecimento (*Supply Chain Management, SCM*) são de extrema importância, uma vez que, através destes processos, as informações sobre os clientes, fornecedores, fornecedores dos fornecedores, gestão de materiais, movimentações e armazenagem de materiais são utilizados para a melhoria contínua nos processos logísticos (Abreu, Barreto, Martins, De Resende, & Ribeiro, 2017). Neste sentido, segundo Ballou (2007), o ambiente de negócio exige das empresas três fatores básicos: maior agilidade, melhor desempenho e procura de redução de custos.

Para conseguir alcançar os fatores sugeridos por Ballou (2007), é necessário compreender o conceito de fluxo de materiais que, por sua vez, permitirá entender o funcionamento da cadeia de abastecimento, bem como o fluxo de informação que garante a coordenação na cadeia abastecimento. Combinando estes dois processos, é possível medir a agilidade e o desempenho da SCM.

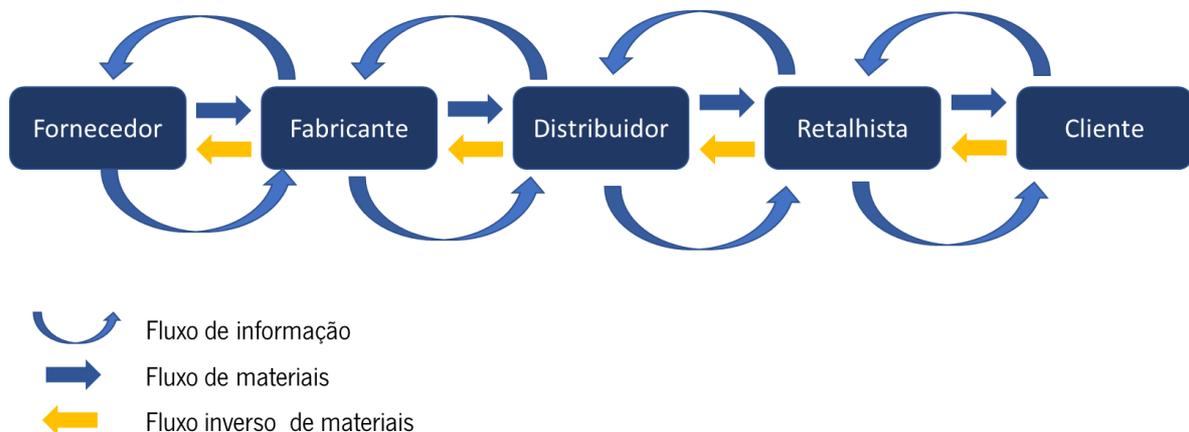


Figura 1- Fluxos da cadeia de abastecimento

Neste sentido podemos definir cadeia de abastecimento como conjunto de organizações interdependentes que atuam em conjunto para controlar, gerir e melhorar o fluxo de materiais, produtos, serviços e informação desde o seu ponto de origem até ao seu ponto de entrega ao consumidor final, por forma a satisfazer as necessidades deste, ao mais baixo custo possível para o conjunto de intervenientes.

2.2 Rastreabilidade na cadeia de abastecimento

Nos últimos anos, o desvio de materiais, fruto de furtos, extravios e ou outras razões que causam diferença entre as quantidades reais e as quantidades reportadas no sistema ao longo da cadeia de abastecimento tornou-se um dos maiores problemas da indústria moderna. Como os métodos da logística tradicional não são suficientes para resolver essa problemática, a construção de sistemas de rastreabilidade tem se tornado cada vez mais necessário em todos os pontos da cadeia de abastecimento (Tian, 2016). Frederiksen e Bremner (2001) observam que aplicação de sistema de rastreamento apoiados em sistemas eletrônicos são fáceis de implementar numa organização e estes proporcionam um melhor funcionamento nas diversas funções da organização. Bollen, Riden e Opara (2006) afirmam que as melhorias no sistema de rastreamento permitem obter melhorias nos sistemas de gestão da cadeia de abastecimento.

Rastreamento é um conceito moderno que consiste em fazer um acompanhamento, em tempo real ou não, da rota de um produto desde a chegada das matérias-primas que compõem o mesmo até a sua chegada aos consumidores finais, documentando todos os processos efetuados ao longo dessa rota através de técnicas manuais executadas por colaboradores ou sistemas informáticos, com ou sem a intervenção de colaboradores (Ene, 2013). Para Xiaojun e Dong (2006), o rastreamento pode ser usado para realizar o planejamento e a programação da produção de uma maneira mais eficiente, reduzindo assim significativamente o desperdício e garantindo o uso ideal de matérias-primas ao longo do processo. Canavari, Centonze, Hingley e Spadoni (2010) olham para a rastreabilidade como uma estratégia competitiva das empresas, aumentando a coordenação da empresa na cadeia de abastecimento.

É importante salientar que a rastreabilidade não é propriamente o produto ou as informações contidas nos produtos, mas sim uma ferramenta ou conjunto de ferramentas que gerem estas informações de modo a tornar possível localizar com uma determinada precisão o produto em qualquer ponto da cadeia de abastecimento (Donnelly & Olsen, 2012).

De forma resumida, pode definir-se o conceito de rastreabilidade como um sistema que recolhe informações sobre um produto ao longo da cadeia de abastecimento, utilizando ferramentas e colaboradores para armazenar e trocar informações entre diferentes pontos da cadeia de abastecimento de modo a controlar os processos de transportes, armazenamento e gestão de *stock* e produção, entre outros, com agilidade e eficiência.

Dois tipos de rastreamento foram definidos por Moe (1998); o rastreamento interno e o rastreamento em cadeia. O rastreamento interno refere-se à capacidade de rastrear informações sobre a matéria-prima, produtos intermédios e acabados e dos processos a que os mesmos são submetidos dentro de uma empresa. O rastreamento em cadeia é definido como a capacidade para rastrear informações sobre os produtos através de diferentes pontos da cadeia de abastecimento.

Mishra et al. (2018), porém, definiram três tipos de rastreamentos relativos a:

- Atividades internas da empresa;
- Ao longo da cadeia de abastecimento;
- Dentro de um setor.

Para Mishra et al. (2018), a definição de rastreamento de atividades internas da empresa é exatamente a mesma referida por Moe (1998) para o rastreamento interno. No entanto, o rastreamento em cadeia, definido por Moe (1998), engloba os dois outros tipos de rastreamento definidos por Mishra et al. (2018).

2.2.1 Nível de granularidade

Com a introdução do conceito de rastreabilidade em cadeia de abastecimento, Opara e Mazaud (2001) levantaram uma questão central em torno da rastreabilidade – *qual é a unidade a rastrear?* Os autores responderam a esta questão, concluindo que o tamanho da unidade a rastrear afeta diretamente a precisão de rastreabilidade do produto, introduzindo um novo conceito denominado nível de granularidade nos sistemas de rastreabilidade (Karlsen, Dreyer, Olsen, & Elvevoll, 2013).

Para obter uma maior precisão no rastreamento de um objeto, é necessária a utilização de um nível de granularidade mais fino. O que vai definir o tamanho de uma unidade rastreável são as informações rastreáveis que serão aplicadas no mesmo (Moe, 1998). Níveis de granularidade mais volumosos são utilizados quando não há necessidade de obter informações com uma elevada precisão ou quando os requisitos a controlar no processo de produção são menos rigorosos. Assim, o nível de granularidade depende da necessidade interna e externa da organização em termo de informações a rastrear.

2.2.2 Custos do rastreamento

Ao construir um sistema de rastreamento, a organização primeiramente deve definir muito bem os objetivos que pretende alcançar com o mesmo e o grau de eficiência pretendido, e analisar os custos

através de estudos feitos sobre diferentes sistemas de rastreabilidade existentes no mercado (FMRIC, 2008).

Os custos de implementação de um sistema de rastreamento dependem de vários fatores, tais como, o ambiente regulatório, o tamanho da organização, as características dos produtos e do sistema de produção, a estrutura e a complexidade da cadeia de abastecimento e a quantidade de informação que se pretende ou se precisa armazenar e gerir (Asioli, Boecker, & Canavari, 2012). Meuwissen e Hogeveen (2003) classificam os custos de rastreabilidade em custos de implementação e custos de manutenção e operação. Estes custos, por sua vez, estão divididos em diferentes categorias tal como se ilustra na Tabela 1.

Tabela 1 - Categorias de custos de rastreabilidade (Asioli *et al.*, 2012)

CATEGORIA	IMPLEMENTAÇÃO	MANUTENÇÃO/OPERAÇÃO
Tempo e Esforço	Investigação/Processamento da informação	Abrandamento/interrupção de operações; relatórios adicionais
Equipamentos e <i>software</i>	Compra de novo equipamento e instalação	Atualizações e contratos de serviço
Formação	Extensivo, abrangente	Contínua (para novos funcionários)
Consultores externos	Para escolha/design do sistema	Para desafios específicos
Materiais	Mudar para novos materiais	Etiquetas/embalagens
Certificações e auditorias	Auditorias/Certificações iniciais	Repetir auditorias/certificação

O custo de formação dos colaboradores não é apenas um custo de implementação, uma vez que a empresa será obrigada a proporcionar formação para os colaboradores sempre que houver uma atualização do *software* do sistema de rastreamento (Asioli *et al.*, 2012). Os custos de manutenção e ou operação, em termos de materiais, estão associados à utilização de paletes, caixas e etiquetas (Stuller & Rickard, 2008).

2.2.3 Sistemas de identificação automática

Numa organização, os computadores são utilizados para inserir, processar, analisar e exibir informações sobre produtos que se movimentam de acordo com as necessidades da logística dessa organização. Inserir informações sobre estes produtos (que se encontram em movimento) obriga, muitas vezes, a realizar uma entrada repetida de dados, o que torna complicado a execução desta tarefa, além de cara e propensa a constantes erros (McFarlane & Sheffi, 2003). Para solucionar estas problemáticas, vários sistemas automatizados, para executar entradas e saídas de dados, foram desenvolvidos: são os chamados sistemas de identificação automática (SIA). As tecnologias para identificação automática variam desde etiquetas de plástico ou papel anexadas, códigos de barras, cartões de banda magnética, cartões inteligentes, impressões digitais e identificação por radiofrequência. O código de barras e a radiofrequência são as tecnologias mais usuais (Kaakkurivaara, 2019).

O código de barras é uma etiqueta eletrônica que se anexa ao produto que se pretende identificar e rastrear, contendo todas as informações sobre o mesmo, permitindo assim a sua identificação e a troca de informação entre diferentes pontos da cadeia de abastecimento (ByteScout, 2014). Inicialmente, nos Estados Unidos da América, adotou-se o código *Universal Product Code* (UPC) para criar um esquema normalizado de codificação aberto para todos os fabricantes de equipamentos utilizarem, e serem adotados também por todos fornecedores e fabricantes (Aguirre, 2008). O sistema de normalização mais usado atualmente é o GS1 que é resultado da junção do sistema *United Code Council* (UCC), usado nos EUA e Canada, e o sistema *European Article Numbering* (EAN), usado inicialmente na Europa (Moura, 2006).

Karrach e Pivarciova (2018) classificam o código de barras em dois grupos: os códigos 1-D e os códigos 2-D. Os códigos 1-D (Figura 2) são os mais tradicionais, formados por barras pretas verticais de várias espessuras intercaladas por espaços brancos. Os códigos de barras mais usuais são os EAN e resultam de uma evolução do UPC dos primeiros sistemas criados nos EUA (Moura, 2006).



Figura 2 - Exemplo de um código de barra 1-D

Os códigos de barras 2-D são já atualmente amplamente utilizados na marcação dos produtos nos processos de armazenamento, produção, distribuição e vendas. Têm uma estrutura de matriz muito compacta, mas que permite armazenar uma grande quantidade de informações (um número máximo de 3750 caracteres), em uma área muito pequena quando comparada com os códigos de barras 1-D convencionais (com uma capacidade máxima para 50 caracteres). Os códigos de barras 2-D são representados pelos famosos *QR codes* ou *data matrix* (Figura 3).



Figura 3 - Exemplo de um código de barras 2-D (*QR code*)

O código tradicional EAN é composto por 13 dígitos que facilitam o rastreio do produto ao longo de toda a cadeia de abastecimento. Os subconjuntos destes dígitos identificam o país de origem, a empresa, o número do produto (atribuído pelo fabricante) e o número de controlo (do código). A Figura 4 ilustra como são representados estes números (conjunto de dígitos) e as suas respetivas posições no código tradicional EAN. Note-se que este código numérico representa univocamente (e universalmente), quer em termos de barras (código de barras 1-D), quer através do código 2-D, um determinado produto. Claro, o respetivo código 2-D representa também todo um conjunto mais vasto de informação associado ao produto.



Figura 4 - Estrutura do código EAN (exemplo)

2.3 Tecnologias e sistemas RFID

RFID é a sigla de *Radio Frequency Identification*, que em português pode ser traduzido por identificação por radiofrequência. É um sistema que utiliza ondas de rádio para identificar de forma automática pessoas, animais ou objetos (Liukkonen, 2015). Para identificar o objeto, normalmente regista-se um número único de identificação denominado *Electronic Product Code* (EPC) e outras informações relevantes do objeto a um dispositivo denominado *tag* que é anexado a esse objeto (Khan, Sharma, & R, 2009). Diferentemente de outros sistemas de identificação, a tecnologia RFID não necessita de uma linha de visão direta com o objeto para o poder identificar, podendo também este sistema fazer a leitura simultânea de múltiplos objetos (Ahsan, Shah, & Kingston, 2010).

Os sistemas RFID funcionam em várias frequências diferentes, nomeadamente 125KHz, 13,56MHz, 2,45 GHz e 5,8 GHz e para UHF 860-950 MHz. As *tags* de baixa frequência (LF) funcionam ao longo das frequências de 120KHz-140KHz, enquanto as altas frequências funcionam numa frequência de 13,56MHz. As *tags* de ultra alta frequência funcionam ao longo das frequências de 860-950MHz. As *tags* de baixa frequência são menos caras e usam menos energia, porém as *tags* de alta e ultra alta frequência, apesar de serem mais caras e precisarem de mais energia para funcionarem, têm melhores intervalos e transferem os dados com maior rapidez (Mehrjerdi, 2014).

2.3.1 Evolução histórica

O sistema RFID teve a sua origem na tecnologia de radiofrequência utilizada na Segunda Grande Guerra Mundial por vários países para identificar aeronaves. Países como a Alemanha, Japão, EUA e a Grã-Bretanha usavam o radar para detetar a aproximação de aeronaves a dada distância. O grande problema era a impossibilidade de identificar as aeronaves aliadas e as aeronaves inimigas. Então, para solucionar essa problemática, os Britânicos criaram o primeiro sistema ativo de identificação, colocando transmissores nas suas aeronaves, de modo que, ao receberem um sinal do radar das estações terrestres, as aeronaves devolviam um sinal que as identificava (Junta de Castilla y León, 2007)

Nas décadas de 50 e 60 do século XX, houve alguns avanços no estudo de radares e sistemas de comunicação por radiofrequência. Vários académicos americanos, europeus e japoneses realizaram investigações sobre como a energia de radiofrequência podia permitir a identificação de objetos. Foi apenas em 1973, nos EUA, que foi patenteada (por Mario Cardillo) a primeira *tag* RFID ativa com memória regravável. Nesta mesma década, o governo dos EUA estava a trabalhar no desenvolvimento de sistemas RFID para o rastreamento de materiais nucleares, gado bovino, entre outros.

Com o passar do tempo, muitas empresas começaram a comercializar sistemas de radiofrequência de 125KHz, os chamados *low frequency* e, posteriormente, sistemas de alta frequência (13.56MHz). No princípio dos anos 90, a IBM patenteou o sistema RFID UHF (*ultra high-frequency*).

Em 1999, a UC, EAN, Protect & Gambley e a Gillette uniram-se para fundar o auto ID Center no Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), o qual deu um grande impulso à tecnologia RFID UHF, uma vez que o MIT estudou a possibilidade de anexar um *tag* a um produto e rastreá-lo ao longo de toda a cadeia de abastecimento.

A Tabela 2 mostra um breve resumo da evolução histórica da tecnologia RFID ao longo dos anos.

Tabela 2 - Resumo da evolução histórica da tecnologia RFID

DÉCADAS	EVENTOS
1940-1950	Define-se e usa-se o radar. Esforços de desenvolvimento na Segunda Grande Guerra Mundial. RFID é inventado em 1948.
1950-1960	Primeiras investigações em laboratório sobre a tecnologia RFID. Experiências em laboratório.
1960-1970	Desenvolvimento da teoria de RFID Primeiras provas de campo
1970-1980	Explosão do desenvolvimento do RFID. Aceleraram-se os testes com RFID. Primeiras implementações adaptadas com RFID.
1980-1990	Aplicações comerciais de RFID tornam-se importantes.
1990-2000	Surgem os <i>standards</i> da tecnologia RFID. RFID descola mais amplamente.
2000-2010	Aparecem aplicações inovadoras. Combinação de RFID com serviços pessoais; RFID subcutâneo para animais e humanos. RFID passa a fazer parte da vida diária.

2.3.2 Composição de um sistema RFID

Um sistema RFID (Figura 5), é normalmente constituído por 3 componentes: uma *tag* (*transponder*) que consiste numa etiqueta anexada ao objeto a ser rastreado; um leitor e as suas antenas que se comunicam

com a *tag*, identificando e processando os dados de interesse a transferir; um servidor *middleware* que é responsável por gerir as informações recolhidas pelo leitor e interagir com os sistema informático existente na empresa (Finkenzeller & Waddington, 2003)



Figura 5 - Arquitetura de um sistema RFID

2.3.3 Tag RFID

Um *tag* RFID (Figura 6) é uma etiqueta constituída por um chip e uma antena. O chip tem uma memória e um circuito eletrónico que lhe permite receber e enviar dados ao leitor e à antena, receber sinal do leitor RFID e, depois, retrodifundir o sinal com os dados necessários, permitindo, desta maneira, a identificação do objeto (Khan et al., 2009). Estas etiquetas podem ter diferentes formatos (rígido, flexível, adesivo, etc.), diferentes funcionalidades, diferentes *standards* e, conseqüentemente, diferentes preços. A escolha da *tag* a implementar dependerá do investimento disponível e da necessidade da aplicação em termos dos fatores técnicos e ou funcionais referidos.

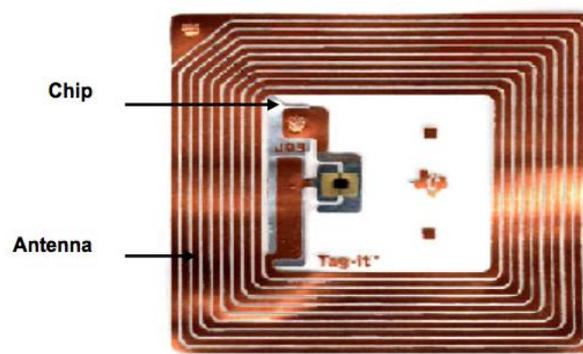


Figura 6 - Ilustração de um tag RFID

Existem três tipos de *tags*, dependendo da fonte de energia que utilizam para transmitir a resposta. As *tags* podem ser passivas se não tiverem uma fonte própria de alimentação, semi-passivas se utilizarem uma pequena bateria associada, e ativas se tiverem a sua própria fonte de alimentação.

As *tags* passivas usam a energia proveniente dos sinais de radio dos leitores que induzem uma corrente na etiqueta da antena, usando um acoplamento indutivo ou captura eletromagnéticas. Estas *tags* são os mais baratas (por não possuírem baterias), mas, em contrapartida, o seu alcance de leitura é muito baixo, podendo ser inferior a 3 metros.

As *tags* semi-passivas, por sua vez, usam uma bateria para operação em espera de um chip, mas extraem energia do leitor durante as sessões de comunicação ativas.

As *tags* ativas usam uma bateria, um chip e uma pequena antena nela embutida. Estas *tags* possuem fonte própria de energia (Asif & Mandviwalla, 2005). A Tabela 3 reporta as características e as diferenças entre os tipos de *tags* RFID.

Tabela 3 - Tipos de tags RFID

	Tags ativas	Tags semi-passivas	Tags passivas
Energia	Utilizam bateria	Utilizam bateria para ligar, mas necessitam de energia do leitor para enviar informações	Sem energia interna
Sinal de transmissão	Forte	Moderado	Fraco
Disponibilidade da energia da tag	Contínua	Apenas quando ao alcance do leitor	Apenas quando ao alcance do leitor
Força requerida do leitor para a tag	Muito baixa	Moderada	Muito alta
Alcance (metros)	> 100	< 100	< 3
Custo (EUR)	Alto (11-75)	Médio	Baixo (0,11-3,75)

Os chips das *tags* podem ser de leitura e escrita (*read-write*) ou apenas de leitura (*read-only*). Nas tags de leitura e escrita as informações podem ser incorporadas no chip de leitura e escrita, o que é muito mais caro. Por esta razão, este tipo de chip utiliza-se preferencialmente em produtos com maior valor.

Os chips de leitura apenas, por sua vez, são mais baratos e mais utilizados, particularmente nos sistemas de rastreamento (Angeles, 2005).

2.3.4 Leitores RFID

Os leitores funcionam como local central para os sistemas RFID. Estes são utilizados para fazer a leitura dos dados contidos em uma *tag* através das antenas RFID embutidas na mesma, em uma determinada frequência. O leitor é um aparelho eletrônico que emite e recebe ondas de radio (Figura 7). O objetivo destes leitores é coletar ou gravar dados na etiqueta e passa-los para o computador (Ahsan et al., 2010). Estes leitores podem ser fixos ou móveis, de acordo com a necessidade da empresa. Os leitores não precisam de uma linha direta de visão para fazer a leitura das *tags* RFID.



Figura 7- Leitor móvel RFID

2.3.5 Benefícios da tecnologia RFID nas cadeias de abastecimento

Chuang e Barnes (2010) identificaram os seguintes doze potenciais benefícios para a cadeia de abastecimento das empresas com a implementação do sistema RFID:

- Redução de extravio de material ou produto;
- Redução na utilização de material;
- Maior precisão dos dados;
- Gestão mais ágil de exceções;
- Maior partilha de informações;
- Melhor rastreamento da produção e de produtos;

- Melhor controle da qualidade dos processos;
- Maior oferta e continuidade da produção;
- Redução de custos com recursos humanos;
- Maior utilização do espaço;
- Maior controle em tempo real das compras, *stock* e vendas;
- Redução dos desvios de *stocks* e custos com *stocks*.

2.3.6 Fatores que influenciam a implementação do sistema RFID

Apesar do elevado nível de fiabilidade dos sistemas RFID, diversos fatores influenciam negativamente o seu funcionamento. Estes fatores podem afetar parcialmente ou comprometer todo o funcionamento do sistema. Todos estes fatores influenciam de maneira crítica em aspetos como a distância, ângulo de leitura e número de *tags* que podem ser lidas simultaneamente (velocidade de leitura) (Junta de Castilla y León, 2007).

Os principais fatores críticos na implementação de um sistema RFID são os seguintes:

- A potência de transmissão é um fator que influencia bastante o funcionamento dos sistemas RFID, uma vez que, quanto maior a potência, maiores serão a distância e o ângulo de leitura;
- O tamanho da antena é um fator decisivo na distância de leitura. Geralmente, quanto maior for a antena, maior será a distância que pode alcançar; no caso da antena do leitor, maior será o campo magnético gerado. O tamanho das antenas nas *tags* também é determinante para a distância. No caso das *tags* passivas, o tamanho da antena determina a quantidade de corrente conduzida que afeta diretamente a potência e, conseqüentemente, a distância de resposta;
- O tamanho e o tipo das *tags* também influenciam o funcionamento dos sistemas RFID. Normalmente, as *tags* com um maior tamanho também possuem antenas maiores que afetam diretamente a distância de leitura. Por outro lado, existem diferentes formatos de antenas, principalmente em *tags* UHF que utilizam antenas do tipo dipolo, sendo que diferentes formatos originam diferentes comportamentos;
- A frequência de trabalho é dos fatores mais importantes, uma vez que a seleção da frequência definirá as características do sistema. Assim, as frequências baixas limitam o sistema na distância e na simultaneidade de leitura, mas proporcionam um melhor funcionamento em

ambientes húmidos. Já as altas frequências possuem uma maior velocidade e distância de leitura, mas são bastante afetadas pelos ambientes húmidos;

- O ambiente de trabalho também influencia o funcionamento dos sistemas RFID. Ambientes húmidos, metálicos ou com interferências eletromagnéticas influenciam negativamente o comportamento de um sistema RFID;
- Os materiais sobre os quais se trabalha são igualmente determinantes na seleção do sistema a utilizar (frequência, tipo de *tags*, tamanho das *tags*). Os materiais líquidos e metálicos influenciam negativamente o comportamento dos sistemas, pelo que é necessário fazer um estudo de viabilidade quando se pretende fazer a implementação de um sistema de identificação por radiofrequência em empresas que trabalham com estes tipos de materiais;
- A posição das *tags* influencia tanto a distância de leitura como a simultaneidade de leitura devido às propriedades físicas das ondas. Dependendo da posição da *tag*, o campo magnético pode conduzir maior ou menor corrente elétrica na *tag*;
- A proximidade entre dois ou mais leitores também podem influenciar o comportamento do sistema RFID, já que vários leitores podem “interrogar” a mesma *tag*, o que é denominado como colisão. Nestas circunstâncias, são aplicados os protocolos anti-colisão, o que diminui consideravelmente a velocidade de leitura. Esta proximidade também provoca perturbações eletromagnéticas que influenciam negativamente a distância de leitura.

A Tabela 4 mostra a relação dos fatores críticos com as propriedades do sistema RFID sobre as quais influenciam.

Tabela 4 - Fatores que influenciam o comportamento de um sistema RFID (Junta de Castilla y León, 2007)

FATOR	Distância de leitura	Ângulo de leitura	Simultaneidade de leitura
Potência de transmissão	Sim	Sim	Não
Tamanho da antena	Sim	Não	Não
Padrões de radiação da antena	Sim	Sim	Não
Tamanho, tipo e estado da tag	Sim	Sim	Sim
Frequência de trabalho	Sim	Sim	Sim
Ambiente de trabalho	Sim	Não	Sim
Materiais sobre os quais se trabalha	Sim	Sim	Sim
Posições das tags em momentos de leitura e ou escrita	Sim	Sim	Não
Proximidade entre leitores distintos	Sim	Não	Sim

2.3.7 RFID *versus* código de barras

A tecnologia RFID utiliza apenas sinais de ondas eletromagnéticas para identificar os objetos, obtendo os dados mais relevantes deste objeto. Esta tecnologia possui muitas vantagens quando comparada com os códigos de barras que atualmente são mais usuais no mercado (Yue, Wu, Hao, & Bai, 2011). Mas, como todas outras tecnologias, os sistemas RFID não possuem apenas vantagens, visto que a tecnologia RFID precisa superar um conjunto de obstáculos para alcançar um *standard* mundial. Atualmente, não existe homogeneidade na fabricação de máquinas, etiquetas e aplicações. Normalmente, é feita uma análise SWOT (forças e fraquezas) para ajudar no processo de seleção da tecnologia a implementar em uma determinada empresa, prevalecendo normalmente aquela que acrescenta mais valor face aos objetivos da empresa. A Tabela 5 apresenta uma comparação entre as duas tecnologias em diversos aspectos.

Tabela 5 - RFID *versus* código de barras

Característica	EPC (RFID)	Código de barras
Rácio de Leitura	Muitas <i>tags</i> podem ser lidas simultaneamente	Lida uma <i>tag</i> de cada vez
Linha direta com o leitor	Não é necessário	É necessário
Leitura em movimento	Possível	Impossível
Necessidade de intervenção de humana	Não é necessário, pois a leitura é automática	É necessário para a leitura dos códigos de barras
Capacidade de leitura e escrita	Leitura e escrita	Apenas leitura
Durabilidade	Alta; pode ser usada em situações adversas	Baixa; não pode ser aplicada em ambientes gordurosos
Segurança	Elevada	Baixa

A diferença mais importante é que a tecnologia de código de barras é uma tecnologia ótica, enquanto a tecnologia RFID funciona com ondas de radio, o que lhe permite identificar o material sem necessidade de o leitor estar em uma linha direta de visão com a *tag*. A tecnologia RFID é também muito mais versátil, o que permite implementar novas aplicações que não são possíveis com os códigos de barras, e também promovem maior segurança.

Para a Junta de Castilla y León (2007), a combinação das duas tecnologias promove um sistema mais eficaz e mais barato.

2.4 Análise da viabilidade de projetos de inovação

Para evitar riscos desnecessários, aplicam-se técnicas de análise de viabilidade económico-financeira amplamente conhecidas (MaCedo, De Albuquerque, & Morales, 2017). A análise financeira de um projeto de inovação tem como objetivo avaliar o impacto gerado nas operações financeiras de uma organização quando se implementa um projeto. Assim sendo, esta avaliação serve como um dos principais critérios na tomada de decisão por parte dos gestores, de modo a evitar riscos financeiros desnecessários ou mitigar o impacto negativo deste projeto na organização. Para Oldcorn e Parker (1995), o objetivo da avaliação financeira é examinar, de uma forma quantitativa através de cálculos, se uma proposta estratégica deve ser levada adiante.

Existem vários métodos de avaliação financeira de projetos de inovação, mas Oldcorn e Parker (1995) concentram a sua avaliação em apenas três indicadores:

- A taxa de retorno do capital investido;
- O período de recuperação do capital investido (*payback*); e
- O fluxo de caixa descontado.

A avaliação de projetos de inovação confirma a necessidade de um conjunto de regras para determinar os parâmetros de viabilidade do investimento através dos métodos citados acima e propõem-se como os principais indicadores de avaliação de projeto as seguintes:

- Valor atual líquido (VAL);
- Taxa interna de retorno (TIR);
- Período de recuperação do capital investido (*payback*).

2.4.1 Valor atual líquido

O valor líquido representa o valor que o investimento irá gerar utilizando o fluxo de caixa (FC). Por este motivo, o valor líquido é o indicador mais utilizado em avaliação financeira. Oldcorn e Parker (1995) definem o VAL como a diferença entre a soma de fluxos de caixa atualizados e a soma dos custos operacionais e custos de investimentos atualizados, durante a exploração do projeto. Este método tem a grande vantagem de calcular o valor presente do investimento somando os fluxos de caixa atualizados por cada período. Este método ainda permite determinar o projeto mais atraente, de entre vários projetos com períodos de recuperação e taxa de investimento iguais (Florentina, Faria, Matos, & Almeida, n.d.).

Utilizando o critério do VAL, é possível determinar os projetos a aceitar ou a rejeitar por uma organização, sendo aceite quando o VAL do projeto em causa apresentar um valor positivo, uma vez que, assim, representa uma criação de valor para os investidores, ou seja, permite aos investidores recuperar o investimento efetuado e ainda obter um excedente monetário. Por outro lado, deve rejeitar-se um projeto quando o mesmo apresentar um VAL negativo.

Graves e Ringuest (2003) explicam a importância, na avaliação de rentabilidade, de calcular o grau de risco com o qual o projeto vai gerar lucros propostos durante o período de exploração. Para o cálculo do VAL é necessário saber a taxa de desconto, também denominado como custo de capital de uma dada empresa. O custo de capital é o retorno esperado pelo investidor quanto ao seu capital investido (Canassa & Costa, 2016). Também pode ser definido como a taxa mínima que a empresa precisa obter com as suas atividades (TMA).

O VAL pode ser calculado através da Equação (1):

$$VAL = 0 = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t} - I_o \quad (1)$$

onde:

I_o é o investimento inicial

n é o número total de períodos da vida útil do projeto;

t é o número do período;

CF_t é o *cash-flow*, positivo ou negativo, gerado pelo projeto no período t .

2.4.2 Taxa interna de retorno

O VAL e a TIR são métodos que utilizam o fluxo de caixa descontado a uma determinada taxa. Esta taxa é denominada como taxa mínima de atratividade (TMA), ou seja, é o retorno mínimo para o projeto de investimento (Schroeder, Schroeder, Costa, & Shinoda, 2005). Assim sendo, quando a TIR de um projeto de investimento for maior que a TMA, considera-se um projeto viável, e não viável quando a TIR é menor em relação à TMA. Ainda há uma possibilidade de o valor da TIR ser exatamente igual à TMA; nestes casos, os gestores devem decidir se avançam ou não com o investimento, uma vez que não fica garantida a viabilidade ou a inviabilidade do projeto de investimento.

A Tabela 6 mostra a relação existente entre o VAL, a TIR e a TMA, fatores esses que, quando analisados em conjunto, determinam a viabilidade de um projeto de investimento.

Tabela 6 - Relação entre o VAL, a TIR e a TMA

TIR > TMA	VAL é positivo	O projeto de investimento é viável
TIR = TMA	VAL é igual a zero	A decisão fica para os gestores
TIR < TMA	VAL é negativo	O projeto de investimento não é viável

Acredita-se que, apesar das limitações como a dificuldade de mensurar, o custo de capital pode ser a melhor opção como TMA na avaliação de projetos de investimento. Assim sendo, independente da estratégia da empresa para a determinação da sua estrutura de capital, pode utilizar-se o custo de capital como a TMA.

2.4.3 Período de recuperação do capital investido (*payback*)

O critério do *payback* representa o tempo necessário para recuperar o investimento inicial, isto é, o número de períodos necessários para que a acumulação das entradas de caixa iguale o investimento inicial. Consoante o tipo de negócio, o período de recuperação pode ser expresso matematicamente pela Equação (2):

$$Payback = \frac{I_0}{CF_t} \quad (2)$$

onde:

I_0 é o investimento inicial;

CF_t é o *cash-flow*, positivo ou negativo, gerado pelo projeto no período t .

Os investidores procuram sempre ter um período de recuperação o mais curto possível, ou seja, quanto menor for o prazo para recuperar o capital investido, melhor.

No entanto, este critério apresenta uma desvantagem, visto que ele não assume o valor do dinheiro no tempo. Para ultrapassar essa problemática, introduziu-se um novo conceito de *payback*, nomeadamente o *payback* atualizado, uma vez que este *payback* utiliza fluxos de caixa atualizados, ou seja, ajustados ao risco e ao tempo. Assim, passou a existir dois tipos de *payback*: simples, para denominar o período de recuperação que não utiliza os valores do FC atualizados, e *payback* atualizado para aquele que utiliza os valores atualizados.

O cálculo do *payback* atualizado pode ser expresso matematicamente pela Equação (3):

$$Payback \text{ atualizado} = \frac{I_0}{\frac{CF_t}{(TMA)^t}} \quad (3)$$

É necessário notar que o cálculo do *payback* simples ou atualizado não oferece uma condição que sirva como critério para a determinação da viabilidade de um projeto de investimento, ou seja, caberá à empresa definir o número de anos para recuperar o capital investido.

2.4.4 Retorno do investimento

O retorno do investimento, normalmente conhecido pela sigla ROI (*Return on investment*) serve como critério para determinar o retorno financeiro de qualquer projeto de investimento. Em particular, o ROI quantifica a percentagem de retorno sobre o investimento inicial, e é calculado através da Equação (4):

$$ROI = \frac{\text{lucro} - I_0}{I_0} \times 100 \quad (4)$$

2.5 Síntese da revisão da literatura

Neste capítulo realizou-se o estudo do estado de arte no âmbito da cadeia de abastecimento, com maior ênfase na questão da rastreabilidade e nos sistemas de identificação automática. Nos sistemas de identificação automática, focou-se a atenção nos sistemas de identificação por radiofrequência (RFID), visto que o presente projeto prevê a implementação desta tecnologia na empresa.

Primeiramente, fez-se a introdução da temática da cadeia de abastecimento, sendo definida por vários autores como a relação existente entre fornecedores, fabricantes, distribuidores e clientes, onde existe troca de materiais e informações entre estes elementos. De seguida apresentou-se a temática da rastreabilidade na cadeia de abastecimento e os seus principais desafios. A necessidade de rastrear os produtos ao longo da cadeia de abastecimento tem vindo a aumentar, e com isso surge a necessidade de criar sistemas cada vez mais eficazes, de modo a permitir uma capacidade de antecipação por parte de qualquer elemento da cadeia de abastecimento. No entanto, os diferentes métodos de rastreamento representam custos, uns mais altos e outros mais baixos, dependendo do nível de granularidade exigida pelo sistema de rastreamento pretendido: sistema mais caro quando a rastreabilidade for mais fina (ao nível do item), e mais barato se a rastreabilidade for mais grossa (ao nível da caixa ou palete).

A implementação de sistemas RFID tem se tornado bastante comum em diversas áreas e em diversas organizações, com um especial destaque nas cadeias de abastecimento. Esta tecnologia em cadeia de abastecimento tem como objetivo eliminar ou mitigar problemas como: desvios de *stock*, falta de automatização nos processos de registos e movimentações dos materiais, falta de visibilidade em tempo

real e capacidade de leitura e escrita de várias *tags* RFID em simultâneo, retirando a necessidade de um contato visual direto com o leitor. Contudo, diversos atores apontam vários aspetos críticos na implantação da tecnologia RFID em ambiente industrial tais como: a falta de normalização, a dificuldade na gestão de enormes dados gerados, a partilha de informação entre diversos parceiros de negócios ao longo da cadeia de abastecimento e os elevados custos com a implementação desta tecnologia.

Tal como em qualquer projeto de inovação, esta tecnologia pode ser viável financeiramente ou não. Neste sentido, a última temática abordada neste capítulo foi a análise de viabilidade dos projetos, tendo-se concluído que se devem ter em conta os resultados combinados de alguns indicadores, nomeadamente: valor atual líquido (VAL), taxa mínima de atratividade (TMA), taxa interna retorno (TIR), período de retorno simples (*payback* simples), período de retorno atualizado (*payback* atualizado) e retorno do investimento (ROI).

3 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Este capítulo é dedicado à apresentação da Empresa onde foi realizada a dissertação. Inicialmente, é apresentado o Grupo WEG onde está inserida a empresa. Em seguida, é apresentada a divisão onde está integrada a empresa WEGEuro, e depois é apresentada a WEGeuro em Portugal e em particular em Santo Tirso onde foi realizado o projeto. Este capítulo também tem como objetivo apresentar os diversos fornecedores, clientes, produtos e a forma como está organizada a empresa, focando-se no departamento onde foi realizado o projeto, o departamento de logística.

3.1 O Grupo WEG

No dia 16 de setembro de 1961, Werner Ricardo Voigt, Eggon João da Silva e Geraldo Werninghaus fundaram a Eletromotores, na cidade brasileira do Jaraguá do Sul. O grupo WEG iniciou as suas atividades na produção de motores elétricos, sendo que, a partir da década de 80, expandiu as suas atividades para a automação industrial, transformadores de força e distribuição, tintas líquidas e em pó e vernizes eletro-isolantes. Atualmente, a WEG conta com 34 filiais espalhadas pelo mundo, e distribuidores e agentes em mais de 90 países (Figura 8).

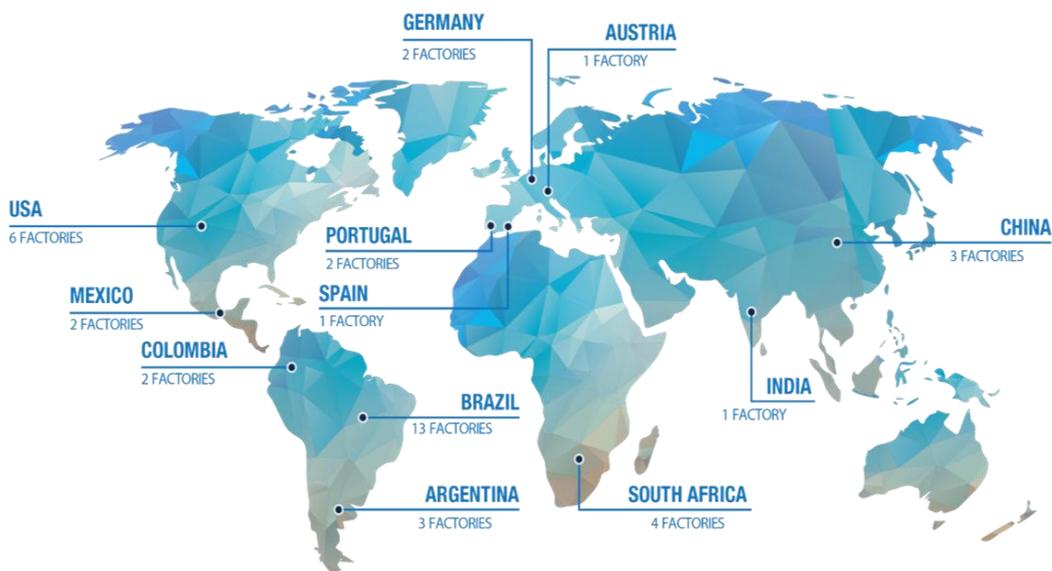


Figura 8 – O Grupo WEG no mundo

A WEG personaliza projetos, fabricando motores que são exportados pelos cinco continentes. A solução de engenharia, para sistemas simples e complexos, possibilita a construção de máquinas que atendem as especificações dos clientes.

A WEG tem como lema manter a WEG perto dos clientes, uma vez que o objetivo é estar perto dos clientes, independentemente da proximidade geográfica, ou seja, estabelecer parcerias, aconselhar e apoiar ativamente os seus clientes. Para cumprir este objetivo, a WEG estabeleceu quatro pontos essenciais, nomeadamente flexibilidade, inovação, tempo de entrega reduzido e assistência aos clientes.

Atualmente, as principais áreas de negócios da WEG são: motores e energia, soluções de automação, tintas e tecnologia & desenvolvimento (Figura 9), sendo que as unidades da Maia e de Santo Tirso se dedicam à produção de motores, uma pequena produção de soluções de automação e a revenda de produtos produzidos pelas outras filiais produtivas do Grupo.

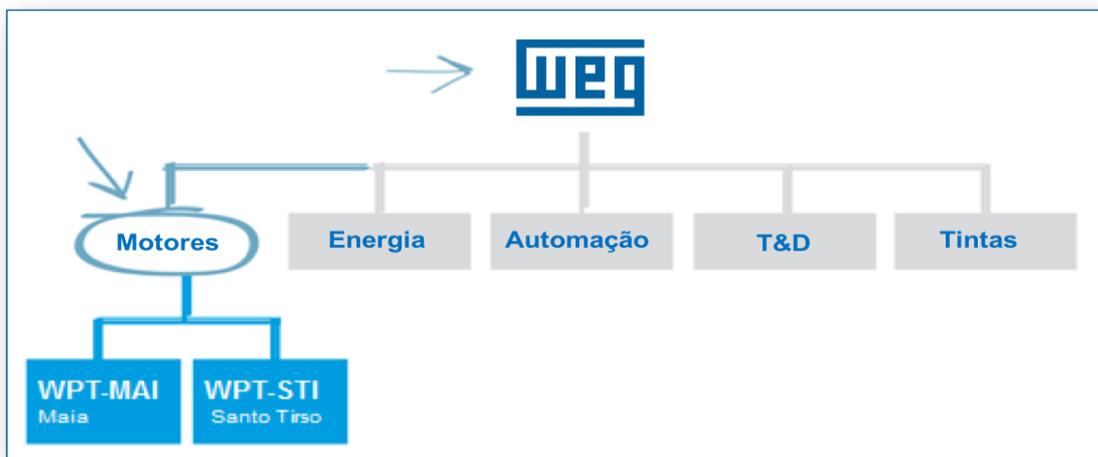


Figura 9 - Áreas de negócio do Grupo WEG

3.2 WEGEuro

O grupo WEG escolheu Portugal como porta de entrada para a Europa, quando em 2002 comprou a unidade de Motores da EFACEC motores na Maia. Portugal foi o país escolhido por questões geográficas, visto que existem em Portugal linhas regulares de cargas marítimas com ligação à América, África, Ásia e Médio Oriente, com excelentes opções de transporte que proporcionam uma maior flexibilidade e prazos de entregas mais curtos aos seus clientes. Também se teve em conta questões de cultura e afinidade, uma vez que ambos os países (Portugal e Brasil) falam o português o que permitiria uma facilidade na transferência de tecnologia e ainda, não menos importante, o facto de 42% da população

portuguesa falar uma segunda língua (o Inglês) que é considerada por muitos a língua do mundo dos negócios.

3.3 WEGEuro em Portugal

Atualmente, o Grupo WEG conta com duas fábricas em Portugal, uma fábrica na Maia (Figura 10) e outra em Santo Tirso (Figura 11). A presente dissertação foi realizada na fábrica de Santo Tirso. Esta fábrica inaugurada em 2018 no âmbito da expansão da WEGEuro em Portugal com o intuito de aumentar a eficácia no fornecimento e aumentar a produtividade em operações industriais.



Figura 10 - Fábrica da WEGEuro na Maia



Figura 11 - Fábrica da WEGEuro em Santo Tirso

A fábrica de Santo Tirso produz motores de baixa tensão com potências até 660KW e tensão até 1140V. Esta fábrica produz motores para stock e tem uma capacidade semanal de 220 motores. É nesta fábrica onde se situa o armazém central da WEG em Portugal, visto que, é nela onde se recebem os contentores vindo do seu principal fornecedor que é a casa mãe do Brasil. Esta fábrica da WEGEuro em Portugal e tem uma área de 43.364 m^2 .

3.3.1 Fornecedores

A WEGEuro Elétrica tem como seu maior fornecedor, a WEG Brasil e a WEG China. Quase todos os materiais necessários para o fabrico dos motores são provenientes do Brasil e da China. Alguns materiais com menores custos de aquisição são provenientes de fornecedores nacionais e têm ainda fornecedores europeus onde compra cobre e rolamentos.

3.3.2 Produtos

A gama de produtos que a WEGEuro Elétrica de Santo Tirso fabrica e fornece são apenas motores de baixa tensão. Para além disso, revende também algum material elétrico.



Figura 12- Gama de produtos WEGEuro Indústria Elétrica, SA de Santo Tirso

3.3.3 Clientes

A WEGEuro Elétrica de Santo Tirso vende os seus produtos para diversos clientes, sendo alguns dos seus principais clientes outras fábricas do grupo WEG como é o caso da *WEGibéria* e a *WEGgermany*. A Figura 13 apresenta alguns dos principais clientes nacionais e internacionais da WEGEuro Indústria Elétrica SA de Santo Tirso.



Figura 13 - Clientes da WEG Santo Tirso (STR)

3.3.4 Estrutura organizacional

A WEGEuro em Portugal divide-se em vários departamentos e sessões devido à sua grande dimensão com cerca de 700 colaboradores. O presente projeto foi realizado no departamento de logística, mais concretamente na seção de PCP-STR e na secção de Logística Industrial e Revenda STR (Figura 14).

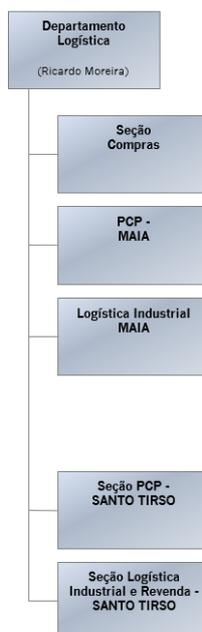


Figura 14 - Estrutura organizacional da área de logística da WEGEuro Portugal

O departamento de logística está dividido em várias seções:

- Compras – responsável pelas compras e acompanhamento das mesmas até chegar ao departamento que as requisita;
- PCP MAIA – Responsável pelo planeamento, programação e controlo de todas as ordens de produção até chegar a expedição à unidade da Maia;
- Logística Industrial MAIA – responsável pelo controlo de todas movimentações dos materiais na unidade da Maia;
- PCP STR – responsável pelo planeamento, programação e controlo de todas as ordens de produção na unidade de Santo Tirso;
- Logística Industrial e Revenda STR – responsável pelo controlo de todas as movimentações dos materiais e produtos para revenda na unidade de Santo Tirso.

4 SITUAÇÃO ATUAL DO SISTEMA DE RASTREAMENTO DE ARTIGOS E PRODUTOS

O presente capítulo está dividido em quatro secções: caracterização da logística interna atual, fluxo de material, fluxo de informação e identificação de problemas. Na primeira secção são apresentadas as diversas áreas operacionais, descrevendo a logística interna, categorizando-se a matéria-prima e, por fim, descrevendo-se os sistemas de informação responsáveis pela rastreabilidade na logística interna atual. Na segunda secção descreve-se detalhadamente os fluxos de material, desde as matérias-primas até os produtos acabados, seguindo-se a descrição do fluxo de informação e os respetivos processos atuais de rastreamento. A última ocupa-se da análise e diagnóstico da logística interna atual, identificando-se assim os principais problemas de rastreabilidade e outros que foram detetados.

4.1 Caracterização da logística interna atual

4.1.1 Layout geral das áreas operacionais e cadeia de abastecimento interna

A produção de motores na WEGEuro em Santo Tirso é feita em diversas fases, sendo que diferentes linhas de produção são responsáveis pela produção de diferentes componentes. Estes componentes são depois reunidos de acordo com a ordem de produção e encaminhados para a montagem final, dependendo da sua complexidade, onde se efetua o processo de montagem e, posteriormente, os processos de pintura, inspeção, e embalagem, e, por fim, o encaminhamento para a expedição.

As Figura 15 e a Figura 16 apresentam as áreas operacionais da WEGEuro na unidade de Santo Tirso, com a identificação de cada uma delas. Na Figura 15 são apresentadas as áreas de receção e armazenamento da matéria-prima, em particular:

- Receção de material – área onde são descarregados e registados os materiais;
- IDO3 – área onde são postas as caixas com materiais, de modo a aguardar a altura certa para serem abertas, retirar o material neles contidos e arrumar no armazém;
- Armazém principal – o RS03 é o armazém principal de matéria-prima e produtos acabados provenientes do Brasil e China (produtos para revenda). Está dividido em duas áreas, uma para a matéria-prima e outra para revenda;

- Área do Aço – área onde são armazenados e cortados, nas medidas necessárias, as longas barras de aços.

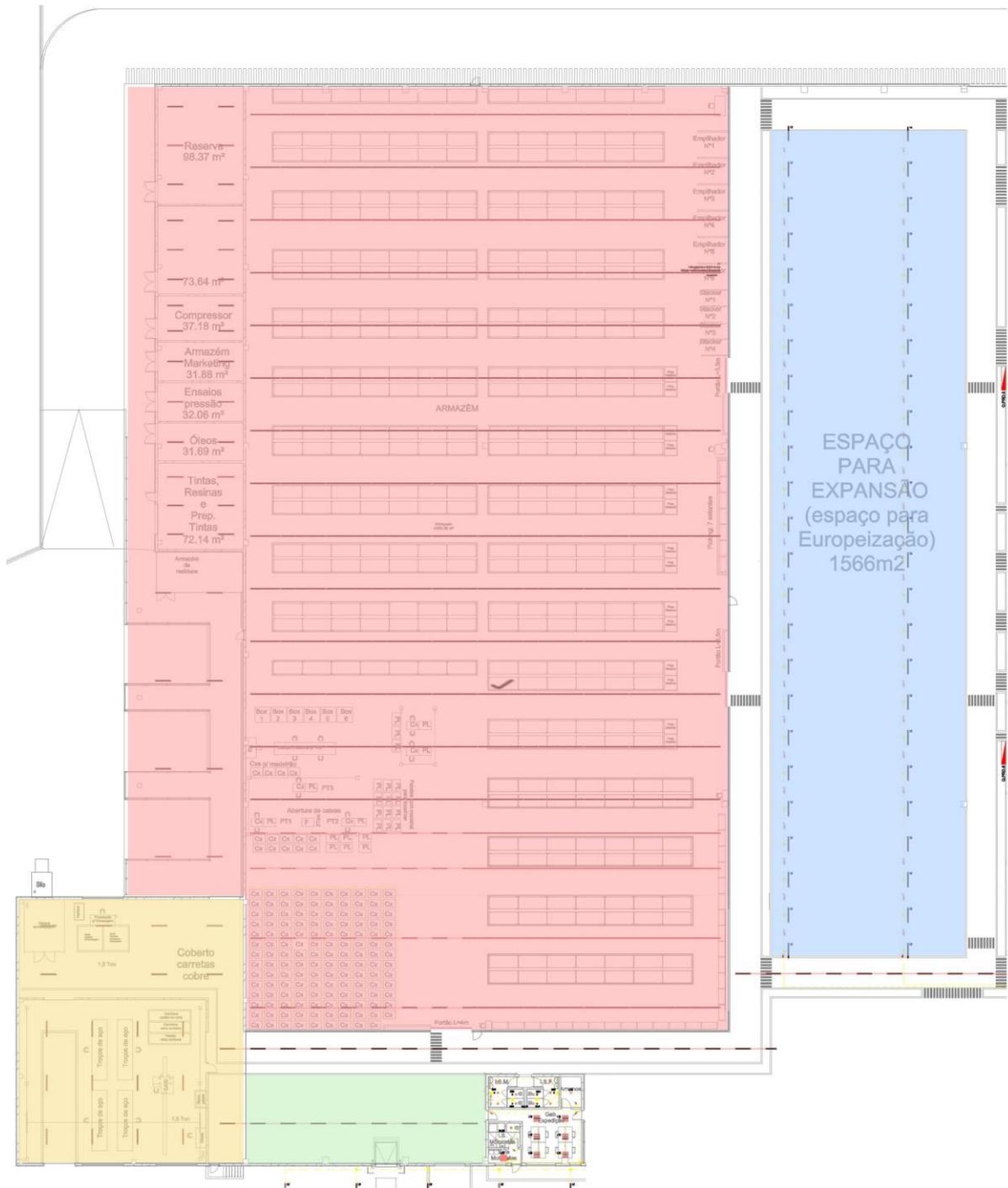


Figura 15 - Áreas operacionais da receção

- Armazém principal (RS03)
- ID03
- Área do aço
- Receção do material

Na Figura 16 são apresentadas as áreas operacionais ligadas à produção, com a identificação do supermercado IA02 (SM) responsável pelo abastecimento destas áreas:

- Supermercado – é abastecido pelo armazém principal, e é responsável por abastecer as linhas de montagem tendo em conta as suas necessidades. É ainda neste supermercado que são reunidos todos os componentes feitos nas linhas de produção de componentes. É também neste local onde são abastecidos os kanbans de materiais, como parafusos e porcas;
- Linha dos estatores – abastecida pelo armazém principal RS03, é responsável por realizar todos os processos para a obtenção de um estator pronto para montar um motor;
- Linha dos rotores – abastecida pelo armazém principal RS03, é responsável por realizar todos os processos para a obtenção de um rotor pronto para montar um motor;
- Linha de montagem simples – nesta linha é efetuada a montagem dos motores mais simples, aqueles que são os mais comuns na produção da empresa. Esta linha também é abastecida pelo Supermercado;
- Linha de montagem complexa (também denominada por C's) – nesta linha são montados os motores com uma certa complexidade. Esta linha, tal como a linha de montagem simples, é abastecida pelo supermercado;
- Área da pintura – local onde é efetuada a pintura dos motores após a sua montagem independentemente de que linha seja oriunda;
- Área de teste de qualidade (também denominada por área de inspeção) – é o local onde são testados os motores antes de serem embalados;
- Embalamento – local do embalamento dos motores;
- Expedição de produto acabado – local onde o motor é armazenado, carregado e enviado para o cliente.



Figura 16 - Áreas operacionais da produção

- Linha de montagem para complexos (C)
- Linha de montagem simples
- Supermercado
- Linha do Estator
- Linha do Rotor
- Expedição
- Embalamento
- Inspeção

De uma forma sucinta, Apêndice 1 o apresenta, em forma de fluxograma, a logística interna da WEGEuro na unidade de Santo Tirso.

4.1.2 Categorização da matéria-prima

A matéria-prima (MP) recebida na empresa é dividida de acordo com o tipo de fornecedor, tipo de material, necessidade na produção ou destino (consoante o tipo de transporte). Esta divisão tem quatro designações diferentes.

A unidade de produção da WEG sediada no Brasil é o fornecedor responsável pela produção e envio da maior parte da MP. Apenas algumas matérias-primas são provenientes de outros fornecedores (ex., aço e chapa magnética). Existem ainda produtos provenientes da China, mas estes são produtos para revenda.

De acordo com estas classificações, são considerados as seguintes categorias de matérias-primas:

- Aço – matéria-prima recebida em barras longas;
- Material WEG – matéria-prima recebida em caixas grandes onde constam diversos tipos de materiais;
- Nacionais – matéria-prima recebida em paletes proveniente de fornecedores nacionais;
- Urgente – matéria-prima requerida na produção com uma determinada urgência (é registada e encaminhada para a produção, sem passar pelo armazém).

Esta divisão não facilita apenas o processo de receção, mas também o destino da matéria-prima. Relativamente à matéria-prima que dá entrada na empresa, destacam-se as caixas provenientes do Brasil contendo diversos materiais Figura 17.



Figura 17 - Caixas com material proveniente do Brasil

As matérias-primas são sempre acompanhadas de uma fatura, guia de transporte, onde constam informações como:

- Número da ordem de compra;
- Número do material;
- Descrição do material;
- País de origem;
- Quantidades.

Quando a matéria-prima é recebida, verifica-se a existência de anomalias e se as quantidades físicas são iguais às que são mencionadas na fatura guia, assinalando nas mesmas quando verificada qualquer inconformidade. Por fim, entrega-se a fatura guia ao administrativo, o qual, por sua vez, registra em sistema a entrada da mercadoria e entrega à recepção uma etiqueta de identificação do material com as seguintes informações:

- Código do pedido de compra;
- Código do material;
- Código do fornecedor;
- Deposito do material;
- Quantidade;
- Número do lote.

Com a etiqueta de identificação Figura 18, o colaborador tira outra etiqueta identificação, mas já simplificada Figura 19 que é colada diretamente no material, de modo identificar o mesmo. Assim, a todas matérias-primas são coladas etiquetas que possuem um código de barra que contém todas as informações relevantes sobre a matéria-prima respectiva.

		IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL			
Doc. Material .		Pedido compra		Item.	Lote
5025580767 0002		4509333918		00060	
Material – 10361631 ROLAMENTO NU322 C3					
Fornecedor			N. projeto/ordem	Ref. Fornecedor	
NTN SRN ROULAMENTS					
Local/ CC		Depósito	N. nota fiscal		Quant. NF
		RS03	85067636		1.000
UM Estoque			Requisitante		Inspetor
UN					
Material granel			Valor de arredondamento		Centro
Não					4012
Lote Fornecedor					

Figura 18 - Etiqueta de identificação

13245348		
Projeto/ordem		
Lote	Data de Receb.	Validade
	16. 05. 2021	
Pos.		Dep.
PART – PC CAIXA DE LIGAÇÃO 315 W22		
Qtd. 1 / UN / DianaIsabel		

Figura 19 - Etiqueta de identificação simplificada

4.1.3 Descrição das tecnologias de informação e comunicação

Esta secção tem como objetivo descrever os sistemas responsáveis pela monitorização de material. Começando-se por uma abordagem sucinta do ERP da empresa, abordando assim o SAP e as suas funcionalidades relativas à alocação, movimentação e monitorização dos materiais. Ainda nesta secção, serão abordados os *softwares* e aplicativos responsáveis pelo rastreamento, registos de movimentações e transferências de *stock*.

4.1.3.1 SAP

O SAP é o sistema responsável pela gestão de todas as operações na empresa, permitindo a integração de dados, processos e tudo o que é necessário para a gestão da WEGEuro num só sistema. Para esta análise, será relevante abordar a componente do SAP responsável pela alocação, movimentação, rastreamento e registos de material. Para perceber como funciona a alocação de material, movimentação e rastreamento dos mesmos entre depósitos na WEGEuro, é necessário abordar previamente dois conceitos, nomeadamente o *Warehouse Management System* (WMS) e o *Material Management System* (MMS).

O WMS é um *software* que proporciona a visualização do *stock* em tempo real e permite saber a localização exata em armazém dos materiais, tornando, assim, mais eficientes diversas operações logísticas como a arrumação e o *picking*.

O MMS é um *software* integrado ao SAP que apenas permite saber o depósito em que se encontra o material, mas não a sua localização exata.

Portanto, todas as operações envolvendo alocação, movimentação ou rastreamento são registadas no SAP através de todos *softwares* nele integrados. Desta forma, o WMS fornece as posições exatas para alocar o material e facilita bastante o *picking*, enquanto o MMS se ocupa em fornecer informações sobre os depósitos onde foram transferidos os materiais.

4.1.3.2 COGI

O COGI é a componente integrante do SAP responsável pelas correções do *stock*, tanto positivas como negativas. O COGI obriga o utilizador a fazer uma correção sempre que surgem alterações no *stock* sem justificação. Por exemplo, este sistema não permite que uma ordem de produção seja dada como concluída quando o sistema não assume que os materiais necessários foram consumidos (ajuste

positivo), situação que acontece quando um ou mais processos são executados mas não registados no sistema. O COGI é também responsável pelo registo dos extravios de materiais, o chamado ajuste negativo.

4.1.3.3 Terminais móveis

Os terminais móveis (*portable data terminals - PDT*) são os equipamentos que a empresa possui para fazer a leitura do material na recepção, armazenamento e expedição através de códigos de barras. Estes aparelhos precisam de contato em linha direta com o material a ser lido.

4.1.3.4 SG Prod

O SG Prod é o sistema responsável pela gestão da produção. Este sistema precisa que o colaborador responsável por um determinado processo faça o registo dos materiais consumidos e as respetivas operações executada no fim de cada processo. Recolhidas essas informações, este sistema envia-as para o SAP, atualizando assim o mapa de produção, que é simplesmente um documento em Excel onde constam todas as informações sobre a ordem da produção que se vai sendo atualizada em função dos processos que vão sendo realizados.

4.1.3.5 Sistema de gestão para *kanbans*

O abastecimento e gestão dos sistemas *kanbans* de materiais de fixação (parafusos, arruelas, olhais de suspensão) no supermercado da WEGEuro são feitos por um fornecedor, a *Fabory*. A *Fabory* é responsável pelo controlo das quantidades de materiais, como parafusos e porcas, através de *kanbans* eletrónicos, e abastece o supermercado todas as semanas atendendo às necessidades que lhes são transmitidas através do *kanban* eletrónico.

Estes *Kanbans* eletrónico consistem em colocar um sensor em cada caixa, assim quando uma caixa vazia é retirada da prateleira do supermercado, este sensor ligado à internet é acionado, e este fenómeno gera automaticamente um pedido de compra no fornecedor.

4.2 Fluxo de matéria-prima e informação

Esta secção descreve o fluxo da matéria-prima desde que é recebida na recepção até ao momento que abastecem as linhas de produção (componentes e montagem). Primeiramente, é descrito o processo de descarga e registo da MP, depois descreve-se o processo de transferências para o supermercado e em

seguida o abastecimento das diferentes linhas onde são feitos os diferentes componentes que compõem o produto acabado. Por último, descreve-se o processo de agrupamento de todos os componentes de um produto acabado e o abastecimento dos mesmos para a linha de montagem.

Por uma questão de maior compreensão e ilustração, todos os processos descritos serão acompanhados de fotografias.

Também nesta secção será abordado como é passada a informação através de sistemas de informação ou outros mecanismos, à medida que a matéria-prima vai sendo movimentada até transformar-se em produto acabado.

4.2.1 Descarga e receção de matéria-prima

A descarga de matéria-prima na WEGEuro é feita em três diferentes cais dependendo do tipo de transporte. Quando recebida a matéria-prima, o colaborador responsável efetua a verificação e contagem física para garantir a entrada de material em boas condições e nas quantidades certas, em conformidade com a fatura guia. De seguida, o colaborador responsável pelo registo da entrada de material, regista em sistema e entrega uma etiqueta com código de barras ao colaborador da receção, e este, por sua vez, cola a etiqueta no material. Usado um PDT (Figura 7), o colaborador da receção faz a leitura do código de barras, e, com auxílio do WMS, obtém a posição exata onde deve ser alocado o material.

4.2.1.1 Matéria-prima proveniente do Brasil

A matéria-prima proveniente do Brasil chega em caixas Figura 17 contendo diversos materiais (ex., carcaças, tampas, rotores e estatores). Como são acompanhadas de camiões, as descargas são feitas no cais 2 do armazém, registadas em SAP e alocadas as mesmas em filas no depósito ID03 Figura 20.



Figura 20 - Depósito ID03

Por dia, são abertas 50 caixas, respeitando a regra FIFO (*first in first out*), retiram-se os materiais das mesmas, efetua-se o registo de cada material em SAP, etiqueta-se com um código de barras, e posteriormente faz-se a leitura dos respetivos materiais e aloca-se nas estantes do armazém principal (RS03, Figura 21).



Figura 21 - Materiais alocados nas estantes

4.2.1.2 Barras de aço

Após a descarga, as barras de aço são verificadas e contadas, registadas em sistema e encaminhadas para a zona de corte, onde são cortadas e transformadas em veios de acordo com as necessidades na produção na linha dos rotores.

4.2.1.3 Outro tipo de matéria-prima

Os materiais que não são provenientes do Brasil e também não são aços, são descarregados, verificados, contados, registados em sistema, etiquetados, lidos para saber a sua posição a alocar e, posteriormente, enviados para o armazém principal (RS03). De notar que muitos destes materiais são apenas registados e logo em seguida enviados para a produção quando há uma determinada urgência.

4.2.2 Transferência de matéria-prima para o supermercado

O processo de transferência de matéria-prima para o supermercado começa com a criação de uma ordem de produção (OP) em SAP. Esta ordem é acompanhada por uma lista de materiais necessários para sua execução, normalmente denominada *bill of materials* (BOOM). Como antes da criação de uma OP, é emitida uma ordem de compra de todos os materiais necessários para esta OP, então todos os materiais da BOOM encontram-se sempre em armazém, salvo quando acontece alguma falha de comunicação ou atrasos imprevistos. Dois, três ou mais dias antes do início de uma OP, o colaborador responsável pela mesma cria uma ordem de transferência de materiais para o supermercado, gerando uma assim uma lista de *picking* para que, posteriormente, o supermercado abasteça as linhas de produção de componentes que constituem o motor, assim que for necessário. É importante salientar que em numa lista de *picking* não constam apenas os materiais de uma OP, mas também os materiais de várias OPs que são transferidos para o supermercado e aguardam pela sua requisição.

A lista de *picking* é impressa e entregue ao responsável pelo armazém. Por sua vez, o responsável gera uma etiqueta de transferência para cada material da lista e cola-a nos mesmos, realizando se seguida o *picking*, retirando das estantes o material requerido pela ordem de transferência (OT) e colocando-os numa palete (Figura 22), e com ajuda de um empilhador, transporta os materiais até o SM ou linha de produção.



Figura 22 - Paletes com material a ser transferido

Seguidamente, um colaborador, com uma cópia da lista de *picking* em sua posse, verifica o material descarregado e assinala com um X cada material, de modo a confirmar a concordância entre o material pedido e o material recebido. Em caso de existência de qualquer inconformidade, o colaborador do SM ou linhas de produção desloca-se ao armazém de modo a relatar a ocorrência e aguarda por uma correção.

Em um único dia são realizadas várias OTs, e a confirmação da realização das mesmas no sistema informático não é imediata. O colaborador (responsável pelo armazém) escolhe uma melhor altura e regista a realização destas OTs.

Existem ainda duas outras maneiras para criar ordens de transferência de material para o SM ou linhas de produção. A primeira é a requisição de plataforma (Figura 23), que é feita quando a produção tem uma necessidade que não aparece nas listas de *picking*. Este documento é criado em SAP pelo colaborador que precisa do material na produção, e, em seguida, um colaborador (normalmente no princípio do dia) verifica em SAP uma lista de materiais requisitados e imprime todas as requisições de plataforma, gera as etiquetas de transferências, e posteriormente faz a entrega deste pedido à produção.

Requisição ao Armazém							
Requisitante: LIUDMILA PATRÍCIA GUIMARÃES BASÍLIO							
Material	Material Desc.	Dep. Arm.	Quant.	Dep. Req.	Pos. WM	UN	UN Adic.
12902112	VARETA SOLDA 91,5% CU	RS03	2,000	IA02	200.3.05	UN	Caixa
Assinatura: _____							

Figura 23 - Requisição de plataforma

A outra maneira que permite uma transferência são as reservas. Este tipo de transferências trata de material que não contribui diretamente para a produção de um motor (ex., material de segurança no trabalho e material de limpeza).

4.2.3 Abastecimento da linha da bobinagem (massa estatórica ou linha do estator)

Todos os dias são geradas listas de necessidades para o depósito de bobinagem (massas estatóricas), originando a lista de abastecimento, faz-se o *picking* dos materiais requisitados no RS03, abastecendo assim a linha da bobinagem de modo a realizar as ordens de produção para o respetivo dia. Os materiais transferidos para a linha de bobinagem são alocados em um *buffer* onde aguardam o momento da sua utilização. Muitas vezes, antes mesmo de serem transferidos quaisquer materiais, verifica-se o início de determinados processos. Isto acontece porque é frequentemente a utilização de material que sobra na fabricação de outras ordens de produção que utilizam os mesmos materiais.

Neste setor, são feitos os estatores e bobinas. Na Figura 24 é apresentada a linha de bobinagem (massa estatórica), onde se destaca: (a) a zona onde são feitas as bobinas, e (b) a zona onde são feitos os acabamentos do estator.



Figura 24 - Linha do estator

4.2.4 Abastecimento da linha do rotor

O funcionamento da linha do rotor é similar à dos estatores. Todos os dias são geradas as ordens de produção para esta linha, abastece-se a mesma com o material proveniente do RS03 e os eixos vindos da zona de corte. Tal como na linha do estator, existem *buffers* para alocar o material enquanto aguarda o momento em que serão incluídos no processo. Também é comum nesta linha dar-se o início de certos processos mesmos antes de se transferir materiais, fenómeno resultante da utilização de material que sobra de processos em ordens de produção anteriores.

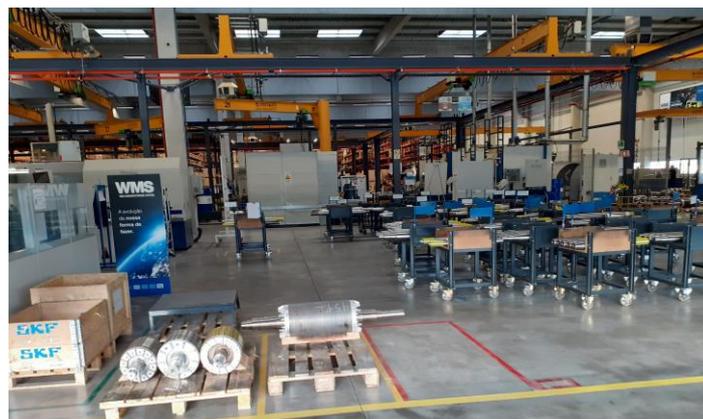


Figura 25 - Linha do rotor

4.2.5 Abastecimento das linhas de montagens

Existem duas linhas de montagens, uma para motores simples, Figura 26(a), e outra para motores mais complexos, Figura 26(b). Estas linhas são abastecidas por diferentes componentes feitos nas linhas de estator e rotor que constituem um motor, e são responsáveis pela montagem do mesmo.

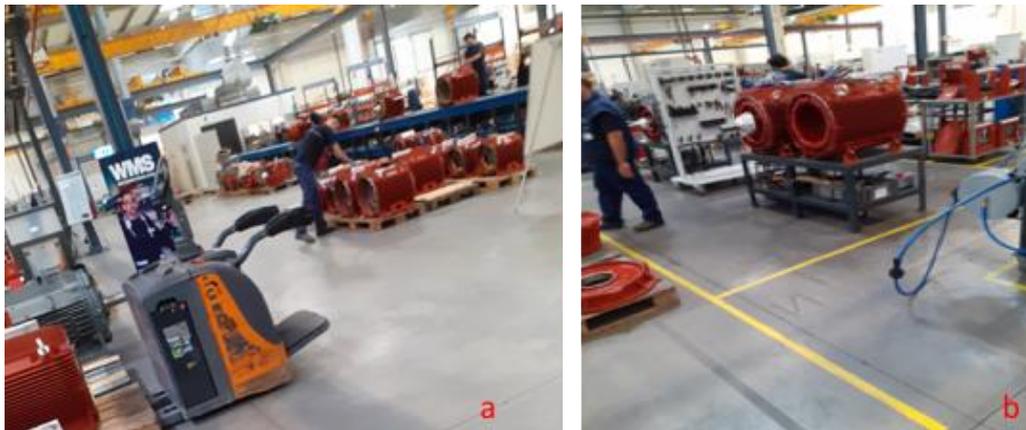


Figura 26 - Linhas de montagem

O abastecimento destas linhas começa após a conclusão da ordem de produção do rotor e estator, introduzindo o estator na carcaça. Primeiramente o estator já introduzido é transferido para a linha e, em seguida, reúne-se em um carrinho (Figura 27) o rotor e os restantes materiais necessários, preparando-se assim os mesmos para efetuar a montagem numa das linhas de montagem, dependendo do grau de complexidade.

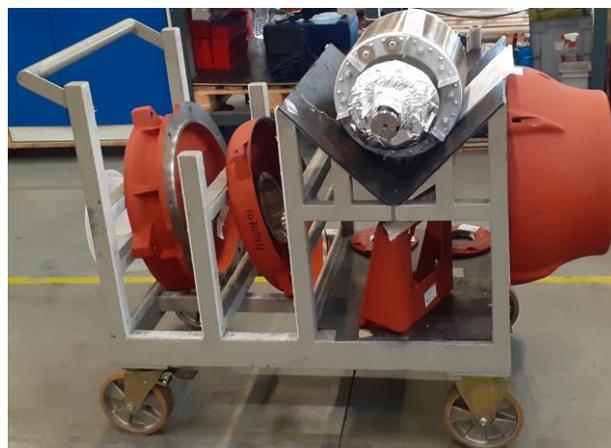


Figura 27 - carrinho para reunir material.

Uma questão que chama bastante a atenção, é o facto de este carrinho, depois de preparado, aguarda a sua requisição mais uma vez no SM.

Todos os movimentos nas linhas de produção são registados em SAP e as operações nos processos de produção são registados manualmente pelos operadores em *SG Production* e este, por sua vez, atualiza o estado da ordem de produção (OP) em SAP, nomeadamente os materiais que já foram consumidos, as operações realizadas, possíveis atrasos e o motivo de atraso. Se, por algum motivo, a OP é dada como terminada sem que tenham sido registados os consumos de todos os necessários, o SAP não permite concluir a operação, obrigando o operador a recorrer ao *COGI* e fazer um ajuste, ou seja, assumir que o material já foi consumido, mas que, por algum motivo, não foi registado.

4.3 Análise e diagnóstico

Esta secção ocupa-se da análise do fluxo de matéria-prima e da informação descritos na secção anterior, identificando os principais problemas associados aos mesmos. A etapa de identificação dos problemas visa a determinação de quais problemas afetam o funcionamento da logística interna com destaque a rastreabilidade das matérias-primas.

Para ilustrar todas as movimentações de materiais para a produção de um motor, recorreu-se a um diagrama de *spaghetti* (Figura 28).

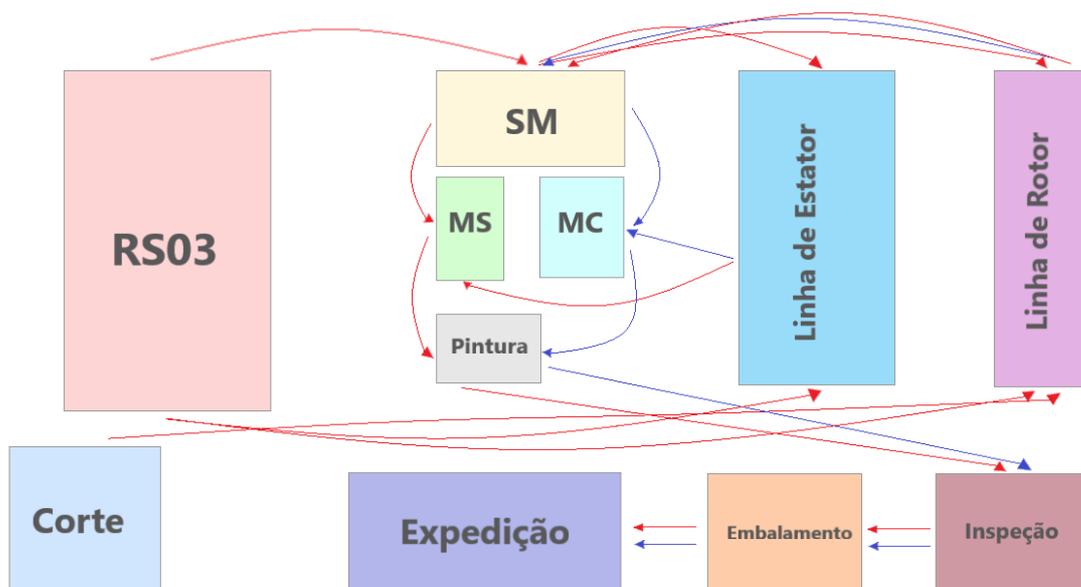


Figura 28 - Diagrama de spaghetti das movimentações de materiais para produção

Após entender detalhadamente aquilo que é o fluxo de material e informação, procedeu-se à identificação dos problemas e, para isso, recorreu-se ao diagrama causa-efeito apresentado na Figura 29. Foi, no entanto, impossível identificar todos os problemas nesta fase, tendo sido por isso um processo iterativo ao longo da evolução do projeto. O objetivo da utilização deste diagrama é identificar as potenciais causas dos problemas na logística interna da WEGEuro em ST, particularmente aqueles que causam falhas na rastreabilidade do material. Para além dos problemas de falhas na rastreabilidade (que motivou este estudo), também serão avaliados outros problemas que afetam direta ou indiretamente o funcionamento da logística interna da WEGEuro em ST.

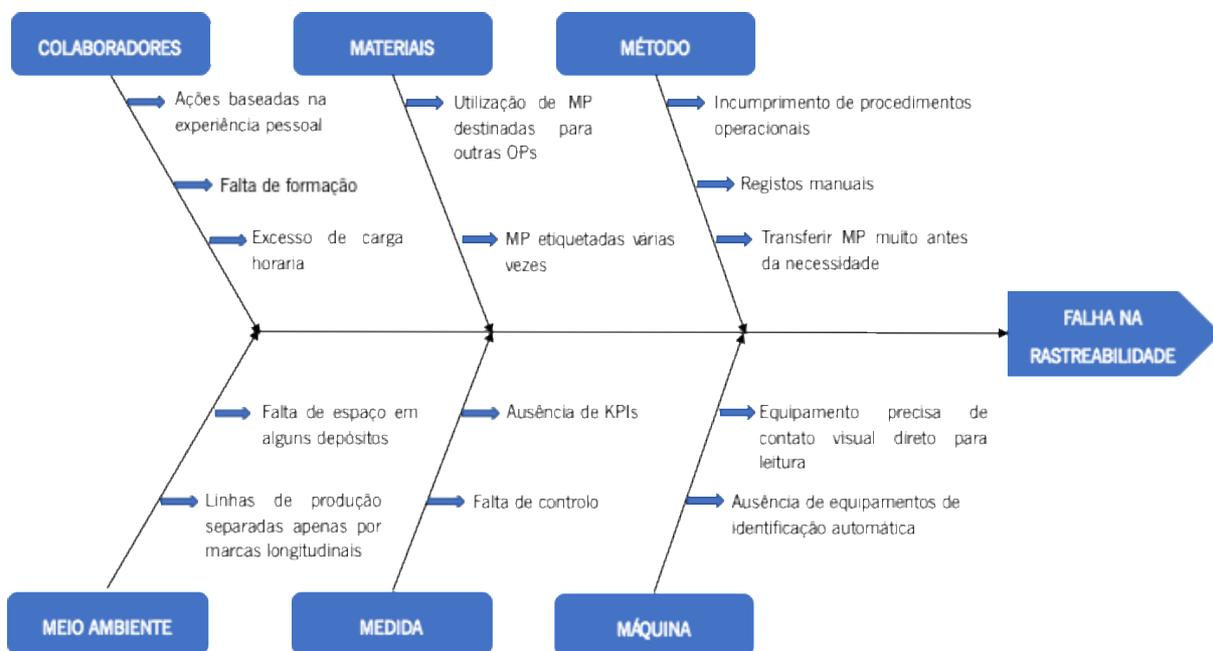


Figura 29 - Diagrama causa-efeito

Depois de identificar as principais causas dos problemas de rastreabilidade, prosseguiu-se com a avaliação de cada zona operacional, identificando outros potenciais problemas. Classificou-se o grau de gravidade dos problemas em três tipos – alto, médio e baixo – que se expõem de seguida:

- Gravidade alta: problemas que afetam a logística interna da WEGEuro ST com origem nas falhas rastreabilidade;
- Gravidade média: problemas que afetam o funcionamento da WEGEuro ST, mas não relacionados com a rastreabilidade;

- Gravidade baixa: problemas que não têm um impacto significativo no funcionamento da logística interna WEGEuro ST.

4.3.1 Identificação de problemas no fluxo de matérias-primas

Nesta secção efetua-se uma análise dos problemas de rastreabilidade, monitorização e registo dos fluxos de matéria-prima para cada área operacional, identificando-se o grau de gravidade que possui nos problemas encontrados nos mesmos.

4.3.1.1 Problemas associados ao processo de receção e alocação da matéria-prima

Todos os dias são abertas em média 80 caixas por dia. O registo do material retirado da mesma é feito no computador por um colaborador, o que torna o processo bastante moroso. São necessários 2 colaboradores para realizar este processo, e, como as MP não são normalmente identificadas, então há necessidade de impressão de uma etiqueta, resultando assim em mais um processo.

Para os materiais urgentes, que normalmente são provenientes da unidade da WEG localizada na Maia, uma boa parte das vezes são levados para as zonas de produção sem registar e, outras vezes, dá-se entrada em sistema dos materiais para a unidade de Santo Tirso (ST), mas os materiais continuam fisicamente na unidade da Maia. Quando se está perante a segunda situação, há uma grande probabilidade de despender várias horas na procura dos materiais que supostamente foram transferidos para a unidade de ST sem ajuda de qualquer equipamento de rastreamento ou *software*, uma vez que o WMS apenas tem a capacidade de localizar a posição exata dos materiais quando estes estão alocados no armazém.

Apesar da sua eficácia, um problema associado ao WMS é a possibilidade de este não permitir localizar os materiais alocados no armazém, quando, por engano, o colaborador aloca o material numa posição diferente daquela que é fornecida pelo sistema. Para estas situações, os PDTs tornam-se inúteis, uma vez que precisam de contato visual direto com a etiqueta, pelo facto de a empresa usar código de barras.

A Tabela 7 sintetiza os problemas identificados na receção de matéria-prima e o seu grau de gravidade.

Tabela 7 - Problemas associados ao processo de recepção de matéria-prima

Nº	Descrição do problema	Grau de gravidade
1	Falta de automatização nos processos de registos de materiais	Alto
2	Retrabalho na etiquetagem do material	Baixo
3	Falta de coordenação entre centros	Médio
4	Procura exaustiva de material	Alto

4.3.1.2 Problemas associados ao processo de transferência de materiais para o SM

A impossibilidade de transferir quantidades exatas de certos materiais na WEGEuro originou um fenómeno a que se denominou “fazer as diferenças”. Este fenómeno ocorre pelo facto de materiais como a tinta, os cabos elétricos e o verniz não poderem ser transferidos nas quantidades geradas pela lista de materiais de uma determinada OP, uma vez que seria necessário realizar processos como a medição das quantidades de tinta e cortes de cabos quando apenas existissem, por exemplo, cabos de 50 metros ou 100 metros e fossem necessários 87 metros. Para estas situações, os colaboradores fazem a transferência da quantidade imediatamente superior e fazem essa diferença entre o material transferido e o material que devia ser transferido na lista de *picking* em sua posse. Assim, fica entendido que se transferiu mais do aquilo que era necessário e deve ser feita uma alteração na ordem de transferência produzida em sistema. Caso não seja feita esta alteração, haverá incompatibilidade de dados, ou seja, haverá uma determinada quantidade registada em sistema e outra registada na lista de *picking* impressa, o que significa que serão transferidas quantidades diferentes daquelas que são ordenadas pelo sistema.

A confirmação de uma ordem de transferência é realizada manualmente o que pode conduzir a erros de *input*. Este é um problema que pode ocorrer no *picking* em particular, uma vez que o colaborador assinala manualmente o material e as quantidades retiradas. A necessidade de uma segunda confirmação, quando estes materiais chegam a SM, traduz-se em um outro problema denominado retrabalho.

Os materiais transferidos para o SM não são utilizados no mesmo dia, uma vez que os colaboradores responsáveis pelas ordens de produção trabalham com uma política de segurança que consiste em transferir os materiais necessários para uma OP, em dois, três ou mesmo quatro dias antes da realização respetiva OP, de modo para evitar falhas no abastecimento das linhas. Essa política de segurança, na maior parte das vezes, cumpre com o seu objetivo, mas, em contrapartida, traz outros

problemas como a falta de urgência em corrigir um abastecimento ao SM ou mesmo a possibilidade de extravio de um determinado material no SM, fruto das inúmeras movimentações de materiais que acontecem nesta zona. A falta de urgência, em muitos casos, transforma-se em um esquecimento, visto que, o relato da inconformidade ao abastecimento do SM é feito oralmente pelo colaborador responsável pela receção nesta área operacional, deslocando-se para o armazém RS03 ou quando este avista o colaborador responsável pelo abastecimento do SM. A falta de automatização neste processo traduz-se em movimentações desnecessárias, erros nos registos e elevada quantidade de trabalhos repetidos.

A Tabela 8 sintetiza os problemas identificados nesta zona operacional e o seu grau de gravidade para o sistema da WEGEuro.

Tabela 8 - Problemas associados às transferências de materiais ao SM

Nº	Descrição do problema	Grau de gravidade
5	Falta de automatização na confirmação das ordens transferência (<i>Picking</i>)	Alto
6	Retrabalho com uma segunda confirmação manual no SM	Baixo
7	Falta de visibilidade do material a partir do momento que sai do RS03	Alto
8	Falta de política uniforme de abastecimento do SM	Médio
9	Falta de automatização no registo de saída das paletes com materiais	Alto

4.3.1.3 Problemas associados ao processo de abastecimento da linha de bobinagem e rotor

A linha de bobinagem é abastecida pelo SM e o RS03. O *picking* destes materiais é feito sem ajuda do WMS no caso do material que é retirado do SM. Isto significa que apenas se sabe que os materiais necessários para a realização das ordens de produção para o respetivo dia se encontram no SM, mas não qual a sua posição exata. Este comportamento deve-se ao facto de a alocação dos materiais no SM dependerem da disponibilidade dos lugares nas estantes. Este fenómeno pode causar um problema que é a procura exaustiva de material sem a ajuda de qualquer equipamento ou *software*. Outro problema que pode ser encontrado nesta zona é facto de que muitos materiais usados em uma ordem de produção

são transferidos em quantidades maiores que as necessárias, devido à impossibilidade de transferir quantidades exatas, como referido anteriormente no processo de “fazer as diferenças”.

Numa análise mais superficial, parece não haver problemas em utilizar o material em sobra que se encontra na linha da bobinagem, e não o do SM ou RS03, como devia ser. Para melhor entender esse problema é necessário dividi-lo em duas partes.

Primeiramente, é necessário entender que os materiais em excesso, na linha de bobinagem, são interpretados pelo sistema como materiais que saíram do armazém principal, para a realização de uma única ordem de produção, o que não é verdade. Isto porque apenas acontecem pelo simples facto das OT ordenarem transferências de certas quantidades que, fisicamente, são impossíveis de transferir, uma vez que certos materiais têm quantidades padrões que podem ser transferidas (ex., transferir 3,6 litros de tinta, quando apenas existem latas de 5, 7 e 10 litros). Percebe-se que o sistema de gestão de stock interpreta isto como uma rutura, uma vez que a quantidade de material em armazém é para uma determinada quantidade de ordens e o sistema é obrigado a fazer um ajuste negativo no *stock*, ou seja, assumir que perdeu material.

Esta quantidade em excesso (que sobra muitas vezes) é suficiente para outras ordens de produção. Desta forma, os colaboradores da linha da bobinagem frequentemente não se sentem obrigados a dirigirem-se para o SM ou ao RS03 de modo a fazer o *picking* de material que foi programado para aquela OP, uma vez que aproveitam as sobras de outras ordens de produção para realizarem outras OPs.

Em segundo lugar, é importante perceber que sempre que é realizada uma operação e o colaborador não regista no *SG production* o consumo de um material que foi utilizado, o sistema se nega a dar como concluída a OP no final de todas operações, obrigando o colaborador a fazer um ajuste positivo, ou seja, assumir que existia um material na linha de produção que ninguém sabe como foi lá parar. Facilmente percebe-se que devia ser usado o material transferido para a referida OP, onde foi usado um material em excesso, e, conseqüentemente, o material programado para esta OP é completamente esquecido no SM, estando sujeito a danificações, porque, em poucos casos e com um alerta do colaborador do SM, é que o sistema ordena o regresso de um material quando já não é necessário. Este é um fenómeno que acontece frequentemente na empresa, visto que existem muitos materiais que não podem ser enviados em quantidades exatas. Normalmente, esses materiais em excesso acumulam-se na linha por tempo indeterminado, até os colaboradores sentirem a falta de espaço na linha. Nessa altura, estes comunicam ao PCP o problema, e este por sua vez, dá entrada em sistema os materiais a serem devolvidos no

armazém principal (RS03), entrega uma lista com os materiais a serem devolvidos e suas respectivas posições. Este processo de devolução acontece em todas as linhas.

A Tabela 9 resume os problemas identificados nestas zonas operacionais e o seu grau de gravidade para o sistema da WEGeuro.

Tabela 9 - Problemas associados ao abastecimento da linha do rotor e estator

Nº	Descrição do problema	Grau de gravidade
10	Falta de uniformização no processo de gestão de pedido de MP	Médio
11	Falta visibilidade durante os processos na linha	Alto
12	Utilização de materiais destinados a outras OPs	Alto
13	Falta de automatização na confirmação das operações e consumo da MP	Alto

4.3.1.4 Problemas associados ao processo de montagem

O único componente que é encaminhado diretamente para linha de montagem é o estator introduzido na carcaça, sendo que todos os restantes componentes são arrumados em um carrinho que, posteriormente, é encaminhado para a linha de montagem.

Todas as operações e os materiais consumidos no processo de montagem são registados manualmente por colaboradores no *SG production*. Em caso de esquecimento ou erro no registo, o SAP não permite dar como terminada a ordem de produção. Uma maneira fácil de resolver este problema, é fazer um ajuste, ou seja, partir do pressuposto de que, se o colaborador dá como terminada a ordem de produção, é porque todos materiais já foram consumidos. Esta forma de resolução funciona eficazmente e permite concluir uma dada ordem, mas, em contrapartida, levanta outro problema que é a questão do desvio de *stock* ou mesmo assumir que uma operação, menos relevante, mas necessária, foi executada e ou que um material foi consumido quando na verdade não o foi, facto que pode levar à repetição de várias operações do processo, aumentando assim o tempo de processamento.

Ainda no processo de montagem do motor, acontece um problema já apresentado na linha do rotor e bobinagem, que é a questão da utilização de materiais que sobram de outras ordens de produção, como é o caso da tinta.

A Tabela 10 sintetiza os problemas identificados nesta zona operacional e o seu grau de gravidade para o sistema da WEGEuro.

Tabela 10 - Problemas associados à linha de montagem

Nº	Descrição do problema	Grau de gravidade
13	Correções feitas com base em suposições	Alto
14	Falta visibilidade durante o processo de montagem	Alto
15	Utilização de materiais destinados a outras Ops	Médio
16	Falta de automatização na confirmação das operações e consumo dos componentes	Alto
17	Retrabalho em caso de correções erradas	Médio

4.3.2 Principais problemas associados a falta de rastreabilidade e respetivos KPIs

Esta secção tem como objetivos descrever e quantificar os problemas que estão diretamente ligados à falta de rastreabilidade de materiais. Dos vários problemas mencionados na secção anterior, identificaram-se os seguintes problemas como relacionados diretamente com a rastreabilidade:

- Desvios de stock;
- Falta de automatização dos processos;
- Elevada cobertura de stock;
- Perdas de produção devido a erros de abastecimento.

4.3.2.1 Desvio de *stock*

Um dos principais problemas resultantes da falta de rastreabilidade é o desvio de *stock*. A não existência de pontos de controlo suficientes, ao longo da logística interna, faz com que determinados materiais vão

por vezes, por engano, para um local que não era suposto e com tempo perde-se o seu rasto. A falta de rastreabilidade, associada ao fato de se utilizar materiais destinados a diversas ordens produção, resultando em ajustes positivos ou negativos baseados em suposições, são fatores determinantes para os elevados desvios de *stock* verificados. Desvio de *stock* é a diferença existente entre o *stock* real, ou seja, aquele que existe fisicamente em um determinado depósito, e o *stock* que está registado no sistema (SAP). Caso o *stock* real seja superior ao do SAP, faz-se um ajuste positivo, ou seja, assume-se que existe mais material do que era suposto. Caso o *stock* real seja inferior ao do SAP, faz-se um ajuste negativo, ou seja, assume-se que existe menos *stock* do que era suposto existir.

Para quantificar o impacto do desvio de *stock* na empresa, recolheu-se os dados dos últimos quatro anos. Tendo em conta a variedade e diferentes tipos de materiais, usou-se, como estimador, o custo por perdas. Assim, a Tabela 11 apresenta o valor em euros (€) dos ajustes positivos e negativos bem como diferença entre os ajustes, também designado como custos por perdas em cada ano.

Tabela 11 - Desvios de *stock*

Ano	Ajuste negativo (€)	Ajuste positivo (€)	Custo por perdas anuais (€)
2016	754.595,69	561.348,77	193.246,92
2017	854.396,97	617.656,71	236.740,26
2018	854.609,12	617.656,71	236.952,41
2019	854.668,20	617.656,71	237.011,49

Analisando os valores da Tabela 11, percebe-se que, com exceção do ano 2016 (que também não “foge muito à regra”), os valores dos ajustes são muito parecidos, o que leva a crer que o modo de operação que culmina com estes desvios está sistematizado no modo de operação da empresa e nos colaboradores.

A Tabela 12 apresenta a média dos valores (em euros) dos ajustes e, conseqüentemente, a média de custo por perdas anuais.

Tabela 12 - Média anual dos desvios de *stock*

	Média (€)	Desvio Padrão (€)
Ajuste negativo	829.567,50	49.981,34
Ajuste positivo	603.579,73	28.153,97
Custo por perdas anual	225.987,77	21.827,54

A Figura 30 ilustra a evolução dos ajustes positivos e negativos e o custo por perdas anuais nos últimos quatro anos.~

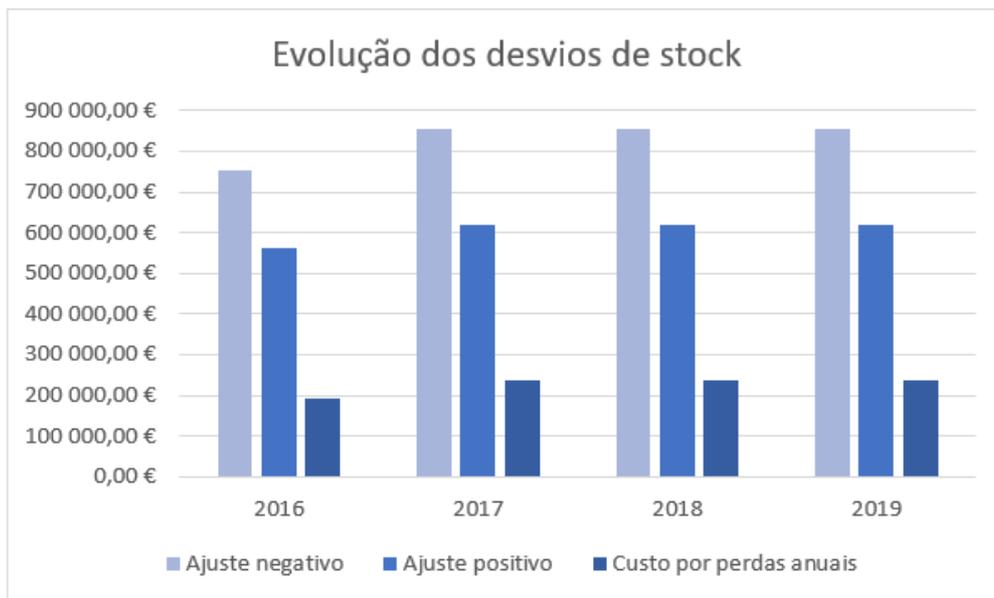


Figura 30 - Evolução dos desvios de stock

O gráfico mostra claramente que ocorrem mais ajustes negativos em um ano de atividade. Estes ajustes negativos representam perda de materiais que se traduzem em custos e possíveis falhas no abastecimento das linhas de produção. Relembre-se que ajustes positivos não representam necessariamente uma mais-valia para a empresa, uma vez que qualquer tipo de ajustes significa que o colaborador tem uma visão diferente sobre aquilo que os *stocks* realmente representam. Isto pode levar a tomadas de decisão menos acertadas, tais como a compra de quantidades de um determinado material ou a atrasos por falta de material, quando, na verdade, este material existe na empresa e apenas não se

sabe que existe. Portanto, há uma grande necessidade de aumentar a rastreabilidade e a visibilidade na empresa para mitigar o excesso de ajustes.

4.3.2.2 Perdas de produção devido a falhas de abastecimento

A falha na produção devidas a movimentações incorretas de material é um problema grave. A produção é o principal setor da empresa, aquela que incorpora valor acrescentado nos produtos, visto que é neste setor onde se transforma a MP em produto acabado. O abastecimento dos diversos subsectores da produção é feito pela logística interna, como já foi referido anteriormente, sendo que nem sempre este abastecimento funciona corretamente, causando assim paragens na produção. Esse fenómeno ocorre devido a ineficiências existentes nos processos de movimentações de MP, gestão de pedidos de abastecimento ou mesmo à falta de políticas de abastecimento uniformes. Os erros no *picking*, ou mesmo o desvio de inventários, são situações comuns que originam paragens na produção.

Os motores da WEGEuro possuem tempos de produção elevados, levando semanas para concluir todo o processo. Este fator faz com que uma falha no abastecimento, ou outro qualquer motivo que implique a paragem na produção, pode causar um aumento significativo no prazo entrega.

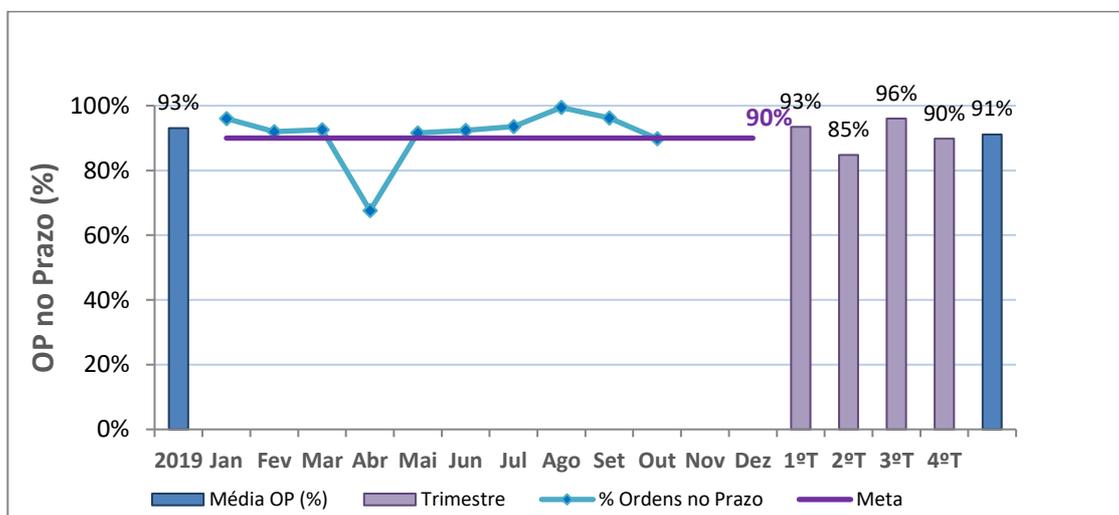


Figura 31 - Ordens de produção no prazo (ano de 2019, e meses/trimestres/ano 2020)

O gráfico da Figura 31 apresenta a média das ordens no prazo no ano 2019 e as médias mensal, trimestral e anual para o ano 2020 na montagem. O mês de abril foi um mês atípico, fruto da necessidade de implementar uma nova forma de trabalho, devido à pandemia do coronavírus SARS-CoV-2. É notório que nos dois anos anteriores as médias de ordens no prazo superaram as metas traçadas pela empresa.

Numa análise mais intuitiva, pode afirmar-se que a falta de rastreabilidade não representa um potencial problema no abastecimento das linhas de montagens. Este fenómeno acontece em todas as linhas de produção tal como é evidenciado nos Anexo 3 e Anexo 4 .

A grande pergunta que surge é a seguinte:

Como é possível existir eficácia acima do desejado com os prazos de entrega das ordens, quando existem graves problemas associados à rastreabilidade, tal como o desvio de stock?

Numa analogia mais superficial, pode concluir-se que as políticas de antecipação de encomendas e os elevados *stocks* de segurança que geram maiores custos de logística, como é caso do custo de armazenamento, conseguem dar resposta às diversas falhas de abastecimento que vão surgindo nas linhas de produção. Com isso, o sistema de abastecimento é muito eficaz, porém muito mais dispendioso e, portanto, ineficiente.

4.3.2.3 Elevada cobertura de *stock*

Um problema que muitas vezes é ignorado na logística e na gestão da cadeia de abastecimento, é a questão do *stock*. Uma vez que um dos sete desperdícios do pensamento *lean* é o *stock*, surge a necessidade de eliminar todos os excessos. Os elevados tempos de produção na WEGEuro obrigam muitas vezes a ter *stock* nos processos de produção. Mas é necessário aqui ressaltar que, muitas vezes, esses stocks permanecem muito tempo em locais como o supermercado devido às políticas de antecipação usadas pelos colaboradores. Nas linhas encontra-se muito *stock* devido aos materiais que são transferidos a mais do que aquilo que necessário, sendo que os colaboradores alertam para o problema apenas quando se sentem sem espaço na linha, para que sejam feitas as devoluções, tal como já se referiu anteriormente.

A Tabela 13 indica a cobertura de *stock* nos supermercados e nas linhas de produção.

Tabela 13 - Cobertura de *stock*

Localização	Tempo
Supermercado	3-5 dias
Linhas de montagem	3-9 dias
Linha bobinagem	3-4 dias
Linha do rotor	

O primeiro tempo retrata o tempo que demora desde que os materiais são encaminhados ao supermercado até à sua utilização; os restantes são tempos necessários para a realização das operações. É necessário também ter em conta os tempos mortos, os tempos durante os quais o produto não pode ser tocado, como é o caso da secagem, ou até mesmo o tempo utilizado pelos funcionários para as refeições.

4.3.2.4 Falta de automatização nos processos

Na identificação dos problemas na seção anterior, um dos problemas mais comuns em todas áreas operacionais é a falta de automatização nos processos de movimentação dos materiais. A pouca automatização nos processos de registos leva a que seja necessário mais colaboradores, mais tempo para executar processos e maior quantidade de erros cometidos.

Muitos dos ajustes apresentados na Tabela 11 resultam de erros nos registos devidos à falta de automatização nos processos de movimentação da MP.

4.3.3 Síntese dos problemas identificados

Facilmente se percebe que os problemas identificados são essencialmente os mesmos nas diferentes áreas operacionais. Assim, de uma forma sucinta, apresentam-se de seguida os diferentes problemas encontrados nas distintas áreas operacionais (Tabela 14). Para cada problema também é indicado o seu grau de gravidade com base nos critérios referidos anteriormente: gravidade alta, média e baixa.

Tabela 14 - Síntese dos problemas

Nº	Problema	Grau de gravidade
1	Falta de automatização nos processos de registos materiais	Alto
2	Procura exaustiva de material	Alto
3	Falta de automatização na confirmação das ordens transferência	Alto
4	Falta de visibilidade em tempo real	Alto
5	Correções feitas com base em suposições	Alto
6	Utilização de materiais destinados a outras OPs	Alto
7	Retrabalho na etiquetagem do material	Baixo
8	Falta de Coordenação entre centros	Médio
9	Retrabalho em caso de correções erradas	Alto

A Tabela 15 apresenta os KPIs para os problemas identificados.

Tabela 15 - Principais KPIs do projeto

Problema	KPI	Valor
Falta de automatização nos processos	Tempo de registo	20 segundos
Elevada cobertura de <i>stock</i>	Cobertura de <i>stock</i> nas linhas	SM: 3-5 dias Linha de bobinagem: 3-4 dias Linha do rotor: 3-4 Linhas de montagem: 3-9 dias
Desvios de <i>stock</i>	Custo anual com desvios de <i>stock</i>	225.987,77 €
Perdas na produção devido a falhas no abastecimento	% de OP no prazo	92%

De uma forma geral, os problemas encontrados são a falta de automatização nos processos de registos, falta de uniformidade nas políticas de transferências, e falhas na rastreabilidade da matéria prima. Estes problemas gerais, e outros secundários, conduziram às definições dos *KPIs*. Estes *KPIs* ajudarão a mensurar o impacto das acções de melhoria propostas no capítulo seguinte.

Com os principais problemas identificados, prossegue-se, assim, no capítulo seguinte, com uma proposta de solução para aumentar a rastreabilidade bem como o seu nível de granularidade, de modo a mitigar ou eliminar os diversos problemas identificados.

5 PROPOSTA DE SOLUÇÃO PARA OS PROBLEMAS DE RASTREABILIDADE E AUTOMATIZAÇÃO

O presente capítulo está dividido em cinco seções: projeto piloto, requisitos funcionais, propostas de solução, dificuldades e limitações da solução e aspetos críticos na implementação da tecnologia.

A primeira seção consiste em explicar o motivo de escolher um único material específico para implementar uma nova tecnologia e estender para os outros materiais posteriormente. Já a segunda seção consiste em apresentar os requisitos funcionais do sistema a implementar conforme foi determinado em reuniões com departamento de logística. De seguida é apresentada uma proposta de solução, definida pelos responsáveis da WEGEuro. Apresenta-se um projeto piloto de implementação da tecnologia *RFID* para resolução dos problemas identificados no capítulo anterior, descrevendo detalhadamente o seu protótipo. Na quarta seção são apresentadas as limitações do projeto quando implementado na WEGEuro. Por último, realiza-se a análise dos aspetos críticos na implantação da tecnologia *RFID* na WEGEuro.

A realização deste projeto começou com um estudo da logística interna da WEGEuro, com um maior foco a questão da rastreabilidade de matérias-primas de modo a identificar potenciais problemas. Depois, em colaboração com o departamento de logística da WEGEuro, definiu-se um projeto piloto e um conjunto de requisitos funcionais para solução a adotar. A tecnologia a utilizar, neste caso *RFID*, foi previamente definida pelos responsáveis da empresa de modo a melhorar o funcionamento da logística interna, em particular a rastreabilidade da WEGEuro. Atendendo à dimensão do projeto, a estratégia passou por elaborar primeiramente um protótipo e, posteriormente, fazer a sua implementação em parceria com alguma empresa ramo que será selecionada pela WEGEuro.

5.1 Projeto piloto

Atendendo à diversidade de material existente na WEGEuro, foi necessário fazer um estudo para identificar o material a priorizar no rastreamento, uma vez que não será possível realizar a implantação do sistema *RFID* para todos materiais numa fase inicial. Sendo que a implementação será gradual, priorizou-se o material que representava mais custos com os ajustes.

Para dar sequência a esse estudo, primeiramente é necessário classificar os materiais tendo em conta o seu modo de utilização na WEGEuro em três grandes grupos.

- Material padrão – denomina-se por material padrão aquele que pode ser utilizado para diferentes ordens de produção, ou seja, o mesmo material pode servir para um ou mais produtos acabados. Por exemplo: tinta, verniz e cabos elétricos.

Um aspeto bastante importante nestes materiais é a impossibilidade de os transferir do armazém para a zona de produção nas quantidades exatas, determinadas na ordem de transferência, obrigando assim o colaborador a transferir as quantidades *standard* (padrão), mais próximas das quantidades requeridas, assinalando as diferenças no papel de ordem de transferência. Um exemplo deste comportamento é o cabo elétrico para construção de bobinas.

- Material unidade – utiliza-se o termo unidade para classificar todos aqueles materiais que são usados apenas em uma única ordem de produção, ou seja, servem apenas para um produto acabado. Por exemplo: carcaça, rotor, estator e engradado.
- Material *kanban* – são todos aqueles materiais que, devido ao seu tamanho, se encontram em grandes quantidades em supermercados, de modo a evitar deslocações constantes. Os exemplos mais comuns de materiais *kanban* são os parafusos e porcas.

Feita a distinção dos materiais, analisa-se de seguida quais são os materiais que mais causam desvios no *stock*, desvios estes que são detetados através de ajustes negativos e positivos. O ajuste negativo representa a “perda” de um material sem possíveis justificações; um ajuste positivo representa o aparecimento de um material sem se conseguir justificar a sua proveniência.

Primeiramente, em colaboração com o departamento de logística da WEGEuro ST, recolheram-se todas as informações sobre os ajustes e os seus custos dos últimos anos (2016 - 2019), e em seguida, fez-se um estudo através de duas análises ABC, uma para os ajustes positivos e outra para os ajustes negativos. Assim, os gráficos das análises ABC em função do custo representa os materiais ajustados positivamente nos últimos quatro anos (Figura 32, Figura 34, Figura 36, Figura 38) e nas Figura 33, Figura 35, Figura 37, Figura 39 os materiais ajustados negativamente. Os gráficos mostram que os maiores valores com a ajustes são representados com materiais do tipo padrão.

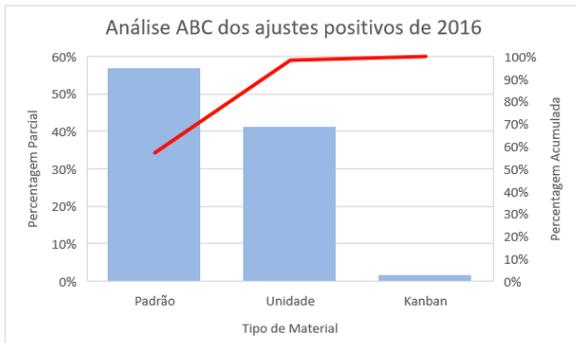


Figura 32 - Análise ABC dos ajustes positivos

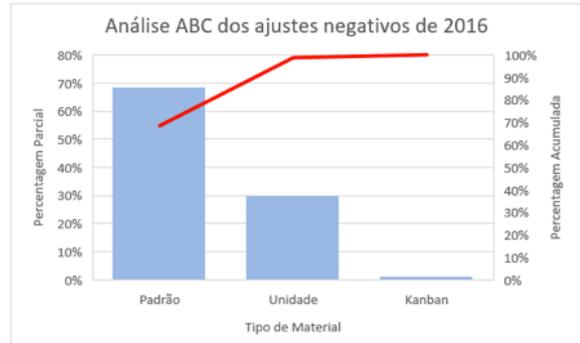


Figura 33 - Análise ABC dos ajustes negativos

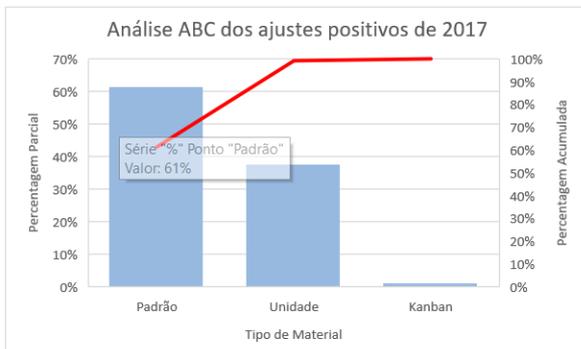


Figura 34 - Análise ABC dos ajustes positivos 2017

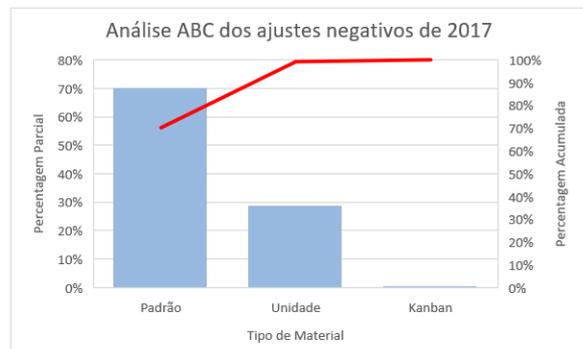


Figura 35 - Análise ABC dos ajustes negativos 2017

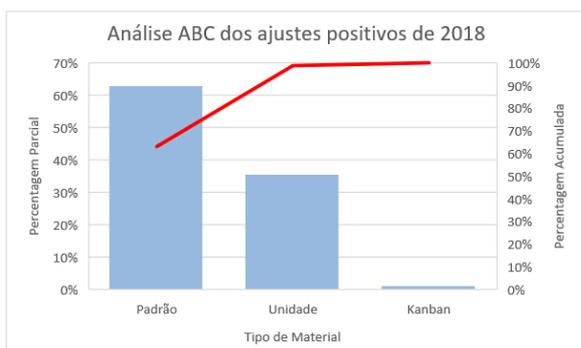


Figura 36 - Análise ABC dos ajustes positivos 2018

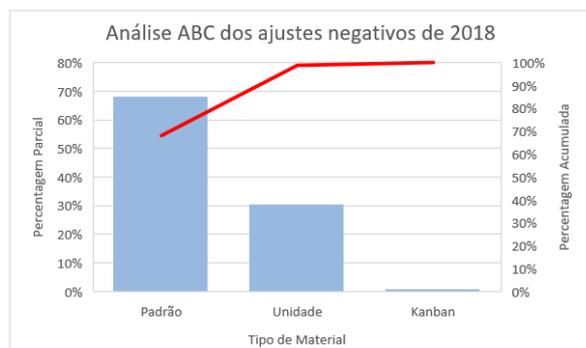


Figura 37 - Análise ABC dos ajustes negativos 2018

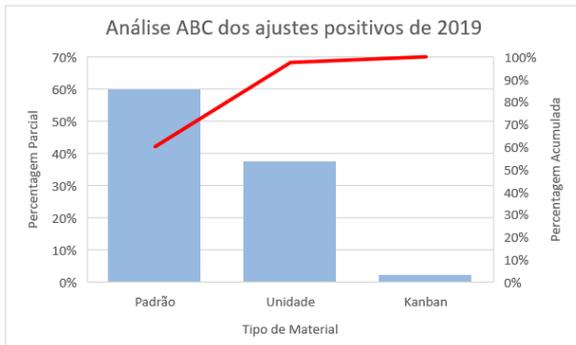


Figura 38 - Análise ABC dos ajustes positivos 2019

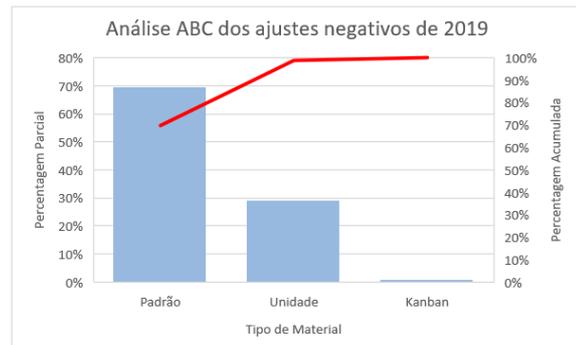


Figura 39 - Análise ABC dos ajustes negativos 2019

Comparando os ajustes positivos e negativos constatamos que, nos materiais unidades há maiores custos com ajustes positivos do que com ajustes negativos. Assim pode se afirmar que, de acordo com os registos feitos pelo departamento de logística aparecem mais materiais do que desaparecem.

Neste sentido surge a seguinte questão:

“Porque é que aparecem (ajustes positivos) mais materiais do que desaparecem (ajustes negativos)?”

A explicação para este comportamento centra-se no facto de existir constantes erros na introdução de dados no sistema. O erro no registo vem a ser um dos maiores problemas na logística interna na WEGEuro, este problema cria bastantes constrangimentos no sistema e no stock físico. Com isso os materiais do tipo unidade surgem como os mais críticos, uma vez que, representam padrões completamente diferente daquilo que é o normal de acontecer em qualquer organização (é impossível aparecer mais materiais do que desaparecem). A tecnologia RFID nisso surge como uma solução mais eficiente, visto que, que elimina a possibilidade de ocorrer erros nos registos por distrações ou outro qualquer motivo.

Tanto os ajustes positivos como os negativos representam custos para empresa e afetam o funcionamento da logística interna da empresa. No entanto, os ajustes negativos representam mais problemas, como falhas no abastecimento das linhas, custos de aquisição do material e custo de transporte para requisição urgente.

Um dos materiais que chama bastante a atenção nos materiais do tipo unidade é a carcaça. Tanto pela dimensão, proveniência, tempo de entrega, bem como custo e grau de relevância no processo de montagem, a carcaça é um material do tipo da unidade que requer mais atenção.

Com isto, o projeto piloto vai focar-se no rastreamento das movimentações de carcaças de modo a evitar futuramente os elevados custos com ajustes negativos e positivos de carcaças.

5.2 Requisitos Funcionais

A empresa apresentou um conjunto de requisitos que o sistema *RFID* deve cumprir quando posto em funcionamento na WEGEuro. Os principais requisitos exigidos pela empresa são os que estão identificados na Tabela 16.

Tabela 16 - Requisitos funcionais do sistema RFID

Nº	Requisito
1	Rastrear e localizar fisicamente a MP
2	Monitorizar em tempo real os desvios de <i>stock</i>
3	Controlar de forma automática a movimentação de MP
4	Melhorar o fluxo interno de MP
5	Registrar de forma automática os consumos da MP
6	Emitir alertas

O principal objetivo desta solução é o aumento da rastreabilidade de material. Para conseguir preencher com os dois primeiros requisitos, que consistem em rastrear e localizar o material, tudo isto em tempo real, foi necessário definir pontos de fluxos nas áreas operacionais em que o material, usado no projeto piloto (carcaça), é movimentado. As áreas operacionais identificadas, em colaboração com os departamentos de logística e processos, são as seguintes:

- Armazém principal (RS03);
- Supermercado (IA02);
- Prensa (linha do estator);
- Torno (linha de montagem);
- Montagem (L1);
- Montagem (L2);
- Montagem (M1);
- Montagem (M2);
- Montagem MDC;
- Pintura simples;
- Pintura especial;

- Embalagem;
- Expedição.

Com esta tecnologia (*RFID*), o sistema deve ser capaz de assegurar que, em caso de existir diferença entre o *stock* físico e o *stock* em sistema, numa determinada área operacional, este seja capaz de detetar e registar essa diferença em sistema (SAP). Por exemplo, se no caso de uma ordem de transferência de 10 carcaças, forem transferidas apenas 5 carcaças, o sistema deve ser capaz de detetar e registar esse desvio (de 5 carcaças).

Um outro requisito do sistema RFID é ser capaz de emitir alertas em situações como:

- *Picking* no local errado;
- Movimentos pendentes (OT por confirmar);
- Desvio nas quantidades movimentadas;
- Erros de leitura.

O sistema também deve ser capaz de registar automaticamente todos os movimentos dos materiais, de modo a evitar o envolvimento humano nos processos de registos. Outro resultado que se espera com a implementação deste projeto é uma melhoria no fluxo interno de material, por via de uma maior eficácia nos processos de *picking* e de abastecimento das linhas.

5.3 Proposta de solução

A solução encontrada para resolver os problemas identificados acima foi a implementação do sistema *RFID* na empresa. A tecnologia RFID é responsável pelo registo das movimentações da matéria-prima nas diferentes áreas operacionais, e ainda pela monitorização, em tempo real, das mesmas movimentações.

Neste sentido, deu-se início ao estudo da proposta com a definição do protótipo do projeto piloto, que consistiu na implementação deste sistema nas carcaças, substituindo a etiqueta de transferências de código de barras para *tags* RFID. A substituição diz respeito às etiquetas de ordens de transferências, porque é a partir do momento em que o material sai do armazém para os respetivos destinos que se perdia a sua visibilidade/rastreamento. As etiquetas de identificação são suficientes quando a carcaça se encontra em armazém, porque é possível ter a localização exata do material recorrendo ao WMS.

Para o protótipo referido, é fundamental implementar as tecnologias seguintes:

- Tags – etiqueta *RFID* do tipo passiva para substituir o código de barras existente na empresa;



Figura 40 - tagRFID passiva

- Antenas – equipamento instalado no ponto de fluxo se deseja controlar com o objetivo de receber o sinal emitido pela *tag RFID* e enviar para o leitor. Assim, cada antena representa um ponto de fluxo, pelo que sempre que um material identificado com uma etiqueta *RFID* atravessa uma antena, o sistema indica como a localização do material o ponto de fluxo da referida antena. Um único ponto de fluxo pode possuir mais de uma antena executando a mesma função. Normalmente, são usadas mais de uma antena em um ponto de fluxo para um maior e melhor cobertura do sinal;



Figura 41 - Antena RFID

- Leitor *RFID* – equipamento que recebe o sinal coletado pela antena e envia para o *software* responsável pela gestão do sistema *RFID*. Um leitor pode receber o sinal de mais de uma antena, dependendo do número de portas que o mesmo possui. A conexão entre a antena e o leitor é feita por cabo, por isso surge a necessidade dos leitores estarem próximos das antenas;



Figura 42 - Leitor RFID

- *Software* específico – este software é responsável pela gestão de todos os dados recolhidos pelo leitor e interage diretamente com o sistema responsável pelo ERP da empresa.

A Figura 43 ilustra como podem ser instalados os equipamentos de um sistema RFID para controlar todas as entradas e saídas em um determinado ponto de fluxo.



1 → Leitor 2 → Antena 3 → Ponto de fluxo

Figura 43 - Equipamentos RFID em um ponto de fluxo

5.4 Descrição do protótipo

Para iniciar a implementação do sistema RFID na empresa, selecionou-se o material carcaça (Figura 44) para o projeto piloto. Em cada carcaça será colocada uma *tag RFID*, no momento da sua transferência para a zona de produção. Nesta *tag* estarão contidas informações exclusivas de cada carcaça. A *tag RFID* substituirá a etiqueta de transferência de código de barras.

A proposta de fluxo das carcaças e como serão efetuadas as transações de estado no decorrer das suas movimentações, estão apresentadas no Apêndice 1 – Apêndice 3 . Ao longo da descrição de cada área operacional de movimentação das carcaças serão apresentadas imagens em *layout* com a identificação

das posições dos *hardwares*, nomeadamente os leitores e antenas. A posição dos equipamentos a instalar que permitirão a leitura feita pela tecnologia *RFID* são representados por retângulos numerados e círculos. Assim, os retângulos numerados representam os leitores e a posição dos mesmos. Já os círculos representam as antenas e o número de antenas necessárias em cada ponto de fluxo. Com estas imagens também se pretende dar uma ideia daquilo que são as alterações que podem ser feitas no *layout* de acordo com as necessidades que vão surgindo na empresa.



Figura 44 – Carcaça

5.4.1 Armazém RS03 (*picking*)

Para o armazém, será necessário colocar duas antenas no portão (Figura 45) para efetuar o registo da saída da MP e realizar a ordem de transferência para o supermercado ou linha de produção, e enviar estas informações para o leitor (que, por sua vez, as enviará para o *software* de gestão).

Estas antenas serão acompanhadas de um leitor de, pelo menos, quatro portas, que permitirá o tratamento de dados enviados pela antena que recebe a partir do sinal enviado pela etiqueta *RFID*, independentemente da posição do material. Desta forma, todas as carcaças que transitarem do armazém podem ser identificadas e rastreadas. A informação sobre a ordem de transferência e a localização das carcaças em armazém continuará a ser feito tal como é feito atualmente com o *SAP* e o *WMS*; apenas a confirmação de transição é que será feita com a ajuda do leitor *RFID* colocado no portão 1 do armazém principal (RS03).

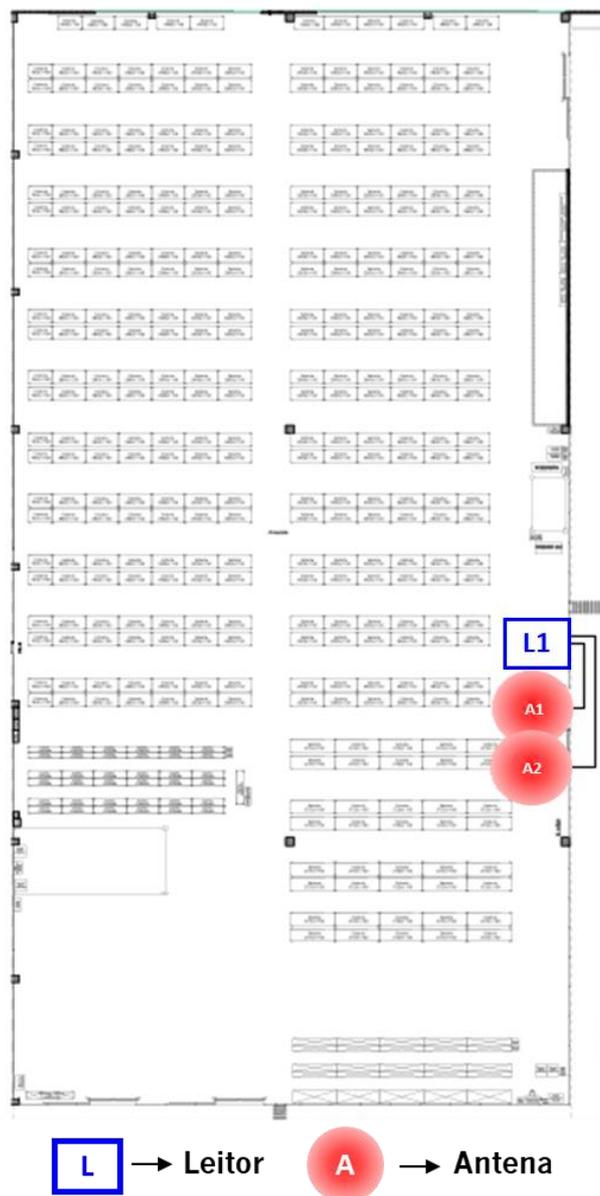


Figura 45 - Tecnologia RFID no armazém RS03

5.4.2 Supermercado (IA02)

No supermercado poderá existir apenas um leitor que servirá para os pontos de controlo existentes no supermercado (Figura 46), uma vez que os cabos que ligam as antenas ao leitor podem atingir nove metros, abrindo a possibilidade de centralizar o leitor e o colocar a nove metros de cada de fluxo. Este leitor deverá ter pelo menos quatro portas para que seja possível associar duas antenas a cada ponto de fluxo. Assim, ter-se-á duas antenas no portão principal do supermercado e outras duas no portão das traseiras, e estas antenas estarão ligadas a um único leitor (através de cabos). A disposição das antenas, numa primeira fase, servirá apenas para executar leitura em carcaças, visto que serão os únicos

materiais que possuirão *tags RFID*, mas posteriormente também servirão para os outros materiais assim que se efetuar implementação de *tags RFID* nos mesmos. Este sistema não será encarregue pelo controlo dos materiais *kanbans* que entram e saem do supermercado, uma vez que os sistemas *kanban* eletrónicos existentes na WEGEuro são monitorados pela empresa subcontratada.

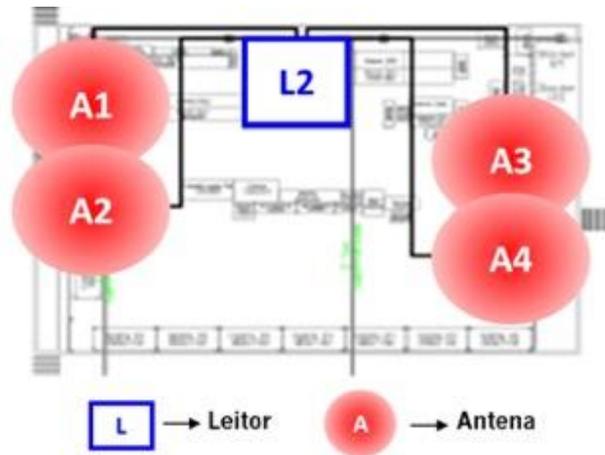


Figura 46 - Tecnologia RFID no supermercado.

5.4.3 Linha do estator (prensa)

Para este projeto piloto, na linha de estator deverá existir um leitor e duas antenas próximas do *buffer* da prensa (Figura 47) onde é feita a introdução do estator na carcaça, tendo em conta que o único processo onde a carcaça é envolvida nesta linha. Estas antenas serão responsáveis pela leitura das *tags* coladas nas carcaças, assim que estas chegam ao *buffer* de *stock* da introdução do estator. As duas antenas servirão para aumentar a precisão do sinal e a eficácia da leitura de vários materiais em simultâneo.

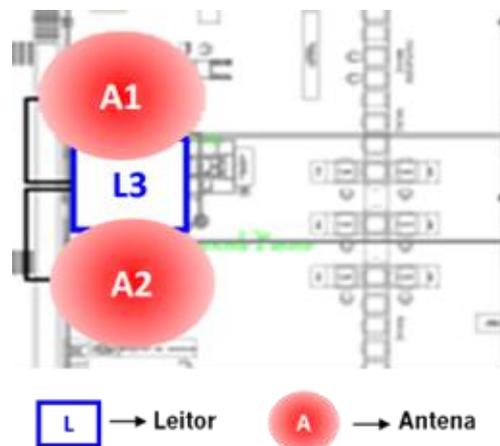


Figura 47 - Tecnologia RFID na zona da prensa.

5.4.4 Linhas de montagem e pintura.

A Figura 48 apresenta o posicionamento dos leitores nas linhas de montagem e pintura. A área da montagem é o local onde são realizadas mais operações envolvendo a carcaça. Esta área operacional é dividida em duas, uma para montagem de motores simples e a outra para os motores chamados complexos (MDC). Assim, na montagem existirá um leitor (4) e duas antenas logo à entrada, isto é, no torno. Todas as carcaças, independentemente da sua complexidade, passam pelo torno. Na linha simples, serão utilizados dois leitores. Cada leitor será utilizado para receber e tratar dados de dois pontos de fluxo nesta linha. Assim, será necessário:

- Um leitor (5) para a antena associada ao processo de montagem (L1) e a antena associada ao processo de montagem (M1);
- Um leitor (6) para as antenas associadas ao processo de montagem (L2) e a antena associada ao processo de montagem (M2);
- Na linha simples, a cada ponto de fluxo deverá existir apenas uma antena devido à proximidade dos pontos de fluxo o que poderá causar interferências;
- Para a linha de montagem complexa, será colocado um leitor (8); a este leitor estarão associadas quatro antenas, duas para o ponto de controlo da furadora e duas para o *modecenter*;
- Deverá existir na pintura um leitor (7); para distinguir a pintura especial da pintura simples, será necessário associar a este leitor duas antenas para pintura simples e outras duas para as antenas da pintura especial; com estes leitores em cada processo torna-se possível registar automaticamente as operações realizadas na montagem e na pintura.

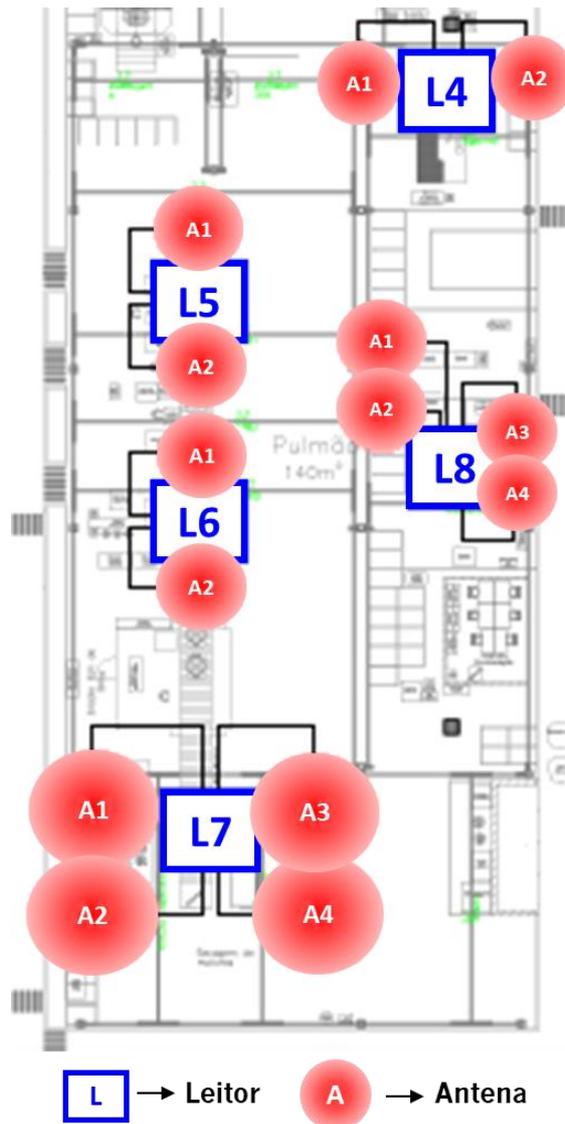


Figura 48 - Tecnologia RFID nas linhas de montagem e pintura

5.4.5 Embalamento, Inspeção e expedição

Cada uma das áreas de embalamento, inspeção e expedição deverá possuir um leitor, de modo a obter a informação em tempo real das carcaças. Ao leitor de cada umas destas áreas operacionais estarão associadas duas antenas, exceto ao leitor da área de inspeção que estará associado à uma única antena. Assim, sempre que a carcaça atravessa a zona de embalamento, inspeção ou de expedição, será identificada automaticamente e as informações serão enviadas para o sistema. A Figura 49 a ilustra a posição dos leitores nestas áreas.



Figura 49 - Tecnologia RFID nas zonas de expedição (9, à esquerda) e de embalagem (10, ao centro) e de inspeção (11, à direita)

5.5 Dificuldades e limitações da proposta de solução

Nesta seção são apresentadas as dificuldades e limitações num âmbito geral, desde as dificuldades e limitações no desenvolvimento do projeto, bem como as restrições na implementação da solução através do projeto piloto. Para a proposta de solução, primeiramente são apresentadas estas dificuldades e limitações de modo geral, e seguidamente reportam-se as restrições de cada área operacional descritas na seção anterior.

5.5.1 Dificuldades gerais

O elevado número de processos na logística na WEGEuro executados de diferentes maneiras e a existência de vários métodos manuais e automáticos para rastrear materiais na WEGEuro, tornam o seu sistema de rastreamento bastante complexo. No entanto, a proposta de solução (tecnologia *RFID*) descrita na seção anterior, que é muito utilizada em outras empresas atualmente, mas ainda não tão utilizada como o código de barras, apresenta diversas limitações e dificuldades. Dentre estas limitações e dificuldades, destacam-se as seguintes:

- A falta de experiência e *know-how* por parte dos elementos da equipa responsáveis pelo projeto de implementação desta tecnologia;
- Tipo de material a rastrear – da revisão de literatura feita percebe-se que os metais e os líquidos são os materiais mais difíceis de rastrear, utilizando a identificação por radio frequência. Sendo a carcaça um metal e a maior parte das infraestruturas da empresa também são feitas de metal, isto pode provocar interferência na transmissão de sinal das *tags* para os leitores, o que pode conduzir a erros na leitura das *tags*;

- Necessidade de mais *tags* por carcaça – atendendo à dimensão das carcaças e ao facto de estas serem feitas de metais, pode haver a necessidade de colocar mais uma *tag* por carcaça. Desta forma, poderá diminuir-se os potenciais erros de leitura mencionados no ponto anterior. Porém, este fator deverá ser testado nas respetivas áreas pela empresa responsável pela implementação do projeto;
- Os pontos de visibilidade nos sistemas informáticos, nomeadamente no SAP, serão os mesmos. Isto deve-se ao facto de o sistema ser universal para todo grupo WEG, portanto a alteração encontra-se fora de questão. Assim, a visibilidade nos pontos de fluxos descritos em seções anteriores, apenas será possível no *software* fornecido pela empresa responsável pela implementação do projeto na fase de desenvolvimento do protótipo;
- Pontos cegos – o alcance da tecnologia RFID está limitada às zonas de cobertura oferecidas pelas antenas; assim, sempre que as carcaças forem enviadas para lugares inesperados haverá um grande risco de se perder o seu rasto. Também no momento de transição de um ponto de fluxo para outro, a carcaça fica sem visibilidade em tempo real por alguns momentos. Porém, estas questões podem ser evitadas, uma vez que se fez um mapeamento, e identificou-se os pontos de fluxos necessários e também se tem vindo a capacitar cada vez mais os colaboradores. Entretanto, esta é uma situação que pode sempre acontecer.

5.5.2 Dificuldades e limitações no abastecimento do supermercado

No abastecimento do supermercado identificaram-se algumas dificuldades e restrições relevantes, tais como:

- Impossibilidade de localizar com total exatidão os materiais no supermercado – diferentemente de um GPS, os leitores de *tags* RFID apenas conseguem informar a entrada e saída de uma determinada área, mas não conseguem detalhar a localização deste como faz o GPS;
- Deverá existir um sinalizador luminoso ou sonoro para alertar a leitura correta ou incorreta de uma determinada *tag*.

As carcaças, tal como uma parte significativa dos materiais, chegam à empresa em caixas e sem qualquer etiqueta colada, pelo que qualquer erro até à chegada do material ao armazém principal não será detetado. Assim sendo, o método de rastreamento desde a receção até ao armazém RS03 continua

a ser o mesmo, apoiando-se no SAP com auxílio do WMS. Este facto levanta duas outras problemáticas naquilo que são as dificuldades e limitações do sistema, nomeadamente:

- Existência de dois sistemas diferentes de rastreamento na empresa – o funcionamento do sistema *RFID*, em áreas para além do armazém, mantém a necessidade da utilização do código de barras para rastrear e gerir as movimentações e alocar os materiais desde a receção até ao armazém principal;
- Necessidade de retiquetagem – para manter os dois métodos de rastreamento em funcionamento, será necessária a utilização de uma primeira etiqueta de identificação do material e uma outra de transferência, tal como se faz atualmente, sendo que a segunda passa a ser uma *tag* RFID. Com isto percebe-se que se mantém a problemática de retiquetagem.

5.5.3 Dificuldades e limitações no abastecimento das linhas de estator

Nesta área operacional identificou-se as seguintes dificuldades e limitações:

- Necessidade de integração entre o *software* responsável pela gestão do sistema *RFID* e *SGproduction* – este software deverá ser capaz de comunicar com o *SG production* para transmitir informações, tais como as quantidades a dar entrada nesta área operacional;
- Necessidade de colocar as *tags* RFID em materiais urgentes – para os casos onde há uma necessidade urgente na linha de estator, os materiais são enviados diretamente para linha do estator sem passar pelo armazém principal, e sendo o armazém principal detentor do primeiro ponto de fluxo, ou seja, onde serão coladas as etiquetas de transferência (*tag* RFID), será necessário ter a preocupação de colar a *tag* na receção (onde é feito o *picking* do material urgente).

5.5.4 Dificuldades e limitações no abastecimento das linhas de montagem

O *layout* da área da montagem pode fazer com que as antenas nele instaladas recebam sinais provenientes de outras áreas operacionais. Assim, poderá surgir a necessidade futura de alterar o *layout*, com a implementação de coberturas com o intuito de aumentar o sinal.

A proximidade das antenas na área de montagem pode causar alguma interferência no sinal ou mesmo diminuir consideravelmente a precisão do sinal.

5.6 Aspectos críticos na implementação da tecnologia RFID

A estrutura complexa da logística interna da WEGEuro produz diversos aspectos críticos na implementação da tecnologia *RFID*. Dentre estes aspectos são de maioríssima relevância os seguintes:

- Existência de vários possíveis destinos para os materiais;
- Inexistência de ponto de fluxo na recepção;
- Complexidade do *layout* das áreas operacionais;
- Tipo de material a rastrear (metal).

Os fatores acima mencionados representam aquilo que são desafios relevantes que dificultam a implementação da proposta de solução.

Recorde-se ainda que, no segundo capítulo, na revisão bibliográfica, reportou-se diversos aspectos críticos na implementação da tecnologia RFID no contexto das cadeias de abastecimento (Tabela 4), alguns dos quais também são relevantes neste caso.

6 AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DA SOLUÇÃO PROPOSTA

Este capítulo tem como objetivo responder à segunda pergunta de investigação:

“Sendo o RFID uma solução eficaz, qual é o impacto em termos financeiros da implementação da mesma?”

Para responder a esta pergunta, primeiramente avaliou-se o custo dos equipamentos necessários para a implementação da tecnologia RFID, fazendo o cálculo do investimento total necessário. Para determinar o ganho com o projeto, considerou-se o custo com os desvios das carcaças, visto que é a MP utilizada no projeto piloto. De seguida fez-se o cálculo do VAL e da TIR para determinar a viabilidade do projeto, considerando uma taxa mínima de atratividade de 10%, valor normalmente usado em projetos na empresa. Com os valores do VAL e da TIR, calculou-se o *payback* simplificado e o *payback* atualizado de modo a determinar o período de retorno do investimento. Por fim, efetuou-se o cálculo do ROI para determinar o lucro com o projeto.

6.1 Análise do investimento necessário

Para determinar o custo dos equipamentos necessários contactou-se duas empresas do ramo. Das duas empresas contactadas, a Altronix, uma empresa com qual a WEGEuro já trabalha em outros projetos forneceu uma tabela de preços (Anexo 1) para os diferentes produtos da tecnologia RFID.

Para atender às necessidades da empresa, apresenta o investimento necessário na Tabela 17.

Tabela 17 - Investimento necessário para a implementação da tecnologia RFID

Qtd.	Descrição	Preço unitário	Total
1	Impressora de etiquetas, para impressão e codificação de etiquetas RFID	2147,9€	2.147,9€
1	<i>Software</i> para impressão e codificação das <i>tags</i>	450€	450€
20000	<i>Tags</i> RFID 100mmx100mm UHF	0,18€	3.600€
10	Leitor fixos RFID 8 portas	992,35€	9.923,50€
24	Antena RFID	187€	4.488€
24	Cabos	59€	1.416€
1	Licença do <i>software</i> integrado ao SAP	695€	695€
1	Contrato anual para a obtenção do <i>software</i> incluindo assistência técnica e atualizações	863€	863€
1	Leitor móvel RFID	1.545,3€	1.545,3€
			20.665,70€

Todos os custos são fixos com exceção do contrato anual para obtenção do *software* e das *tags* que serão necessárias durante os anos de vida do projeto. Sendo assim, estima-se um investimento inicial de 20.665,70 € e depois serão adicionados a este investimento 863€ do contrato anual para obtenção do *software* e 3.600 € para obtenção das *tags* RFID para os anos seguintes. Estes custos podem variar em função dos ajustes que podem vir a ser necessários após testar a tecnologia *RFID* na WEGEuro.

6.2 Resultados esperados com o projeto

Os rendimentos esperados foram estimados em função dos custos com os desvios de carcaças, uma vez que é o material utilizado no projeto piloto.

Para determinar estes desvios, foram recolhidos todos os desvios de carcaças e os respetivos custos verificados nos últimos quatro anos (Anexo 5 Anexo 6 Anexo 7 Anexo 8). Com estes dados calculou-se a média anual dos custos com os desvios e o respetivo desvio padrão (Tabela 18).

Tabela 18 - Custo com os ajustes de carcaças

Ano	2016	2017	2018	2019	Média	Desvio padrão
Custo	11.357,80€	8.966,99€	23.697,83€	12.567,71€	14.147,58€	5.664,02€

Assim, estima-se em 14.147,58€ o valor médio que será ganho (poupado) a cada ano com implementação da tecnologia RFID.

6.3 Cálculo do VAL e TIR

Com os valores do investimento e os rendimentos obtidos com a implementação do projeto prossegue-se com o cálculo do VAL.

Primeiramente, determina-se o *cash flow* (CF) do projeto, que é calculado pelo *cash flow* de exploração (CFE) e pelo *cash flow* de investimento (CFI). O *cash flow* de exploração representa os fluxos financeiros associados à exploração do projeto, calculando-se assim através da diferença entre os rendimentos e os custos efetivos, desprezando as amortizações e encargos financeiros de financiamento (EEF), de forma a garantir que a rentabilidade do projeto não é afetada pela estrutura de financiamento escolhida pela empresa.

O *cash flow* de investimento representa os fluxos financeiros associados ao investimento e ao valor residual. Para este projeto, apenas são considerados os investimentos, representados pelo custo de aquisição dos equipamentos para a implementação do sistema RFID na WEGEuro ST (20.665,70 €).

O *cash flow* do projeto é calculado pela diferença entre o CFE e o CFI. Os cálculos são apresentados no Apêndice 2. Para calcular o VAL utilizou-se a Eq. (1), tendo-se obtido um valor de 35.311,44 € para um horizonte de 10 anos de vida útil do projeto.

O cálculo da TIR é relativamente simples, bastando igualar a zero a fórmula do VAL (Eq. 1) e resolver em função da taxa. A TIR obtida foi de 46%. Sendo a TIR > TMA, considera-se o projeto viável economicamente.

O cálculo do *payback* (Eq. 2), usou-se o valor do investimento necessário (20.665,70 €), o *CF_t* representando a poupança anual com (a ausência) dos desvios de carcaças (14.147,58 €) descontada dos custos anuais com *tags* RFID (3600 €) e o contrato anual para a obtenção do *software* (863 €), totalizando assim um valor de 9.684,70 €. A Tabela 19 apresenta os valores calculados para os 10 anos de horizonte.

Tabela 19 - *Payback* simples (euros)

Ano	I₀, CF	CF acumulado
0	-20.665,70	-20.665,70
1	9.684,70	-10.981,00
2	9684,70	-1.296,30
3	9.684,7	8.388,40
4	9.684,7	18.073,10
5	9.684,7	27.757,80
6	9.684,7	37.442,50
7	9.684,7	47.127,20
8	9.684,7	56.811,90
9	9.684,7	66.496,60
10	9.684,7	76.181,30

O período de recuperação encontra-se compreendido entre o segundo e o terceiro ano. Para determinar com exatidão o período de recuperação simples pode fazer-se uma interpolação linear:

$$Payback\ simples = 2 + \frac{0 + 1296,30}{8388,10 + 1296,30} \times (3 - 2) = 2,13\ anos$$

Ao contrário do *payback* simples, o *payback* atualizado representa a forma mais correta de determinar o período de retorno, uma vez que utiliza uma taxa de atualização para cada CF. Para o cálculo do *payback* atualizado usou-se a Eq. (3). A Tabela 20 mostra os resultados obtidos com o *payback* atualizado.

Tabela 20 - Payback atualizado (euros)

Ano	CF	CF atualizado	CF acumulado
0	-20.665,7	-20.665,7	-20.665,7
1	9.684,7	8.804,27	-11.861,43
2	9.684,7	8.003,88	-3.857,54
3	9.684,7	7.276,26	3.418,72
4	9.684,7	6.614,78	10.033,50
5	9.684,7	6.013,44	16.046,93
6	9.684,7	5.466,76	21.513,69
7	9.684,7	4.969,78	26.483,48
8	9.684,7	4.517,98	31.001,46
9	9.684,7	4.107,26	35.108,72
10	9.684,7	3.733,87	38.842,59

O tempo de recuperação atualizado encontra-se entre o segundo e o terceiro ano, mais exatamente:

$$\text{payback atualizado} = 2 + \frac{0 + 3857,54}{3418,72 + 3857,54} \times (3 - 2) = 2,53 \text{ anos}$$

Para calcular o ROI, primeiramente fez-se o somatório de todos os lucros com o projeto (Tabela 21), utilizando-se depois a Eq. (4). O resultado obtido foi de ROI = 368%.

Tabela 21 - Lucros com o projeto

Ano	CF
1	9.684,70€
2	9.684,70€
3	9.684,70€
4	9.684,70€
5	9.684,70€
6	9.684,70€
7	9.684,70€
8	9.684,70€
9	9.684,70€
10	9.684,70€
Total	96.84,70€

7 ANÁLISE CRÍTICA DOS RESULTADOS

A implementação da tecnologia RFID em ambiente empresarial, particularmente na cadeia de abastecimento passa por várias fases, sendo que o estudo feito neste projeto corresponde apenas à primeira dessas fases. Como o tempo definido para o estágio do autor foi insuficiente para obter resultados concretos com a implementação da tecnologia, este capítulo tem como objetivo estimar os possíveis resultados com a futura implementação, e discuti-los. Assim, pretende aqui analisar os possíveis resultados nos pontos de fluxos, comparando a situação atual da empresa com a possível situação futura após a implementação da tecnologia *RFID*. Em primeiro lugar analisa-se o funcionamento da transferência dos materiais para o supermercado IA02, depois o abastecimento da linha do estator (prensa), prosseguindo com o abastecimento das linhas de montagem e de seguida as movimentações do material até a expedição. Por último, apresenta-se uma síntese com os resultados esperados em função dos problemas anteriormente apresentados.

7.1 Processo de transferência de materiais para o supermercado

Os problemas de rastreabilidade das carcaças associados ao processo de transferência de fluxo são os seguintes:

- Falta de automatização na confirmação das ordens de transferência;
- Retrabalho com uma segunda confirmação manual no supermercado;
- Falta de visibilidade do material a partir do momento em que sai do armazém RS03.

De acordo com as propostas de melhorias apresentadas, a confirmação das ordens de transferência passarão a ser automáticas, eliminando-se assim uma tarefa, o que se traduz em menos em tempo despendido pelo colaborador, e simultaneamente vai mitigar potenciais erros humanos no abastecimento, reduzindo os elevados custos anuais (estimados em 14.147,58 euros) por desvios de *stock* com carcaças.

No que se diz respeito ao retrabalho, poderá reduzir-se o tempo despendido com a segunda confirmação em uma média de 5 segundos por cada matéria-prima. Como diariamente são transferidas 50 carcaças, serão poupados 4,16 minutos.

O problema da falta de visibilidade fora do armazém resulta de haver poucos pontos de controlo e falta de tecnologia de identificação automática. Com a proposta de solução apresentada, haverá uma redução de desvios de *stock*, numa fase inicial para as carcaças (que é um dos principais objetivos deste projeto), e ainda evitar-se-á paragens não planeadas na produção, mesmo que estas paragens não seja um problema de maior atualmente, uma vez que os cumprimentos dos prazos de entrega encontram-se acima das metas traçadas (como apresentado na Figura 31).

7.2 Abastecimento da linha do estator (massa estatórica)

No abastecimento da linha do estator foram identificados os seguintes problemas:

- Falta de visibilidade em tempo real durante os processos na linha;
- Utilização de materiais destinados a outras OPs;
- Falta de automatização na confirmação das operações e consumos da OP.

A falta de visibilidade em tempo real durante a realização dos processos na linha, limita o acompanhamento, ou seja, a visibilidade em tempo real do estado de uma ordem de produção. Esta condição diminui a capacidade de intervenção dos responsáveis pela OP em caso de erros na produção, o que pode causar paragens involuntárias na produção, ou retrabalho em caso de utilização de materiais errados em algum processo. A presente proposta de solução vem resolver essas problemáticas, introduzindo a visibilidade em tempo real nesta linha de produção. Assim, elimina-se a questão de se ter de aguardar a conclusão de uma OP para confirmar se esta foi bem executada ou se é necessário proceder-se a algum ajuste, normalmente positivo, na *COGI*, o que aumenta a probabilidade de desvios de *stock*.

A utilização de materiais destinados a outras ordens deve-se ao facto de vários materiais servirem para mais de uma ordem de produção, pelo que os colaboradores utilizam os excessos nas linhas de produção para outras ordens. Para o presente projeto piloto não se avalia os resultados desta questão, uma vez que a matéria-prima utilizada no projeto piloto apenas serve para uma única ordem de produção.

Relativamente ao último problema levantado, este é fruto da falta de um sistema de identificação automática, como é o caso da tecnologia RFID. A confirmação das operações necessária atualmente demora alguns segundos, em média, 10 a 15 segundos, por ordem de produção, algo que também será

evitado. Com este sistema haverá pouco envolvimento dos colaboradores nas confirmações das operações o que vai resolver problemas como os desvios de *stock* com erros de abastecimento.

7.3 Abastecimento das linhas de montagem

No abastecimento das linhas de montagem foram levantados os seguintes problemas:

- Correções feitas com base em suposições;
- Falta de visibilidade durante o processo de montagem;
- Utilização de materiais destinados a outras OPs;
- Falta de automatização na confirmação das operações e consumo dos componentes;
- Retrabalho em caso de correções erradas.

Note-se que pelo menos três dos problemas apresentados são semelhantes aos problemas referidos na secção anterior, resultando basicamente das mesmas causas e gerando as mesmas consequências. Com o projeto piloto proposto, espera-se também obter os mesmos resultados referidos anteriormente. Isto deve-se ao facto destas linhas de produção funcionarem da mesma maneira, diferenciando-se apenas nas OPs que realizam, sendo que a MP escolhida para este projeto piloto está envolvida tanto na linha do estator bem como nas linhas de montagem.

Já as correções baseadas em suposições é um fenómeno bastante comum nas linhas. Isto deve-se ao fato de certos consumos de MPs não serem registados, o que leva o SAP a interpretar que não foram consumidas. Quando isto acontece, o sistema não permite dar como concluída a OP. Assim, os colaboradores do PCP são obrigados a assumir que a MP já foi consumida, e que apenas houve falta de registo pelo colaborador da produção, fazendo-se assim um ajuste positivo. Com a presente proposta de solução, sempre que se consumir a MP, esse consumo será registado automaticamente, evitando-se assim todos os erros por falta de registos.

7.4 Movimentações do material até à expedição

Com exceção a linha do rotor, a MP seleccionada para o projeto piloto é movimentada em todas áreas operacionais. As áreas apresentadas nas secções anteriores (supermercado, linha do estator e linhas de montagem) são as áreas mais críticas, ou seja, as áreas mais afetadas pelos problemas referidos aos quais a proposta de solução vem dar resposta. Entretanto, as demais áreas apresentam também alguns

problemas similares, ainda que em grau mais reduzido. Do conjunto de problemas encontrados nas outras aéreas operacionais, destacam os seguintes:

- Falta de automatização no registo das movimentações;
- Falta de visibilidade durante as movimentações;
- Falta de automatização no registo da expedição.

A falta de automatização, tanto no registo de todas as movimentações bem como no registo da expedição, é a principal causa para problemas como perdas de tempo com registos e erros nos registos. Estes problemas, por sua vez, traduzem-se em desvios de *stock*, retrabalho e perdas de tempo com a procura manual dos materiais. A proposta de solução apresentada vem solucionar estes problemas, uma vez que o registo da MP passará a ser automático, o que diminuirá consideravelmente o tempo despendido com esta operação e os erros nos registos.

A falta de visibilidade é um problema geral para a empresa a partir do momento em que os materiais atravessam o portão do armazém principal. Neste sentido, o projeto piloto a implementar propõe uma série de ponto de fluxos que serão controlados por sistema de identificação automática, o que aumentará a visibilidade em toda cadeia de abastecimento.

7.5 Resumo dos principais resultados

A Tabela 22 apresenta os principais problemas (já identificados anteriormente na Tabela 14), indicando-se aqui a solução a implementar e ainda os resultados esperados após a sua implementação. Em particular, para cada problema, indica-se se este foi resolvido totalmente (RT), parcialmente (RP) ou ainda não resolvido (NR).

Tabela 22 - Resumo dos resultados da proposta de melhoria

Problema	Resultado até ao momento	Descrição
1	RP	Com a implementação do projeto piloto será possível efetuar o registo automático de todos os movimentos feitos pelas carcaças na empresa. Relativamente às restantes MP, o seu registo continuará a ser feito manualmente, podendo passar a ser automático assim que se estender a tecnologia para os restantes materiais.
2	RT	A identificação por radiofrequência permite identificar as carcaças ainda que estas estejam fora do campo visual das antenas. Assim, os colaboradores poderão localizar facilmente as MP e também despenderão pouco tempo na contagem do <i>stock</i> .
3	RT	A confirmação das ordens de transferências em SAP é feita manualmente pelos colaboradores. Com a tecnologia RFID, passará a ser feita automaticamente a partir do momento em que carcaça muda de depósito.
4	RT	Com a tecnologia RFID e a implementação de pontos de controlo (pontos de fluxo), a logística interna da WEGEuro terá uma visibilidade em tempo real da carcaça em todas áreas operacionais.
5	RT	Com o registo automático durante as transferências e operações, e com o aumento da visibilidade em tempo real, as correções deixarão de ser feitas baseadas em suposições.
6	NR	A normalização da utilização das MP para as ordens que lhe são destinadas não está contemplada neste projeto.
7	NR	Continuará a ser necessário etiquetar uma segunda vez os materiais, uma vez que as <i>tags</i> RFID serão usadas nas etiquetas de transferências.
8	NR	A falta de coordenação entre centros e colaboradores é um problema que não está contemplado no projeto piloto a implementar.
9	RT	Eliminando a possibilidade de efetuar correções baseando-se em suposições, elimina-se também a possibilidade de retrabalho por motivo de correções erradas.

8 CONCLUSÕES E SUGESTÕES DE TRABALHO FUTURO

A presente dissertação insere-se num projeto realizado na WEGEuro com o objetivo de melhorar o sistema de rastreamento das matérias-primas. O principal problema centra-se no facto de existirem poucos pontos de controlos, e de a maior parte dos processos no sistema de rastreamento serem feitos manualmente, o que origina muitos erros (ex., nos registos das informações no ERP, entre outros). Essencialmente, as várias movimentações de material vão acontecendo, mas não vão sendo devidamente registadas.

Este projeto de dissertação veio para dar respostas para as questões de falta de rastreabilidade através de uma proposta de implementação de um sistema RFID. Este sistema deverá estar associado a um sistema de gestão fornecido pela empresa responsável pela implementação da tecnologia RFID.

A dissertação focou-se primeiramente:

- Realização de uma revisão da literatura sobre os principais temas abordados ao longo do projeto, nomeadamente gestão cadeia de abastecimento, sistemas de identificação automática (com maior ênfase nas tecnologias RFID), e avaliação da viabilidade económica da implementação de tecnologias;
- Levantamento dos principais problemas existentes através da análise da situação atual da logística interna na empresa, tendo-se incluído neste documento a descrição dos fluxos de matérias-primas e de informações desde a receção até às linhas de montagem, focando-se no funcionamento do rastreamento em todas as áreas operacionais.

Em seguida, descreveu-se a proposta de solução encontrada pelo autor, em estreita colaboração com a equipa do departamento de logística da empresa, solução esta que aqui foi apresentada na forma de um protótipo (projeto piloto). Numa fase inicial, esta proposta de solução contempla apenas o rastreamento de um material, as carcaças dos motores, selecionada pela sua maior relevância, no âmbito das questões em análise, através de um estudo feito na empresa.

Prosseguiu-se com a apresentação das dificuldades e limitações da implementação da proposta de solução na empresa, onde se destacam:

- A falta de experiência e *know-how* por parte dos elementos da equipa responsáveis pelo projeto de implementação desta tecnologia;
- O tipo de material a rastrear, uma vez que metais podem interferir na leitura do sinal;

- A necessidade de se ter mais de uma *tag* RFID por carcaça, para uma leitura mais eficaz atendendo a dimensão das mesmas;
- A incapacidade de integração da solução com o ERP da empresa (SAP);
- A impossibilidade de localizar com “total exatidão” os materiais no supermercado.

Depois fez-se o estudo de viabilidade económica da proposta de solução, tendo-se obtido os indicadores seguintes para uma vida útil do projeto de 10 anos:

- VAL = 35.311,44 €
- TIR = 46%
- TMA = 10%
- *Payback* simples = 2,13 anos
- *Payback* atualizado = 2,53 anos
- ROI = 368%

Com um VAL > 0 e a TIR > TMA, ambos os métodos sugerem que o projeto será viável, com um tempo de recuperação do investimento aceitável, atendendo à vida útil do projeto.

Por último, apresentou-se os resultados esperados com a implementação da tecnologia RFID na empresa, tendo-se concluído que se obterá uma maior visibilidade em tempo real, o que diminuirá consideravelmente os desvios de *stock* e a contagem manual de *stock* nas diferentes áreas operacionais. A automatização nos variados processos culminará na redução dos tempos de execução e na redução dos erros humanos.

Relativamente à primeira pergunta de investigação:

“Será a tecnologia de identificação por radiofrequência (RFID) uma solução eficiente para solucionar os problemas não resolvidos pela tecnologia de código de barras?”

pode afirmar-se que os principais desafios se prendem em obter a maior quantidade possível de informações sobre as materiais no decorrer de todas as suas movimentações, algo que, efetivamente, a tecnologia RFID poderá proporcionar. Também se espera uma evolução positiva nos processos de monitorização do ponto vista de tempo de execução e precisão na informação. No entanto, continuará a ser um grande desafio conseguir contrapor as dificuldades e limitações das infraestruturas, atrás referidas, e outros aspetos críticos da empresa.

A segunda pergunta de investigação tinha como objetivo estudar a relação entre o custo e benefício com a implementação da tecnologia RFID na empresa:

“Sendo o RFID uma solução eficiente, qual será o impacto em termos financeiros da implementação da mesma?”

Relativamente aos custos, estes foram levantados junto de empresas no ramo de acordo com as necessidades da proposta de solução. Estes custos englobam os custos com equipamentos (*hardware*), custos com *software*, custos de implementação, custos de manutenção e ainda outros custos que poderão surgir após a visita de campo da equipa da empresa fornecedora da tecnologia RFID. Por outro lado, alguns dos benefícios proporcionados pela tecnologia RFID puderam ser quantificados, mas outros não. Nomeadamente, foi possível estimar os desvios de *stock*, uma das maiores problemáticas na empresa, e também os tempos despendidos pelos colaboradores na execução de operações de registo. Com os dados dos custos e dos ganhos, foi possível estimar um impacto financeiro favorável à implementação da solução proposta, baseada na tecnologia RFID.

A implementação de um sistema RFID passa por várias etapas, pelo que existirão ainda muitas fases antes que o projeto possa estar concluído. Para que a implementação seja bem-sucedida, é necessário que se cumpram criteriosamente um conjunto de etapas adequada e previamente definidas. Como recomendação de trabalho futuro, identifica-se aqui esse conjunto de etapas:

- Contatar fornecedores de soluções de tecnologia RFID em ambiente de cadeia de abastecimento, apresentando-lhes o funcionamento atual da empresa e os requisitos. O objetivo passa por avaliar quais as melhores propostas futuras em termos de *hardware*, *software*, funcionamento do sistema e custos;
- Selecionar a melhor proposta. O objetivo passa por selecionar o fornecedor que melhor se encaixa nos objetivos da empresa, tornando este um parceiro de negócio, de modo a acompanhar a implementação e a manutenção da tecnologia RFID;
- Realizar testes da tecnologia na empresa. O objetivo destes testes, nas áreas operacionais da empresa, é medir o nível real de eficácia da tecnologia na empresa. Também servirá para prever possíveis necessidades de mudanças de *layout* ou disposição/localização dos equipamentos RFID. Estes testes validarão a eficácia do sistema proposto;
- Desenvolver o *software* responsável pela gestão do sistema que melhor se adequa na empresa. Este *software* deverá ser desenvolvido pela empresa fornecedora do sistema;

- Implementar todo o sistema correspondente ao projeto piloto. Esta implementação servirá para testar o funcionamento e fiabilidade do sistema, podendo-se assim alargá-lo posteriormente para outras matérias-primas (que não apenas as carcaças dos motores).
- Concluída a primeira implementação, sugere-se prosseguir para o rastreamento dos rotores e estatores. Uma vez garantido o bom funcionamento do sistema no âmbito do projeto piloto, não se antevê como problemático o seu alargamento para os rotores e estatores;
- Finalizada a implementação da tecnologia RFID para rastrear internamente todas as matérias-primas da empresa, deverá avaliar-se o seu funcionamento e fazer-se as devidas correções em caso de necessidade.

Após a conclusão do projeto, haverá sempre a necessidade de melhoria no sistema de rastreamento com a tecnologia RFID de modo a torná-la cada vez mais fiável. Estar sempre atento à manutenção do sistema (ex., trocar as etiquetas quando já não estão no prazo de validade, realizar testes de fiabilidade dos leitores, entre outras práticas), poderá contribuir-se para manter ou aumentar a eficiência do sistema.

A par da tecnologia RFID, propõe-se ainda a criação de políticas únicas e processos normalizados para o abastecimento dos supermercados ou mesmo das linhas de produção. Isto porque determinados desvios de *stock*, atualmente verificados, não são propriamente causados pelos problemas de rastreabilidade, mas sim pelas diferentes políticas de abastecimento implementadas na empresa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Niiyama, Y. (2008). Food Marketing Research and Information Center (FMRIC). *Introduction of Food Traceability Systems*.
- Abreu, A. D. A., Barreto, Y. D. A., Martins, M. S., De Resende, B. M., & Ribeiro, L. D. S. (2017). Implementação De Um Modelo De Supply Chain Management Na Fábrica De Vassouras Ecológicas Tamarindo. *Exatas & Engenharia*, 7(18), 22–31. <https://doi.org/10.25242/885x71820171192>
- Aguirre, J. I. (2008). Introdução à Identificação de Sistemas. *Universidade Federal de Minas Gerais*.
- Ahsan, K., Shah, H., & Kingston, P. (2010). *RFID Applications: An Introductory and Exploratory Study*. 7(1), 1–7. Retrieved from <http://arxiv.org/abs/1002.1179>
- Angeles, R. (2005). Rfid technologies: Supply-Chain applications and implementation issues. *Information Systems Management*, 22(1), 51–65. <https://doi.org/10.1201/1078/44912.22.1.20051201/85739.7>
- Asif, Z., & Mandviwalla, M. (2005). Integrating the Supply Chain with RFID: A Technical and Business Analysis. *Communications of the Association for Information Systems*, 15. <https://doi.org/10.17705/1cais.01524>
- Asioli, D., Boecker, A., & Canavari, M. (2012). Perceived Traceability Costs and Benefits in the Italian Fisheries Supply Chain. *International Journal on Food System Dynamics*, 2(4), 357–375. <https://doi.org/10.18461/ijfsd.v2i4.242>
- Ballou, R. H. (2007). The evolution and future of logistics and supply chain management. *European Business Review*, 19(4), 332–348. <https://doi.org/10.1108/09555340710760152>
- Baudin, M. (2006). *Consolidation Centers in the Lean Supply Chain*. <https://doi.org/10.1201/9781420013009.ch45>
- Bollen, A. F., Riden, C. P., & Opara, U. L. (2006). Traceability in postharvest quality management. *International Journal of Postharvest Technology and Innovation*.
- ByteScout, B. (2014). Introduction Into Barcodes. *ByteScout*, 1. Retrieved from www.bytescout.com.
- Canassa, B., & Costa, D. R. M. (2016). *Determinantes para o custo de capital próprio em cooperativas agropecuárias*. (September).
- Canavari, M., Centonze, R., Hingley, M., & Spadoni, R. (2010). Traceability as part of competitive strategy

- in the fruit supply chain. *British Food Journal*, 112(2), 171–186.
<https://doi.org/10.1108/00070701011018851>
- Christopher, M. (2011). *Logistics & Supply Chain Management*. PEARSON EDUCATION LIMITED.
- Chuang, P. T., & Barnes, J. W. (2010). A two-dimensional expectation-perception analysis for RFID benefits in supply chain management. *40th International Conference on Computers and Industrial Engineering: Soft Computing Techniques for Advanced Manufacturing and Service Systems, CIE40 2010*. <https://doi.org/10.1109/ICCIE.2010.5668364>
- Chudy-Laskowska, K. (2018). Factors Influencing the Decision to Implement an RFID System. *LogForum*, 14(2), 221–233. <https://doi.org/10.17270/J.LOG.2018.279>
- Donnelly, K. A. M., & Olsen, P. (2012). Catch to landing traceability and the effects of implementation - A case study from the Norwegian white fish sector. *Food Control*, 27(1), 228–233. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.03.021>
- Ellet, W. (2007). *The case Study HandBook: How to read, discuss, and write persuasively about cases*.
- Ene, C. (2013). the Relevance of Traceability in the Food Chain. *Ekonomika Poljoprivreda*, 60(2), 287–297.
- Fan, B., Qian, J., Wu, X., Du, X., Li, W., Ji, Z., & Xin, X. (2019). Improving continuous traceability of food stuff by using barcode-RFID bidirectional transformation equipment: Two field experiments. *Food Control*, 98(June 2018), 449–456. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.12.002>
- Finkenzeller, K., & Waddington, R. (2003). RFID Handbook Translated by. In *Library*. <https://doi.org/10.1002/9780470665121>
- Florentina, H., Faria, D. E. J., Matos, F., & Almeida, D. E. M. (n.d.). *Análise Financeira: Um Estudo Em Uma Distribuidora Ltda*.
- Frederiksen, M., & Bremner, A. Fresh fish distribution chains: An analysis of three Danish and three Australian chains., 53 Food Australia 117–123 (2001).
- Graves, S. B., & Ringuest, J. L. (2003). *Model & Methods for project selection* (Springer US, Ed.).
- Junta de Castilla y León. (2007). *Estudio RFId: Tecnología de Identificación por radiofrecuencia* (C. de Fomento, Ed.).
- Kaakkurivaara, N. (2019). Possibilities of using barcode and RFID technology in Thai timber industry. *Maejo International Journal of Science and Technology*, 13(1), 29–41.

- Karlsen, K. M., Dreyer, B., Olsen, P., & Elvevoll, E. O. (2013). Literature review: Does a common theoretical framework to implement food traceability exist? *Food Control*, *32*(2), 409–417. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.12.011>
- Karrach, L., & Pivarciova, E. (2018). The analyse of the various methods for location of Data Matrix codes in images. *2018 ELEKTRO, ELEKTRO, 2018*, pp. 1–6. <https://doi.org/10.1109/ELEKTRO.2018.8398250>
- Khan, M. A., Sharma, M., & R, B. P. (2009). A Survey of RFID Tags. *International Journal of Recent Trends in Engineering*, *1*(4), 4–7.
- Lawrenz, F., & Lonning, R. (1991). Complementary methods for research in Education. *Evaluation Practice*, *12*(2), 177–179. [https://doi.org/10.1016/0886-1633\(91\)90010-u](https://doi.org/10.1016/0886-1633(91)90010-u)
- Liukkonen, M. (2015). RFID technology in manufacturing and supply chain. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, *28*(8), 861–880. <https://doi.org/10.1080/0951192X.2014.941406>
- MaCedo, C. A. A., De Albuquerque, A. A., & Morales, H. F. (2017). Analysis of economic and financial viability and risk evaluation of a wind project with monte carlo simulation. *Gestao e Producao*, *24*(4), 731–744. <https://doi.org/10.1590/0104-530X3439-16>
- McFarlane, D., & Sheffi, Y. (2003). The Impact of Automatic Identification on Supply Chain Operations. *The International Journal of Logistics Management*, *14*(1), 1–17. <https://doi.org/10.1108/09574090310806503>
- Mehrjerdi, Y. Z. (2014). RFID: A Bibliographical Literature Review with Future Research Directions. *Internattionall Journall off Industtriiall Engiineeriing & Producttiion Research*, *25*(2), 151–190.
- Miranda P. M. Meuwissen, A. G. J. V., & Henk Hogeveen, and R. B. M. H. (2003). Traceability and Certification in Meat Supply Chains. *Journal of Agribusiness*.
- Mishra, D. K., Henry, S., Sekhari, A., & Ouzrout, Y. (2018). *Traceability as an integral part of supply chain logistics management: an analytical review*. Retrieved from <http://arxiv.org/abs/1811.06358>
- Moe, T. (1998). Traceability in food manufacturing can range from in-house traceability in production plants to traceability in whole or part of the production chain from raw material to consumer. *Trends in Food & Science Technology*, *9*(9), 211–214. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.408.8719&rep=rep1&type=pdf>

- Moura, B. do C. (2006). *Logística Conceitos e Tendências* (Centro Atlântico, Ed.).
- Oldcorn, R., & Parker, D. (1995). *Decisão estratégica para investidores* (P. P. Limited, Ed.).
- Opara, L. U., & Mazaud, F. (2001). Food traceability from field to plate. *Outlook on Agriculture*, 30(4), 239–247. <https://doi.org/10.5367/000000001101293724>
- Schroeder, J. T., Schroeder, I., Costa, R. P., & Shinoda, C. (2005). O Custo De Capital Como Taxa Mínima De Atratividade Na the Capital Cost As Minimum Interest Rate in Projects. *Revista Gestão Industrial*, 1(2), 33–42.
- Stuller, Z. J., & Rickard, B. J. (2008). Examining Traceability Adoption among Specialty Crop Producers in California. *Traceability for Food Marketing and Safety*, 2(Fall), 27.
- Taylor, G. D. (2008). *Logistics Engineering Handbook*. Taylor & Francis.
- Tian, F. (2016). An agri-food supply chain traceability system for China based on RFID & blockchain technology. *2016 13th International Conference on Service Systems and Service Management, ICSSSM 2016*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICSSSM.2016.7538424>
- Xiaojun, W., & Dong, L. (2006). Value added on food traceability: A supply chain management approach. *2006 IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics, SOLI 2006*, 493–498. <https://doi.org/10.1109/SOLI.2006.236713>
- Yue, D., Wu, X., Hao, M., & Bai, J. (2011). A cost-benefit analysis for applying RFID to pharmaceutical supply chain. *8th International Conference on Service Systems and Service Management - Proceedings of ICSSSM'11*. <https://doi.org/10.1109/ICSSSM.2011.5959515>

APÊNDICE 1 – LOGÍSTICA INTERNA DA WEGEURO

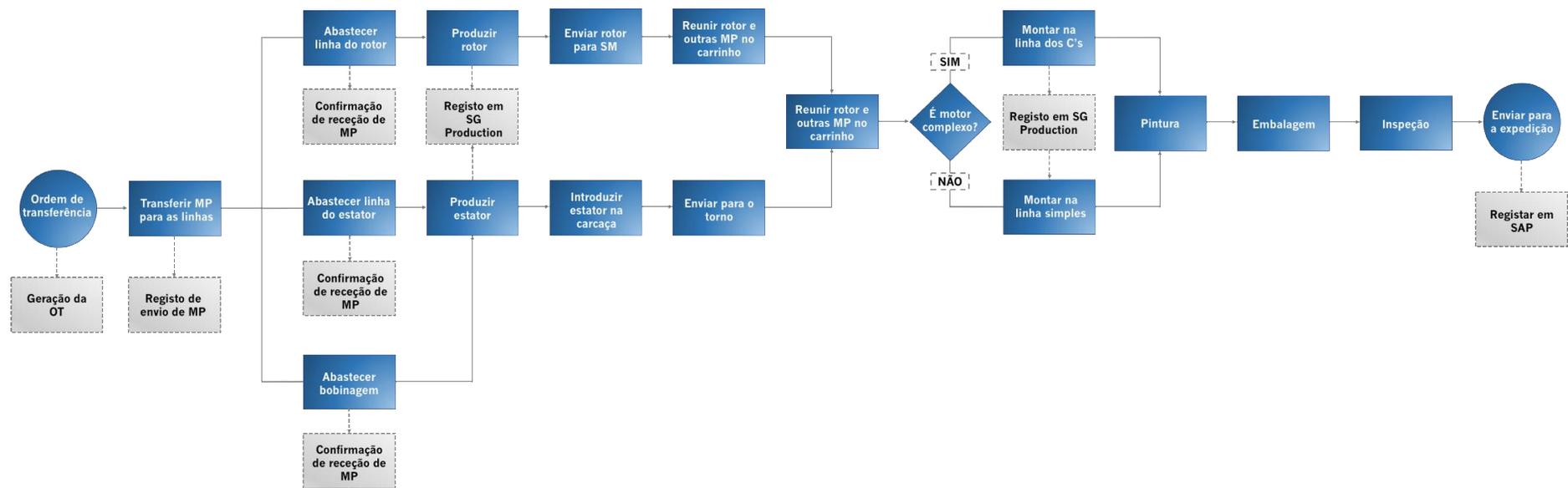


Figura 50 - Logística interna da WEGEURO ST

APÊNDICE 2 – CÁLCULO DO *CASH FLOW* DOS INDICADORES DE AVALIAÇÃO ECONÓMICA

Tabela 23 - Cálculo do *cash flow* e dos indicadores de avaliação económica

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CFE		9684,7€	9684,7€	9684,7€	9684,7€	9684,7€	9684,7€	9684,7€	9684,7€	9684,7€	9684,7€
Rendimento esperado		14147,7€	14147,7€	14147,7€	14147,7€	14147,7€	14147,7€	14147,7€	14147,7€	14147,7€	14147,7€
Custo		-4463€	-4463€	-4463€	-4463€	-4463€	-4463€	-4463€	-4463€	-4463€	-4463€
CFI	20665,7€										
CF	-20665,7€	9684,7€	9684,7€	9684,7€	9684,7€	9684,7€	9684,7€	9684,7€	9684,7€	9684,7€	9684,7€
TMA	10%€										
VAL	35 311,44 €										
TIR	46%										

APÊNDICE 3 – ESQUEMA GERAL DO PROTÓTIPO



Figura 51 - Esquema Geral do protótipo

ANEXO 1 – TABELA DE PREÇOS E CARATERÍSTICAS DE TECNOLOGIAS RFID

Tabela 24 - Tabela de preços e características de tecnologias RFID

Quantidade	Descrição	Preço Unitário	Informações
1	Impressora de Etiquetas Zebra ZT411 203dpi RFID UHF Ethernet, Bluetooth (Modelo Semi-industrial) Impressora para impressão e codificação de etiquetas RFID	2,147.90€	ver produto
1	Contrato Opcional Extensão de garantia Alcare Silver – 3 anos	325.00€	Anexo 2
1	Software Bartender Professional Licença da Aplicação e licença para 1 impressora Licenciamento por número de impressoras (software para impressão e codificação das Tags)	450.00€	ver produto
20.000	Tag RFID 100mm x 100mm Papel Meio Brilho UHF	0.18€	ver produto
10.000	Tag RFID 100mm x 100mm Papel Meio Brilho UHF	0.19€	ver produto
10.000	Tag 51mm x 25mm Polipropileno Branco UHF	0.18€	ver produto
1	Fita de Carbono Zebra 110mm x 450metros / 2300 (impressão de etiquetas em Papel)	15.60€	ver produto
1	Fita de Carbono Zebra 60mm x 450metros / 5095 (impressão de etiquetas em Polipropileno)	26.30€	ver produto
1	Leitor Zebra RFID FX9600 – 8 Portas	992.35€	ver produto
1	Antena RFID Zebra AN440	187.00€	ver produto
1	Cabo Zebra Antena AN440	59.20€	ver produto
1	POE FX9600	75.00€	-
1	Terminal Zebra MC3330R, 2D, Standard Range, USB, Bluetooth, Wi-Fi, teclado numérico, Gun, RFID, GMS, Android Terminal de recolha de dados portátil, scanner 2D, imager teclado (29 teclas, numérico), pistol grip, RFID (reader, UHF), ecrã 10.5 cm (4"), USB (2.0), Bluetooth, Wi-Fi (802.11ac), Micro SD-Slot (max. 32GB), Qualcomm 8056, 1.8GHz, RAM: 4 GB, Flash: 32 GB, Android, IP54, incl.: Google Mobile Services, bateria, 5100mAh, hand-strap	1,545.30€	ver produto
1	Base Zebra de comunicação e carregamento para Mc3300	169.70€	ver produto
1	Licença de BackOffice Solução Software Asset Management RFID (o software em causa não efetua ligação direta a SAP sendo que a informação poderá ser colocada numa localização pretendida para que o ERP faça depois a sua integração)	695.00€	-
1	Licença Aplicação de Controlo Software Asset Management RFID (o software em causa não efetua ligação direta a SAP sendo que a informação poderá ser colocada numa localização pretendida para que o ERP faça depois a sua a integração)	450.00€	-
1	Contrato Alcare Software Anual (obrigatório) Inclui apoio a todas as componentes do software Asset Management Assistência Técnica Remota Helpdesk Técnico gratuito Acesso às atualizações e updates do software	863.00€	-
1	Serviços Técnicos de implementação e configuração A orçamentar à posterior mediante análise do local de implementação	-	-

ANEXO 2 – INFORMAÇÕES SOBRE O ALCARE SILVER



Porquê os Planos de Suporte AlCare?

A falha de um equipamento provoca transtornos e custos indesejados, levando a **paragens de linhas produtivas e trabalhos/custos adicionais** que podem ser evitados. A **manutenção preventiva periódica** permite manter o equipamento em bom funcionamento, prevenindo problemas futuros. Os serviços de manutenção da Altronix são realizados por **técnicos experientes e certificados pelos fabricantes**, concedendo-lhes um know-how único e exemplar.

Um Plano de Suporte Técnico à medida da sua empresa

GAMA Industrial 24/7

	AlCare Software	AlCare Silver	AlCare Gold	AlCare Diamond	AlCare Non Stop	AlCare Non Stop Plus
	Aplicável ao software Altronix, (por ex. Xstock ou Xsales)	Contratos de manutenção entrada de gama	Contrato de Manutenção preventiva com horas e deslocações ao incluídas	Idêntico ao Gold, mas com oferta de peças em caso de avaria (exclui peças não desgaste)	Equipamento similar emprestado em 24h para substituir o avariado	Idêntico ao Non Stop, mas com oferta de peças em caso de avaria (exclui peças não desgaste)
Garantia contra defeitos de fabrico (equipamento em garantia)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Helpdesk técnico gratuito	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Assistência técnica remota	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Atualizações de firmware e software gratuitas	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Prioridade em reparações RMA	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Assistência técnica prioritária (após solicitação)	✓	24 a 48 horas	24 a 48 horas	24 horas	24 horas	24 horas
Formação gratuita nas instalações Altronix (Porto e Lisboa) (1 formação até 2 horas)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Desconto em peças de substituição	N/A	N/A	5%	5%	5%	5%
Desconto em Assistência técnica e/ou formação	8%	8%	10%	12%	10%	10%
Todas as peças do equipamento incluídas (excepto peças consideradas de desgaste)				✓		✓
Horas incluídas de manutenção preventiva (até 1 hora de intervenção, com deslocação)			✓	✓		✓
Substituição do equipamento por similar em 24 horas					✓	✓
Periodicidade de renovação	anual	3 anos	anual	anual	anual	anual

Para mais informações, contacte o seu gestor de conta



tel: (+351) 252 103 200 email: info@altronix.pt
 fax: (+351) 252 103 209 web: www.altronix.pt



Figura 52 - Informações sobre o Alcare silver

ANEXO 3 – ORDENS NO PRAZO EM M10 E M20

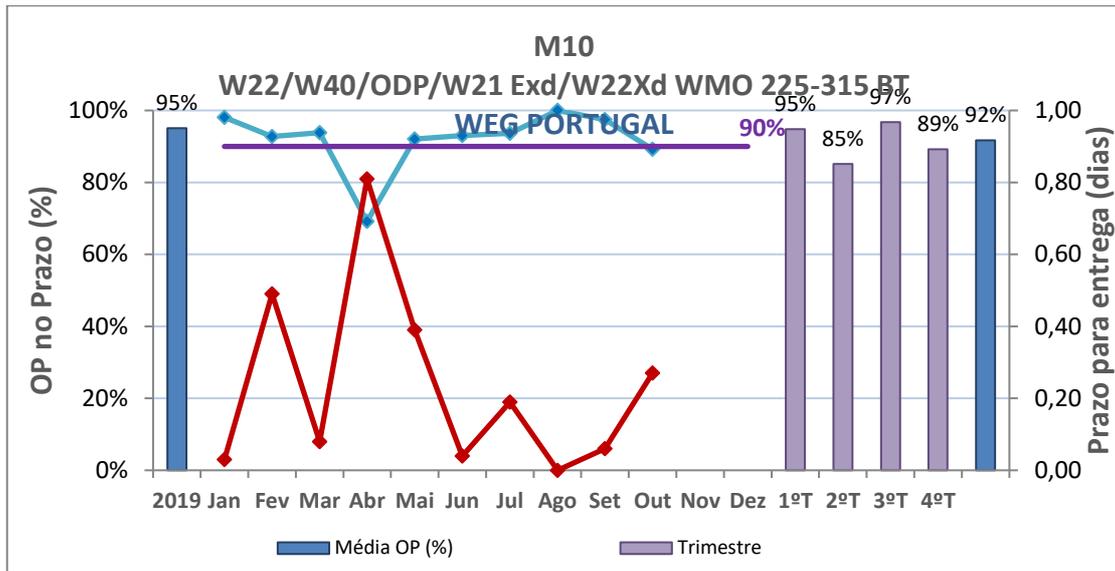


Figura 53 - Ordens no prazo em M10

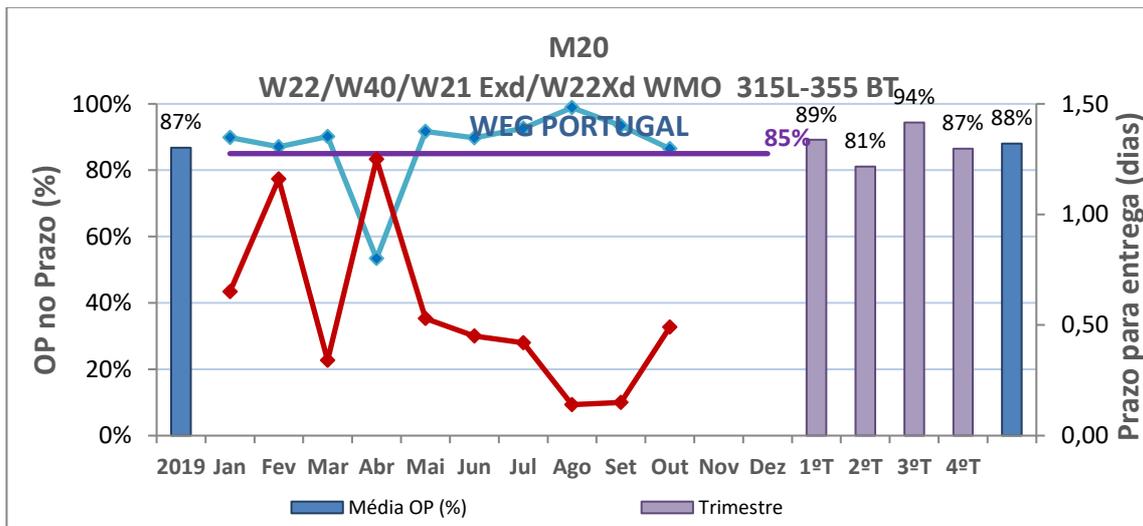


Figura 54 - Ordens no prazo em M20

ANEXO 4 – ORDENS NO PRAZO MOD CENTER

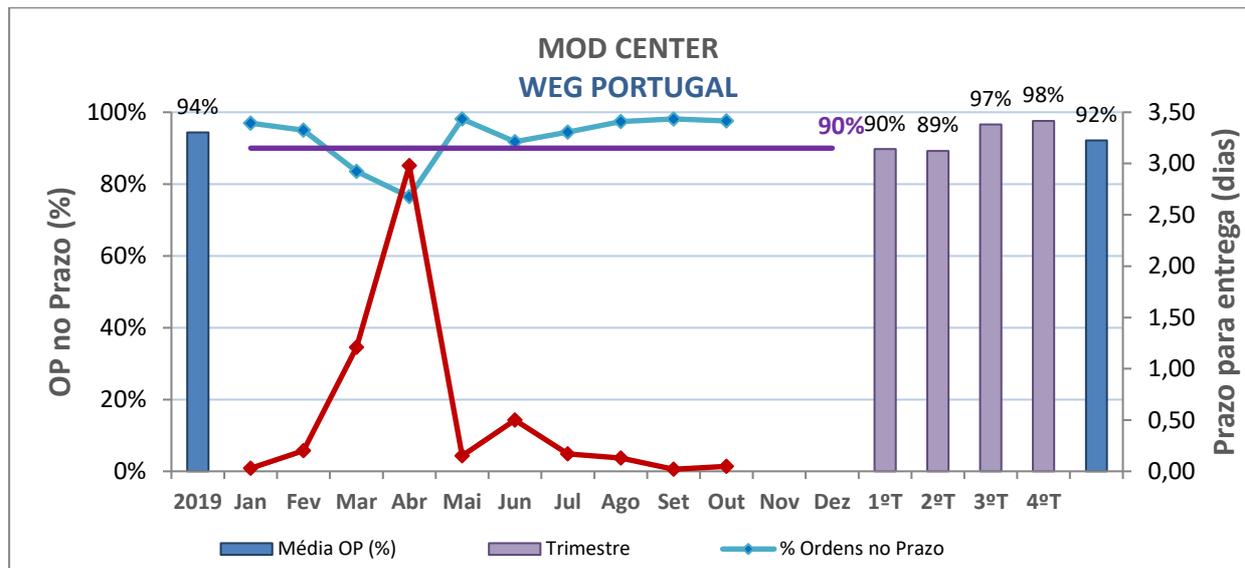


Figura 55 - Ordens no prazo no MOD Center

ANEXO 5 – AJUSTES COM CARÇAS 2016

Tabela 25 - Ajustes com carças 2016

Depósito	Fábrica/Armazém	Material	Texto breve de material	Quantidade	UM básica	Tipo de ajuste	Data de lançamento	Montante em MI
RS03	Armazém	11022150	PART-PC CARCACA 355 EXPL	1	UN	Ajuste positivo	26/12/2016	684,59 €
RS03	Armazém	11130807	PART-PC CARCACA COM PES 225 W22	-4	UN	Ajuste negativo	11/08/2016	439,16 €
RS03	Armazém	11130859	PART-PC CARCACA COM PES 250 W22	3	UN	Ajuste positivo	24/11/2016	405,63 €
RS03	Armazém	11130859	PART-PC CARCACA COM PES 250 W22	1	UN	Ajuste positivo	18/08/2016	135,35 €
RS03	Armazém	11130859	PART-PC CARCACA COM PES 250 W22	1	UN	Ajuste positivo	18/08/2016	135,35 €
RS03	Armazém	11130861	PART-PC CARCACA COM PES 280 W22	-2	UN	Ajuste negativo	25/11/2016	412,22 €
RS03	Armazém	11130862	PART-PC CARCACA COM PES 315 W22	1	UN	Ajuste positivo	24/11/2016	522,08 €
RS03	Armazém	11130865	PART-PC CARCACA COM PES 315 W22	1	UN	Ajuste positivo	24/11/2016	279,70 €
RS03	Armazém	11130950	PART-PC CARCACA W22	-1	UN	Ajuste negativo	04/10/2016	113,14 €
RS03	Armazém	11130950	PART-PC CARCACA W22	2	UN	Ajuste positivo	18/08/2016	226,58 €
RS03	Armazém	11130953	PART-PC CARCACA SEM PES 280 W22	-2	UN	Ajuste negativo	25/11/2016	395,12 €
RS03	Armazém	11130955	PART-PC CARCACA SEM PES 315 W22	1	UN	Ajuste positivo	24/11/2016	217,73 €
RS03	Armazém	11130955	PART-PC CARCACA SEM PES 315 W22	1	UN	Ajuste positivo	24/11/2016	217,73 €
RS03	Armazém	11130955	PART-PC CARCACA SEM PES 315 W22	1	UN	Ajuste positivo	04/10/2016	217,73 €
RS03	Armazém	11131001	PART-PC CARCACA SEM PES 355 W22	1	UN	Ajuste positivo	24/11/2016	511,95 €
RS03	Armazém	11848870	PART-PC CARCACA USINADA 280	-2	UN	Ajuste negativo	23/12/2016	372,30 €
RS03	Armazém	11848870	PART-PC CARCACA USINADA 280	2	UN	Ajuste positivo	24/11/2016	393,10 €
RS03	Armazém	11848870	PART-PC CARCACA USINADA 280	1	UN	Ajuste positivo	18/08/2016	206,30 €
RS03	Armazém	11966427	PART-PC CARCACA COM PES 315	-3	UN	Ajuste negativo	14/12/2016	1 212,27 €
RS03	Armazém	11966427	PART-PC CARCACA COM PES 315	4	UN	Ajuste positivo	14/12/2016	1 616,36 €
RS03	Armazém	11971803	PART-PC CARCACA COM PES 280 EXPL	1	UN	Ajuste positivo	14/12/2016	376,11 €
RS03	Armazém	11975454	PART-PC CARCACA SEM PES 250 EXPL	-1	UN	Ajuste negativo	23/12/2016	176,86 €
RS03	Armazém	13293573	PART-PC CARCACA COM PES 280 ODP	-1	UN	Ajuste negativo	25/11/2016	414,10 €
RS03	Armazém	13361300	PART-PC CARCACA COM PES 280 ODP	2	UN	Ajuste positivo	19/12/2016	384,00 €
RS03	Armazém	13361300	PART-PC CARCACA COM PES 280 ODP	-3	UN	Ajuste negativo	25/11/2016	577,14 €
RS03	Armazém	13552554	PART-PC CARCACA USINADA W40280	-2	UN	Ajuste negativo	25/11/2016	791,76 €
RS03	Armazém	13552554	PART-PC CARCACA USINADA W40280	1	UN	Ajuste positivo	18/08/2016	395,88 €
RS03	Armazém	13552554	PART-PC CARCACA USINADA W40280	1	UN	Ajuste positivo	18/08/2016	395,88 €

ANEXO 6 – AJUSTES COM CARÇAS 2017

Tabela 26 - Ajustes com carças 2017

Depósito	Fábrica/Armazém	Material	Texto breve de material	Quantidade	UM básica	Tipo de ajuste	Data de lançamento	Montante em MI
RS03	Armazém	11130807	PART-PC CARCACA COM PES 225 W22	-2	UN	Ajuste negativo	27/10/2017	219,42 €
RS03	Armazém	11130807	PART-PC CARCACA COM PES 225 W22	2	UN	Ajuste positivo	23/10/2017	219,42 €
RS03	Armazém	11130807	PART-PC CARCACA COM PES 225 W22	-3	UN	Ajuste negativo	17/10/2017	329,13 €
RS03	Armazém	11130807	PART-PC CARCACA COM PES 225 W22	3	UN	Ajuste positivo	17/10/2017	329,13 €
RS03	Armazém	11130859	PART-PC CARCACA COM PES 250 W22	1	UN	Ajuste positivo	26/12/2017	135,05 €
RS03	Armazém	11130861	PART-PC CARCACA COM PES 280 W22	-2	UN	Ajuste negativo	13/10/2017	412,22 €
RS03	Armazém	11130861	PART-PC CARCACA COM PES 280 W22	1	UN	Ajuste positivo	12/10/2017	206,11 €
RS03	Armazém	11130861	PART-PC CARCACA COM PES 280 W22	-1	UN	Ajuste negativo	19/06/2017	206,11 €
SS01	Armazém	11130862	PART-PC CARCACA COM PES 315 W22	1	UN	Ajuste positivo	26/12/2017	508,37 €
RS03	Armazém	11130862	PART-PC CARCACA COM PES 315 W22	1	UN	Ajuste positivo	26/12/2017	508,37 €
RS03	Armazém	11130862	PART-PC CARCACA COM PES 315 W22	2	UN	Ajuste positivo	01/09/2017	1 012,66 €
RS03	Armazém	11130865	PART-PC CARCACA COM PES 315 W22	-1	UN	Ajuste negativo	26/12/2017	279,70 €
RS03	Armazém	11130948	PART-PC CARCACA SEM PES 225 W22	1	UN	Ajuste positivo	13/10/2017	102,53 €
RS03	Armazém	11130948	PART-PC CARCACA SEM PES 225 W22	1	UN	Ajuste positivo	19/09/2017	102,53 €
RS03	Armazém	11130950	PART-PC CARCACA W22	-1	UN	Ajuste negativo	19/09/2017	113,14 €
RS03	Armazém	11130954	PART-PC CARCACA SEM PES 315 W22	2	UN	Ajuste positivo	12/04/2017	989,86 €
RS03	Armazém	11130955	PART-PC CARCACA SEM PES 315 W22	1	UN	Ajuste positivo	26/12/2017	287,35 €
RS03	Armazém	11441607	PART-PC CARCACA USINADA 355	-1	UN	Ajuste negativo	26/09/2017	689,67 €
RS03	Armazém	11852365	PART-PC CARCACA USINADA W40 315	1	UN	Ajuste positivo	26/12/2017	1 010,17 €
RS03	Armazém	11966419	PART-PC CARCACA COM PES 225 EXPL	-1	UN	Ajuste negativo	12/10/2017	129,57 €
RS03	Armazém	13293573	PART-PC CARCACA COM PES 280 ODP	1	UN	Ajuste positivo	23/10/2017	413,44 €
RS03	Armazém	13361300	PART-PC CARCACA COM PES 280 ODP	-1	UN	Ajuste negativo	23/10/2017	190,76 €
RS03	Armazém	13361300	PART-PC CARCACA COM PES 280 ODP	-1	UN	Ajuste negativo	13/10/2017	190,76 €
RS03	Armazém	13361300	PART-PC CARCACA COM PES 280 ODP	2	UN	Ajuste positivo	19/09/2017	381,52 €

ANEXO 7 – AJUSTES COM CARÇAS 2018

Tabela 27 - Ajustes com carças 2018

Depósito	Fábrica/Armazém	Material	Texto breve de material	Quantidade	UM básica	Tipo de ajuste	Data de lançamento	Montante em MI
RS03	Armazém	11130807	PART-PC CARCACA COM PES 225 W22	1	UN	Ajuste positivo	13/04/2018	109,71 €
RS03	Armazém	11130807	PART-PC CARCACA COM PES 225 W22	1	UN	Ajuste positivo	19/03/2018	109,71 €
RS03	Armazém	11130859	PART-PC CARCACA COM PES 250 W22	5	UN	Ajuste positivo	23/08/2018	676,65 €
IA02	Fábrica	11130859	PART-PC CARCACA COM PES 250 W22	-3	UN	Ajuste negativo	19/06/2018	- 406,56 €
RS03	Armazém	11130859	PART-PC CARCACA COM PES 250 W22	-1	UN	Ajuste negativo	02/05/2018	- 135,22 €
RS03	Armazém	11130859	PART-PC CARCACA COM PES 250 W22	1	UN	Ajuste positivo	19/03/2018	135,22 €
RS03	Armazém	11130861	PART-PC CARCACA COM PES 280 W22	1	UN	Ajuste positivo	27/12/2018	205,89 €
IA02	Fábrica	11130861	PART-PC CARCACA COM PES 280 W22	-1	UN	Ajuste negativo	21/12/2018	- 205,89 €
IA02	Fábrica	11130861	PART-PC CARCACA COM PES 280 W22	-1	UN	Ajuste negativo	04/09/2018	- 205,59 €
IA02	Fábrica	11130861	PART-PC CARCACA COM PES 280 W22	2	UN	Ajuste positivo	19/06/2018	413,36 €
IA02	Fábrica	11130862	PART-PC CARCACA COM PES 315 W22	1	UN	Ajuste positivo	21/12/2018	508,89 €
IA02	Fábrica	11130862	PART-PC CARCACA COM PES 315 W22	-1	UN	Ajuste negativo	04/09/2018	- 508,89 €
IA02	Fábrica	11130862	PART-PC CARCACA COM PES 315 W22	-1	UN	Ajuste negativo	10/04/2018	- 508,89 €
RS03	Armazém	11130865	PART-PC CARCACA COM PES 315 W22	1	UN	Ajuste positivo	23/08/2018	279,99 €
IA02	Fábrica	11130865	PART-PC CARCACA COM PES 315 W22	2	UN	Ajuste positivo	19/06/2018	559,40 €
RS03	Armazém	11130865	PART-PC CARCACA COM PES 315 W22	-1	UN	Ajuste negativo	02/05/2018	- 279,70 €
IA02	Fábrica	11130866	PART-PC CARCACA COM PES 355 W22	-1	UN	Ajuste negativo	21/12/2018	- 572,77 €
IA02	Fábrica	11130866	PART-PC CARCACA COM PES 355 W22	3	UN	Ajuste positivo	04/09/2018	1 702,89 €
RS03	Armazém	11130866	PART-PC CARCACA COM PES 355 W22	-1	UN	Ajuste negativo	23/08/2018	- 574,03 €
IA02	Fábrica	11130866	PART-PC CARCACA COM PES 355 W22	-1	UN	Ajuste negativo	19/06/2018	- 574,03 €
RS03	Armazém	11130948	PART-PC CARCACA SEM PES 225 W22	1	UN	Ajuste positivo	27/12/2018	102,53 €
RS03	Armazém	11130948	PART-PC CARCACA SEM PES 225 W22	-1	UN	Ajuste negativo	31/10/2018	- 102,53 €
RS03	Armazém	11130953	PART-PC CARCACA SEM PES 280 W22	-1	UN	Ajuste negativo	13/04/2018	- 197,35 €
RS03	Armazém	11130953	PART-PC CARCACA SEM PES 280 W22	1	UN	Ajuste positivo	19/03/2018	197,35 €
IA02	Fábrica	11130954	PART-PC CARCACA SEM PES 315 W22	-1	UN	Ajuste negativo	19/06/2018	- 488,59 €
RS03	Armazém	11130954	PART-PC CARCACA SEM PES 315 W22	1	UN	Ajuste positivo	08/03/2018	490,57 €
RS03	Armazém	11130955	PART-PC CARCACA SEM PES 315 W22	-1	UN	Ajuste negativo	23/08/2018	- 218,28 €
RS03	Armazém	11130955	PART-PC CARCACA SEM PES 315 W22	1	UN	Ajuste positivo	02/05/2018	223,67 €
RS03	Armazém	11130955	PART-PC CARCACA SEM PES 315 W22	1	UN	Ajuste positivo	13/04/2018	223,67 €
RS03	Armazém	11130955	PART-PC CARCACA SEM PES 315 W22	-1	UN	Ajuste negativo	08/03/2018	- 227,16 €
IA02	Fábrica	11447053	PART-PC CARCACA 355	-2	UN	Ajuste negativo	19/06/2018	- 1 561,52 €
RS03	Armazém	11966419	PART-PC CARCACA COM PES 225 EXPL	1	UN	Ajuste positivo	23/08/2018	129,37 €
RS03	Armazém	11966419	PART-PC CARCACA COM PES 225 EXPL	-1	UN	Ajuste negativo	02/05/2018	- 129,57 €
RS03	Armazém	11966419	PART-PC CARCACA COM PES 225 EXPL	1	UN	Ajuste positivo	13/04/2018	129,57 €
RS03	Armazém	11966419	PART-PC CARCACA COM PES 225 EXPL	-1	UN	Ajuste negativo	19/03/2018	- 129,57 €
RS03	Armazém	11971803	PART-PC CARCACA COM PES 280 EXPL	1	UN	Ajuste positivo	02/05/2018	376,11 €
RS03	Armazém	11971803	PART-PC CARCACA COM PES 280 EXPL	-1	UN	Ajuste negativo	19/03/2018	- 376,11 €
RS03	Armazém	12840690	PART-PC CARCACA S/PES 355M/L EXPL	-3	UN	Ajuste negativo	23/07/2018	- 2 272,17 €
IA02	Fábrica	12915398	ARCACA USIN W22 315S/M C/PES CX TOP	-1	UN	Ajuste negativo	04/09/2018	- 348,72 €
RS03	Armazém	13219374	PART-PC CARCACA 225S/M VENTILACAO	1	UN	Ajuste positivo	13/04/2018	139,71 €
RS03	Armazém	13219374	PART-PC CARCACA 225S/M VENTILACAO	-1	UN	Ajuste negativo	19/03/2018	- 139,71 €
RS03	Armazém	13293573	PART-PC CARCACA COM PES 280 ODP	1	UN	Ajuste positivo	02/05/2018	413,95 €
IA02	Fábrica	13755556	PART-PC CARCACA SEM PES 225 W22X	1	UN	Ajuste positivo	22/06/2018	200,26 €

ANEXO 8 – AJUSTES COM CARÇAS 2019

Tabela 28 - Ajustes com carças 2019

Depósito	Fábrica/Armazém	Material	Texto breve de material	Quantidade	UM básica	Tipo de ajuste	Data de lançamento	Montante em Ml
IA02	Fábrica	10922322	PART-PC CARCACA SEM PES 315 EXPL	-1	UN	Ajuste negativo	03/06/2019	- 440,39 €
IA02	Fábrica	10922322	PART-PC CARCACA SEM PES 315 EXPL	1	UN	Ajuste positivo	15/05/2019	440,39 €
RS03	Armazém	11130807	PART-PC CARCACA COM PES 225 W22	-1	UN	Ajuste negativo	25/12/2019	- 109,33 €
IA02	Fábrica	11130859	PART-PC CARCACA COM PES 250 W22	-1	UN	Ajuste negativo	27/12/2019	- 134,67 €
IA02	Fábrica	11130861	PART-PC CARCACA COM PES 280 W22	-1	UN	Ajuste negativo	27/12/2019	- 206,10 €
RS03	Armazém	11130861	PART-PC CARCACA COM PES 280 W22	1	UN	Ajuste positivo	25/12/2019	206,10 €
RS03	Armazém	11130861	PART-PC CARCACA COM PES 280 W22	-1	UN	Ajuste negativo	29/11/2019	- 206,10 €
RS03	Armazém	11130861	PART-PC CARCACA COM PES 280 W22	-1	UN	Ajuste negativo	31/10/2019	- 206,10 €
RS03	Armazém	11130862	PART-PC CARCACA COM PES 315 W22	-1	UN	Ajuste negativo	31/10/2019	- 508,89 €
SS01	Armazém	11130862	PART-PC CARCACA COM PES 315 W22	-1	UN	Ajuste negativo	30/09/2019	- 508,89 €
RS03	Armazém	11130862	PART-PC CARCACA COM PES 315 W22	1	UN	Ajuste positivo	30/07/2019	508,89 €
IA02	Fábrica	11130865	PART-PC CARCACA COM PES 315 W22	-1	UN	Ajuste negativo	27/12/2019	- 279,87 €
RS03	Armazém	11130865	PART-PC CARCACA COM PES 315 W22	2	UN	Ajuste positivo	30/07/2019	559,18 €
IA02	Fábrica	11130866	PART-PC CARCACA COM PES 355 W22	-2	UN	Ajuste negativo	27/12/2019	- 1 147,54 €
RS03	Armazém	11130866	PART-PC CARCACA COM PES 355 W22	1	UN	Ajuste positivo	25/12/2019	573,77 €
RS03	Armazém	11130866	PART-PC CARCACA COM PES 355 W22	1	UN	Ajuste positivo	30/09/2019	575,07 €
IA02	Fábrica	11130950	PART-PC CARCACA W22	-1	UN	Ajuste negativo	03/06/2019	- 112,94 €
IA02	Fábrica	11130950	PART-PC CARCACA W22	1	UN	Ajuste positivo	15/05/2019	113,14 €
RS03	Armazém	11130953	PART-PC CARCACA SEM PES 280 W22	1	UN	Ajuste positivo	31/10/2019	197,21 €
RS03	Armazém	11130955	PART-PC CARCACA SEM PES 315 W22	1	UN	Ajuste positivo	31/10/2019	217,86 €
RS03	Armazém	11130955	PART-PC CARCACA SEM PES 315 W22	-1	UN	Ajuste negativo	30/07/2019	- 217,86 €
IA02	Fábrica	11441607	PART-PC CARCACA USINADA 355	1	UN	Ajuste positivo	21/05/2019	693,42 €
RS03	Armazém	11966419	PART-PC CARCACA COM PES 225 EXPL	1	UN	Ajuste positivo	25/12/2019	129,24 €
RS03	Armazém	11966419	PART-PC CARCACA COM PES 225 EXPL	-1	UN	Ajuste negativo	31/10/2019	- 129,24 €
RS03	Armazém	11966419	PART-PC CARCACA COM PES 225 EXPL	-1	UN	Ajuste negativo	15/05/2019	- 129,24 €
RS03	Armazém	11966419	PART-PC CARCACA COM PES 225 EXPL	1	UN	Ajuste positivo	10/05/2019	129,24 €
RS03	Armazém	11971803	PART-PC CARCACA COM PES 280 EXPL	1	UN	Ajuste positivo	15/05/2019	376,11 €
RS03	Armazém	11971803	PART-PC CARCACA COM PES 280 EXPL	-1	UN	Ajuste negativo	10/05/2019	- 376,11 €
RS03	Armazém	12650138	PART-PC CARCACA COM PES 355 WFH2	-1	UN	Ajuste negativo	25/12/2019	- 831,63 €
RS03	Armazém	12650138	PART-PC CARCACA COM PES 355 WFH2	1	UN	Ajuste positivo	31/10/2019	831,63 €
IA02	Fábrica	13219374	PART-PC CARCACA 225S/M VENTILACAO	-1	UN	Ajuste negativo	28/05/2019	- 139,23 €
IL01	Fábrica	13293573	PART-PC CARCACA COM PES 280 ODP	1	UN	Ajuste positivo	27/12/2019	413,25 €
IA02	Fábrica	13755315	PART-PC CARCACA S/PES 280S/M W22X	-1	UN	Ajuste negativo	27/12/2019	- 306,36 €
RS03	Armazém	13755315	PART-PC CARCACA S/PES 280S/M W22X	1	UN	Ajuste positivo	31/10/2019	306,36 €
RS03	Armazém	13755315	PART-PC CARCACA S/PES 280S/M W22X	-1	UN	Ajuste negativo	30/07/2019	- 306,36 €