

**Universidade do Minho**  
Escola de Engenharia

Bárbara Sofia da Silva Peixoto

**Uma Contribuição para a Melhoria Contínua de uma  
Estratégia de Armazenamento e  
Abastecimento em Ambiente Industrial**

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Engenharia de Sistemas

Trabalho efetuado sob a orientação do

Professor Doutor José Manuel Henriques Telhada

Janeiro de 2018

## DECLARAÇÃO

Nome: Bárbara Sofia da Silva Peixoto

Endereço eletrónico: barbarasspeixoto@hotmail.com      Telefone: 915752426

Bilhete de Identidade/Cartão do Cidadão: 14620498

Título da dissertação: Uma Contribuição para a Melhoria Contínua de uma Estratégia de Armazenamento e Abastecimento em Ambiente industrial

Orientador: Professor Doutor José Manuel Henriques Telhada

Ano de conclusão: 2018

Mestrado em Engenharia de Sistemas

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

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

Assinatura:

## AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor José Manuel Henriques Telhada. Ao Engenheiro Rui Albuquerque. À Conceição Azevedo. À equipa de trabalho do armazém SMD. Ao Paul Vieira. Ao Bruno Machado. À minha família. Aos meus pais. Aos meus irmãos. Ao Joaquim Santos. Ao Professor João Monteiro. À Professora Augusta Cavaco. Aos meus amigos. Ao André Mendes. Ao Bruno Curado. À Joana Almeida. Ao João Gonçalves. Ao José Miguel Silva. Ao Rúben Sousa.

*“Our deepest fear is not that we are inadequate. Our deepest fear is that we are powerful beyond measure. It is our light, not our darkness, that most frightens us. Your playing small does not serve the world. There is nothing enlightened about shrinking so that other people won't feel insecure around you. We are all meant to shine as children do. It's not just in some of us; it is in everyone. And as we let our own lights shine, we unconsciously give other people permission to do the same. As we are liberated from our own fear, our presence automatically liberates others.”*

Marianne Williamson



## RESUMO

O presente projeto de dissertação, desenvolvido no âmbito do Mestrado em Engenharia de Sistemas, da Universidade do Minho teve como principal objetivo a melhoria de processos logísticos do armazém de matéria-prima da empresa Bosch Car Multimedia Portugal, S.A., em Braga. Este projeto surge como consequência da previsão de crescimento nos próximos anos, com impacto direto na logística interna da empresa. Desta forma, torna-se imperativa a necessidade de rever os conceitos e os processos no armazém, a fim de garantir níveis de serviço elevados.

A metodologia de investigação usada nesta dissertação foi a investigação-ação, iniciada com o diagnóstico da situação atual da área em estudo, ou seja, na análise dos processos de abastecimento e armazenamento associados ao armazém. Como consequência desta análise, foram identificados problemas de subocupação do espaço disponível, flexibilidade reduzida na sua utilização, falta de visibilidade no fluxo de informação, congestionamento do fluxo de materiais e excesso de manuseamento dos materiais.

De modo a reduzir ou eliminar estes problemas, foram propostas e implementadas algumas ações de melhoria. Neste âmbito, destacam-se as propostas relativas à alteração da política de armazenamento e à utilização de um *Logistic Service Provider* (LSP) para as atividades logísticas de receção, embalagem e armazenamento de placas.

Em particular, a implementação de uma política de armazenamento aleatória permitiu obter um aumento de 30% na ocupação do armazém, resultando numa ocupação final de 86% bem como numa melhor otimização do espaço e numa maior flexibilidade face ao crescimento que se prevê. A utilização de um LSP permite libertar, em média, 658 posições, o correspondente a 6% da capacidade total do armazém. Complementarmente, a receção de todo o material elétrico num local estratégico da empresa, próximo do armazém, tem impacto positivo no transporte do material, verificando-se uma redução de mais de 86% na distância média interna percorrida.

PALAVRAS-CHAVE: Logística interna, Gestão do armazenamento, Fluxo de material, Melhoria contínua.



## ABSTRACT

The current dissertation project, developed within the scope of the Integrated Master's in Systems Engineering of the University of Minho, had as main objective the logistic processes' improvement in the raw-material warehouse of Bosch Car Multimedia Portugal, S.A. Logistics department, located in Braga. This project arises because of the growth forecast for the next years, with a direct impact in the company internal logistics. Thereby, the necessity of reviewing the concepts and the warehouse processes becomes imperative to ensure high service levels.

The investigation methodology used in this dissertation was Action-Research, started with a diagnosis of the study area current situation, more specifically, with the analysis of the supply and storage processes related to the warehouse. Because of this analysis, the following problems were identified: warehouse under-occupancy, lack of flexibility in its use, reduced visibility in the information flow, material flow congestion and materials over-handling.

In order to reduce or eliminate these problems, some improvement actions were proposed and implemented.

In this scope, the proposals regarding the change of the storage policy and the use of a Logistic Service Provider (LSP) for the logistics activities of incoming, packing and storage are highlighted. In particular, the implementation of a random storage policy allowed an increase of 30% in the warehouse occupancy, resulting in a final occupancy of 86%, as well as a better optimization of space and larger flexibility against the expected growth. The use of an LSP allows releasing an average of 658 positions in the warehouse, corresponding to 6% of its total capacity. Additionally, the incoming of all electrical material in a strategic location of the company, near the warehouse, has a positive impact on material transportation, with a reduction larger than 86% in the average distance traveled internally.

KEYWORDS: INTERNAL LOGISTICS, STORAGE MANAGEMENT, MATERIAL FLOW, CONTINUOUS IMPROVEMENT





# ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vii
Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Tabelas.....	xvii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	xix
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Abordagem metodológica.....	3
1.4 Estrutura da Dissertação.....	3
2. Revisão da literatura.....	5
2.1 Gestão da cadeia de abastecimento.....	5
2.2 Gestão do armazenamento.....	6
2.2.1 Processos, recursos e organização de um armazém.....	7
2.2.2 Desenho do layout de um armazém.....	10
2.2.3 Desenho das operações de um armazém.....	13
2.3 Gestão do armazenamento Lean manufacturing.....	17
2.4 Análise conclusiva.....	23
3. Descrição e análise do sistema em estudo.....	25
3.1 Enquadramento organizacional.....	25
3.2 Fluxos de material e informação na fábrica.....	29
3.3 Armazém SMD e gestão do armazenamento.....	32
3.4 Processos logísticos associados ao armazém SMD.....	36
3.4.1 Processo de receção na fábrica.....	37
3.4.2 Armazenamento no Armazém 102.....	39
3.4.3 Processo de abastecimento Min-Max.....	40
3.4.4 Abastecimento Ship-to-Line (STL).....	41
3.5 Processos logísticos no Armazém SMD.....	43

3.5.1	Receção e processamento de matéria-prima .....	43
3.5.2	Abastecimento das linhas de inserção automática .....	45
3.5.3	Devolução de material .....	48
3.5.4	Pedidos urgentes .....	49
3.6	Análise crítica e identificação de problemas .....	49
3.6.1	Processos logísticos na receção .....	49
3.6.2	Processos logísticos no Armazém 102 .....	51
3.6.3	Processos logísticos no Armazém SMD .....	52
3.7	Síntese dos problemas identificados .....	57
4.	Propostas de melhoria .....	59
4.1	Política de armazenamento aleatório .....	59
4.1.1	Dimensionamento e layout do armazém .....	59
4.1.2	Criação de uma storage type (DEV) .....	64
4.1.3	Processo de receção e put-away das bobines .....	65
4.2	Outsourcing de atividades logísticas.....	69
4.2.1	Receção, armazenamento e reembalamento de placas .....	69
4.2.2	Sistema de abastecimento min-max entre o LSP e o armazém SMD .....	69
4.3	Lista de picking .....	71
4.4	Síntese das propostas de melhoria .....	72
5.	Análise e discussão dos resultados.....	75
5.1	Política de armazenamento aleatória .....	75
5.2	Outsourcing de atividades logísticas.....	77
5.3	Lista de picking .....	80
6.	Conclusões e sugestões de trabalho futuro.....	81
	Bibliografia .....	84
	Apêndices .....	89
	Apêndice I – Cálculo do número de lugares ocupados pelo material no Armazém SMD .....	91
	Apêndice II – Cálculo do número médio de entradas de material STL e min-max no Armazém SMD ..	93
	Apêndice III – Cálculo do número médio diário de pedidos urgentes.....	94

Apêndice IV – Cálculo do número médio de linhas abastecidas pelos MR1 e MR2 .....	95
Anexos .....	97
Anexo I – Registo de entradas de devoluções no Armazém SMD.....	99
Anexo II – Linhas abastecidas pelos MR.....	100
Anexo III – Processo de picking no Armazém SMD (antes da implementação da proposta de melhoria) .....	101
Anexo IV – Processo de devolução de material no armazém SMD (antes da implementação da proposta de melhoria).....	106



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Processos associados a um armazém (adaptado de Rouwenhorst et al., 2000) .....	7
Figura 2. Processos associados a um armazém (traduzido de R. de Koster, Le-Duc, & Roodbergen, 2007) .....	8
Figura 3. Decisões de layout de armazém e planeamento das operações (adaptado de Gu et. al, 2007) .....	10
Figura 4. Desenho do layout (traduzido de R. de Koster, Le-Duc, & Roodbergen, 2007) .....	11
Figura 5. Desenho de uma framework para o desenho de um armazém.....	12
Figura 6. Classificação de um sistema de picking (Dallari, Marchet e Melacini, 2009).....	15
Figura 7. Heurísticas de roteamento (Chiang et al., 2011; Petersen & Aase, 2004) .....	16
Figura 8. Ferramentas e técnicas de produção Lean (Hodge, Goforth Ross, Joines e Thoney, 2011) ..	20
Figura 9. Framework de otimização das operações de armazenamento (Gunasekaran et al., 1999) ...	21
Figura 10. Ferramentas para melhorar os KPI (Dotoli, Epicoco, Falagario, Costantino e Turchiano, 2015) .....	23
Figura 11. Logótipo do Grupo Bosch .....	25
Figura 12. Distribuição dos colaboradores do Grupo Bosch pelo mundo (Bosch, 2016a) .....	26
Figura 13. Áreas de negócio do Grupo Bosch (Bosch,2017a) .....	26
Figura 14. Portfólio de produtos produzidos na Bosch Car Multimedia de Braga .....	27
Figura 15. Portfólio de clientes da unidade CM de Braga (Grupo Bosch,2015a) .....	27
Figura 16. Distribuição geográfica dos clientes (Bosch,2016a) .....	28
Figura 17. Localização dos fornecedores (Bosch, 2016a).....	28
Figura 18. Organização do Departamento de Logística. ....	29
Figura 19. Fluxo produtivo e interna do material.....	30
Figura 20. Fluxo de material entre edifícios .....	32
Figura 21. Ocupação semanal durante o mês de novembro de 2016 .....	33
Figura 22. Ocupação percentual semanal durante o mês de novembro de 2016 .....	33
Figura 23. Layout do armazém SMD .....	34
Figura 24. Estantes para bobines do armazém SMD .....	34
Figura 25. Estante dedicada a: (a) bobines, e (b) PCB's .....	35
Figura 26. Etiqueta da estante .....	36

Figura 27. Fluxos associados ao armazém SMD.....	36
Figura 28. Edifício 102 e 902 .....	37
Figura 29. Para-Palete .....	38
Figura 30. Unidade de manuseio .....	38
Figura 31. Pista gravítica .....	39
Figura 32. Ordem de transferência (TO) .....	40
Figura 33. Fluxo de material do edifício 102 para o cais 2 .....	41
Figura 34. Caixas internas .....	42
Figura 35. Fluxo de material do edifício 902 para o cais 2 .....	43
Figura 36. Fluxo de material do cais 2 para a área de reembalamento do armazém SMD .....	43
Figura 37. Área de reembalamento.....	44
Figura 38. Confirmação da TO no sistema SAP (Transação LT22) .....	45
Figura 39. Entradas de material Min-Max e STL em novembro de 2016 .....	45
Figura 40. Percurso do MR2; Percurso do MR1.....	46
Figura 41. Carruagens utilizadas para o picking e distribuição .....	47
Figura 42. Put-away de devoluções .....	48
Figura 43. Processo de conferência de material .....	50
Figura 44. Processo de abastecimento Min-Max do material.....	51
Figura 45. Armazenamento das bobines .....	53
Figura 46. Evolução do número de devoluções intactas durante o mês de novembro de 2016.....	55
Figura 47. Evolução do número total de pedidos vs. número de pedidos urgentes .....	56
Figura 48. Trays para armazenamento de bobines: (a) Tray de grupo; (b) Tray individual .....	60
Figura 49. Parametrização do tray de grupo (transação MM02).....	61
Figura 50. Identificação do lugar no armazém: (a) lugar de grupo; (b) lugar individual .....	61
Figura 51. Estantes para armazenamento de bobines .....	62
Figura 52. Estante para PCB's .....	63
Figura 53. Layout de novo armazém SMD.....	63
Figura 54. Processo de devolução com a Storage Type Dev.....	64
Figura 55. Dinâmica dos pedidos de MOE1.....	65
Figura 56. Fluxo das bobines .....	65
Figura 57. Fluxos de material no novo layout.....	66
Figura 58. MAT-Label anexada à bobine.....	67

Figura 59. Ordem de transferência (TO) da Storage Type E08 .....	68
Figura 60. Carrinho de apoio logístico para o put-away do material.....	68
Figura 61. Fluxo de material no sistema SAP .....	68
Figura 62. Fluxo de placas desde os fornecedores até ao armazém SMD.....	69
Figura 63. Fluxo do material com o LSP.....	70
Figura 64. Confirmação do picking (transação LT22).....	70
Figura 65. (a) Transação LT22; (b) lista de picking.....	72
Figura 66. Transação LX03: stock no armazém 102 .....	78
Figura 67. LT22 - Movimentos de entradas no armazém 102.....	79
Figura 68. Ficheiro em Excel (transação LX03 do SAP).....	91
Figura 69. Folha de cálculo para calcular o número de canais ocupados .....	92
Figura 70. Transferências de material (transação LT22 do SAP) .....	93
Figura 71. Registo do número de devoluções .....	99
Figura 72. Processo de picking no armazém SMD.....	101
Figura 73. Processo de devolução de material no armazém SMD .....	106





## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Descrição dos níveis de decisão estratégico, tático e operacional .....	9
Tabela 2. Tempos de transporte do material STL .....	42
Tabela 3. Tempos de processamento.....	50
Tabela 4. Tempos de deslocação entre o armazém SMD e o armazém 102 .....	51
Tabela 5. Síntese dos problemas identificados .....	58
Tabela 6. Parametrização no sistema SAP da tipologia de tray .....	67
Tabela 7. Síntese das propostas de melhoria .....	73
Tabela 8. Comparação da situação antes e após a mudança da estratégia de armazenamento.....	77
Tabela 9. Comparação dos resultados de implementação do outsourcing das atividades logísticas ....	80
Tabela 10. Número de pedidos urgentes diários.....	94
Tabela 11. Cálculo do número de linhas abastecidas .....	96
Tabela 12. Identificação das linhas abastecidas pelos MR1 e MR2 .....	100



## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

BANF – *Bestllanforderung*

CI – *Corporate Sector Information Systems & Services*

CM – *Car Multimedia*

ESD – *Electrostatic Discharge*

FIFO – *First in, First Out*

GCA – Gestão da Cadeia de Abastecimento

HU – *Handling Unit*

IT – *Information Technology*

JIT – *Just-in-Time*

KPI – *Key Process Indicator*

LED – *Light Emitting Diode*

LOC – Secção de Logística - Controlo de Custos Logísticos

LOD – Secção de Logística – Desenvolvimento e Gestão de Novas Embalagens

LOG – Departamento de Logística

LOI – Secção de Logística - Gestão de Projetos Logísticos

LOM – Secção de Logística - Gestão do Fluxo de Material, Receção, Expedição e Logística Interna

LOP – Secção de Logística - Gestão de Encomendas dos Clientes e Planeamento de Produção

LOQ – Secção de Logística – Qualidade

LOS – Secção de Logística - Aprovisionamento

LOT – Secção de Logística - Gestão de Transportes

LP – *Lean Production*

LSP – *Logistics Service Provider*

MIGO – *Material Inward Good Order*

MNV – Material não Volumoso

MOE – *Manufacturing Operations Engineering*

MOE1 – Produção por Inserção Automática

MOE2 – Produção por Inserção Automática ou Montagem Final

MR – *Milk-Run*

MV – Material Volumoso

OPS – *Order Picking System*

PA – Produto Acabado

PCB – *Printed Circuit Boards*

PDA – *Personal Digital Assistant*

PIIA – Preparação Integrada de Inserção Automática

PQA – Área de Inspeção de Qualidade

RFID – *Radio Frequency IDentification*

SAP – Systems, Applications and Products in data processing

SIIA – Sistema Integrado de Inserção Automática

SKU – *Stock Keeping Unit*

SMD – Surface Mounted Device

SOL – Sistema Operativo Logístico

STL – *Ship-to-Line*

TC – *Tempo de Ciclo*

TO – *Transfer Order*

WMS – *Warehouse Management System* (Sistema de Gestão de Armazém)

*“Para ser grande, sê inteiro: nada  
Teu exagera ou exclui.  
Sê todo em cada coisa. Põe quanto és  
No mínimo que fazes.  
Assim em cada lago a lua toda  
Brilha, porque alta vive.”*  
Ricardo Reis



# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 Enquadramento

A intensa competitividade, rápida inovação de produtos, maior uso de automação e mudanças organizacionais significativas, em resposta a novas tecnologias de fabrico e de informação, traduzem a atual prática empresarial, e, neste contexto, sente-se que há uma obrigação, por parte das organizações, de competir em ambientes de instabilidade e, conseqüentemente, dar respostas cada vez mais exigentes aos clientes (Van Veen-Dirks, 2005).

Cooper, Lambert & Pagh (1997) definem a gestão da cadeia de abastecimento como a integração de processos de negócio desde o fornecedor até ao utilizador final com a finalidade de fornecer produtos e serviços que acrescentem valor para o cliente. Desta forma, a gestão logística está contida na cadeia de abastecimento e é responsável pelo processo de planeamento, implementação e controlo, com o intuito de tornar mais eficiente o fluxo de material e informação entre o ponto de origem e de consumo (*Global Supply Chain Forum*, segundo Lambert & Cooper, 2000).

Os armazéns desempenham um papel fundamental de alicerce no sucesso ou fracasso das empresas e, portanto, tem grande impacto na competitividade das cadeias de abastecimento (Baker & Canessa, 2009). Além disso, como é um processo que, em geral, não acrescenta valor ao produto final, torna-se extremamente importante atingir níveis de eficiência elevados na sua gestão.

Neste sentido, a gestão do armazenamento tornou-se uma chave e uma arma estratégica para as empresas obterem a sua posição no mercado e tornarem-se extremamente competitivas. Os processos de planeamento e controlo de um armazém, com o propósito de garantir que as operações funcionem e produzam produtos e serviços, como pretendido, estão intrínsecos à gestão de armazéns (Faber, de Koster, & Smidts, 2013). Deste modo, uma melhor gestão do armazenamento proporciona uma maior eficiência do fluxo de material em todos os processos e atividades do armazém (Faber et al., 2013).

Este projeto foi realizado na empresa Bosch Car Multimedia S.A., no seu departamento de logística, na secção de logística interna (LOM), sendo o armazém avançado *Surface Mounted Devices* (SMD) alvo de estudo. O armazém SMD é responsável pelo armazenamento da matéria-prima da fábrica e pelo abastecimento das suas linhas de inserção automática. Desta forma, o armazém SMD pode ser visto como o fornecedor de matéria-prima e as linhas de inserção automática como o cliente interno.

A previsão de aumento de vendas nos próximos anos na fábrica tem um impacto na área logística, visto que terá de existir uma maior capacidade de armazenamento de matéria-prima. Este impacto traz consigo uma necessidade de repensar os fluxos internos, quer de materiais, quer de informação, de forma a otimizá-los.

O crescimento previsto obriga a um estudo de um novo conceito de armazenamento, forma a que o abastecimento de matéria-prima às linhas de inserção automática obedeça ao produto, às quantidades e ao tempo de entrega desejados pelo cliente e, com isto, garantir um abastecimento eficaz e eficiente. Além disso, o estudo de um novo conceito de armazenamento implica uma redefinição das metodologias de abastecimento, ou seja, do fluxo do material e de informação envolvido no armazém SMD e de todos os processos a ele associados.

## 1.2 Objetivos

A presente dissertação foca-se no estudo de um novo conceito para a logística interna da empresa Bosch Car Multimedia, S.A., tendo em conta o seu crescimento previsto para os próximos anos. Neste sentido, é necessário pensar na melhoria contínua dos processos logísticos associados às operações do armazenamento, reembalamento, *put-away*, *picking* e abastecimento dos materiais.

O estudo requereu atividades com equipas multidisciplinares, para que a solução encontrada fosse uma mais valia para as áreas envolvidas.

A concretização deste projeto incluiu as seguintes intervenções:

- i) Análise dos processos logísticos associados ao armazém SMD bem como os processos do armazém SMD;
- ii) Mapeamento dos processos relativos aos fluxos de material dentro e entre os diversos armazéns;
- iii) Simplificação dos fluxos internos inerentes aos materiais;
- iv) Diminuição do manuseamento do material;
- v) Análise e revisão de diferentes estratégias de armazenamento.

Tendo em conta as políticas de abastecimento e armazenamento vigentes na empresa foram pensadas abordagens alternativas para colmatar as suas eventuais limitações. Neste sentido, a questão de investigação principal a que esta dissertação pretende dar resposta é:

- Qual o impacto que as novas abordagens podem ter na eficiência da organização, mais especificamente, ao nível do abastecimento e do armazenamento?



### 1.3 Abordagem metodológica

A metodologia utilizada foi a investigação-ação, uma vez que a sua principal preocupação se baseia na resolução de problemas da organização bem como o envolvimento do investigador no ambiente em estudo. Desta forma, o investigador é parte integrante do estudo e das ações realizadas. Segundo de Toledo, Giatti & Jacobi (2014), esta metodologia surgiu devido à necessidade de articular o conhecimento teórico com o contexto real com a finalidade de produzir conhecimento. O'Brien (1998) afirma que a metodologia de investigação-ação é cíclica e iterativa, sendo constituída por cinco fases: 1) Fase de diagnóstico, 2) Planeamento de ações, 3) Implementação de ações, 4) Avaliação das ações implementadas e 5) Especificação da aprendizagem com o intuito de analisar as conclusões e propostas de melhoria. Este processo cíclico termina aquando da obtenção de soluções para os problemas identificados na fase de diagnóstico.

Numa fase inicial, realizou-se uma revisão da literatura sobre o tema da dissertação, recorrendo a diversas fontes científicas, podendo-se assim aprofundar o conhecimento e obter uma compreensão mais detalhada dos objetivos relacionados com o tema. Posteriormente, resultado do conhecimento obtido na revisão da literatura, de reuniões semanais com uma equipa multidisciplinar, de observação e recolha de dados, analisou-se criticamente a situação inicial e identificaram-se problemas e oportunidades de melhoria.

### 1.4 Estrutura da Dissertação

A presente dissertação encontra-se estruturada em 6 capítulos sendo, no primeiro capítulo, apresentado o enquadramento, a apresentação dos objetivos relativos ao projeto bem como a metodologia utilizada para a concretização do mesmo.

O capítulo 2, referente à revisão da literatura, inicia-se com um enquadramento da gestão cadeia de abastecimento. De seguida, o capítulo aborda o tema central do presente estudo – Gestão de armazém – expondo o seu impacto na eficiência logística e, quais os processos associados e a ter em consideração. Por fim, o capítulo termina com a abordagem da filosofia *Lean* para uma melhor gestão de armazém. Isto é, de que forma se consegue e deve integrar estes dois conceitos de forma a atingir a excelência.

No capítulo 3 é apresentada a empresa onde foi desenvolvido o presente projeto de dissertação, abordando as suas áreas de negócio e estruturas logísticas e é descrita e analisada a situação atual, no qual são descritos os processos logísticos gerais da fábrica, os fluxos do material, com maior incidência nos fluxos de material associados ao armazém SMD, o processo de armazenamento e abastecimento e

as atividades a ele associados. Neste capítulo são ainda expostos os problemas, desperdícios e oportunidades de melhoria identificados nestes processos.

No capítulo 4, são apresentadas algumas propostas de melhoria aos processos descritos, com o intuito de eliminar ou minimizar os pontos referidos no capítulo 3.

No seguinte capítulo, capítulo 5, são apresentados resultados obtidos e uma discussão dos mesmos.

Finalmente, no capítulo 6 indicam-se as conclusões gerais deste projeto de dissertação, evidenciam-se as limitações de execução do mesmo e introduzem-se algumas sugestões de trabalho futuro.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

O presente capítulo, destinado à revisão da literatura, aborda três principais temáticas que sustentam o presente projeto: (1) Gestão do armazenamento, (2) Desenho e controlo de um armazém, com incidência na operação de *picking*, dado o seu impacto nos custos logísticos e, por fim, (3) Aplicação dos princípios da metodologia *Lean* no contexto de armazenamento.

### 2.1 Gestão da cadeia de abastecimento

Na literatura, o conceito de gestão da cadeia de abastecimento é definido como a “*integração de processos de negócio desde o fornecedor primário até ao utilizador final, a fim de fornecer produtos, serviços e informação, acrescentando valor para os clientes e outros stakeholder’s*” (Lambert & Cooper, 2000, pg.2). Este conceito também pode ser apresentado como a gestão dos aspetos externos e internos das operações de uma empresa, incluindo os processos de *sourcing*, logística, produção e distribuição envolvidos na oferta de bens e serviços (Prajogo et al., 2016).

A integração da cadeia de abastecimento providencia inúmeros benefícios para todos os intervenientes, nomeadamente a otimização da qualidade do produto, a redução do tempo de reposta e a otimização da eficiência operacional. Contudo, uma cadeia de abastecimento eficiente não implica necessariamente uma cadeia de abastecimento mais competitiva. As cadeias de abastecimento que visam tornarem-se ágeis, adaptáveis às exigências inerentes do mercado e que se encontram alinhadas com todos os membros intervenientes, têm mais hipóteses de se tornarem competitivas e de desenvolverem uma sustentabilidade competitiva (Bourlakis, Maglaras, & Fotopoulos, 2012; Lee, 2004). Deste modo, perante um mercado altamente competitivo e uma intensificação da concorrência, as empresas necessitam de melhorar as suas operações internas e de se integrarem com os seus fornecedores nos processos logísticos para obterem um melhor desempenho global de toda a cadeia (Prajogo et al., 2016).

Fatores como a globalização, as mudanças rápidas no mercado, os reduzidos ciclos de vida de produtos, a alta produtividade, a redução do tempo de mercado e a exigência de produtos e serviços inovadores, por parte dos clientes, num curto período de tempo e com um preço reduzido impõe uma adaptação à nova metodologia de produção, a metodologia *Lean* (Jasti & Kodali, 2015). Deste modo, a capacidade de entregar os produtos rapidamente e apresentar valor acrescentado nos mesmos por via de processos otimizados é de extrema importância e é essa habilidade que fornece às cadeias uma vantagem competitiva no mercado (Bourlakis et al., 2012).

Atualmente, muitas empresas tentam reduzir continuamente o nível de *stock*, contudo, o *stock* em fábrica é indispensável para manter os sistemas de produção e as linhas de montagem operacionais. Assim, o transporte, o manuseamento e o armazenamento dos produtos na quantidade certa com a qualidade necessária, no local exigido, desde o armazém até à produção, são temas que requerem especial atenção para um fluxo otimizado e para uma sincronização da logística com os requisitos do cliente (Sulirová, Závodská, Rakyta, & Pelantová, 2017).

Poon et al. (2011) destacam o planeamento e o agendamento da produção como um fator importante na melhoria do desempenho da produção de forma a atender as necessidades dos clientes. Os autores concluem que, para um plano de produção e cronograma otimizado, é essencial uma disponibilidade dos produtos e um abastecimento às linhas de montagem, altamente eficiente e sem interrupções. Deste modo, o armazém, intitulado por Poon et al. (2011) como o “*catalisador*” essencial para assegurar a execução de um plano de produção de forma eficaz e eficiente, levou a um interesse considerável na literatura, com especial incidência no seu projeto, planeamento e controlo, visto ser um ponto estratégico da empresa e, conseqüentemente, de toda a sua cadeia de abastecimento (Gu, Goetschalckx, & McGinnis, 2010).

## 2.2 Gestão do armazenamento

A gestão do armazenamento apresenta-se como uma área de estudo essencial para eficiência e a eficácia de qualquer cadeia de abastecimento (Rouwenhorst et al., 2000). Além de incluir a função de gestão de inventário, também engloba a gestão de um conjunto de processos que visam o controlo do estado do sistema e de alinhamento com a estratégia de otimização operacional.

Segundo Koster & Warffemius (2005), os armazéns podem ter diferentes atividades, variando estas de acordo com a especificação do produto, os requisitos do cliente e os níveis de serviço oferecido. Essas atividades dependem (1) do número e da variedade de produtos a serem manuseados, (2) da carga de trabalho diária e, (3) do número, da natureza e da variedade de processos necessários para atender às necessidades e à procura dos clientes e fornecedores. Contudo, os armazéns podem ser definidos, de uma forma geral, como a infraestrutura onde são realizadas as atividades de receção, armazenamento, preparação das encomendas e a sua expedição (R. B. M. De Koster, Le-Duc, & Zaerpour, 2012; Gu, Goetschalckx, & McGinnis, 2007). Esta definição abrange as três categorias de armazém (Berg & Zijm, 1999; Dotoli, Epicoco, Falagario, Costantino, & Turchiano, 2015):

- Armazéns de distribuição: onde os produtos, proveniente de diversos fornecedores, são rececionados e selecionados para a entrega a vários clientes;

- Armazéns de produção: possibilitam o armazenamento de matérias-primas, produto em processamento ou produto acabado, associado ao abastecimento da produção;
- Armazéns de contrato: corresponde a um armazém que realiza a operação de armazenamento em nome de um ou mais clientes.

Lu, McFarlane, Giannikas & Zhang (2016) consideram a gestão do armazenamento como uma área criada há muito tempo, tanto em termos de prática industrial como na literatura académica. A literatura disponível sobre o desenho estratégico e a otimização do desempenho do armazém de produção pode ser classificada em três questões principais: contribuições que abordam o desenho do *layout* de um armazém, estudos que propõem modelos analíticos ou simulações para otimizar as operações e publicações de *benchmarking* e avaliação do desempenho (R. de Koster, Le-Duc, & Roodbergen, 2007; Dotoli et al., 2015; Gu et al., 2007; Heragu, Du, Mantel, & Schuur, 2005; Poon et al., 2011).

### 2.2.1 Processos, recursos e organização de um armazém

Rouwenhorst et al. (2000) caracterizam os armazéns com base nos processos (etapas necessárias de um produto, desde a chegada ao armazém até à sua expedição), nos recursos (equipamentos e força de trabalho necessários para cada etapa), e na organização.

Relativamente aos processos, Rouwenhorst et al. (2000) referem que o fluxo de armazém envolve quatro processos principais: (1) o processo de receção do material, vindo do fornecedor, (2) o processo de arrumação, (3) o processo de recolha do material (*picking*) e (3) o processo de expedição do material, para o cliente (Figura 1).



Figura 1. Processos associados a um armazém (adaptado de Rouwenhorst et al., 2000)

R. de Koster, Le-Duc & Roodbergen (2007) acrescentam uma nova categoria de processos, resumindo os processos de um armazém em cinco categorias principais: o processo de receção, de transferência e *put-away* (arrumação), de *picking* das encomendas, de acumulação/classificação, e *cross-docking* e expedição (Figura 2). Segundo estes autores, os processos logísticos iniciam-se com a receção e conferência da mercadoria vinda do fornecedor ou do transporte interno. De seguida, é realizada a operação de *put-away* do material, ou seja, a arrumação do material na localização de armazenamento. Por sua vez, o produto pode ser transferido diretamente para a localização de *picking* ou colocado

primeiramente na localização de reserva e só depois ser colocado na localização de *picking* (reabastecimento). A operação de *picking* corresponde à preparação das encomendas para o cliente e apresenta-se como a principal atividade na maioria dos armazéns. A operação de reembalamento poderá acontecer quando se verifica uma necessidade de personalização da mercadoria. A atividade de acumulação e classificação da encomenda é necessária para as encomendas que forem realizadas pela atividade de *picking* em lote (*batch*) uma vez que necessitam de ser agrupados por encomenda do cliente, após a conclusão do processo de *picking*. Posteriormente ao processo de *picking*, as encomendas precisam de ser empacotadas e empilhadas consoante a sua unidade de expedição (por exemplo, em europaleta). Existe também a operação de *cross-docking*, isto é, a transferência direta da mercadoria da receção para a área de expedição. Esta operação acontece perante uma reduzida permanência dos produtos em armazém e/ou uma reduzida necessidade da operação de *picking*. Por fim, existe o processo de carga e expedição (R. de Koster et al., 2007; Rouwenhorst et al., 2000).

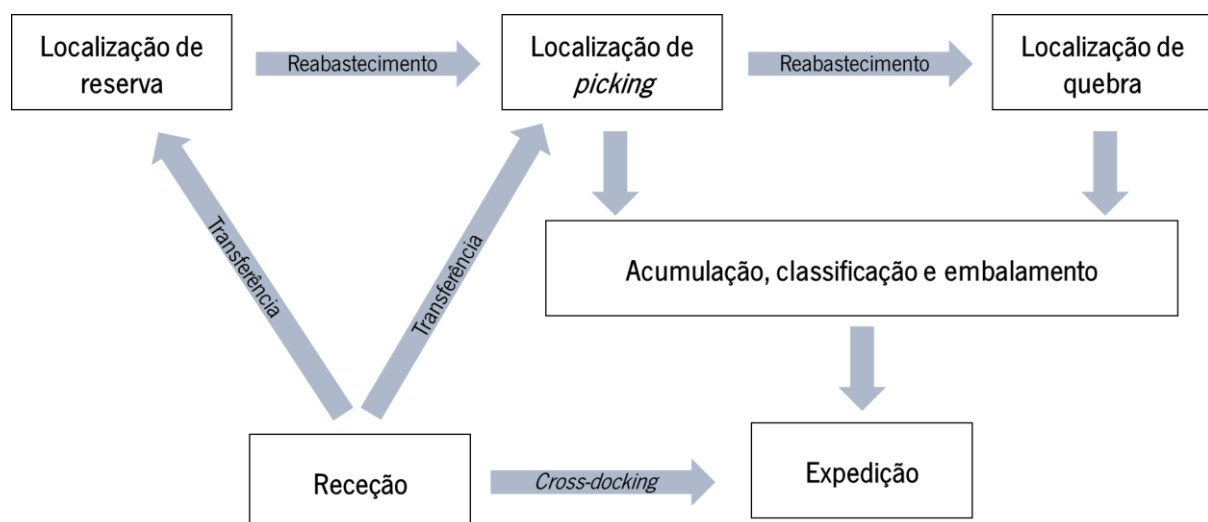


Figura 2. Processos associados a um armazém (traduzido de R. de Koster, Le-Duc, & Roodbergen, 2007)

Os recursos de um armazém correspondem aos recursos humanos, aos recursos computacionais combinando *hardware* e *software* e aos recursos físicos, como paletes e equipamentos. No que diz respeito a recursos computacionais, a adoção de novas tecnologias de informação, nomeadamente o sistema de gestão de armazém (*Warehouse Management System - WMS*), desempenhou um papel importante na eficiência dos armazéns atuais. É importante ocorrer uma interligação entre o WMS e os sistemas de suporte para que, no caso da operação de *picking*, a rota que o operador irá fazer seja otimizada, bem como a atribuição das tarefas. Destes sistemas de suporte salientam-se (de Vries, de Koster, & Stam, 2016 ; Tompkins & Smith, 1998):

- Dispositivos de identificação de radiofrequência (*Radio Frequency Identification* - RFID) e de código de barras;
- Dispositivos de direção por voz (*voice picking* ou *pick-by-voice*) com recurso a um auricular;
- Dispositivo de direção por luz (*pick-to-light* e *put-to-light*), normalmente aplicado a operadores de *picking* que retiram os itens de *racks* ou prateleiras de fluxo gravitacional;
- Dispositivo de *picking by vision*, o operador recebe indicações por meio de óculos especiais.

Por fim, como referido anteriormente, a organização contempla todos os procedimentos de planeamento e controlo necessários para executar todas as operações de um armazém com a finalidade de alcançar os requisitos do sistema em termos de capacidade e nível de serviço, a um custo mínimo de recursos (Gu et al., 2007). Relativamente a esta perspetiva, diversos autores têm-se concentrado na apresentação de metodologias de desenho, controlo e planeamento de um armazém, nomeadamente Rouwenhorst et al. (2000) e Gu et. al (2007).

Rouwenhorst et al. (2000) consideram que existe um grande número de decisões inter-relacionadas entre os processos, os recursos e a organização do armazém. No seguimento deste raciocínio, Gu et. al (2007) classificam essas mesmas decisões, no processo de desenho e controlo de um armazém em três níveis de decisão: estratégico, tático e operacional (*Tabela 1*), de acordo com o impacto das mesmas no período de horizonte de tempo. Mais concretamente, enquanto que as decisões de gestão estratégica se referem a políticas e decisões relativas à utilização dos recursos de forma a cumprir a estratégia competitiva a longo de prazo, as decisões táticas são a médio prazo e as decisões a nível operacional dizem respeito a operações diárias como, por exemplo, a atribuição de trabalho. Neste último nível de decisões, deve ter-se em consideração os limites estabelecidos pelas decisões estratégicas e táticas.

Tabela 1. Descrição dos níveis de decisão estratégico, tático e operacional (adaptado de Gu et. Al, 2007)

Nível Estratégico	Nível Tático	Nível Operacional
1) Definição do fluxo do processo	1) Dimensionamento da capacidade	1) Controlo diário dos equipamentos e das pessoas
2) Seleção do sistema de armazenamento	2) Desenho do <i>layout</i>	2) Atribuição das tarefas aos operadores
3) Determinação da unidade de armazenamento	3) Seleção do equipamento	3) Definição da política de roteamento
4) Definição da política de gestão de armazém	4) Determinação da força de trabalho	4) Atribuição à doca de receção
	5) Seleção da política receção e de <i>picking</i>	5) Atribuir da força de trabalho a curto prazo
	6) Atribuição dos produtos às localizações de armazenamento	

Gu et. al (2007) apresentam um esquema de classificação e descrição das decisões de desenho de armazém e planeamento das operações com base nas decisões táticas e operacionais no desempenho de um armazém (Figura 3). Para isso, os autores, apresentam um conjunto de cinco grandes grupos de decisão: o desenho concetual da estrutura geral do armazém, o dimensionamento e tamanho do

armazém, o desenho detalhado do *layout* dentro de cada seção do armazém, a determinação dos equipamentos necessários e a seleção das estratégias operacionais nomeadamente, ao nível das políticas de armazenamento e de *picking*. Posteriormente, os autores descrevem os problemas de planeamento das operações, classificando-os de acordo com as funções básicas de um armazém.

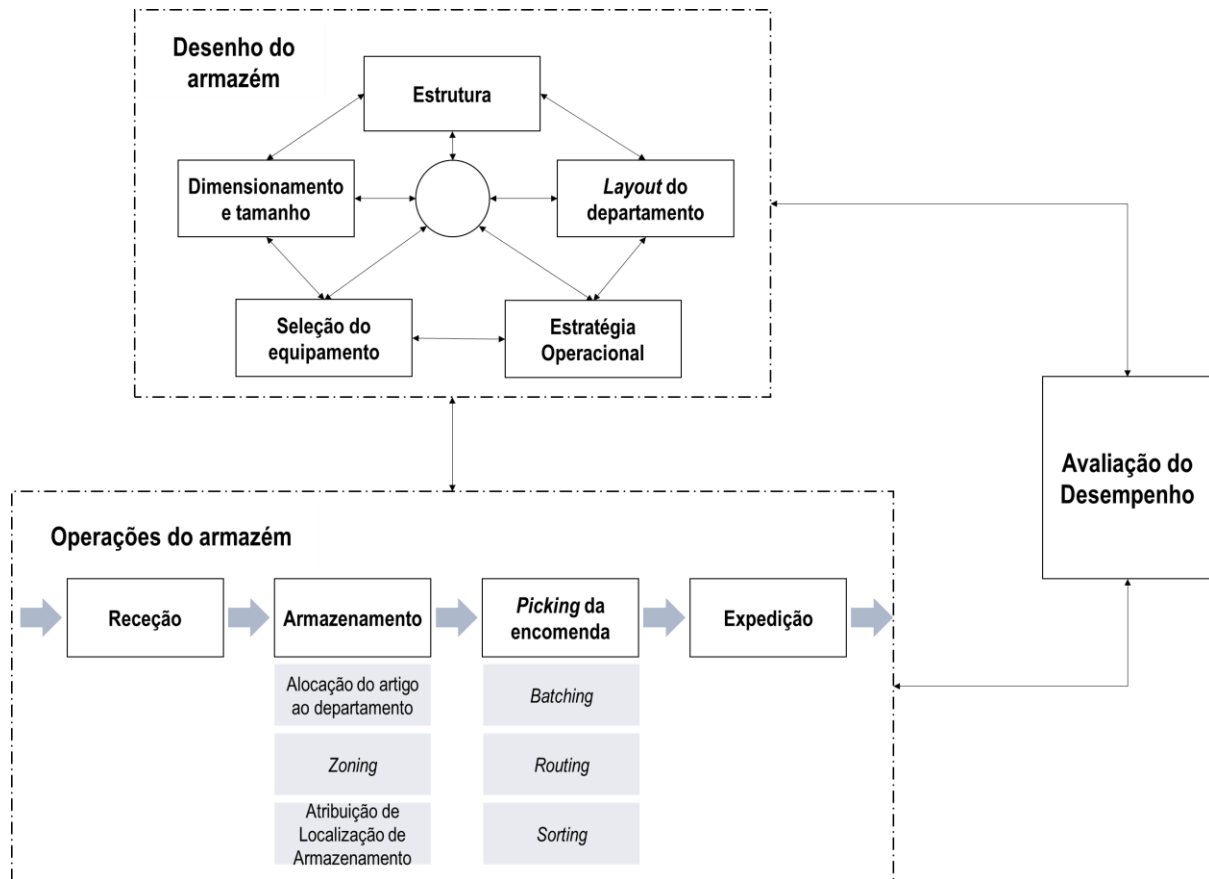


Figura 3. Decisões de *layout* de armazém e planeamento das operações (adaptado de Gu et. al, 2007)

### 2.2.2 Desenho do layout de um armazém

Huertas, Díaz Ramírez & Trigos Salazar (2007) referem que um dos problemas de armazém mais estudados nos últimos 30 anos é o desenho do *layout*, dado o seu impacto no investimento de capital inicial na construção das instalações bem como nos custos operacionais.

Segundo R. de Koster, Le-Duc & Roodbergen (2007), o desenho de *layout* de um armazém tem em consideração o *layout* da infraestrutura que contém o sistema de *picking* e o *layout* dentro do sistema de *picking*. O primeiro ponto supramencionado, também conhecido como o problema do *layout* da instalação, refere-se à decisão da localização das várias áreas funcionais de um armazém (recepção, *picking*, armazenamento, envio, etc.). Por sua vez, o segundo ponto, conhecida como o desenho do *layout* interno, é referente à configuração dos blocos de armazenamento (estantes, prateleiras) e corredores (R. de Koster et al., 2007) (Figura 4).



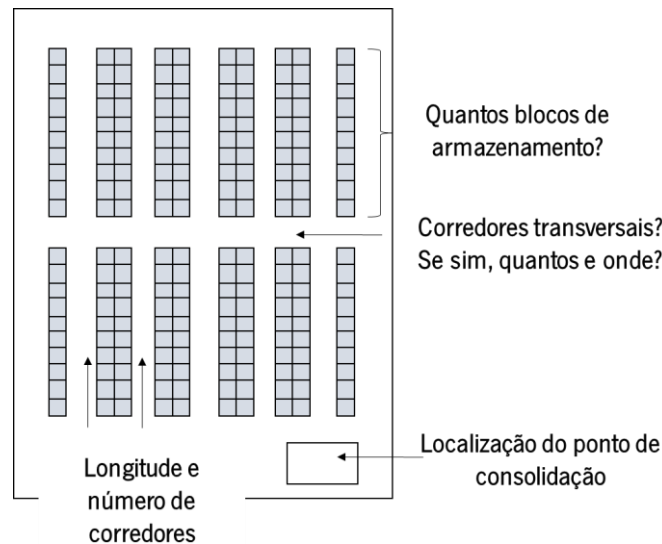


Figura 4. Desenho do *layout* (traduzido de R. de Koster, Le-Duc, & Roodbergen, 2007)

Os estudos existentes têm como finalidade o aumento da utilização do espaço, a diminuição do tempo de transporte, de manuseamento de materiais e, conseqüentemente, dos custos associados às operações e aos recursos necessários, sendo, o objetivo primordial, satisfazer as necessidades dos clientes com o maior nível de serviço. A literatura sobre este tema foi então classificada, no presente documento, em dois grupos: (1) Metodologias de desenho de um armazém – estudos através de etapas gerais utilizadas no *design* do armazém por via de metodologias e (2) Modelação matemática no desenho de um armazém - estudos realizados através de modelação matemática com vista à otimização dos processos logísticos por via de um *layout* eficiente.

#### (1) Metodologias de desenho de um armazém

Mohsen (2002) apresenta uma metodologia para o desenho do *layout* de um armazém tendo em conta a definição dos processos que lhe estão associados, distinguindo-se de estudos anteriores pela inclusão da previsão da procura. Baker & Canessa (2009) apresentam uma *framework* para o desenho de um armazém desde que é identificada uma necessidade específica até que uma especificação operacional é produzida, detalhando métodos operacionais, equipamentos, recursos humanos, *layout* e custos (Figura 5). Para o desenho da *framework*, os autores basearam-se na literatura existente incidindo sobre duas temáticas: etapas gerais utilizadas no *design* do armazém e ferramentas e técnicas utilizadas. Relativamente às ferramentas utilizadas e, dependendo de cada etapa, sugerem a utilização de modelos de base de dados e folhas de cálculo, *software* de desenho assistido por computador (*software* CAD) para elaboração dos *layouts* e *software* de simulação e modelos analíticos. Complementarmente,

também propõem o uso de modelos de folhas de cálculo e árvores de decisão, *checklist's* e *flowcharts* e métodos quantitativos (ex. análise financeira) e qualitativos (ex. análise *swot*).

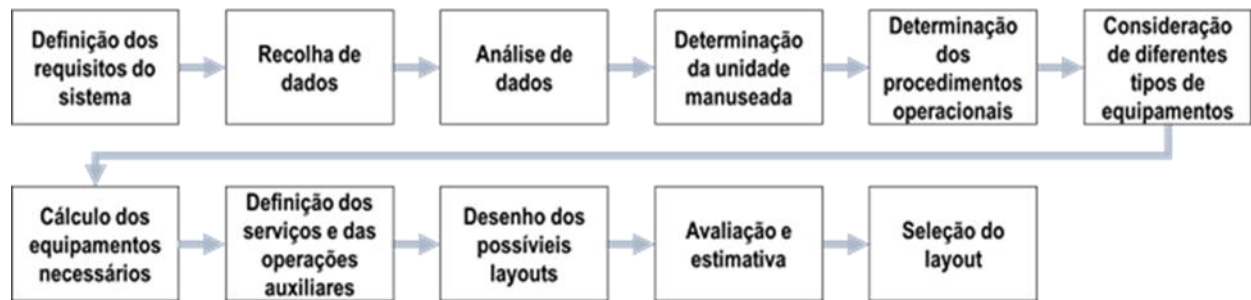


Figura 5. Desenho de uma *framework* para o desenho de um armazém (adaptado de Baker e Canessa, 2009)

## (2) Modelação matemática no desenho de um armazém

Na literatura existente, o desenho do *layout* também é estudado através de modelação matemática com incidência no número de corredores, configurações e diferentes políticas de atribuição de armazenamento (Davarzani & Norrman, 2015). Estes estudos pretenderam aumentar a utilização do espaço, diminuir o tempo de transporte e de manuseamento de materiais e, conseqüentemente, os custos associados às operações e aos recursos necessários sendo, o objetivo primordial, satisfazer as necessidades dos clientes com o maior nível de serviço.

Heragu, Du, Mantel & Schuur (2005) desenvolveram um modelo matemático que visa a determinação do fluxo ao qual o produto deve ser atribuído, considerando simultaneamente a alocação do produto e os problemas de determinação do tamanho da área funcional, para que os custos anuais de entrega e armazenamento possam ser minimizados. Roodbergen & Vis (2006) apresentam um modelo analítico para o desenho do *layout*, com vista à determinação do número ótimo de corredores na área de *picking*, de modo a que a distância média de viagem para os operadores de *picking* seja minimizada. Huertas, Díaz Ramírez & Trigos Salazar (2007) apresentam um modelo matemático que estima e avalia os custos operacionais dos *layouts* alternativos baseando-se no custo de *picking* e no custo de manutenção e utilização do equipamento necessários para cada operação básica de um armazém. Thomas & Meller (2013) desenvolveram um conjunto de diretrizes com base na avaliação do desempenho de cada desenho, sustentando-se em modelos analíticos e num algoritmo para quantificar o espaço e os requisitos de mão-de-obra necessários. Por conseguinte, o *flowchart* apresentado permite escolher o *design* considerando como variáveis de decisão, a área das estantes para colocação das paletes em termos de largura e profundidade, o número de níveis que as estantes contêm para o armazenamento das paletes, etc.

### 2.2.3 Desenho das operações de um armazém

Relativamente à operação de receção e expedição, é necessário definir a política de atribuição dos camiões às docas, de atribuição do camião à encomenda e às janelas de descarga e à expedição dos camiões (Gu et al., 2007). Contudo, a receção e o transporte são as categorias menos investigadas na literatura da gestão de armazém (Davarzani & Norrman, 2015).

Verifica-se uma especial atenção na literatura, à operação de *picking*, isto é, à operação encarregue pela preparação das encomendas, visto que representa ser a operação mais demorada e correspondente a cerca de 55 a 75% dos custos totais de um armazém (Chiang, Lin, & Chen, 2011). Esta atividade, altamente intensiva em força de trabalho, afeta profundamente os custos logísticos globais e o nível de serviço fornecido ao cliente (Dallari, Marchet, & Melacini, 2009). De acordo com Chan & Chan (2011), para minimizar o tempo de *picking* de uma encomenda e maximizar o espaço utilizado, a utilização dos equipamentos e da mão-de-obra existente, é necessário um desenho de *layout* cuidadoso e um controlo do sistema de *picking*.

A atribuição da rota do operador de *picking*, a divisão do armazém em zonas, a atribuição da localização de armazenamento, a atribuição da política de *picking* de acordo com a realidade da indústria e a atribuição dos recursos, são decisões operacionais que influenciam o desempenho dos sistemas de *picking* e, por isso mesmo, receberam atenção dos pesquisadores (Davarzani & Norrman, 2015; R. B. M. De Koster, Le-Duc, & Zaerpour, 2012; R. de Koster, Le-Duc, & Roodbergen, 2007; Lu, McFarlane, Giannikas, & Zhang, 2016; Petersen II, 2006) e serão abordados no presente capítulo.

A tarefa de gestão das operações relacionadas com o *picking* e a avaliação das relações entre os problemas de planeamento, é intitulada pela literatura como a mais complexa no âmbito das decisões de um armazém (Gu et al., 2007; van Gils, Ramaekers, Caris, & de Koster, 2017). No seguimento deste raciocínio, van Gils, Ramaekers, Caris & de Koster (2017) apresentam uma revisão de literatura focada nos problemas do processo de *picking* a nível tático e operacional, devido ao seu elevado impacto nos custos operacionais de um armazém.

Tendo em conta as metodologias anteriormente apresentadas, juntamente com o estudo de Petersen II (2006), Yu & de Koster (2009), Đukić et al. (2010), R. B. M. De Koster, Le-Duc & Zaerpour (2012), Lu, McFarlane, Giannikas & Zhang (2016), existem cinco problemas de decisão operacional que permitem a otimização do tempo de viagem de um operador de *picking*: (1) a definição do sistema de *picking*, (2) os métodos de definição de rota que determinam a sequência e a rota do operador de *picking*, (3) os métodos de armazenamento que atribuem os produtos aos locais de armazenamento e (4) o agrupamento de duas ou mais encomendas dos clientes (*batch* e *zoning*).

### (1) Definição do sistema de *picking*

Cada vez mais, existem pesquisas na área de *picking* e, conseqüente estudo de vários métodos para a definição do sistema de *picking* (*Order Picking System* - OPS) devido ao impacto significativo nos custos globais de logística e no nível de serviço fornecido ao cliente (Marchet, Melacini, & Perotti, 2015). Contudo, não existe uma classificação única, uma vez que o desenho do sistema de *picking* depende, de acordo com Dallari, Marchet & Melacini (2009) de inúmeras variáveis, nomeadamente: do tipo e dimensão dos produtos, do perfil das encomendas dos clientes, dos diferentes tipos de áreas funcionais, das diferentes combinações dos equipamentos utilizados e das políticas operacionais para cada área funcional.

Um exemplo de classificação OPS é fornecido por Berg & Zijm (1999). Os autores classificam o OPS em três grupos principais: os sistemas *picker-to-product*, *product-to-picker* e *picker-less* (Marchet et al., 2015). R. de Koster, Le-Duc & Roodbergen (2007) identificam e definem diferentes sistemas de *picking* de acordo com utilização de máquinas ou recursos humanos. Dallari, Marchet & Melacini (2009) propõem uma classificação focada na política operacional ao invés de uma política focada no equipamento utilizado (Figura 6). Esta última classificação tem como base quatro decisões principais: quem executa a operação de *picking* (operadores ou máquinas), quem se move para o *picking* (operadores ou produtos), quais os transportes usados para ligar cada zona de *picking* e qual a política de *picking* (escolher por encomenda ou por item). Com base nas decisões anteriores, os autores propõem uma metodologia para a escolha do sistema de *picking* com base em cinco grupos:

- No sistema "*picker-to-parts*", o operador de *picking* dirige-se ao longo dos corredores para realizar a operação de *picking*, podendo ser por encomenda ou em lote, dependendo da política de *picking*. Na política de escolha de lote, os itens escolhidos são ordenados de imediato pelo sistema;
- O sistema "*pick-to-box*" (também chamado de "*pick-and-pass*") divide a área de *picking* em zonas, cada uma delas atribuída a um ou mais operadores de *picking*. Todas as zonas de *picking* são conectadas por um transportador e os pedidos do cliente são selecionados sequencialmente por zonas;
- O sistema "*pick-and-sort*" funciona por ondas e é realizada a operação de *batch*, ou seja, o agrupamento dos pedidos dos clientes em cada onda. R. de Koster, Le-Duc & Roodbergen (2007) consideram este sistema uma variante do sistema "*picker-to-parts*";

- O sistema "*parts-to-picker*" envolve um dispositivo automático que traz as cargas unitárias da área de armazenamento para as estações de *picking* (também chamadas de *picking bays*), onde selecionam a quantidade necessária de cada item;
- O sistema de *picking* automatizado.

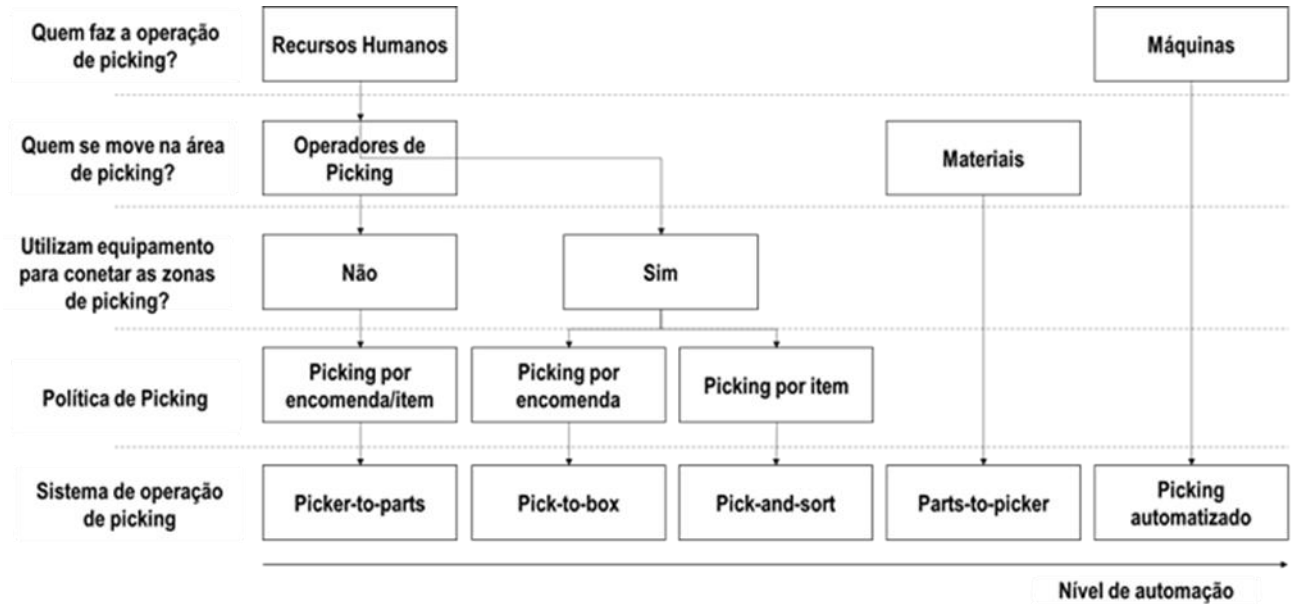


Figura 6. Classificação de um sistema de *picking* (Dallari, Marchet & Melacini, 2009)

## (2) Definição do método de roteamento

A definição da política de roteamento consiste na determinação da sequência ideal e da rota a realizar na operação de *picking* sendo que, está sujeita ao desenho do armazém e às suas operações (Petersen & Aase, 2004; Yu & de Koster, 2009). A otimização desta decisão é geralmente alcançada minimizando a distância de viagem total, tentando assim, minimizar as distâncias totais percorridas e o tempo do(s) operador(es) de *picking* e, por consequência, minimizar os custos totais de manuseio de material (Lu et al., 2016).

Segundo Petersen & Aase (2004), as políticas variam de simples heurísticas a procedimentos ótimos. Contudo, as heurísticas são as mais difundidas na prática devido ao reduzido esforço computacional e à facilidade de implementação e entendimento (Petersen, 2000). Por outro lado, os procedimentos ótimos oferecem a melhor solução, mas podem resultar em rotas confusas (Petersen & Aase, 2004).

Por conseguinte, podem ser identificadas várias heurísticas de determinação de rotas (*routing*) nomeadamente (Figura 7): forma de S (*S-Shape*), de retorno (*Return*), ponto médio (*Midpoint*), maior intervalo (*Largest Gap*), combinado (*Combined*) e ótima (*Optimal*). Na política *S-Shape*, também designada como política transversal, os operadores de *picking* entram sequencialmente nos corredores e circulam pelos mesmos, desde que contenham pelo menos um item para ser recolhido nesse corredor.

Na política *Return*, os operadores entram e saem de cada corredor sempre do mesmo lado. Na política *Largest Gap*, os operadores percorrem um corredor pela rota de retorno até que se retire a maior parte dos itens, e caso existam restem itens são recolhidos a partir do outro lado do corredor. A diferença é definida pela distância entre os dois picos adjacentes ou a última escolha para o corredor de volta. A rota *Combined* combina rotas *S-Shape* e *Return*, sendo que os corredores de destino podem ser percorridos através ou a partir dos dois lados (Chiang et al., 2011; Petersen & Aase, 2004).

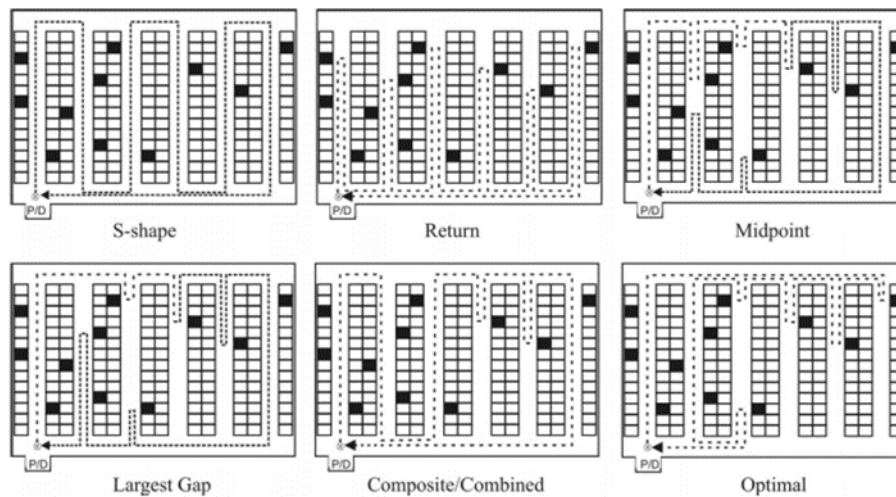


Figura 7. Heurísticas de roteamento (Chiang et al., 2011; Petersen & Aase, 2004)

O sistema de definição de rota transversal é amplamente utilizado em muitos armazéns, devido à sua simplicidade, fornece bons resultados quando a necessidade de *picking* por corredor é grande (Petersen & Aase, 2004). Por outro lado, de acordo com Hall (1993), citado por R. de Koster, Le-Duc & Roodbergen (2007), o método do ponto médio é mais eficiente, quando comparado com o método *S-Shape*, perante um número reduzido de tarefas de *picking* por corredor.

### (3) Definição das políticas de armazenamento

A definição da política de armazenamento é um ponto crucial no planeamento e controlo do armazém e corresponde à operação de *put-away* (Rouwenhorst et al., 2000). Na literatura existente, existem cinco políticas principais de atribuição dos produtos aos locais de armazenamento (R. de Koster et al., 2007; Petersen & Aase, 2004):

- A Política de Armazenamento Aleatória, onde os artigos são armazenados numa localização que esteja livre sendo, normalmente, o espaço livre com uma distância de transporte mínima da área da atividade próxima ou adjacente;
- A Política de Armazenamento Dedicada, onde o produto tem um local de armazenamento fixo;

- A Política de Armazenamento baseada no Volume, contém zonas para produtos com volumes de consumo semelhantes. Por exemplo, nesta política, os SKU com maior procura são colocados nos locais mais próximos do operador;
- A Política de Armazenamento Correlacionado, onde ocorre o agrupamento das famílias de produtos que são consumidos simultaneamente;
- A Política de Armazenamento baseada na Classe (também denominado de *ABC zoning*) consiste na atribuição do local de armazenamento para cada classe definida, onde os itens de cada classe são armazenados de forma aleatória.

Segundo Petersen & Aase (2004), as políticas aleatórias e dedicadas são as mais eficazes na otimização do desempenho. Le-Duc & De Koster (2005), indicam que os métodos baseados em classes são amplamente utilizados na prática, devido à facilidade de manutenção e de implementação. Pesquisas mostram que uma implementação dentro do corredor do armazenamento baseado em volume reduz significativamente o tempo de viagem (Petersen & Aase, 2004). Segundo Bartholdi & Hackman (2011), a estratégia de armazenamento mais simples é a de política dedicada uma vez que sistema permite um desenho e alocação em posições mais convenientes, permitindo um processo de *picking* mais rápido e eficiente. De acordo com R. de Koster, Le-Duc & Roodbergen (2007), a estratégia com melhores resultados a nível de ocupação do espaço é a de alocação aleatória. Contudo, esta estratégia tem como desvantagem o aumento da complexidade do processo de *picking* devido ao desconhecimento da localização das peças por parte dos operadores de *picking*, aumentando assim a distância percorrida nos circuitos de *picking* e das operações de *put-away* (Bartholdi & Hankman, 2011).

### 2.3 Gestão do armazenamento *Lean manufacturing*

À medida que a competitividade industrial tem vindo a mudar, as empresas têm vindo a enfatizar a excelência através da eliminação de desperdícios e o foco na melhoria contínua. O termo “*Lean production*” (ou “*Lean manufacturing*”) surgiu pela primeira vez no livro “*The Machine that Changed the World de Womack*” em 1991. Contudo, a origem é atribuída ao Sistema de Produção da Toyota (Hines et al., 2004). A essência deste mesmo pensamento pode ser comumente definida como a eliminação de desperdício por via da criação de um fluxo de materiais e informação eficiente (Goldsby & Martichenko, 2005). Segundo Womack & Jones (1996), citados por Melton (2005), existem três princípios *Lean*: a identificação do valor, a eliminação dos desperdícios e a geração de um fluxo de valor para o cliente.

Tendo em conta estes princípios, verifica-se que a produção com base no *Lean thinking* é a abordagem mais conhecida para a melhoria industrial (Karlsson & Åhlström, 1997).

De acordo com King et al. (2006), citado por Venkateswaran, Nahmens & Ikuma (2013), um dos principais aspetos do pensamento *Lean* é a compreensão de um processo complexo ao invés de começar com uma solução. Para isso é necessário a clarificação de todos os desperdícios. No que diz respeito ao desperdício, este pode ser classificado em sete categorias: (1) produção, (2) tempo de espera, (3) transporte, (4) inventário, (5) processamento, (6) defeitos e (7) movimentação (Jasti & Kodali, 2015). Liker & Meier (2006) apresentam um oitavo desperdício que correspondem à não utilização do capital intelectual do colaborador.

Detty & Yingling (2000) definem a metodologia *Lean* como uma filosofia abrangente para estruturar, operar, controlar, gerir e melhorar continuamente os sistemas de produção industrial, sendo que os seus princípios obedecem ao seguinte:

- Estabilidade do processo por via da combinação da força laboral, máquinas e materiais;
- Trabalho normalizado;
- Equilíbrio e sincronização entre a capacidade de todas as operações de produção ao longo do tempo;
- Utilização de um inventário mínimo para o nível de produção através de uma estratégia em que cada operação fornece peças ou produtos para as operações seguintes necessárias num exato momento (*Just-in-time*);
- Foco na qualidade do produto;
- Controlo visual dos processos;
- Política de produção de paragem, perante defeitos ou problemas de produção e encontrar, visualmente, a localização do problema;
- Procura contínua da melhoria na segurança, qualidade, produtividade e ambiente de trabalho.

A implementação deste pensamento permite que o sistema de produção e o armazém integrem diferentes ferramentas com a finalidade de eliminar o desperdício e criar valor, levando à melhoria da qualidade e à redução do custo, tempo de entrega e tempo de inatividade do equipamento e controlo mais rigoroso do inventário (Chen et al., 2013). Com o objetivo de melhorar o sistema de produção e a procura por flexibilidade operacional, as empresas são obrigadas a adotar o sistema *pull*. Este conceito complementa o conceito "*Lean*" uma vez que o sistema *pull* refere-se à redução do trabalho em processo e o sistema "*Lean*" procura a redução da variabilidade do *buffer* (Domingo, Alvarez, Melodía Peña, & Calvo, 2007).



Ao longo dos anos, foram desenvolvidas várias ferramentas e técnicas de produção *Lean*. Hodge, Goforth, Ross, Joines & Thoney (2011) identificam e classificam ferramentas em seis categorias: gestão visual, implementação de políticas, qualidade, trabalho padronizado, *Just-In-Time* e métodos de melhoria para desenho da sua abordagem hierárquica (Figura 8). Por exemplo, o *Value Stream Mapping* (VSM) é a ferramenta usada para mapear visualmente o fluxo de produção e de informações com o intuito de mostrar o estado atual e futuro dos processos de forma a destacar as oportunidades de melhoria (Venkateswaran et al., 2013). O cartão *Kanban* corresponde a um sinal visual e sincroniza o *stock* e o fluxo de material com a produção uma vez que cada posto de trabalho não faz nada até que o próximo posto de trabalho solicite o fornecimento. A ferramenta 5S é uma técnica de arrumação visual e consiste em cinco atividades (triagem, arrumação, limpeza, normalização e disciplina) de forma a criar o local de trabalho um lugar adequado.

Relativamente a técnicas, a avaliação do indicador de desempenho chave (*Key Process Indicator* - KPI) é apontado por Dotoli et al. (2015) como uma técnica relacionada ao *Kaizen*, consistindo na monitorização e análise contínua de métricas projetadas para acompanhar e incentivar o progresso em direção a objetivos críticos da organização. Por sua vez, *Kaizen* representa uma estratégia proativa para alcançar a melhoria contínua através da redução ou eliminação de qualquer desperdício nos processos que não acrescentam valor da perspetiva dos clientes. Por fim, para implementação de melhoria contínua de processos e produtos existe também a metodologia *Plan, Do, Check and Act* (PDCA).

Um conceito comum nos sistemas de *Lean Production* são os sistemas de produção *Milk-Run*. Estes sistemas permitem abastecimentos frequentes às linhas de produção, em pequenos lotes e reduzidos prazos de entrega e funciona de acordo com os requisitos do sistema de controlo *Kanban* (Sulírová et al., 2017).



Figura 8. Ferramentas e técnicas de produção *Lean* (Hodge, Goforth Ross, Joines & Thoney, 2011)

No contexto de armazenagem, segundo Dotoli, Epicoco, Falagario, Costantino & Turchiano (2015), a aplicação dos princípios da metodologia *Lean* na otimização do funcionamento de um armazém apenas se iniciou recentemente. Em 1999, Gunasekaran et al. apresentam uma *framework* conceptual de otimização das operações de armazenamento tendo em consideração a tecnologia de informação (TI) e os conceitos JIT (*Just-in-time*) e a gestão total da qualidade (TQM) (Figura 9). Estes dois conceitos, segundo os autores, permitem um agendamento das operações e da redução do tempo associado às operações (JIT), enquanto que o TQM ajuda a melhorar a eficácia e controlo das operações de armazenamento.

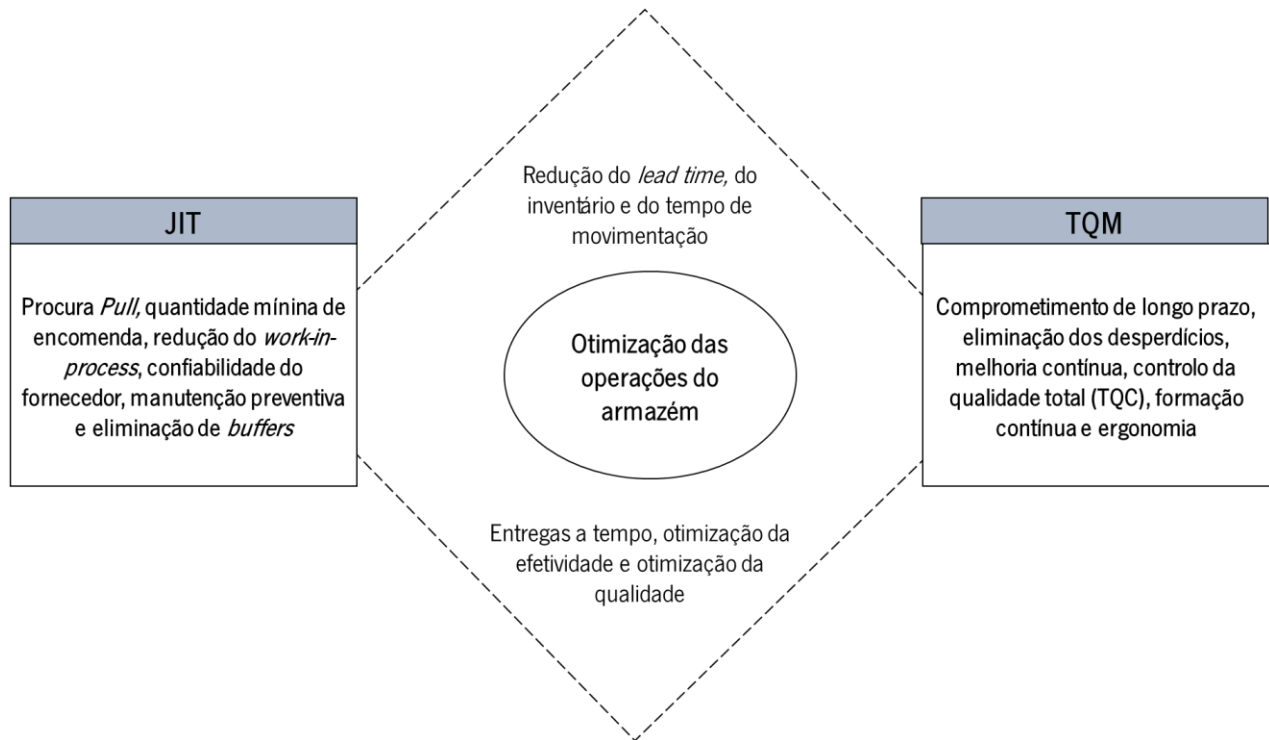


Figura 9. *Framework* de otimização das operações de armazenamento (Gunasekaran et al., 1999)

Com base num armazém de distribuição, Gopakumar, Sundaram, Wang, Koli & Srihari (2008) apresentam uma abordagem que combina a aplicação de princípios *Lean* com simulação, através do *software* Arena, para a otimização da atribuição dos camiões à doca. A ferramenta utilizada consistiu na aplicação do VSM para modelar o funcionamento do sistema atual e identificar ineficiências operacionais no processo de receção.

Domingo, Alvarez, Melodía Peña & Calvo (2007), devido à baixa produtividade, à dessincronização entre as diferentes estações de trabalho, à rutura frequente de *stock* e ao excesso de inventário intermédio entre os postos de trabalho, implementaram uma primeira solução que consistia na modificação do layout e na implementação do sistema *Kanban* para assegurar um fluxo de materiais de acordo com o sistema *pull*. Contudo, perante o elevado nível de *stock* acumulado entre os postos de trabalho e o elevado tempo de espera para a produção, o autor verificou que a solução passa pela implementação de um sistema de abastecimento chamado de *Milk-Run* complementado por um sistema *Kanban*. Com um abastecimento à linha de produção através de um horário fixo e com uma rota padronizada, esta implementação integrou o abastecimento interno de peças na área de montagem, o que permitiu uma disponibilidade de material entre duas rotas consecutivas e uma otimização geral do processo de montagem.

Faccio, Gamberi, Persona, Regattieri & Sgarbossa (2013) fornecem uma *framework* de projeção de um sistema de abastecimento às linhas de montagem e o dimensionamento e gestão da frota do veículo

utilizado para a movimentação. Deste modo, os autores desenvolveram um estudo com base na utilização de supermercados, áreas de armazenamento descentralizadas usadas como armazéns intermediários para peças requeridas pelas linhas de montagem, sendo que estas são geralmente abastecidas por meio de um reabastecimento sistemático conduzido pelos sistemas *Kanban* através de pequenos veículos de transporte rodoviário.

Para a otimização do funcionamento de um armazém localizado no hospital, Venkateswaran, Nahmens e Ikuma (2013) aplicaram as ferramentas VSM e 5S para atender às suas necessidades, recursos e cronogramas. Para isso, basearam-se nas quatro fases do modelo híbrido 5S: (1) a observação e preparação, utilizando o VSM, (2) o planeamento de iniciativas *Lean* através da categorização da procura e dos custos associados, (3) a implementação das iniciativas que, neste estudo, consistiu na ferramenta 5S e na gestão de inventário e (4) a medição dos processos melhorados. Os resultados mostram uma otimização dos níveis de inventário com a incorporação de modelos probabilísticos nos cálculos, um *layout* do armazém através de uma melhor atribuição da localização de armazenamento, uma rotulagem adequada das prateleiras e dos corredores, uma redução do tempo de *picking* e benefícios sustentáveis devido à formação dos funcionários e o envolvimento da gestão de topo.

Dotoli, Epicoco, Falagario, Costantino & Turchiano (2015) propõem uma abordagem integrada para análise e otimização de um armazém de produção de forma a preencher a lacuna na literatura de abordagens sistemáticas na análise e otimização de armazéns (Figura 10) Para a aplicação da abordagem, utilizaram um caso de estudo real, um produtor italiano de objetos de *design* de interiores, que pretendia melhorar alguns indicadores de desempenho chave (KPI) - a rentabilidade, a qualidade e o número de erros - do armazém de produção da empresa. As ferramentas utilizadas na sua abordagem consistiram:

- Metodologia VSM - Destaca qual área em que se localiza o possível desperdício. Na metodologia *Lean* esta é uma ferramenta básica utilizada para analisar e projetar o fluxo de materiais e informações necessárias para levar um produto ou serviço a um consumidor;
- Formulação matemática da filosofia de *Genba Shikumi* - Classifica os desperdícios analisados e determina os mais significativos para eliminar. Em jeito de contextualização, na filosofia *Lean Production*, a ideia principal do *Genba* baseia-se no princípio de que a melhoria virá diretamente no campo para procurar desperdícios e oportunidades;
- Diagrama de linguagem de modelagem unificada (UML) - Deteta os problemas críticos de um armazém, avaliando-os quantitativamente e identificando as ações de resposta mais adequadas para alcançar a melhoria desejada.

Por conseguinte, esta combinação permitiu detetar os problemas críticos de um armazém, avaliando-os quantitativamente e identificando as ações de resposta mais adequadas para alcançar a melhoria desejada.

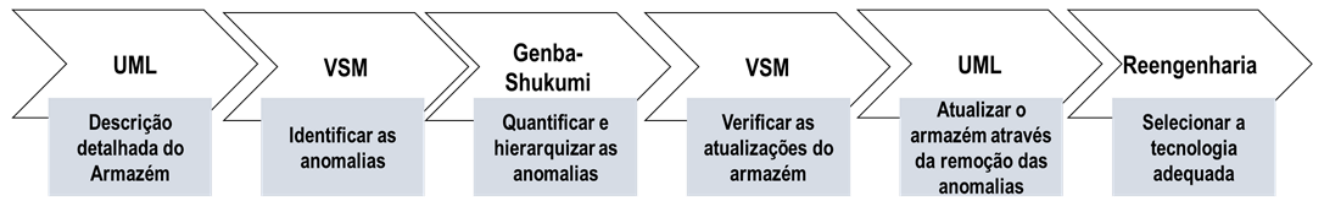


Figura 10. Ferramentas para melhorar os KPI (Dotoli, Epicoco, Falagario, Costantino & Turchiano, 2015)

Com base no inquérito desenvolvido por Sulírová et al. (2017), 42,9% das empresas eslovacas usam 71,4% das empresas usam o sistema *pull* e sistema *Kanban* para ligação da gestão de armazém e o transporte de material. Deste inquérito, verificaram também que 42,9% das empresas usam o conceito de *milk run* para o transporte de material, onde o material é transportado eficientemente do armazém para a produção. No caso de estudo do artigo, através da implementação do sistema de *milk run* em combinação com o sistema de produção *kanban* permitiu à empresa estudado pelos autores os seguintes benefícios quantificáveis: redução dos custos de transporte em 24,3%/ano, redução do tempo de transporte e manuseio em 19,89% e redução do inventário nos postos de trabalho em 80%, aumento de área de armazenamento de 49,84% e uma diminuição da área de transporte dentro do armazém de 52,07%.

## 2.4 Análise conclusiva

Uma gestão eficiente do armazenamento permite um maior controlo de todas as funções inerentes ao fluxo de materiais, à obtenção de economias no transporte dos produtos, ao alcance de económicas na produção e à possibilidade de obter descontos na compra do material, tendo impacto no sucesso organizacional através do aumento da competitividade e rentabilidade da empresa no mercado que se encontra inserida (R. de Koster et al., 2007).

Embora o principal objetivo de uma indústria seja minimizar os seus custos de produção, existem outras atividades, como o armazenamento, que contribuem para que as linhas de produção funcionem em condições operacionais. Para atender às perspetivas do cliente e da indústria, os processos de armazém devem ser otimizados, eliminando ineficiências e tornando-os confiáveis em termos de custo. Assim, a concorrência atual e as exigências do mercado exigem um desenho de armazém e o foco na melhoria contínua como áreas de relevo na gestão e controlo industrial.

Os estudos supramencionados, focados no desenho e planeamento de um armazém, permitem verificar que existe uma inter-relação das decisões operacionais e do desenho do armazém bem como, não existe uma solução “ótima” para todos os armazéns sendo que o número de possibilidades e decisões intrínsecas a cada operação é elevado. Assim, as decisões ao nível do desenho do armazém encontram-se intrinsecamente relacionadas.

Por conseguinte, segundo van Gils, Ramaekers, Caris & de Koster (2017), otimizar cada problema separadamente pode levar a uma solução abaixo do nível ótimo, para o armazém. Por outro lado, Đukić et al. (2010) referem que o desempenho de um método em particular depende também dos outros métodos utilizados verificando assim a importância do estudo das interações mútuas. Contudo, van Gils, Ramaekers, Caris & de Koster (2017) verificam que apenas um número limitado de pesquisadores examina simultaneamente diferentes problemas de planeamento.

Por fim, a metodologia *Lean*, o novo paradigma de gestão atual, ainda é escassa na vertente de armazém quando comparada com os estudos nos sistemas de produção. Contudo, é de extrema importância uma vez que, as suas características (por exemplo: *Just-in-Time*, *Make-to-Order* e utilização de pequenos lotes de materiais para abastecimento das linhas produção), as diferentes operações de armazém necessitam de serem bem organizadas usando os recursos disponíveis apropriados para lidar com a procura diária (Gopakumar, Sundaram, Wang, Koli, & Srihari, 2008; Poon et al., 2011) e não haver rutura de *stock* e/ou paragem da produção. No que diz respeito às ferramentas utilizadas, verifica-se especial interesse no VSM, nos 5S, no sistema *kanban* e no sistema de supermercado. Contudo, estas ferramentas não estão integradas, mas geralmente são empregadas de forma isolada. Além disso, são tipicamente aplicadas para melhorar a logística interna da empresa.

Outro ponto importante de ser mencionado é a implementação das novas tecnologias de informação nos armazéns. Esta inclusão nos processos possibilita uma otimização operacional e redução de custos por via de um aumento da produtividade e da utilização dos recursos disponíveis, culminando num aumento do nível de serviço prestado aos clientes.

### 3. DESCRIÇÃO E ANÁLISE DO SISTEMA EM ESTUDO

Este capítulo inicia com a descrição da empresa onde foi realizado a presente dissertação seguida de uma descrição do fluxo de material e de informação na fábrica. Posteriormente, é descrito o armazém SMD e o processo de armazenamento adotado, os processos logísticos associados ao armazém SMD, bem como os processos logísticos internos do armazém SMD. De seguida, é feita uma análise crítica da situação descrita resultante de reuniões semanais, da observação e da recolha de dados através do sistema SAP. No final do capítulo, é apresentado um quadro resumo no qual constam os principais problemas identificados no decorrer deste projeto.

#### 3.1 Enquadramento organizacional

Em novembro de 1886, Robert Bosch fundou em Estugarda, na Alemanha, a primeira oficina para mecânica de precisão e engenharia elétrica, juntamente com dois colaboradores. O logótipo do Grupo Bosch está intrinsecamente ligado à invenção do primeiro magneto de baixa tensão, aplicável nos sistemas de ignição elétrica de automóveis (Figura 11).



Figura 11. Logótipo do Grupo Bosch

O Grupo Bosch é líder mundial no fornecimento de tecnologia e serviços, sendo o seu lema “*Invented for life*” que por sua vez pretende transmitir a constante motivação que esta organização tem em desenvolver produtos úteis e inovadores de forma a melhorar a qualidade de vida dos seus clientes, mantendo sempre vivas as preocupações ambientais, fundamentais para um futuro sustentável (Bosch Group, 2015a).

O Grupo Bosch tem cerca de 375 mil colaboradores e está presente em 150 países com inclusão dos representantes de vendas e serviços. Além disso, é representado em 92% pela fundação Robert Bosch, 7% pela família Bosch e 1% pela Bosch GmbH. Na Figura 12, está ilustrada a distribuição relativa aos colaboradores no mundo.

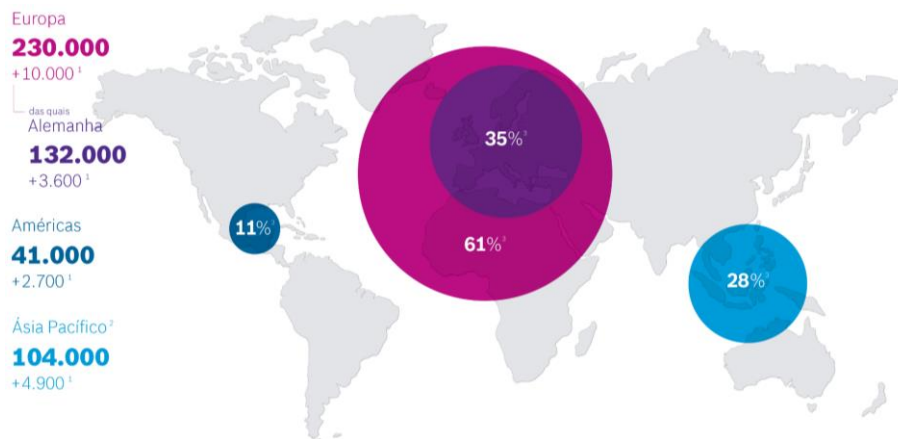


Figura 12. Distribuição dos colaboradores do Grupo Bosch pelo mundo (Bosch, 2016a)

Desta forma, consegue dar suporte a todos os seus parceiros e, com isto, ajudar a perceber as necessidades dos mercados e dos clientes, permitindo uma maior transparência na cadeia de abastecimento (Bosch, 2016). De forma a garantir um sucesso sustentável e uma maior integração na organização por parte dos colaboradores, o Grupo Bosch guia-se pelos seguintes valores (Bosch Group, 2015c): orientação para o futuro e resultados; sinceridade e confiança; transparência; responsabilidade; fiabilidade, credibilidade e legalidade; iniciativa e determinação; diversidade cultural.

O Grupo Bosch encontra-se focado nas quatro áreas de negócio seguintes: soluções de mobilidade, tecnologia industrial, bens de consumo e tecnologia de energia e edifícios. Com base nos diversos fatores de sucesso desta organização, como a independência e solidez financeira, força inovadora, qualidade e fiabilidade, presença global, visão estratégica e processos eficientes, o volume de vendas fixou-se nos 70 mil milhões de euros em 2015. Na Figura 13, encontram-se representadas as áreas de negócios, supramencionadas, com os dados relativos às vendas do ano 2016.

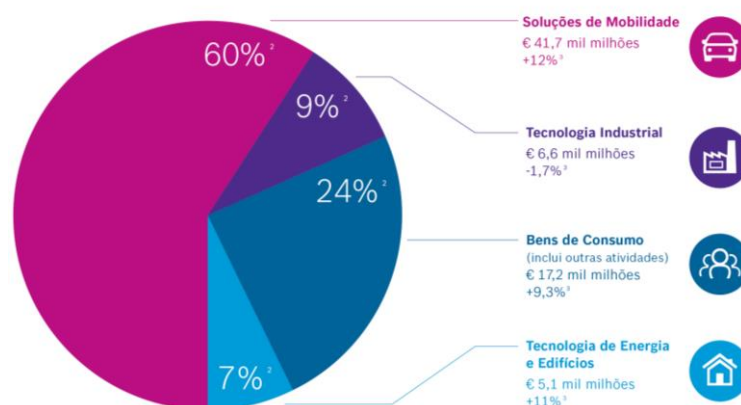


Figura 13. Áreas de negócio do Grupo Bosch (Bosch, 2017a)



### (1) Divisão Car Multimedia (CM)

A divisão Car Multimedia (CM) surgiu nos anos 30 como sendo uma empresa dedicada à produção de auscultadores e, posteriormente, voltada para o desenvolvimento de sistemas. A Bosch Car Multimedia desenvolve soluções inteligentes integradas para o entretenimento, navegação, telemática e sistemas de ajuda à condução, priorizando a satisfação das necessidades do condutor (Bosch Group, 2015b). A Bosch Car Multimedia Portugal S.A. é caracterizada como sendo o centro de produção da divisão Car Multimedia (CM), desenvolvendo diferentes produtos de entretenimento, navegação, assistência de viagem e autorrádios, direcionados para o mercado automóvel. Além da unidade de produção em Braga também é detentora de fábricas na China e na Malásia, sendo detentora da maior quota de mercado na Europa e no setor de produção de autorrádios e sistemas de navegação.

### (2) Produtos e Clientes

A Bosch Car Multimedia de Braga tem um grande portfólio de produtos na área de mobilidade e de bens de consumo. Na Figura 14 estão representados os principais tipos de produtos fabricados na fábrica de Braga.

Navigation Systems	Instrumentation Systems	Next Infotainment Gen
		
Steering Angle Sensor	House-hold Electronics	Control Units Systems
		

Figura 14. Portfólio de produtos produzidos na Bosch Car Multimedia de Braga

A qualidade reconhecida nos produtos Bosch permite à fábrica CM de Braga ter uma vasta gama de clientes, apresentados na Figura 15.



Figura 15. Portfólio de clientes da unidade CM de Braga (Grupo Bosch, 2015a)

Na Figura 16 está apresentada a localização geográfica dos seus clientes, sendo que estes estão distribuídos pela Europa, América do Norte e Central, Médio-Oriente e Ásia Oriental.

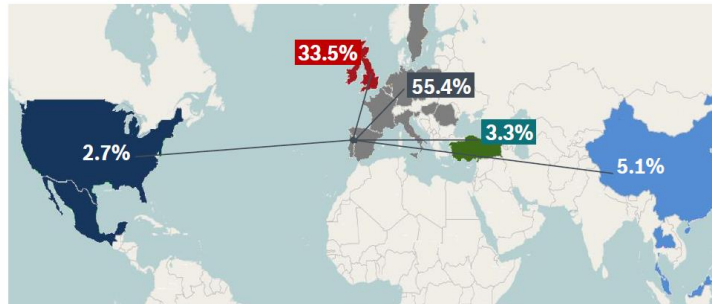


Figura 16. Distribuição geográfica dos clientes (Bosch,2016a)

### (3) Fornecedores

Com intuito de satisfazer as necessidades dos clientes, a Bosch CM coloca os fornecedores no centro das operações da empresa e, desta forma, conta com aproximadamente 330 fornecedores (Figura 17). Além disso, exige que os fornecedores sejam certificados a fim de garantir qualidade nos seus produtos (Bosch, 2016a).

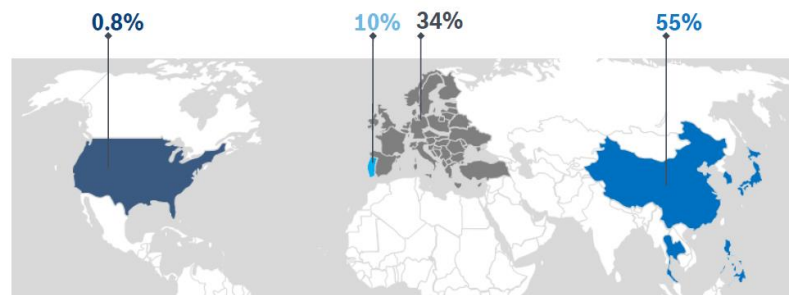


Figura 17. Localização dos fornecedores (Bosch, 2016a)

### (4) Estrutura do Departamento de Logística

A Bosch Car Multimedia S.A. está dividida, fundamentalmente, na área comercial e na área técnica. O projeto de dissertação foi desenvolvido no departamento de logística (LOG), pertencente à área comercial, tendo como função gerir o fluxo dos materiais desde o fornecedor até ao cliente. Algumas das responsabilidades do departamento de logística passam pelo planeamento de produção e compra de matérias-primas, gestão das operações de armazenagem, envios de faturação e logística interna. Desta forma, este assegura a ligação entre várias atividades na empresa e, para isso, subdivide-se em diferentes secções, existindo uma grande cooperação entre as mesmas de forma a alcançarem um objetivo comum (Figura 18).

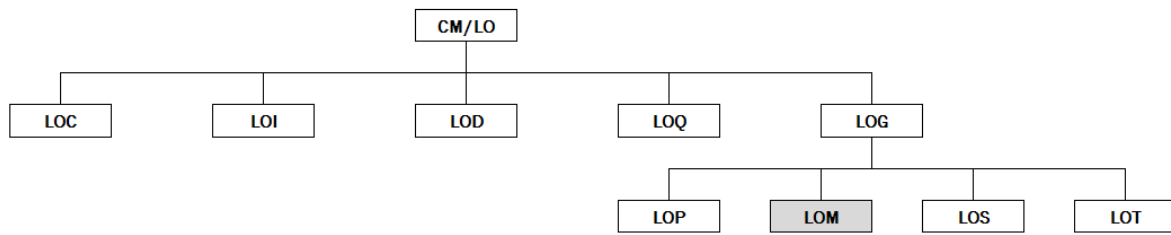


Figura 18. Organização do Departamento de Logística.

A secção LOP é destinada à gestão de encomendas e planeamento tendo, portanto, as responsabilidades de gestão de encomendas dos clientes, faturação e planeamento da produção. A secção de LOM é referente à logística física e fluxos de material. Desta feita, responsabiliza-se pela gestão do fluxo de material desde a receção, passando pelo armazenamento, até à expedição. A secção de LOS está relacionada com a interface com os clientes, a aquisição de componentes para a produção, para desenvolvimento de novos projetos, entrega dos componentes pelos fornecedores e custos de transporte. A secção de LOT tem como responsabilidade a gestão de transportes e atividades de faturação e envio, ou seja, preparação de transportes por camião, controlo de transportes urgentes e fretes especiais e suporte a envios que necessitem de serviços alfandegários. A secção de LOC tem como função: o controlo (que envolve a gestão e análise de *stocks*) e monitorização dos custos de logística, o acompanhamento e definição de processos de sucata. A secção LOI está encarregue dos projetos logísticos de inovação e suporte nos sistemas e processos IT. A secção LOD tem com responsabilidade o desenvolvimento e gestão das embalagens para o material. Para finalizar, a secção LOQ é responsável pela logística da qualidade.

Este projeto de dissertação foi desenvolvido na secção LOM, tendo sido estudadas atividades ligadas ao armazenamento e abastecimento de material.

### 3.2 Fluxos de material e informação na fábrica

O fluxo interno do material tem início na área de receção do material, onde são efetuadas atividades como a descarga dos materiais, a verificação da embalagem e estado dos materiais, a verificação de quantidades e a etiquetagem. A gestão produtiva é da responsabilidade do departamento de *Manufacturing Operations Engineering* (MOE), sendo constituída por duas grandes áreas:

- Produção por inserção automática (MOE1)

Área localizada no edifício 108 e abastecida pelo armazém *Surface Mounted Device* (SMD) onde se encontra uma vasta gama de componentes eletrónicos e de *Printed Circuit Boards* (PCB's).

- Produção por inserção manual ou montagem final (MOE2)

Áreas localizadas no Piso 0 e 1 do edifício 101, no edifício 104 e no edifício 053, são abastecidas pelos supermercados situados próximos das linhas com material mecânico.

A Figura 19 ilustra o fluxo interno do material nas áreas de MOE1 e MOE2.

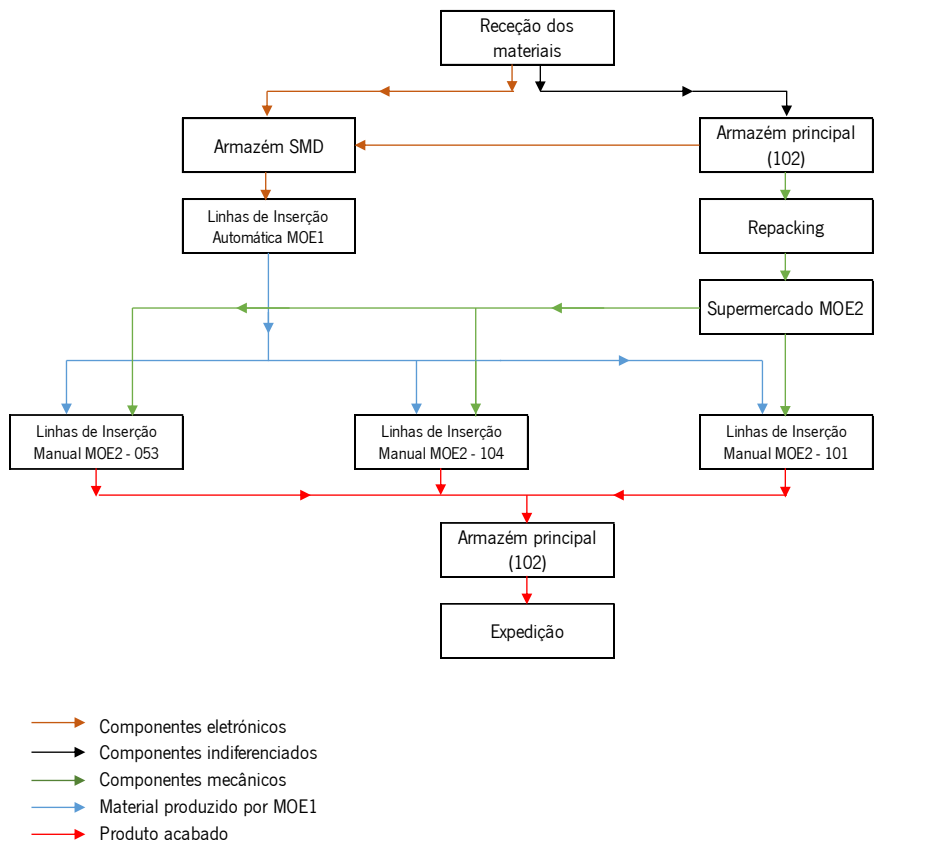


Figura 19. Fluxo produtivo e interna do material

O fluxo interno do material tem início na receção, sendo descarregado dos veículos dos fornecedores para os diversos cais do edifício 102. Aquando da entrada de material na receção, este pode ser recebido em caixas ou em paletes. Nesta fase, é feito um controlo do número de volumes, é realizada a etiquetagem e, entre outras atividades, é feita uma análise de modo a perceber se o material sofreu alguns danos ao longo do transporte. Além disso, existe uma área destinada a testes de qualidade a amostras de material, denominada por área de inspeção de qualidade (PQA), onde o material fica bloqueado até ser aprovado pelo departamento.

Após a receção do material, é dada a sua entrada no SAP -*software* empresarial utilizado pela empresa – sendo, conseqüentemente, gerada uma ordem de transferência (TO), onde se encontra indicado o fluxo interno do material, estando este intrinsecamente relacionado com a sua natureza eletrónica ou mecânica. O armazenamento no edifício 102 é feito à caixa – material não volumoso (MNV) -, ou à palete – material volumoso (MV) -, dependendo das características do material. Além disso, a tipologia de armazenamento do armazém principal (edifício 102) é dinâmica/caótica. Relativamente ao

abastecimento do material, quando este é feito aos supermercados, o material permanece no armazém, na posição dada pela TO, até ser pedido pela produção ou por um sistema de reabastecimento *Min-Max*, que consiste em estabelecer um mínimo e um máximo para esse tipo de material e, quando é atingido o *stock* mínimo, o material é repostado até ao *stock* máximo. No caso de se tratar do abastecimento ao armazém SMD, o processo é análogo, porém o único processo de reposição de *stocks* entre o armazém 102 e SMD é através do sistema de reabastecimento *Min-Max*.

Aquando de um pedido de material às linhas de inserção manual (Montagem final - MOE2), este é retirado do armazém 102 e colocado à saída para, na maioria das vezes, estar sujeito a reembalamento - área onde se dá a substituição das embalagens dos fornecedores pelas caixas *standard* da Bosch - antes de prosseguir para os supermercados. Após o reembalamento, o material é colocado em carruagens que seguem em *milk-run* até aos supermercados.

Quando o material tem como destino o armazém SMD, para ser consumido por MOE1, este é maioritariamente material elétrico e é abastecido através da metodologia *Ship-to-Line* (STL). No caso de se tratar de componentes elétricos, apenas os componentes com elevada procura (isto é, classificados como "A") é que vão para o armazém SMD por uma metodologia STL, o restante segue para o armazém 102. A metodologia *Ship-to-Line* tem como principal objetivo a redução de atividades que não acrescentam valor ao processo entre o fornecedor e o cliente e, conseqüentemente, à eliminação de manuseamento de material e procedimentos de armazenagem. Algum do material que está destinado ao armazém SMD é abastecido através de um sistema *Min-Max* entre o armazém principal (edifício 102) e o armazém SMD, sendo que quando o pedido é despoletado, o material é retirado do armazém e colocado perto da zona de reembalamento para que, através, de um empilhador seja levado até ao armazém SMD. Após a chegada deste ao armazém SMD, este é abastecido às linhas de inserção automática através de um *milk-run*. Aquando da conclusão da produção das placas PCB's, estas são transportadas até MOE2, para serem utilizadas na montagem final (Figura 20).

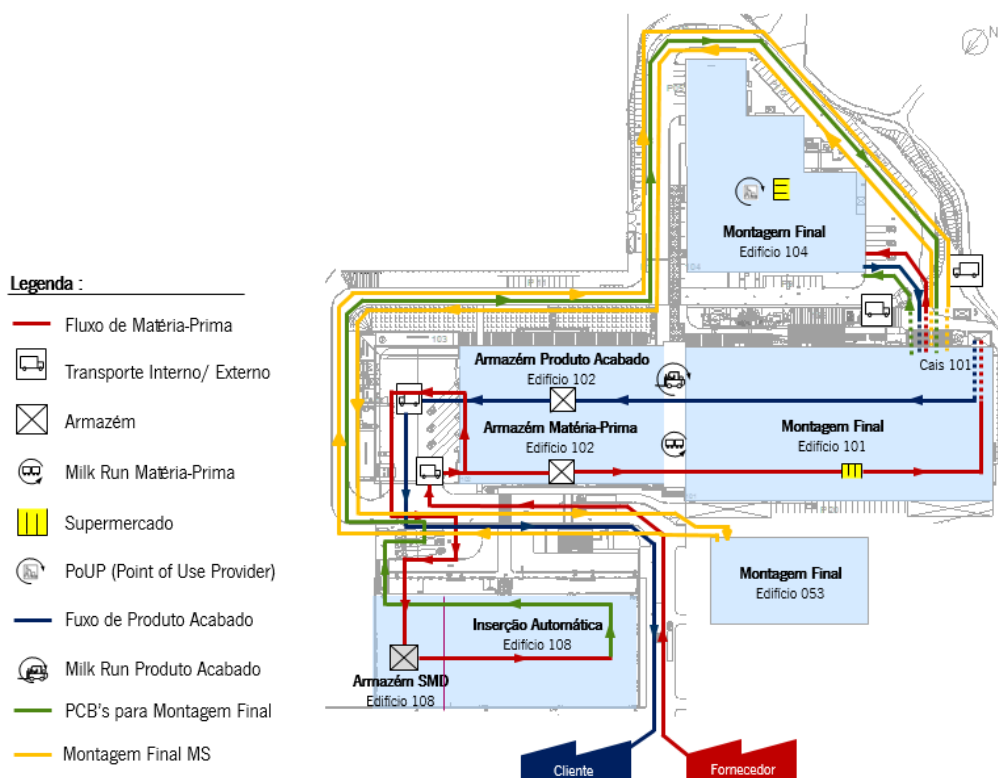


Figura 20. Fluxo de material entre edifícios

Após a junção deste material com o restante material mecânico, dá-se por concluída uma unidade de produto específica. Neste sentido, depois de finalizada a produção, o produto final é colocado em paletes sendo, consequentemente, verificada e identificada como paleta de produto acabado (PA) com uma *Handling Unit* (HU). Seguidamente, é levado até ao armazém 102, onde permanece armazenado até uma futura expedição para o cliente.

### 3.3 Armazém SMD e gestão do armazenamento

O armazém SMD é um armazém avançado responsável pelo abastecimento do material elétrico às linhas de inserção automática – MOE1. O armazém é caracterizado por ser uma área limpa, climatizada (com controlo de humidade e temperatura) e com proteção de descargas electrostáticas (ESD).

O armazém SMD funciona segundo horário rotativo, isto é, os quatro turnos existentes (LC1, LC2, LC3 e LC4) mudam de horário de trabalho a cada sete dias de trabalho, sendo os horários das 00:00-08:00, 08:00-16:00 e 16:00-00:00. Cada turno é composto por 6 pessoas, uma das quais é o coordenador de turno e estando as restantes responsáveis pelas tarefas denominadas por *Min-Max 1*, *Min-Max 2*, *milk-run 1*, *milk-run 2* e devoluções, montagem de fases e urgências. O colaborador responsável pela tarefa de *Min-Max 1* tem como objetivo recolher as TO's que o sistema gerou, leva-las ao armazém 102 e recolher o material em espera que foi gerado pelo pedido da hora anterior. A tarefa *Min-Max 2* consiste

em fazer o reembalamento, *put-away* do material STL e *Min-Max* e a sua confirmação no sistema SAP. O *milk-run 1* e o *milk-run 2* são encarregues pelo *picking* e o abastecimento do edifício 108. O colaborador responsável pelas tarefas das devoluções, montagem de fases e urgências tem a função de dar entrada de devoluções no armazém SMD e fazer o *picking* do material para a montagem de fases e do material urgente. Uma devolução é referente a um material pedido pela produção – MOE1 – mas que não chega a ser totalmente consumido e, conseqüentemente, retorna ao armazém SMD. Além disso, um pedido urgente é relativo a um material que pode não ter sido entregue por falha na lista de *picking*, ou por estar a ser consumido em quantidades não expectáveis ou por estar a ser consumido em diferentes linhas. O armazém caracteriza-se por ter posições fixas, estando também equipado com estantes dinâmicas para o armazenamento de caixas internas da *Bosch* (RK22) e de bobines. Adicionalmente, este também contém estantes em que a alocação de bobines se procede de forma longitudinal. O armazém SMD tem 575  $m^2$  e contabiliza 2500 posições para bobines e 240 posições para PCB's.

No mês de novembro de 2016, foi calculada diariamente, durante quatro semanas, a ocupação do armazém SMD tendo como base a ocupação dos canais nas estantes (num total de 3586 canais), concluindo-se que a ocupação média do armazém foi de 53% (Figura 21 e Figura 22) (Apêndice I).

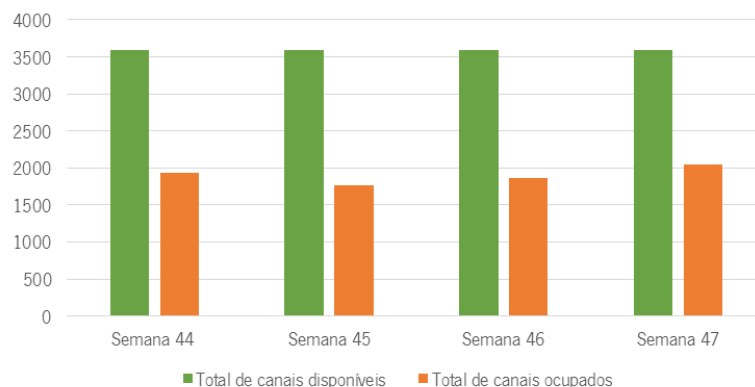


Figura 21. Ocupação semanal durante o mês de novembro de 2016

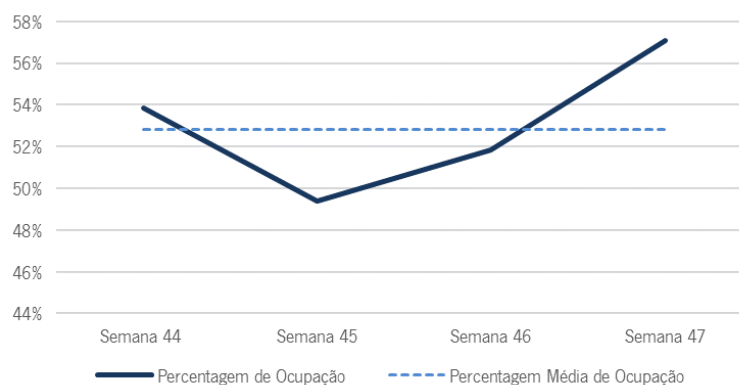


Figura 22. Ocupação percentual semanal durante o mês de novembro de 2016

A Figura 23 ilustra a disposição do armazém SMD, sendo que as linhas verde e azul representam, respetivamente, a zona de *picking* e *put-away*.



Figura 23. Layout do armazém SMD

As estantes A, B, C, D e E são estantes dinâmicas de 123×70×140 cm para o armazenamento de bobines, tendo algumas destas estantes espaço para prateleira (Figura 24).

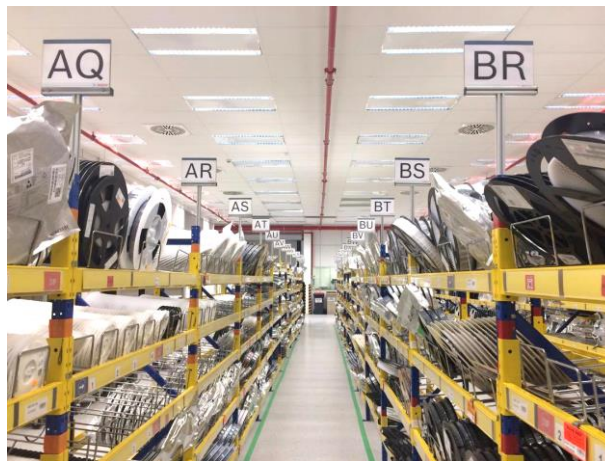


Figura 24. Estantes para bobines do armazém SMD

O armazenamento do armazém SMD assenta numa filosofia estática, isto é, cada material tem uma posição específica no armazém independentemente do consumo nas 24 horas seguintes. Complementarmente, as estantes possuem um desnível que permite garantir o FIFO (*First In First Out*), i.e. o primeiro material a entrar é o primeiro a sair. Desta forma, e como consequência, o *picking* do material é feito no nível mais baixo e o *put-away* é feito no nível mais alto.

Paralelamente, existem estantes dinâmicas onde é feito o armazenamento de caixas internas Bosch, utilizadas maioritariamente para armazenar placas e algumas bobines (Figura 25a). Os materiais destinados às estantes J e H, são reembalados em caixas internas Bosch ESD (RK22) com dimensões de 30×40×21 cm. As estantes K, G e L incluem um tipo armazenamento longitudinal para bobines. Estas são dedicadas maioritariamente a materiais com baixa rotação, sendo que contém bobines de diâmetro 18, 33 e 40 cm e também tabuleiros (Figura 25b).





(a)



(b)

Figura 25. Estante dedicada a (a) bobines, e (b) PCB's

Cada material tem uma posição fixa no armazém, sendo a sua identificação feita através de uma etiqueta que contém o número de peça bem como a posição. Para além disso, e para que seja possível realizar o *picking* e o *put-away* com o PDA, tem um código de barras de faz associação destas duas informações base.

A Figura 26 representa uma etiqueta relativa à posição AQ 00500001, na qual, A, Q, 005, 00001 correspondem ao corredor, à estante, ao nível da estante e à posição do nível em questão, respetivamente. Neste caso em particular, a figura ilustra a identificação utilizada para garantir o FIFO, quando uma referência precisa de mais do que um canal na estante para conseguir todo o *stock* necessário nas próximas 24h e é relativa à zona de *picking*.



Figura 26. Etiqueta da estante

### 3.4 Processos logísticos associados ao armazém SMD

O abastecimento do armazém SMD segue duas filosofias de abastecimento, *Ship-To-Line* (STL) e *Min-Max*, sendo que a primeira funciona diretamente a partir da receção e outra através de um sistema que “puxa” os materiais do armazém 102 quando estes atingem o seu nível mínimo de *stock* estipulado no armazém SMD.

Desta forma, todo o material eletrónico dá entrada na zona de receção principal e, conseqüentemente, é segregado para o armazém 102 (abastecimento segundo *Min-Max*) e para o armazém SMD (abastecimento segundo STL). De seguida, os colaboradores do armazém SMD são responsáveis pelo transporte e processamento do material STL e *Min-Max* a partir do cais e do armazém 102, respetivamente. Após a receção do material no armazém SMD, este é reembalado, conferido e procede-se à sua arrumação. Neste sentido, aquando de um pedido das linhas de inserção automática (MOE1), é realizado o *picking* dos materiais e o seu transporte pelos MR existentes até às linhas (Figura 27).

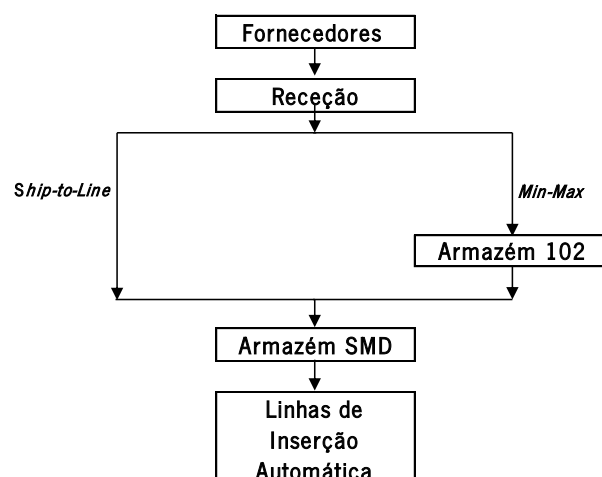


Figura 27. Fluxos associados ao armazém SMD

### 3.4.1 Processo de receção na fábrica

A área de receção (área 902) encontra-se próxima da área de expedição, bem como do armazém principal (Armazém 102), sendo responsável por receber e processar todas as entregas por parte dos fornecedores (Figura 28). A descarga de material é feita em 3 cais: o cais 1 e 2 são destinados à receção e o cais 3 é partilhado com a expedição. Os restantes cais são destinados à expedição.

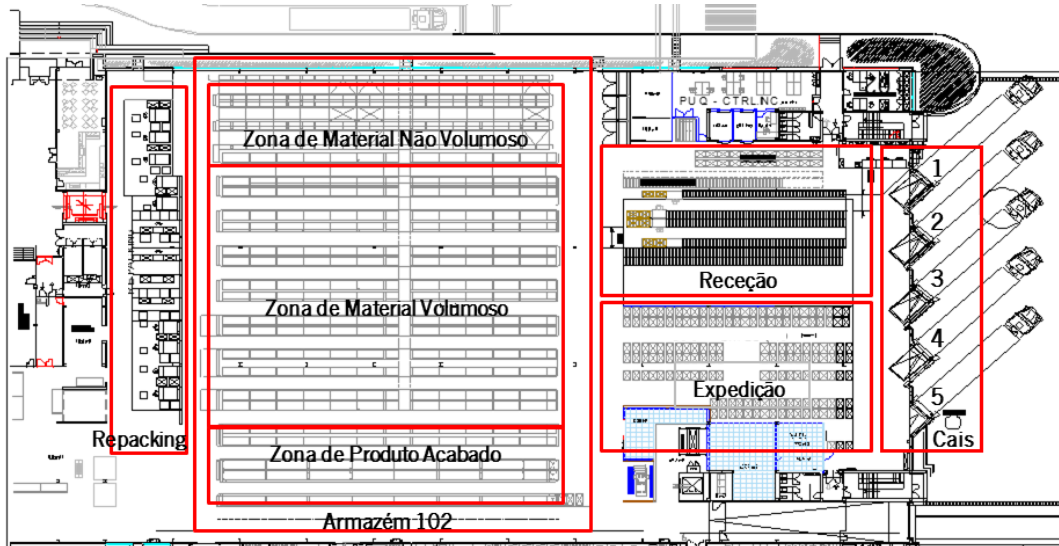


Figura 28. Edifício 102 e 902

Quando o material é rececionado, é categorizado como material volumoso (MV), material não volumoso (MNV), retrabalho e não produtivo, conforme as suas dimensões, características ou destino interno.

O material volumoso é descarregado no cais 2, sendo rececionado e armazenado à palete. O material não volumoso é descarregado no cais 1, e, esporadicamente, no cais 3. Este é rececionado em caixas ou volumes e é armazenado em caixas. Relativamente ao material de retrabalho, é descarregado no cais 1, e, caso não chegue prontamente retrabalhado, é submetido a retrabalho por parte de entidades externas. O material não produtivo é descarregado no cais 1 e é designado internamente pela sigla BANF, este material é referente a batas, material de escritório, etc.

O material volumoso (MV) é descarregado através de um empilhador no cais 2 e, após a sua descarga, é lançado no sistema SAP e, conseqüentemente, emitida uma ordem de transferência (TO) que é colocada na palete. A ordem de transferência é um documento gerado pelo sistema SAP, quando se verificam transferências de material entre *storage types*, isto é, entre localizações do material no SAP. Neste sentido, consoante o destino da TO, a palete é colocada numa das pistas gravíticas. No caso de o destino do material ser o armazém 102, existem duas pistas orientadas especificamente para esse tipo de material, sendo que a colocação da palete depende intrinsecamente da posição atribuída na TO. Tendo em conta que os corredores do armazém 102 estão identificados através de uma letra e um

número, a colocação do material é feita na pista gravítica par ou ímpar, caso o número do corredor seja par ou ímpar, respetivamente. Após a conclusão do percurso das paletes pelas pistas gravíticas, estas são colocadas nos para-paletes, isto é, nas zonas onde o material espera para ser arrumado no armazém 102 por parte dos empilhadores trilaterais (Figura 29).



Figura 29. Para-Paleta

Aquando do *put-away* é feita a confirmação da TO gerada no processo de descarga do material. Esta confirmação passa pela leitura da TO, da posição no armazém e do número de peça na etiqueta do material.

O material não volumoso (MNV) é descarregado à caixa e, conseqüentemente, agrupado numa paleta identificada pela unidade de manuseio que indica o mês e o número sequencial de paletes recebidas (Figura 30).



Figura 30. Unidade de manuseio

Posteriormente, a paleta é colocada numa pista gravítica que conduzirá este material até a uma mesa de conferência, sendo que, num total de quatro pistas gravíticas, três podem processar este tipo de material não volumoso, estando a outra dedicada a material não produtivo (Figura 31).



Figura 31. Pista gravítica

Após a chegada da paleta à mesa de conferência, o material não volumoso é lançado no sistema SAP e conferido, sendo impressa uma TO para cada número de peça. No caso de a posição de destino ser no armazém 102, o material é levado para o para-paletes onde aguarda por alocação. O processo de *put-away* é análogo ao do material volumoso, com exceção da unidade de movimentação que é feita caixa a caixa.

### 3.4.2 Armazenamento no Armazém 102

O Armazém 102 encontra-se entre as áreas de receção e expedição e a área de reembalamento, o que permite um fluxo unidirecional (Figura 28). Este possui 13 corredores (B, C, F, D, E, G, H, I, J, K, L, M e N), sendo que o M e N estão destinados ao armazenamento de paletes de produto acabado (PA). Relativamente aos restantes corredores estão divididos em duas zonas: Zona de Material Não Volumoso (MNV) e Zona de Material Volumoso (MV). Estas zonas são direcionadas para os corredores B, C e D e para os corredores M e N, respetivamente. O material é armazenado consoante a posição indicada na TO, sendo que a posição de destino é dada pelo sistema SAP.

A política de atribuição de localização do material considera o direcionamento do material da direita para a esquerda e de forma sequencial, uma paleta ou caixa por corredor, de cada vez, e prioriza as posições que se encontram mais próximas da zona de saída do armazém 102, o que promove um maior equilíbrio na quantidade de material em cada corredor e, conseqüentemente, diminui a possibilidade de sobrecarga de alguns corredores relativamente ao número de lugares ocupados. Adicionalmente, também diminui a distância percorrida por cada colaborador para fazer o *picking* do material.

O armazém 102 conta, atualmente, com aproximadamente 15687 lugares, 11599 para material não volumoso e 4088 lugares para material volumoso.

### 3.4.3 Processo de abastecimento Min-Max

O abastecimento *Min-Max* implica que os materiais venham diretamente da recepção, sendo pedidos, através do sistema SAP, ao armazém 102. A utilização do sistema *Min-Max* deve-se à existência de materiais com uma baixa rotação, isto é, com nível de *stock* elevado e um planeamento que prevê um baixo consumo. Quando tal acontece, o armazém SMD não tem capacidade para armazenar todo o *stock* existente. Este sistema de abastecimento exige que seja definido um nível mínimo e máximo de *stock* no armazém SMD para cada referência/peça. Deste modo, quando é atingido o nível mínimo de *stock* estabelecido é gerado um pedido através do SAP, sendo impressa uma TO com a quantidade necessária para repor o *stock* até ao nível máximo e a posição do material no armazém SMD (Figura 32).

Dest/Store Type <b>SMD</b>		Plant / Stor. Location 8150/8130		Barcode	
Dest stor. sect. <b>001</b>		Share-pick		MUTYP 919	
				1114625954	
<b>KU 0010008</b>					
Creation Date: 19.04.2017		Cert.no:		Weight: 200,000 KG	
3				Vendor: 97221320	
				Trnsfr. Pr: 5LED BBD	
				18.01.2020	
Source Stor. Ty.: <b>102</b>		Src. stor. sectm: <b>003</b>		Cost Center:	
4		5		Unloading point:	
				Revision Level / Change Number / 881-20170404	
Source Stor.Bin C3 0402425		Vendor Batch		TR Number 0021902341	
5				6	
				Store Unit BW	
				GR Number: 5003640754	
				Act.packing qty 1.000,000	
				User UC4CPIC	
				GR Date: 18.01.2017	
Material: <b>8638.802.896</b>		Description: CONNECTOR; pbfree;4		Source targ. qty: 2.000,000 PC	
7				8	
				Inspection Lot 010004946710	
				remain. stock 3.000,000 PC	
Material Barcode					
Batch					
Source Stor. Bin					
TO Number: 0033942612 / 0002					
9					

**Legenda:** 1 – Depósito de destino; 2 – Posição no depósito de destino; 3 – Data de criação da TO; 4 – Depósito de origem; 5 – Posição no depósito de origem; 6 – Tipo de unidade de manuseio; 7 – Referência do material; 8 – Quantidade a ser transferida; 9 – Número da TO.

Figura 32. Ordem de transferência (TO)

Este processo é repetido de hora em hora, isto é, o sistema analisa o *stock* das peças *Min-Max* no armazém SMD a cada hora.

A impressão das TO é feita no armazém SMD sendo estas transportadas até ao armazém 102, onde são deixadas numa caixa no corredor em que o material necessário está armazenado, conforme a posição de origem do material. Um operador do armazém 102 recolhe as TO colocadas nos seus corredores e faz o *picking* dos materiais sendo, posteriormente, colocados na área de reembalamento, à frente do corredor onde foi feito o *picking*. Na Figura 32, a TO é relativa ao material 8638.802.896, havendo necessidade de repor uma quantidade de 2000 peças. A TO deverá ser deixada no corredor C do armazém 102.

Quando o colaborador deixa a TO no corredor correspondente, leva o material e a(s) TO(s) relativos ao ciclo anterior. O transporte é feito através de um porta-paletes hidráulico até ao cais 2 do armazém SMD.

A TO neste tipo de abastecimento funciona como um *kanban* físico, visto que, quando é originada, implica a retirada de material do armazém 102 e acompanha o material até chegar ao cais 2, sendo o transporte envolvido neste processo responsabilidade do colaborador do armazém SMD (Figura 33).

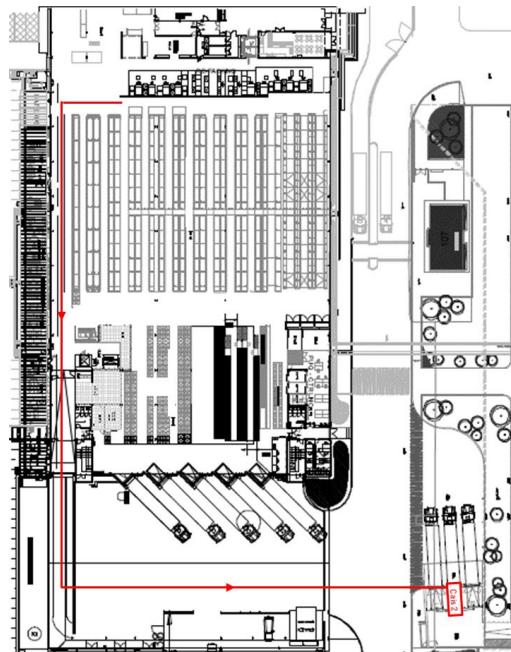


Figura 33. Fluxo de material do edifício 102 para o cais 2

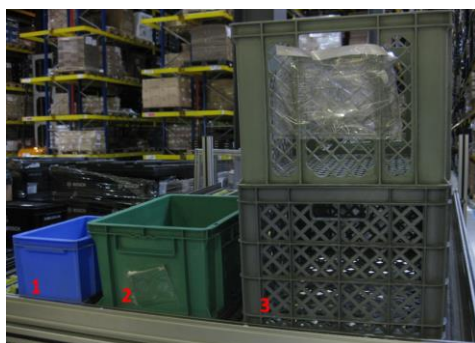
#### 3.4.4 Abastecimento *Ship-to-Line* (STL)

A metodologia de abastecimento STL dá-se entre a recepção e o armazém SMD, sendo que é relativa a todo o material elétrico e corresponde a 80% dos materiais armazenados no armazém SMD.

O material STL é material não volumoso e, portanto, é descarregado no cais 1 e, por vezes, no cais 3. O material é descarregado em paletes, contendo a identificação da unidade de manuseio. Aquando da descarga, é entregue uma guia de transporte na área administrativa e procede-se ao lançamento do material no SAP. No momento do lançamento, é gerado um documento para cada número de peça em questão, que terá de ser futuramente confirmado nas mesas de conferência. De forma, a chegar às mesas de conferência, o material é colocado numas rampas devidamente identificadas (como “Material Não Volumoso” nesta situação). Quando o material chega à mesa de conferência, o colaborador confere o material e a respetiva quantidade. Caso a etiqueta do fornecedor não cumpra com o padrão definido pela Bosch, o colaborador imprime uma *MAT-Label* para que seja possível ler o material na produção. A *MAT-Label* é um sistema de rastreabilidade utilizado no armazém SMD, portanto é fundamental que todos os materiais a contendam.

Neste sentido, com intuito de finalizar as tarefas relativas às mesas de conferência, as TOs, que foram impressas, são anexadas aos materiais e, de forma a garantir a segurança do material durante o

transporte, o material é colocado em caixas internas da Bosch (BG, KA e BW) dependendo do tamanho (Figura 34). No caso em que o material apresente dimensões superiores a este tipo de caixas Bosch, deve ser transportado na sua embalagem original.



**Legenda:** 1 – Caixa GB (300mm×200mm); 2 – Caixa KA (400mm×300mm); 3 – Caixa BW (600mm×400mm).

Figura 34. Caixas internas

Aquando do processamento nas mesas de conferência, o material é dividido conforme o seu destino na empresa. No caso de ter como destino o armazém 102 o material é colocado no para-paletes relativo à sua posição no armazém. Quando o material tem como destino o armazém SMD, ou seja, é material abastecido segundo a metodologia *Ship-to-Line*, a TO é confirmada nas mesas de conferência de MNV. Após a passagem pela mesa de conferência o material, é reunido numa paleta com destino ao armazém SMD e um colaborador da receção está encarregue de fazer o transporte do material para a área 203, num empilhador. Após o material ser transportado para a área 203, um colaborador do armazém SMD faz o transporte do 203 para o cais do armazém SMD, através do empilhador. A *Tabela 2* é referente aos tempos de transporte do material STL desde a área 203 até ao cais 2 do edifício 108. A variabilidade nos tempos de transporte registados deve-se sobretudo ao facto da área 203 se situar perto dos cais da receção e, por vezes, pode haver algum congestionamento no percurso.

Tabela 2. Tempos de transporte do material STL

Tempo de Transporte entre a área 203 e a área 108 (segundos)
48
136
131
88
113
86
82
71
74
73
47
60
68



No momento em que o material é deixado na área 203, o processamento do mesmo passa a ser da responsabilidade dos colaboradores do armazém SMD (Figura 35).

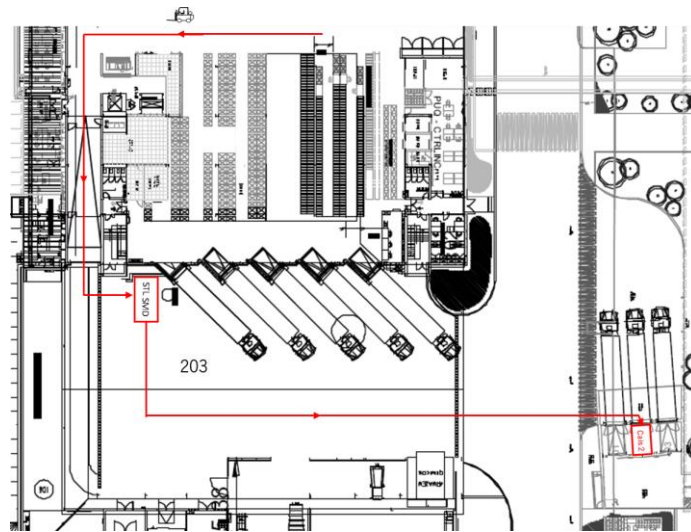


Figura 35. Fluxo de material do edifício 902 para o cais 2

### 3.5 Processos logísticos no Armazém SMD

Os processos logísticos do armazém SMD, tal como em qualquer armazém, envolvem tarefas como *put-away* e *picking* do material com a finalidade de garantir o *stock* do material. Além disso, no caso do armazém SMD, tarefas como recepção, processamento e abastecimento do material fazem parte destes processos e, portanto, são alvo de estudo.

#### 3.5.1 Recepção e processamento de matéria-prima

O material é deixado no cais 2 do armazém SMD pelo colaborador alocado à tarefa de transporte de materiais, que também está encarregue de transportar todo o material STL e *Min-Max* para o cais 2 e de o levar até à zona de reembalamento (Figura 36).

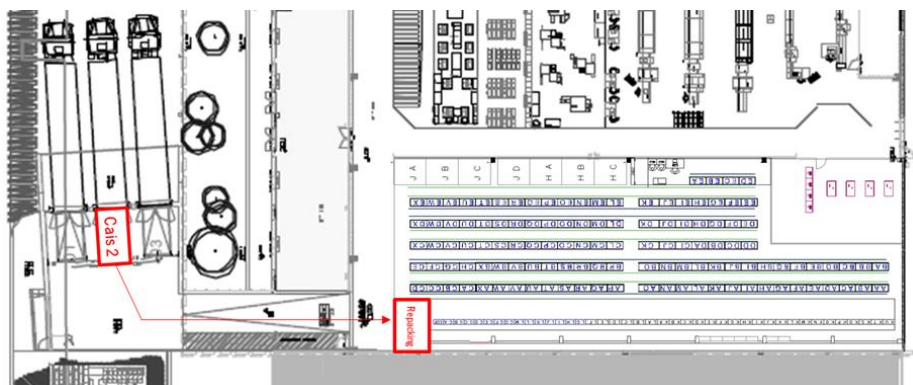


Figura 36. Fluxo de material do cais 2 para a área de reembalamento do armazém SMD

Aquando da receção do material na zona de reembalamento, outro colaborador tem como tarefa reembalar o material, confirmar as TOs que são *Min-Max* e fazer o *put-away* do material STL e *Min-Max* no armazém SMD, sendo o material *Min-Max* a prioridade.

No caso do abastecimento por *Min-Max*, a TO acompanha sempre o material a ela associado, de forma a possibilitar a conferência quando este chega ao armazém SMD. Assim, quando o material chega à área de receção do armazém SMD, a paleta de *Min-Max* é colocada num porta-paletes elevatório, que torna o processo de reembalamento mais ergonómico por ter em consideração a postura do colaborador. No caso do material STL, o colaborador que faz o transporte do material *Min-Max* também é responsável pelo transporte do material STL, estando responsável por encaminhar o material para o cais 2 do armazém. O transporte do cais até à área de reembalamento é feito pelo colaborador destinado à tarefa do reembalamento.

O processo de reembalamento consiste em retirar o material das caixas dos fornecedores e colocá-lo no formato adequado para ser armazenado em caixa interna ESD da Bosch, bobine a bobine, tabuleiro, lotes de placas ou em caixas não *standard*. No decorrer deste processo, os resíduos são separados e colocados em carrinhos denominados por *big-bags*. Paralelamente com a operação de reembalamento, o colaborador efetua a conferência de quantidades e, quando necessário, a correção das quantidades na TO. Quando o material já passou pelas fases supramencionadas, é colocado num carrinho próprio para a operação de *put-away* (Figura 37).

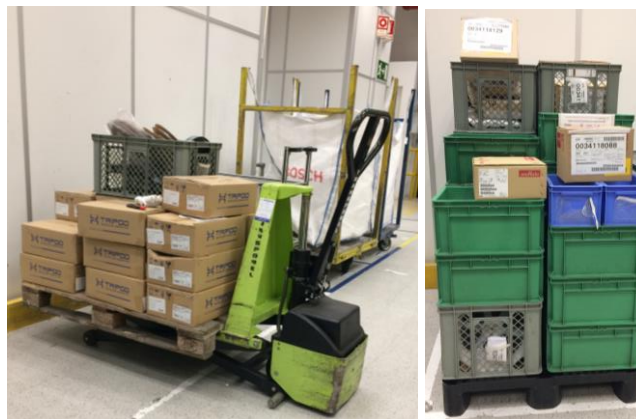


Figura 37. Área de reembalamento

Aquando da conclusão deste processo, o abastecimento do material *Min-Max* termina com a confirmação no sistema SAP, através da transação LT24, sendo que, quando as quantidades não estão certas, é feito um ajuste da diferença (Figura 38).

**Transfer Orders: List by Storage Type**

Warehouse No. 815 ARPO/MMPO EZRS /EZ

TO Number	Item	Material	Created On	Typ	Dest. Bin	S S Typ	Source Bin	Aln	C	CS	User	User	Time	Conf.time	Cert.
SUB	Plnt	Batch		Typ	Return bin	Dest.target qty	Ret.target qty.	Co	Conf.date	Unloading point					
								Actual qty							
0034762108	0001	8611.200.993													
8150		16.06.2017	SMD	LG 0060001		102 B3	0105816	PC	1		UC4CPIC		10:14:38	00:00:00	
						1.057									
						0									
0034762108	0002	8611.200.993													
8150		16.06.2017	SMD	LG 0060001		102 B3	0102612	PC	1		UC4CPIC		10:14:38	00:00:00	
						943									
						0									
0034762109	0001	8611.200.172													
8150		16.06.2017	SMD	LF 0010001		102 B3	0102709	PC	1		UC4CPIC		10:14:39	00:00:00	
						9									
						0									
0034762109	0002	8611.200.172													
8150		16.06.2017	SMD	LF 0010001		102 B3	0202606	PC	1		UC4CPIC		10:14:39	00:00:00	
						827									
						0									
0034762109	0003	8611.200.172													
8150		16.06.2017	SMD	LF 0010001		102 B3	0202613	PC	1		UC4CPIC		10:14:39	00:00:00	
						889									
						0									
0034762109	0004	8611.200.172													
8150		16.06.2017	SMD	LF 0010001		102 B3	0202717	PC	1		UC4CPIC		10:14:39	00:00:00	
						10									
						0									

Figura 38. Confirmação da TO no sistema SAP (Transação LT22)

O material STL não requer nenhum pedido vindo do armazém SMD. Este dá entrada na receção e é, subsequentemente, direcionado para o armazém SMD, sendo que o abastecimento se faz ciclicamente, em períodos de 50 minutos. Neste caso, o material não requer qualquer tipo de confirmação das TOs no sistema SAP, dado que esta é feita nas mesas de conferência de MNV, na receção. Aquando da existência de paletes SMD vazias, com caixas KA, BW e BG vazias, estas são deixadas na área 203 onde o transportador vai buscar o material STL. Deste modo, existe um fluxo inverso de volta à receção.

Em todo o processo de reembalamento e abastecimento, quando há cruzamento dos abastecimentos STL e *Min-Max*, a prioridade é o processamento do material *Min-Max*. Na Figura 39, está representado o número de entradas de material STL e *Min-Max* no mês de novembro, sendo que a média de entradas diárias é de 315 e 233, respetivamente (Apêndice II).

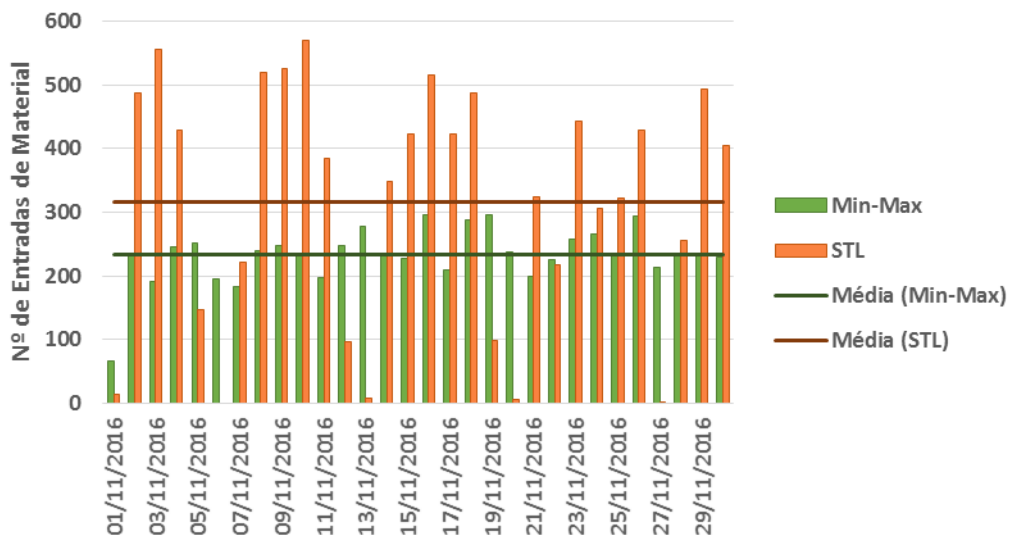


Figura 39. Entradas de material Min-Max e STL em novembro de 2016

### 3.5.2 Abastecimento das linhas de inserção automática

O armazém SMD é responsável pelo abastecimento de 24 linhas de inserção automática e de uma secção de preparação de fases, que por sua vez é responsável pela preparação dos *setups* para as

linhas. Assim, o abastecimento está dependente dos pedidos de MOE1, sendo que estes podem ser feitos manualmente, ou seja, pode ser feita a introdução manual das quantidades e dos números de peça associado ao ponto de abastecimento, bem como através da leitura das *MAT-Labels*, obtendo-se o número de peça e as respetivas quantidade de forma automática. Além disso, em média, por turno são feitos cerca de 1528 pedidos por parte de MOE1 para o armazém SMD.

As linhas de inserção automática usam o Sistema Integrado de Inserção Automática (SIIA) e a preparação de fases do sistema de Preparação Integrada da Inserção Automática (PIIA), que comunicam com o armazém SMD através do Sistema Operacional Logístico (SOL) existente no PDA.

O abastecimento interno do armazém SMD é feito através de *milk-runs* (MR) que são responsáveis pelo *picking* dos materiais no armazém SMD e, posterior transporte dos mesmos até às linhas. As rotas de *picking* dos *milk-runs* dependem dos pedidos de materiais feitos pelas linhas e, deste modo, não estão previamente definidas.

O abastecimento às 24 linhas de inserção automática é feito pelo *milk-run 1* e *milk-run 2* em ciclos de 20 minutos (Figura 40).

O *milk-run 1* abastece 12 linhas e, também a preparação de fases, isto é, material que pode faltar para completar uma fase. Além disso, o colaborador responsável pelas devoluções e pelos pedidos urgentes, também faz o *picking* da lista de material para a montagem de fases, tendo um tempo estabelecido de 1 hora para fazer o *picking* deste material. Adicionalmente, a rota de *picking* é mais pequena e transporta um volume de material mais reduzido, logo o transporte às linhas é feito manualmente pois existe muita proximidade entre as linhas envolvidas e o armazém.

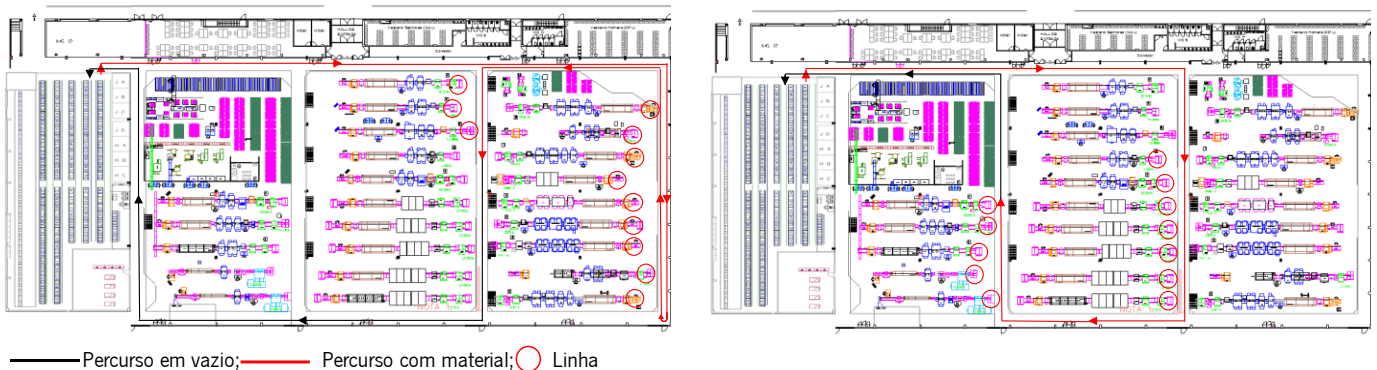


Figura 40. Percurso do MR2; Percurso do MR1

O *milk-run 1* e o *milk-run 2* são responsáveis, cada um, pelo abastecimento de 12 linhas, recorrendo a uma mota elétrica para poderem fazer o transporte das várias carruagens de material (Figura 41).

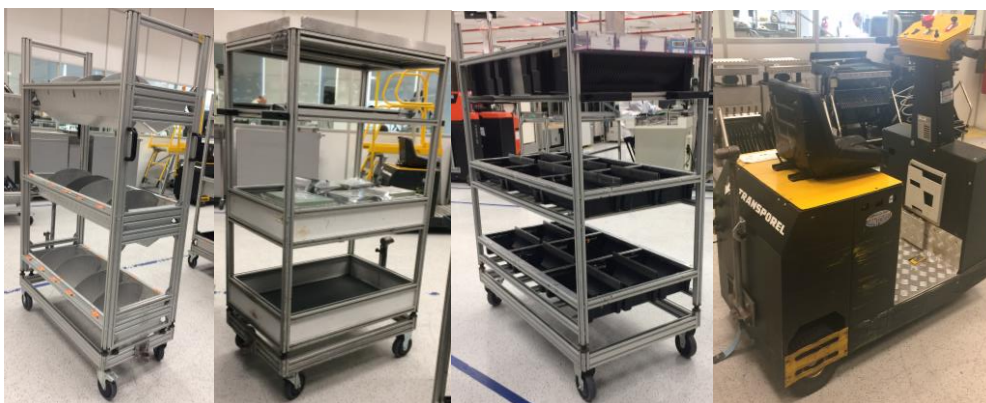


Figura 41. Carruagens utilizadas para o *picking* e distribuição

O processo de *picking*, e conseqüente abastecimento às linhas, tem início no local de arrumação de carrinhos, ou seja, perto da zona de reembalamento (Anexo III).

O colaborador responsável pela tarefa de MR desloca-se até ao local e, dependendo do MR que estiver destinado a fazer, escolhe o respetivo carrinho. Quando MOE1 efetua os pedidos, é gerado pedido de transferência (TR) e, conseqüentemente, é transformado numa ordem de transferência (TO). Nesta situação, as TOs em vez de serem impressas, aparecem no PDA (*Personal Digital Assistant*) dos colaboradores responsáveis pelo *picking* e, conseqüente transporte (MR).

Aquando do início do *picking*, o colaborador seleciona a opção no PDA relativa ao abastecimento das linhas e, seguidamente, os pedidos aparecem um de cada vez, dando a posição, o número de peça, a quantidade pedida e o ponto de abastecimento, sendo este último necessário para colocar no carro na linha correspondente. Neste processo de *picking*, o colaborador também está encarregue de ler a *MAT-Label* da peça com o PDA, permitindo fazer a transferência do material e, desta forma, o débito das quantidades exatas no armazém SMD. Portanto, quando é feita a leitura é dada a confirmação da TO e, de seguida é colocado o material no carro no respetivo sítio. A rota de *picking* tem por base uma heurística, implicando que os pedidos aparecem no PDA de forma a otimizar a rota de *picking*. Após a rota de *picking* terminar, o colaborador desloca-se até à saída do armazém, sendo que o MR 1 distribui o material manualmente nos carros que cada linha possui e o MR 2 atrela as carruagens à locomotiva elétrica localizada na saída do armazém SMD e faz o respetivo abastecimento.

Quando termina o abastecimento às linhas, o colaborador coloca os carros/carruagens no local destinado para o efeito, à entrada do SMD.

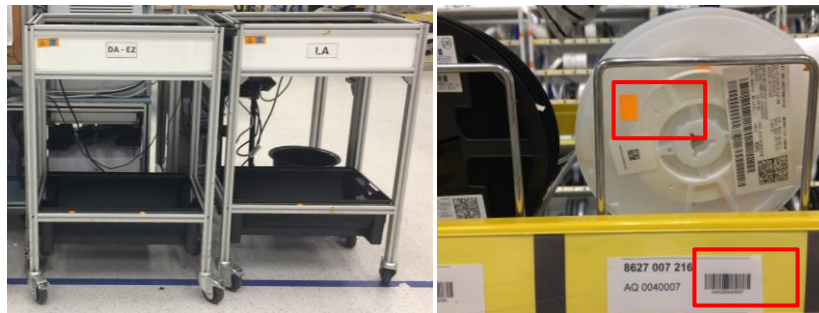
Relativamente ao abastecimento da montagem de fases, este é feito pelo *milk-run* 1, sendo o procedimento semelhante ao abastecimento às linhas, com exceção da funcionalidade escolhida no PDA.

### 3.5.3 Devolução de material

No processo normal de abastecimento, a produção realiza um pedido de material e, conseqüentemente, o armazém abastece as linhas com os materiais pedidos para que estes sejam consumidos. No entanto, há materiais que não são consumidos na sua totalidade, sendo devolvidos para o armazém SMD, mas sem informação da quantidade real de peças a devolver. Aquando da existência de material devolvido, os colaboradores de MOE1 colocam um selo laranja em cada embalagem (lotes, bobines, caixas, ...) e, de seguida, num carro destinado às devoluções.

De formar a gerir as devoluções existentes, o armazém SMD tem um colaborador dedicado ao processamento desse material.

Aquando da chegada das devoluções ao armazém SMD, estas são separadas por vários carros de acordo com a estante de destino (Figura 42).



**Legenda:** 1 – Selo laranja; 2 – Código de barras relativo à posição.

Figura 42. *Put-away* de devoluções

Com o intuito de garantir o FIFO, o processo de arrumação é feito pelo lado do *picking*, sendo que o material é colocado na parte da frente. Desta forma, para o colaborador dar início ao processo de arrumação tem que garantir que todas devoluções estão identificadas, ou seja, este está encarregue de verificar que todo o material está devidamente identificado. De seguida, através da funcionalidade para as devoluções do PDA, o colaborador lê a *MAT-Label* do material que, conseqüentemente, indica qual a posição onde este deve ser arrumado no armazém. Neste sentido, antes de arrumar o material, é lido o código de barras para garantir a minimização de erros de alocação (Anexo IV).

No sistema SAP, quando o material é devolvido não gera uma TO no sistema, este permanece como *stock* em MOE1, sendo a devolução identificada só através do *software* de rastreabilidade, o SOL. Através da informação que o *software* devolve ao sistema SAP, o *picking* do material é devolvido com débito a zero.

Quando é feito o MR de abastecimento às linhas, o *picking* do material do SMD, no caso de existir devoluções, é o primeiro a ser retirado, garantindo o FIFO. No sistema SAP, é gerada uma TO com origem no armazém SMD com destino a MOE1 mas a quantidade é confirmada como 0.

### 3.5.4 Pedidos urgentes

Os pedidos urgentes surgem com intuito de evitar paragens de linhas, quer por falta de material, quer por mudanças de *setup* que exijam materiais diferentes, sendo referente a material que se encontra no armazém SMD. Portanto, os pedidos urgentes não estão incluídos nos ciclos de abastecimento normais. Estes pedidos são realizados por MOE1 via PDA de forma a que o armazém SMD possa imprimir a TO e proceder ao *picking* do material.

O *picking* deste material é feito individualmente, isto é, pedido a pedido, pelo colaborador. Ou seja, os pedidos urgentes não são direccionados para as listas de *picking*, representando, em média, 3% dos pedidos diários efetuados por MOE1 (Apêndice III). Devido à inexistência de um local onde colocar os pedidos urgentes, muitas vezes os operadores deslocam-se até ao armazém para avisar que foi feito um pedido urgente ao coordenador do turno.

## 3.6 Análise crítica e identificação de problemas

Nesta secção apresentam-se os problemas nos processos logísticos identificados na análise da situação atual, após a observação dos mesmos, recolha e análise de dados e informações obtidas junto dos colaboradores da área e respetivas chefias. Numa fase inicial, são identificados problemas em cada área da logística associada ao armazém SMD, inclusive no armazém SMD.

### 3.6.1 Processos logísticos na receção

Nesta secção são apresentados os problemas que se verificam no processo de receção do material. Como o principal foco é o armazém SMD, os problemas identificados são, conseqüentemente, relativos ao processamento de material com destino ao armazém SMD.

#### (1) Conferência de material na receção

Aquando da receção do MNV, este é lançado no sistema e conferido, sendo que a sua conferência exige que os colaboradores abram as embalagens dos fornecedores e façam uma verificação visual do material e, em alguns casos, voltam a colocá-los nas caixas dos fornecedores (Figura 43). Desta forma, a operação de recolocar o material na caixa do fornecedor é considerado desperdício, uma vez que o material terá de ser reembalado no armazém SMD.





ausência de confirmação deve-se ao processo realizado na recepção, visto que este inclui a confirmação da transferência no sistema SAP. Desta forma, não há garantias que o material é recebido e arrumado no armazém SMD, sendo que muitas vezes pode ser dado como perdido.

### 3.6.2 Processos logísticos no Armazém 102

Nesta secção são apresentados os problemas que se verificam no abastecimento *Min-Max*, visto que é o único elo de ligação entre o armazém SMD e o armazém 102.

#### (1) Abastecimento *Min-Max*

O processo de abastecimento *Min-Max* tem início no armazém SMD aquando da impressão da TO sendo que o colaborador do armazém SMD fica responsável pelo transporte da mesma até ao corredor de origem no armazém 102. No armazém 102, o operador do armazém 102 responsável pelo *picking*, retira o material sendo que este não efetua nenhum tipo de leitura da TO. Consequentemente, o operador do armazém SMD faz o transporte do material, do ciclo anterior, desde o armazém 102 até ao armazém SMD (Figura 44).

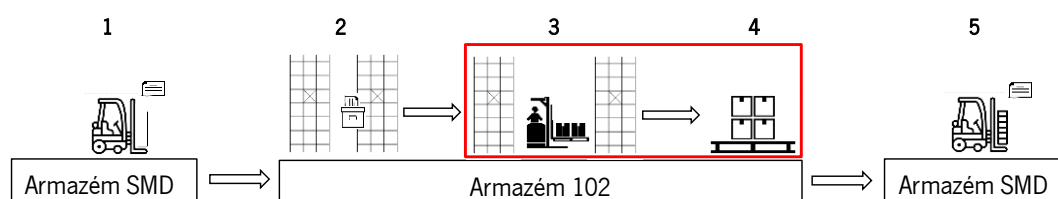


Figura 44. Processo de abastecimento Min-Max do material

Devido à ausência de qualquer tipo de leitura da TO, o colaborador do armazém SMD não tem informação de quando é que o material foi realmente retirado, conduzindo, por vezes, a deslocações e tempos de espera que não acrescentam qualquer tipo de valor à atividade (Figura 44).

Através de cronometragens realizadas em dezembro de 2016, conclui-se que, em média, uma deslocação do armazém SMD até ao armazém 102 demora 4,05 minutos (*Tabela 4*).

Tabela 4. Tempos de deslocação entre o armazém SMD e o armazém 102

	Tempos de transporte (minutos)
1ª Cronometragem	3,65
2ª Cronometragem	4,47
3ª Cronometragem	4,47
4ª Cronometragem	3,52
5ª Cronometragem	3,55
6ª Cronometragem	4,05
7ª Cronometragem	4,97

A ausência de confirmação da TO aquando do *picking* do material no armazém 102 aumenta a probabilidade de ocorrer perdas de material, visto que não é garantida a rastreabilidade do material.

### 3.6.3 Processos logísticos no Armazém SMD

Nesta secção são apresentados os problemas identificados no armazém SMD, isto é, identificados na receção, no reembalamento, no *put-away* e *picking* do material, no abastecimento do mesmo às linhas de inserção automática (MOE1) e na estratégia de armazenamento. Todas estas temáticas são relativas tanto a material que segue a filosofia de abastecimento STL como abastecimento *Min-Max*.

#### (1) Pedidos de MOE1

Os pedidos realizados por MOE1 não seguem um *standard*, isto é, tanto podem ocorrer de forma manual, introduzindo a quantidade e número de peça manualmente, como através da leitura da *MAT-Label* do material desejado. Desta forma, quando os pedidos são efetuados de forma manual, o material pode ser erradamente pedido de forma fracionada. Além disso, a probabilidade de erro a introduzir o número de peça e a quantidade é mais elevada. Sendo que, o número de devoluções e os pedidos urgentes tende a aumentar consideravelmente.

Adicionalmente, os pedidos de MOE1 não seguem nenhum padrão, provocando assim um desnivelamento dos pedidos, tendo como consequência a afetação nas atividades de *picking*, *put-away*, reembalamento e abastecimento *Min-Max*. Estas atividades estão intrinsecamente relacionadas com os pedidos que surgem das linhas de inserção automática, sendo o abastecimento STL uma exceção, visto que está dependente das janelas de descargas.

#### (2) Reembalamento de Armazém SMD

O material STL é rececionado na receção sendo encaminhado para o armazém SMD, após ser conferido nas mesas de conferência de MNV da receção, é encaminhado, juntamente com a TO, para o armazém SMD. Portanto, as quantidades que chegam ao armazém SMD através do abastecimento STL, são consequência das descargas diárias efetuadas. Além disso, as quantidades, por número de peça, que chegam do material STL são superiores às quantidades recebidas através do abastecimento *Min-Max*. Assim, resulta num maior número de entradas de material STL do que material que segue uma lógica de *Min-Max*.

Aquando da incapacidade para dar entrada de todo o material STL recebido, são geradas situações de *overstock*, provocando acondicionamento na zona de reembalamento no armazém SMD (Figura 39).

### (3) Armazenamento de bobines

As estantes dinâmicas, onde se dá o armazenamento de bobines, dificultam as operações de *picking* e *put-away* de devoluções. Sendo que a dificuldade acresce quando se trata do manuseamento de bobines de dimensão média e grande, 33cm e 40 cm, respetivamente.

Aquando do *picking* de uma bobine, as restantes bobines tendem a tombar para frente, sendo necessário fazer um ajuste no respetivo canal. No mesmo seguimento, o *put-away* de devoluções é feito pelo corredor do *picking*, implicando um ajuste do canal de forma a arranjar espaço à frente para colocar a devolução (Figura 45). Todo este recondicionamento tem implicações no tempo dos circuitos de *picking*.



Figura 45. Armazenamento das bobines

### (4) Subocupação do Armazém SMD

O cruzamento dos dados retirados da transação LX03 do sistema SAP (*stock* existente no armazém), com as dimensões das estantes e a recolha das dimensões das embalagens e as respetivas quantidades relativa a todos os materiais existentes no armazém SMD, realizado entre setembro e outubro de 2016, permitiu obter a quantidades de bobines existentes no armazém, bem como os canais ocupados (Figura 45). Desta forma, obteve-se a proporção de canais ocupados, sendo a percentagem de ocupação referente ao armazenamento de bobines de 53%. Tal acontece devido à estratégia de armazenamento utilizada contemplar posições fixas para os materiais. Desta forma, devido aos diferentes padrões de consumo e abastecimento de material, os canais estão constantemente a ser ajustados, acontecendo situações em que os canais vazios (espaço desaproveitado), como situações de *overstock*, em que os canais existentes para determinado material estão 100% ocupados.

O facto de a ocupação do armazém representar cerca de 53% constitui um dos principais problemas atuais do armazém SMD. Desta forma, o KPI relativo à ocupação será um dos principais de forma a

conseguir medir o efeito das ações implementadas e servindo assim como uma ferramenta de monitorização do trabalho.

#### (5) Contabilizar o *stock* de devoluções

O processo de devolução de material no armazém SMD resulta de material que é abastecido às linhas de inserção automática (MOE1) e não é consumido na sua totalidade, desta forma, a produção devolve o material para o armazém.

Fisicamente, o material encontra-se em MOE1, é identificado com um selo laranja e é colocado num carrinho, sendo que um colaborador do armazém SMD destinado à tarefa das devoluções, vai buscá-lo periodicamente de forma a arrumá-lo no lugar específico e na frente do canal. No sistema SAP, o material encontra-se em MOE1 e não é reconhecido em momento algum como parte do armazém SMD. Quando o material é devolvido, é processado através de uma aplicação que dá informação ao sistema SAP no momento em que ocorre o *picking* de devoluções que o débito a ser feito é 0. Desta forma, e como os operadores de MOE1 não contabilizam o número exato de peças devolvidas ao armazém SMD, não é possível saber a quantidade de peças devolvidas.

#### (6) *Stock* de devoluções

Segundo dados retirados do sistema SAP dos meses de novembro e dezembro de 2016, conclui-se que 26% do *picking* efetuado no armazém SMD é relativo a *picking* de devoluções. Através da transação LT22 do sistema SAP (informação da transferência de material), e filtrando pelas transferências realizadas para a produção com origem no armazém SMD, ou seja, saídas do armazém SMD, obteve-se a informação de todas as transferências realizadas nos períodos referidos. Após a obtenção dos dados referidos, identificou-se quais as transferências que era debitada como 0, sendo que, estas seriam relativas a *picking* de devoluções. A diminuição do número de devoluções permite aumentar a disponibilidade dos operadores para se dedicarem a outras tarefas, visto que existem atividades voltadas somente para o processamento de material devolvido. Além disso, este tipo de material ocupa espaço que pode ser libertado para outros materiais/referências, contribuindo para um aumento da capacidade e flexibilidade do armazém SMD. Desta forma, o número de devoluções deverá constituir um dos principais pontos de análise dos KPI.

#### (7) Devoluções intactas

As devoluções intactas surgem como consequência da necessidade que MOE1 tem em devolver material ao armazém SMD que não sofreu nenhum tipo de consumo de peças. Desta forma, as devoluções intactas requerem que exista o processo de *picking* e de devolução de material, que neste caso é um

desperdício. Através de dados recolhidos durante o mês de novembro de 2016 (Anexo I), concluiu-se que as devoluções intactas representam cerca de 35% do total de devoluções (Figura 46).

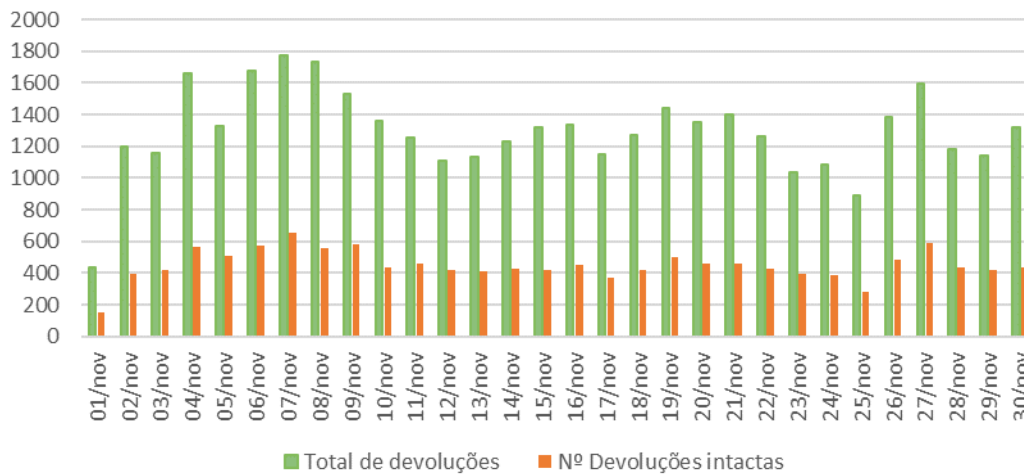


Figura 46. Evolução do número de devoluções intactas durante o mês de novembro de 2016

#### (8) Pedidos urgentes

Aquando da realização de um pedido por parte das linhas de inserção automática, isto é, de MOE1, pode acontecer haver *picking* de uma devolução. Isto significa, neste casos, que a quantidade da bobine é menor, ou seja, acabarão mais rapidamente, além de obrigarem os operadores a fazer uma emenda de outra bobine. Portanto, de forma a minimizar estas duas variáveis, os operadores recorrem aos pedidos os urgentes. Quando efetuam um pedido urgente, o material que é transferido contém a quantidade total por bobine, sendo que a devolução que transferida anteriormente, retorna novamente como devolução para o armazém SMD. A análise às TO de saídas urgentes do armazém SMD permitiu calcular um valor médio de 95 pedidos urgentes por dia, que se traduz, aproximadamente, num intervalo de 15 minutos entre cada pedido urgente. Desta forma, pode ser necessário um colaborador dedicado a essa tarefa, aumentando desnecessariamente a carga de trabalho no armazém SMD, visto que o processo envolve o processamento da devolução que não é consumida e o *picking* do pedido fora dos ciclos regulares de abastecimento. Além disso, a sistemática do armazém SMD obedece ao FIFO, excluindo os casos em que há um pedido urgente, pois a devolução é mantida em armazém e a nova peça é enviada para a produção.

Os pedidos urgentes representam, em média, 3% dos pedidos diários efetuados ao armazém SMD por parte de MOE1. Ou seja, numa média diária de 4700 pedidos, 141 pedidos são urgentes (Figura 47).

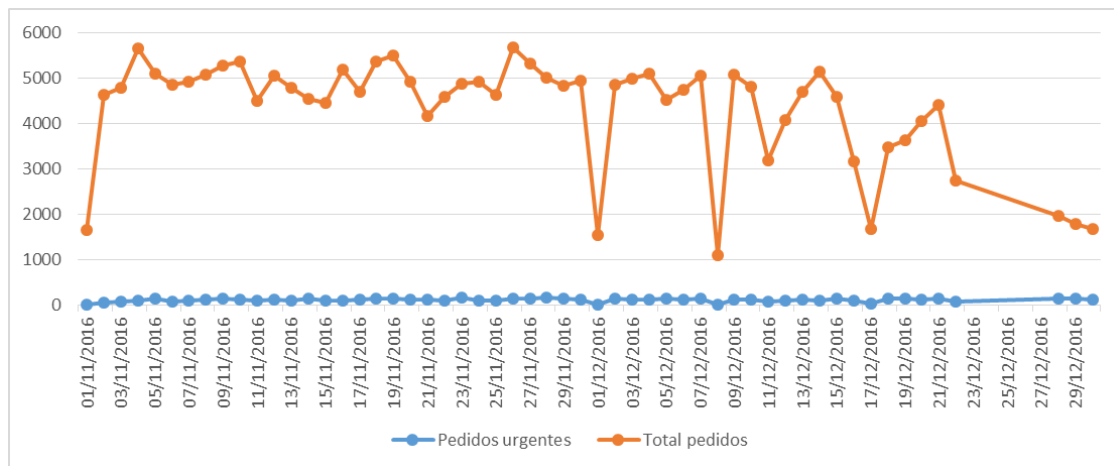


Figura 47. Evolução do número total de pedidos vs. número de pedidos urgentes

### (9) Ergonomia do *picking* de placas

Os PCB são colocados na caixa interna Bosch do armazém SMD e, conseqüentemente, armazenados nas estantes dinâmicas com 5 níveis. Este tipo de disposição obriga a que os colaboradores tenham que retirar a caixa do canal para poderem aceder aos lotes de PCB. Uma vez que, o *picking* exige leitura da *Mat-Label* que se encontra em todos os lotes, com o PDA, os colaboradores são obrigados a segurar a caixa com o tronco ou os membros inferiores.

Note-se que, as caixas com PCB podem atingir pesos de 13 Kg e, desta forma, pode contribuir para o aumento da probabilidade de risco por parte dos colaboradores e dos materiais, na execução da tarefa.

### (10) Estantes para o armazenamento de bobines

Quando se realiza o *picking* e o *put-away* de devoluções de bobines, é necessário fazer o ajuste do canal, isto é, as bobines tendem a tombar para a zona de *picking*. No caso concreto do *put-away* de devoluções, como o processo é feito pela zona de *picking*, obriga a que o colaborador tenha que arranjar o canal, de forma a conseguir ter espaço na frente do canal para colocar a devolução. Neste sentido, as bobines diâmetro igual ou superior a 33 cm acrescentam mais dificuldade no processo. Assim, as estantes dinâmicas utilizadas para armazenar as bobines provocam alguma dificuldade na realização das tarefas de *picking* e *put-away* de devoluções, contribuindo para um aumento da duração dos circuitos de *picking*.

### (11) *Picking List* nos *milk-run*

Aquando da realização da distribuição do material nas linhas de MOE1, os colaboradores não têm conhecimento da lista de *picking* que foi realizada e, desta forma, não têm visibilidade do percurso que vão realizar e das paragens que vão efetuar. Conseqüentemente, aumenta o número de paragens desnecessárias e reduz a velocidade com que é efetuado a distribuição, portanto contribui para um aumento na duração do ciclo de abastecimento. Atualmente, os MR1 e MR2 distribuem, em média,

material em 8 linhas da produção em cada ciclo. Querendo isto dizer, que se não tiverem total conhecimento da *picking list* podem parar, no máximo, mais quatro vezes do que as vezes que seriam necessárias.

### 3.7 Síntese dos problemas identificados

Na *Tabela 5*, encontra-se a síntese dos problemas apresentados ao longo do subcapítulo 3.6. Nesta tabela consta, uma identificação da causa do problema segundo a técnica 5M1E, isto é, *Men, Machine, Material, Method, Management, Measure e Environment*, a identificação dos problemas e as respectivas consequências. De forma resumida, pode afirmar-se que os principais problemas apontados resultam da estratégia atual de armazenamento e abastecimento.

Tabela 5. Síntese dos problemas identificados

	Problemas Identificados	Causa do Problema	Explicação e Consequência dos Problemas Identificados
<b>1. Recepção</b>	1.1 Excesso de manuseamento na conferência de material	<i>Method</i>	O material é retirado da caixa do fornecedor e individualizado sendo, posteriormente colocado novamente na caixa do fornecedor, para ser reembalado no armazém SMD. Além disso, a conferência do material é muito lenta, aumentando o WIP nas rampas de INW.
	1.2 Ausência de identificação do material urgente	<i>Method</i>	O material que é pedido com urgência para o armazém SMD, não é identificado na paleta de material que vem da receção sendo, por vezes, difícil encontrá-lo.
	1.3 Confirmação da transferência de material antes de chegar ao armazém SMD	<i>Method</i>	A receção coloca o material que é direccionado para o armazém SMD na área 203, sendo que o material é colocado na área com a ordem de transferência confirmada.
<b>2. Armazém 102</b>	2.1 Ausência de confirmação do <i>picking</i> do material - Abastecimento <i>Min-Max</i>	<i>Method</i>	Não existe informação acerca do estado do <i>picking</i> do material no armazém 102, para os colaboradores do armazém SMD. Resultando em deslocações e tempo de espera que não acrescentam valor à atividade.
	3.1 Ausência de um <i>standard</i> e de nivelamento para os pedidos de MOEI	<i>Management</i>	Os pedidos por parte de MOEI podem ser feitos de forma manual podendo originar quantidades erradas, que não correspondam a bobines ou a lotes inteiros, dando origem a um maior número de devoluções.
<b>3. Armazém SMD</b>	3.2 <i>Overstock</i> na área de reembalamento	<i>Management</i>	Aquando da falta de espaço para dar entrada de todo o material STL, são geradas situações de <i>overstock</i> , provocando acondicionamento na zona de reembalamento no armazém SMD.
	3.3 Estantes não apropriadas para o armazenamento de bobines	<i>Method</i>	Dificuldade no manuseamento do material e excessiva necessidade de ajustes das estantes.
	3.4 Subocupação do espaço	<i>Method / Management</i>	A estratégia de armazenamento contempla posições fixas para os materiais levando à existência de <i>overstock</i> e a uma menor flexibilidade do armazém SMD.
	3.5 Impossibilidade de determinar o <i>stock</i> de devoluções	<i>Method</i>	Aquando da devolução de material, este é transferido através de uma aplicação, sendo que a nível do sistema SAP, o material encontra-se em MOEI. Além disso, os operadores de MOEI não contabilizam o número exato de peças devolvidas ao armazém SMD, não é possível saber a quantidade de peças devolvidas. Logo, não é possível saber o número exato relativo ao <i>stock</i> de devoluções.
	3.6 Elevado <i>stock</i> de devoluções	<i>Management</i>	O material devolvido ocupa espaço que pode ser libertado para outros materiais, sendo que em grande número diminui a capacidade e a flexibilidade do armazém SMD.
	3.7 Existência de devoluções intactas	<i>Management</i>	Desperdício de espaço no armazém SMD. Além disso, o processo de <i>picking</i> e de devolução deste tipo de material é considerado um desperdício.
	3.8 Excesso de utilização do fluxo de pedidos urgentes	<i>Management</i>	A utilização do fluxo de pedidos urgentes resulta numa acumulação de devoluções no armazém SMD. Além disso, o FIFO deixa de ser cumprido caso existam devoluções.
	3.9 Ergonomia do <i>picking</i> de placas	<i>Method</i>	As caixas com PCB podem atingir pesos de 13 Kg, desta forma, pode contribuir para o aumento da probabilidade de risco por parte dos colaboradores e dos materiais, na execução da tarefa. Além disso, o processo pode tornar-se moroso.
	3.10 Ausência de <i>picking list</i> nos MR e, consequente impacto na performance dos MR	<i>Management</i>	Os colaboradores não têm conhecimento da lista de <i>picking</i> e, desta forma, não têm visibilidade do percurso que vão realizar e das paragens que vão efetuar. Consequentemente, pode resultar num aumento na duração do ciclo de abastecimento.



## 4. PROPOSTAS DE MELHORIA

Neste capítulo são apresentadas as propostas para os problemas identificados no subcapítulo 3.6. As propostas de melhoria surgem com o intuito de eliminar os desperdícios e de melhorar a eficiência dos fluxos de materiais e de informação.

Face ao crescimento da Bosch nos próximos anos, torna-se imperativa a adoção de novas estratégias nos processos de abastecimento e armazenamento e, conseqüente, eliminação dos desperdícios.

O capítulo está dividido em quatro subcapítulos, sendo que cada subcapítulo é uma proposta de melhoria para um ou mais problemas identificados no subcapítulo 3.6. No último subcapítulo é apresentado um resumo de todas as propostas de melhoria apresentadas.

### 4.1 Política de armazenamento aleatório

A política de armazenamento atual (armazenamento dedicado) obriga a que o material tenha uma posição fixa. Esta estratégia de armazenamento proporciona um baixo nível ocupacional do armazém (Tabela 5, Problema 3.4) e, constantes situações de overstock (Tabela 5, Problema 3.2).

Além disso, os processos atuais de picking e put-away de bobines requerem um constante ajuste nas estantes visto que a entrada de material é variável e o material tem diferentes dimensões, dependendo do fornecedor – *Multisourcing* (Figura 24). Todas estas características têm um impacto para o armazém a nível de eficiência de *picking* e *put-away*, visto que o trabalho dos colaboradores não acrescenta qualquer tipo de valor ao resultado final.

Neste seguimento, e adicionando a previsão de crescimento da Bosch, torna-se necessário rever a estratégia de armazenamento utilizada. De forma a abarcar as necessidades futuras e os problemas supramencionados surge, como proposta de melhoria, a política de armazenamento aleatória ao invés de uma política de armazenamento dedicada visto que, quando ocorre a libertação de uma posição no armazém, esta pode ser novamente ocupada com material.

A adoção de uma nova estratégia de armazenamento obriga a um dimensionamento e desenho do *layout* do armazém e redefinição dos processos associados à mudança do tipo de armazenamento com objetivo de eliminar/reduzir os problemas identificados no subcapítulo 3.6 (Tabela 5).

#### 4.1.1 Dimensionamento e *layout* do armazém

A adoção de uma estratégia de armazenamento aleatória confere uma maior flexibilidade ao armazém uma vez que o processo de planeamento e controlo do armazém é feito a nível do sistema SAP e,

portanto, a necessidade de reorganizar continuamente as posições é anulada. Aquando da libertação de uma posição, esta está automaticamente disponível para receber mais material. A nova posição é atribuída aleatoriamente e de acordo com as características da peça, isto é, as dimensões do material e a sua rotatividade.

O material elétrico que a Bosch recebe tem diferentes dimensões e, muitas vezes, o mesmo número de peça tem diferentes fornecedores.

Esta política impõe o cálculo do dimensionamento do armazém SMD e, conseqüente revisão das estantes a utilizar para o armazenamento de bobines e placas, visto que esta se revela desadequada (*Tabela 5*, Problemas 3.3 e 3.9) e revisão dos carrinhos utilizados para fazer o *put-away* e o *picking* de material (*Figura 3*).

No cálculo do dimensionamento a um ano foi calculado o *stock* de segurança, de diferente forma, para cada tipologia de abastecimento, ou seja, para o material que é abastecido segunda a estratégia de *Min-Max* e para a STL. Para a determinação do *stock* de segurança do material *Min-Max*, foram considerados os seguintes parâmetros: consumo máximo diário, número máximo de linhas a abastecer, análise ABC de consumo. Para o *stock* de segurança do material STL, foram considerados os parâmetros: encomenda máxima diária e consumo médio diário.

#### (1) Armazenamento de bobines

Previamente ao cálculo do dimensionamento, foi proposta uma alteração para o armazenamento de bobines que consiste na utilização de *trays*. De forma a otimizar o espaço, foram projetados dois tipos de *trays* (*trays* de grupo e *trays* individuais), sendo que os *trays* de grupo destinam-se somente a uma referência, podendo armazenar mais do que uma bobine da mesma, e os *trays* individuais estão aptos para armazenar mais do que uma referência, podendo armazenar uma só bobine por compartimento (*Figura 48*).



(a)

(b)

Figura 48. *Trays* para armazenamento de bobines: (a) *Tray* de grupo; (b) *Tray* individual

A quantidade de bobines num *tray* de grupo é variável e é parametrizada no sistema SAP consoante a espessura da bobine (Figura 49).

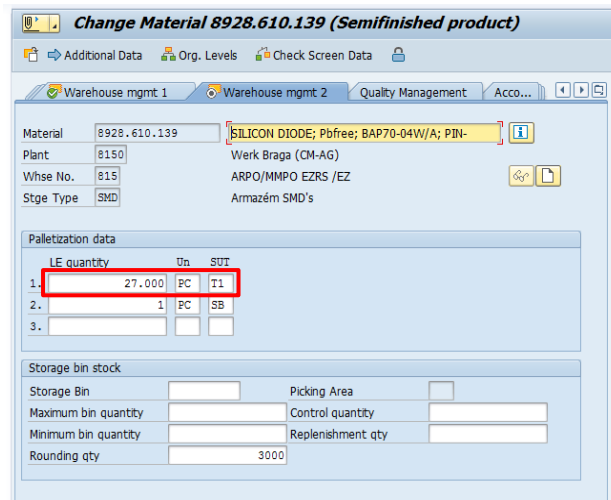


Figura 49. Parametrização do *tray* de grupo (transação MM02)

Atentando ao facto de as bobines terem diferentes diâmetros (18 cm, 33 cm e 40 cm), considerou-se as duas tipologias de *trays* para cada tipo de diâmetro.

É necessário que cada divisão esteja devidamente identificada para que o sistema possa identificar a posição exata de todas as bobines. A Figura 50 apresenta dois exemplos de identificação da posição do armazém: (a) a posição de grupo, e (b) a posição individual.



Figura 50. Identificação do lugar no armazém: (a) lugar de grupo; (b) lugar individual

Com base no exemplo da Figura 50, a etiqueta para o lugar de grupo é dada por HG 0401-01 onde H indica o corredor, G a estante, 04 o nível na estante, 01 o lugar da *tray* no nível e 01 a posição na *tray*. Note-se que, as posições de grupo terminam sempre em -01 porque a *tray* de grupo só admite uma posição. A identificação de um lugar individual é feita segundo duas etiquetas. Uma delas é dada por GH 0202 análoga à etiqueta de grupo e a outra etiqueta com *MAT-Label* e designada como 05, é relativa à posição no *tray* individual.

A adoção de *trays* para armazenar as bobines permite eliminar a necessidade de utilização de estantes dinâmicas, implicando um novo conceito para as estantes. Desta forma, considerou-se três tipos de estantes – dedicadas a bobines de diâmetro 18, 33 e 40 - de forma a garantir o armazenamento das respetivas tipologias de *trays* e de bobines (Figura 51).



Figura 51. Estantes para armazenamento de bobines

As estantes para bobines de diâmetro 18, 33 e 40 admitem 9, 5 e 5 níveis, sendo 2, 1 e 1 níveis para *trays* individuais e os restantes para *trays* de grupo, respetivamente. Esta proporção relativa aos níveis existentes para cada tipologia deve-se ao facto de os *trays* individuais contemplarem mais lugares individuais do que um *tray* de grupo por si só. Desta forma, e para manter um equilíbrio entre as tuas tipologias de *trays*, o número de níveis para *trays* de grupo é maior do que os níveis para os *trays* individuais.

## (2) Armazenamento de placas

Com base nas dimensões das placas manuseadas no armazém SMD, conclui-se que a unidade de movimentação para os PCB seria a caixa RK22 sendo que a colocação das placas seria feita horizontalmente. Além disso, os PCB irão passar a ser recebidos à caixa, contudo, o *picking* será efetuado lote a lote, visto que a entrega à caixa aumentaria o número de devoluções de placas efetuadas por MOE1. Assim, é obrigatório que todas as placas tenham uma etiqueta 2D para a leitura da *MAT-Label*. De forma a otimizar o espaço, desenharam-se estantes com 5 níveis e com 5 lugares por nível, onde as medidas de cada estante é de 144 x 38,9 x 166 cm, sendo que cada lugar está destinado a uma caixa RK22 (Figura 52).



Figura 52. Estante para PCB's

Além disso, foi criada uma *storage section* 814, atribuído ao terceiro e quarto nível para todas as placas de maior dimensão e de difícil manuseamento, de forma a tornar o processo de *put-away* e de *picking* mais ergonómico.

Para o cálculo do dimensionamento do novo armazém SMD, consideraram-se as previsões de consumo e das encomendas no ano 2017, e os novos conceitos das estantes e das *trays*. Além disso, como as devoluções representam cerca de 19% do material existente no armazém 108, foi necessário o espaço para as mesmas, resultando, assim, numa área de 1000  $m^2$  (armazém e receção) com a disposição apresentada no *layout* da Figura 53.

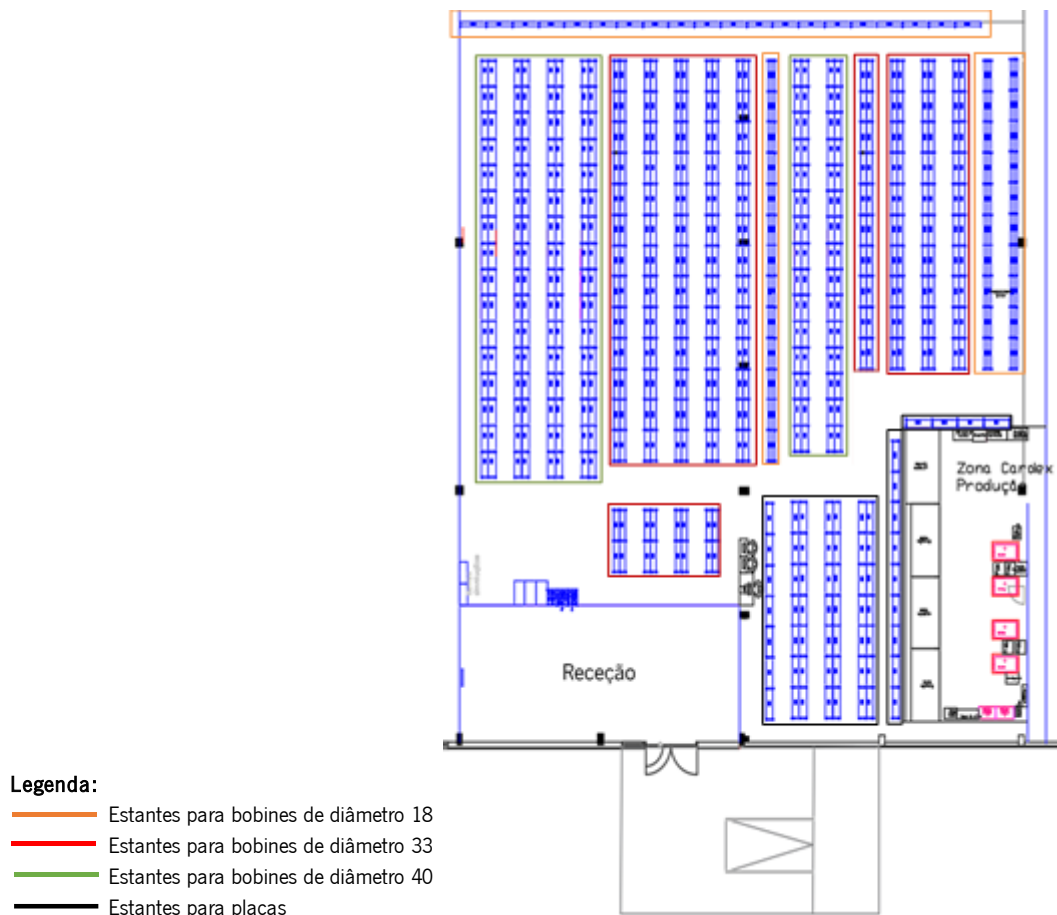


Figura 53. Layout de novo armazém SMD

Note-se que, considerando a área atual de 575 m<sup>2</sup> e a nova tipologia de armazenamento, o armazém seria composto por 17884 posições para bobines (13600 posições para bobines de diâmetro 18, 2124 posições para bobines de diâmetro 33 e 2160 posições para bobines de diâmetro 40) e 6100 posições para PCB's.

#### 4.1.2 Criação de uma *storage type* (DEV)

A estratégia de armazenamento aleatório exige que o sistema SAP tenha visibilidade total sobre o *stock* alocado a cada posição e, desta forma, as devoluções têm que passar a ser necessariamente contabilizadas (Tabela 5, Problemas 3.5, 3.6 e 3.7).

De modo a garantir a visibilidade de todo o *stock* no sistema SAP, propôs-se criar uma nova *storage type* destinada ao *stock* de MOE1, mas fisicamente localizada no armazém SMD. Por conseguinte, a dinâmica dos pedidos de MOE1 e o processamento das devoluções irá sofrer alterações, podendo minimizar o problema 3.1 da Tabela 5.

Aquando da necessidade de fazer uma devolução de um material por parte de MOE1, deve-se fazer uma TO com destino ao DEV (nova *storage type*) com quantidade 1. Devido ao facto de MOE1 demonstrar incapacidade para contabilizar o *stock* a devolver, todas as peças que dão entrada no DEV têm uma unidade de *stock*, independentemente da quantidade real a ser devolvida. Este facto apresenta-se como uma limitação, não podendo assim, ser possível determinar o *stock* real no DEV.

Posto isto, sempre que MOE1 tem material nas linhas de produção e tem necessidade de o devolver, o material é devolvido fisicamente para o armazém SMD, mais especificamente para o DEV. No entanto, o *stock* original da peça permanece em MOE1 (uma unidade no DEV e o restante no PVB104) a nível do sistema SAP (Figura 54).

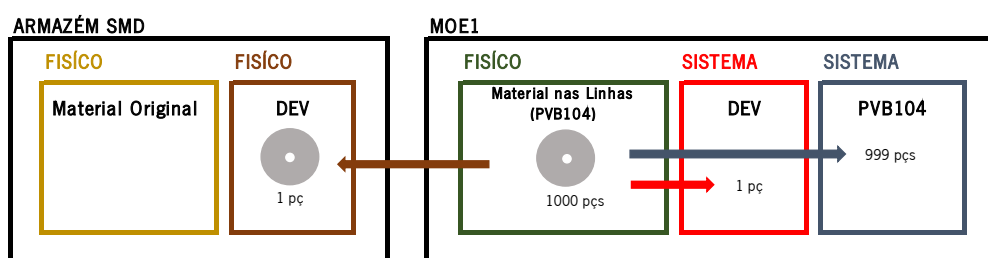


Figura 54. Processo de devolução com a *Storage Type* Dev

Como resultado da implementação de uma nova *storage type* para as devoluções torna-se visível, para o sistema SAP, a localização de todo o material e o respetivo *stock*. Desta forma, o sistema dá prioridade ao consumo das devoluções, proporcionando o cumprimento do FIFO.

Aquando da realização de um pedido de material por parte de MOE1, o pedido originado pelo sistema tem quantidade 1 e destina-se a *storage type* DEV. No caso de existir *stock* no DEV, o *picking* é feito a partir da posição indicada pelo sistema e debitada uma quantidade de 1. Caso contrário, o sistema conduz o pedido para a *storage type* do armazém SMD e converte o pedido para a quantidade real do material (Figura 55).

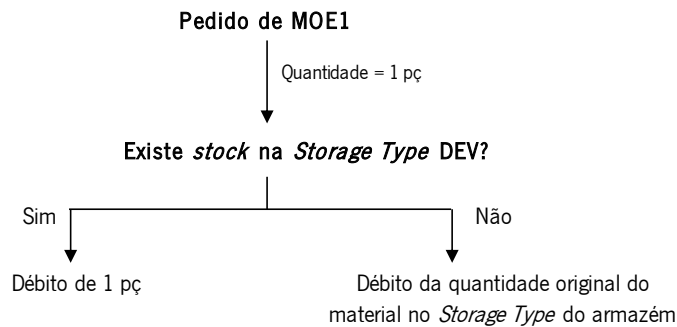


Figura 55. Dinâmica dos pedidos de MOE1

Além do impacto a nível de processos, o armazenamento do material devolvido será em *trays* individuais (Figura 48), visto que o material é devolvido de forma individualizada, sendo que as *trays* encontrar-se-ão em estantes dedicadas a este tipo de material.

O processo de devolução de placas é análogo ao processo de devolução de bobines, com exceção de que, em cada posição das estantes de devoluções, é possível armazenar mais do que um lote, parametrizado no sistema SAP. Aquando de um pedido por parte de MOE1, se o material pedido existir na *storage type* das devoluções, é enviado para MOE1 todos os lotes existentes na posição.

#### 4.1.3 Processo de receção e *put-away* das bobines

Beneficiando da proposta de alteração para a política de armazenamento aleatória, surge a alteração do processo de receção e de *put-away* das bobines, com o intuito de combater os problemas 1.1, 1.2 e 1.3 da *Tabela 5*.

Primeiramente, considerou-se que a entrada de todas as bobines seria numa área contígua ao armazém SMD destinada para o *incoming* e, desta forma, a entrada desse material seria feita diretamente no edifício 108 – onde se encontra o armazém SMD (Figura 56).

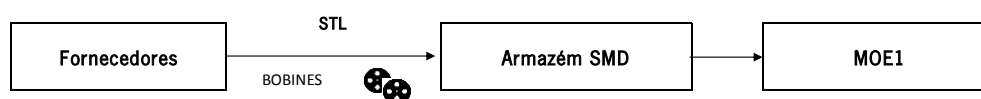


Figura 56. Fluxo das bobines

Esta alteração tem como consequência o descongestionamento da recepção (área 902), e o aumento de capacidade no armazém 102 e diminuição do número de fluxos de materiais e do número de transportes entre edifícios, visto que são processadas em média 1853 bobines por turno.

A área de recepção do material ficará localizada numa zona próxima dos cais de descarga e contígua ao armazém SMD, reduzindo os tempos de transporte (Figura 57).



Figura 57. Fluxos de material no novo *layout*

Além disso, a proposta de utilização de *trays* para o armazenamento de bobines, altera o processo de recepção e, conseqüentemente o processo de *put-away* de bobines. Como mencionado no subcapítulo 5.1.1, foram propostos dois tipos de *trays*, *trays* de grupo e *trays* individuais (Figura 48). Os *trays* de grupo têm capacidade para armazenar várias bobines da mesma referência e, os *trays* individuais contém várias divisões destinadas à alocação de uma bobine por divisão, sendo que as divisões podem ter referências distintas. Complementarmente, como as bobines têm diferentes diâmetros, existirão estas duas tipologias de *trays* para os três tipos de diâmetro existentes (diâmetros 18, 33 e 40).

Ademais, foi criada uma *storage type* (E08) para identificar todo o material que foi rececionado e aguarda o processo de *put-away*, tornando assim o processo mais eficiente.

#### (1) Recepção de material

Aquando da chegada de material à recepção do edifício 108, procede-se à leitura do *Material Inward Good Order* (MIGO) que acompanha a unidade de manuseio. Cada MIGO é relativo ao número de peça e contém toda a informação relativa ao material recebido sendo que, a sua leitura permite identificar através do sistema SAP, a quantidade de bobines a receber.



Posteriormente, são retiradas as bobines da(s) caixa(s) do fornecedor e, após serem verificadas visualmente, procede-se à leitura da *MAT-Label*. No caso de ausência de *MAT-Label* proveniente dos fornecedores, esta terá que ser impressa e anexada à bobine (Figura 58).



Figura 58. MAT-Label anexada à bobine

O processo de alocação em *trays* vincula-se ao número de bobines contabilizadas no MIGO. A leitura da *MAT-Label* permite, ao sistema, deduzir o número de bobines a receber.

A parametrização, no sistema SAP, da quantidade total de bobines que um *tray* de grupo pode conter teve como base o diâmetro e a espessura das bobines. Portanto, se o número de bobines for superior a metade da quantidade total de um *tray* de grupo, então a alocação é feita num *tray* de grupo. Caso contrário, são as bobines são alocadas, individualmente, em *trays* individuais.

Quando a alocação de todo o material estiver completa, o sistema SAP cria uma TO com informação sobre o tipo de *tray* para a alocação do material (*Tabela 6*), o número de peça e a respetiva quantidade.

Tabela 6. Parametrização no sistema SAP da tipologia de *tray*

	Bobines		
	Diâmetro 18	Diâmetro 33	Diâmetro 33
Tray de Grupo	T1	T2	T3
Tray Individual	SB	MB	LB

Após a conferência do material, este é transferido para a *storage type* E08, onde aguarda a confirmação de que foi arrumado. Portanto, a TO gerada pelo sistema SAP tem como origem a *storage type* E08 e destino o armazém SMD, sendo que a posição só é devolvida aquando da leitura, com o PDA, do código de barras existente na TO (Figura 59).

<b>E08</b>		<b>BOSCH</b>		Centro: 8150/8130	1115681562	
EntrArm		1115681562				
<b>0037858973</b>						
Angedigt am: 05.01.2018	Zuweisn:	Peso: 6,000 KG	Forneccador: 24046	Printst.fr:	Data verhojungs: 04.01.2019	
Transp.custid: 902	Arbeitsplatz: 001	Centro custo: OBG02	Pro.decharge: OBG02	Lote:		
Poz. disp. origem: 5003921363	Lote fornecedor:	Nivel revisao / N° modificacao: / 881-20170412	Int. TIT: 0024095634	Fac. unid.: MB	N° EM: 5003921363	
8928.510.271		Quantidade: DIODIO LUMINOSO:	Qtd. ambal. act: 3.000.000	Usuariu: CJOZBRG	Data EM: 04.01.2018	
			Qtd. max. origem: 3.000.000 PC	Lote externo: 010005507142	Stock restaru: 3.000.000 PC	
Material: 						
Lote: 						
N° DT: 						
0037523180 / 0002						

Figura 59. Ordem de transferência (TO) da Storage Type E08

A conclusão do processo de conferência de material ocorre quando o material a arrumar é colocado no carrinho de apoio logístico como apresentado na Figura 60, acompanhado da respetiva TO.

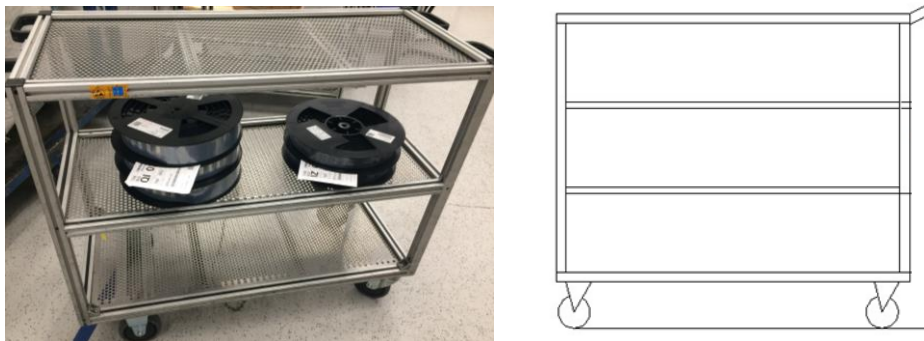


Figura 60. Carrinho de apoio logístico para o put-away do material

(2) Put-away do material

Após finalizar a colocação do material no carrinho de apoio logístico, procede-se à arrumação do mesmo no armazém SMD. No sistema SAP, o material encontra-se na storage type E08 a aguardar a confirmação de que foi arrumado (Figura 61).

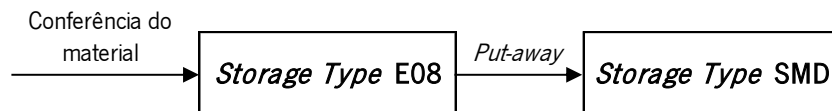


Figura 61. Fluxo de material no sistema SAP

O processo de put-away do material exige a utilização de um PDA, visto que a posição só é fornecida aquando da leitura da TO. Além disso, o percurso feito para a realização deste processo está sujeito a uma heurística.

O processo é iniciado com a leitura da TO, e esta leitura gera a posição de alocação do material. A confirmação da TO processa-se através da leitura do código 2D da etiqueta relativa à posição atribuída e da MAT-Label do material a arrumar, ficando assim concluído o processo de put-away do material.

## 4.2 Outsourcing de atividades logísticas

Com o intuito de solucionar o problema 2.1 da *Tabela 5*, surge a proposta de *outsourcing* de atividades logísticas através de um *Logistics Service Provider* (LSP). Desta forma, são reduzidos os custos nas atividades de recepção e reembalamento e, conseqüente, diminuição do *handling* de placas. Simultaneamente, ocorrerá a implementação de um sistema de *Min-Max* entre o LSP e o armazém SMD para garantir o abastecimento de placas. Por conseqüência, há uma maior rastreabilidade do estado do trabalho em curso.

### 4.2.1 Recepção, armazenamento e reembalamento de placas

A proposta de *outsourcing* de atividades logísticas através de um LSP garante uma otimização da capacidade da recepção e do armazém 102 e SMD. Isto porque, no LSP serão realizadas atividades como a recepção de placas, reembalamento e lançamento das placas no sistema SAP da Bosch e, por último, armazenamento das mesmas de acordo com as normas ESD (Figura 62).

Desta forma, todas as placas vindas dos fornecedores são direcionadas para o LSP, localizado a 1,3 km de distância (0,16 horas) da Bosch.

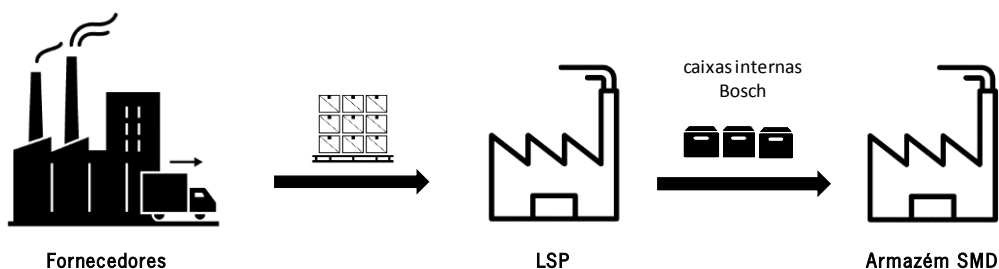


Figura 62. Fluxo de placas desde os fornecedores até ao armazém SMD

O processo de reembalamento mantém-se idêntico ao atual, porém é realizado no LSP. Quer isto dizer que, aquando da necessidade gerada pelo armazém SMD, o material pedido na TO deverá sofrer um processo de confirmação do número de peça e das respetivas quantidades com a TO gerada pelo sistema SAP. Após esta confirmação, o material é retirado da caixa do fornecedor e é feita a leitura, lote a lote, da *MAT-Label*, para garantir a rastreabilidade. Caso o material não tenha *MAT-Label*, esta terá que ser impressa. De seguida, os PCB's são colocados nas caixas internas Bosch – RK22 – nas quantidades definidas no sistema SAP. Por fim, é necessário imprimir uma TO para cada caixa reembalada com a informação relativa à posição de destino no armazém SMD e a quantidade de peças por caixa. De seguida, o material é colocado numa zona de espera para ser transportado para o armazém SMD.

### 4.2.2 Sistema de abastecimento *min-max* entre o LSP e o armazém SMD

Dispondo da utilização de um LSP para recepcionar, armazenar e reembalar placas, propôs-se a implementação de um sistema *min-max* entre este e o armazém SMD (Figura 63). E desta forma, esta relação substituirá o sistema *min-max* entre o armazém SMD e o armazém 102.

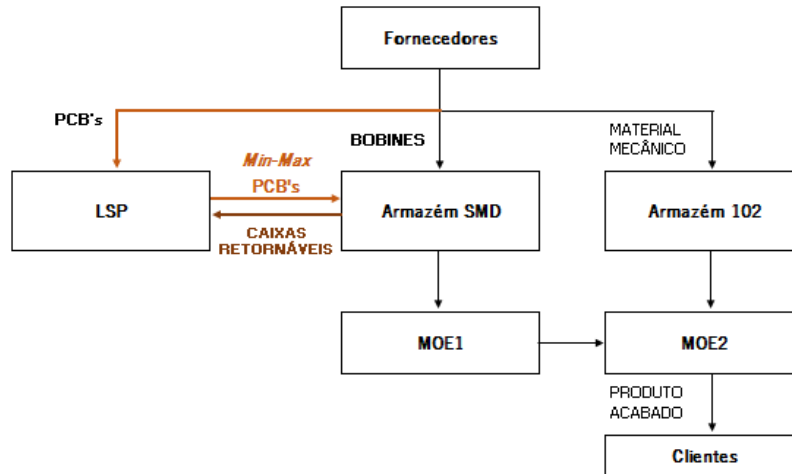


Figura 63. Fluxo do material com o LSP

Os PCB passarão a ser rececionados, armazenados e reembalados no LSP, sendo entregues diretamente no armazém SMD, resultando assim num descongestionamento da receção e libertação de espaço no armazém 102. Além disso, a implementação desta medida garante uma maior rastreabilidade do processo. Isto porque, quando ocorre um pedido do sistema para o material ser retirado do LSP, é feita a confirmação do *picking* do material aquando da colocação do material no camião de transporte para o armazém SMD. Desta forma, através da transação LT22, consegue-se saber que o material está no transporte (Figura 64).

Transfer Orders: List by Storage Type													
TO Number	Item	Material	Typ	Source Bin	Typ	Dest. Bin	SrcTgt	Dest.qt	Time	Co	Conf.time	CS	User
0037663465	0001	1031.060.155	105	40-40-40	102	G2 1103605	48	48	06:45:38	▲	00:00:00	■	UC4CPIC
0037663465	0002	1031.060.155	105	40-43-40	102	H2 1303507	48	48	06:45:38	▲	00:00:00	■	UC4CPIC
0037663467	0001	8613.010.509	105	55-31-30	102	H1 1302703	304	304	06:45:40	▲	00:00:00	■	UC4CPIC
0037663467	0004	8638.813.524	105	40-22-40	102	I2 1503405	320	320	06:45:40	▲	00:00:00	■	UC4CPIC
0037663468	0001	1031.060.151	105	40-05-40	102	F2 0903304	48	48	06:45:42	▲	00:00:00	■	UC4CPIC
0037663468	0002	1031.060.151	105	40-22-60	102	F2 1003307	48	48	06:45:42	▲	00:00:00	■	UC4CPIC
0037663468	0003	1031.060.151	105	40-23-40	102	G2 1203205	48	48	06:45:42	▲	00:00:00	■	UC4CPIC
0037663468	0004	1031.060.151	105	40-36-60	102	E2 0703207	48	48	06:45:42	▲	00:00:00	■	UC4CPIC
0037663468	0009	8928.554.209	105	55-30-20	102	G2 1203207	320	0	06:45:42	●	00:00:00	■	UC4CPIC
0037663604	0005	1031.098.176	105	57-21-30	102	E1 0801903	384	0	07:00:45	●	00:00:00	■	UC4CPIC
0037663604	0007	1037.310.173	105	55-14-60	102	H2 1303005	10.368	0	07:00:45	●	00:00:00	■	UC4CPIC
0037663604	0008	8000.438.289	105	57-41-60	102	U3 1703208	13	0	07:00:45	●	00:00:00	■	UC4CPIC
0037663604	0009	8613.010.509	105	55-31-40	102	I1 1601203	304	0	07:00:45	●	00:00:00	■	UC4CPIC
0037663604	0010	8928.554.209	105	55-35-20	102	I2 1603007	320	0	07:00:45	●	00:00:00	■	UC4CPIC
0037664289	0001	1031.060.151	105	40-39-50	102	F2 1003604	48	0	09:00:50	●	00:00:00	■	UC4CPIC

Figura 64. Confirmação do *picking* (transação LT22)

Deste modo, o LSP será responsável pelo transporte dos PCB até ao armazém SMD através de um camião com três entregas semanais, de segunda a sexta. O número de entregas semanais foi definido de forma a garantir dois dias de *stock*, sendo que o número de dias de *stock* foi estabelecido de forma

a garantir a existência de *stock* durante o fim-de-semana. Em cada descarga de material, o camião faz o transporte das caixas vazias para o reembalamento no LSP.

### 4.3 Lista de *picking*

A fim de solucionar o problema 3.10 da Tabela 5, foi proposta a inserção de uma lista de *picking* nos circuitos dos MR. A implementação desta proposta tem como consequência a diminuição do número de paragens desnecessárias dos MR durante o abastecimento às linhas de MOE1 (Anexo II).

A ausência de total visibilidade sobre os pontos de abastecimento durante a rota, por parte dos colaboradores, deve-se à ausência de uma lista com os materiais recolhidos e os respetivos destinos após o *picking* e tem implicações na eficiência dos MR.

Desta forma, a proposta supramencionada permitiria ter uma visibilidade permanente sobre os pontos de abastecimento, sendo que a lista de *picking* seria fornecida através do PDA após cada ciclo de *picking*. A *picking list* contém os materiais recolhidos no processo de *picking*, as quantidades e os respetivos pontos de abastecimento ordenados segunda a rota do MR de forma a minimizar o número de paragens (Figura 65).

TO Number	Item	Material	S	S Typ	Source Bin	Adn	C	CS	User	Unloading Point	Time	Conf.time	Cert. No.
0037514961	0001	8928.160.033	SMD	OS	0105-01	PC	1	REMOTERF	WEB	MES_8150	00:02:28	23:29:13	
8150		16.06.2017											
0037514962	0001	8928.160.160	R SMD	NC	0504-01	PC	1	REMOTERF	WEB	MES_8150	00:02:38	23:29:40	
8150		16.06.2017											
0037514969	0001	8905.504.791	R SMD	EP	0603-01	PC	1	REMOTERF	WEB	MES_8150	00:04:13	23:33:44	
8150		16.06.2017											
0037514971	0001	8928.290.024	R SMD	GE	0303-01	PC	1	REMOTERF	WEB	MES_8150	00:04:34	23:32:56	
8150		16.06.2017											
0037514972	0001	8638.215.667	SMD	4D	0605-01	PC	1	REMOTERF	WEB	MES_8150	00:04:35	23:21:30	
8150		16.06.2017											
0037514973	0001	8928.420.209	SMD	IL	0401-01	PC	1	REMOTERF	WEB	MES_8150	00:04:37	23:33:41	
8150		16.06.2017											
0037514977	0001	8928.430.109	SMD	LP	0101-01	PC	1	REMOTERF	WEB	MES_8150	00:05:00	23:31:01	
8150		16.06.2017											
0037514978	0001	8928.220.012	SMD	GH	0610-01	PC	1	REMOTERF	WEB	MES_8150	00:05:08	23:34:51	
8150		16.06.2017											

(a)

Material	Posição de Origem	Ponto de Abastecimento	Hora de <i>Picking</i>	Quantidade
8928160033	OS 0105-01	SMD22	23:29:13	800
8928160160	NC 0504-01	SMD22	23:29:40	350
8905504791	EP 0603-01	SMD19	23:33:44	300
8928290024	GE 0303-01	SMD01	23:32:56	10000
8638215667	4D 0605-01	SMD02	23:21:30	75
8928420209	IL 0401-01	SMD16	23:33:41	500
8928430109	LP 0101-01	SMD11	23:31:01	400
8928220012	GH 0610-01	SMD16	23:34:51	10000

(b)

Figura 65. (a) Transação LT22; (b) lista de *picking*

Desta forma, a implementação desta proposta garante uma maior visibilidade dos pontos de paragem e, permite minimizar o número de paragens desnecessárias.

#### 4.4 Síntese das propostas de melhoria

De forma resumida, pode afirmar-se que os principais problemas apontados resultam da estratégia atual de armazenamento e abastecimento. As propostas de melhoria têm como principal objetivo obter uma maior transparência dos fluxos de informação e de material, diminuição do manuseamento dos materiais e diminuição dos fluxos de materiais entre edifícios.

Na *Tabela 7*, encontra-se a síntese das propostas de melhoria mencionadas nos subcapítulos acima.

Tabela 7. Síntese das propostas de melhoria

Proposta de Melhoria	Problema	Resultado da Proposta
<b>Política de Armazenamento Aleatória</b>	Problema 3.2 e 3.4	Otimização do espaço , maior flexibilidade do armazém SMD e diminuição das situações de overstock
<b>Política de Armazenamento Aleatória</b> - Dimensionamento e <i>Layout</i> do Armazém	Problema 3.3 e 3.9	Estantes mais adequadas e ergonômicas para o armazenamento de bobines e placas.
<b>Política de Armazenamento Aleatória</b> - Criação de um Storage Type (DEV)	Problema 3.1, 3.5, 3.6 e 3.7	Diminuição do número de devoluções; cumprimento do FIFO, total visibilidade sobre o stock de devoluções.
<b>Política de Armazenamento Aleatória</b> - Processo de Recepção e <i>Put-away</i> das Bobines	Problema 1.1, 1.2 e 1.3	Diminuição do manuseamento dos materiais, diminuição do congestionamento da recepção -área 902, aumento da capacidade no armazém 102, diminuição do fluxo de materiais e do número de transportes entre edifícios e simplificação do processo de <i>picking</i> e <i>put-away</i> .
<b>Outsourcing de Atividades Logísticas - <i>Logistics Service Provider</i> (LSP)</b>	Problema 2.1	Diminuição do manuseamento dos materiais, redução dos custos com as operações de recepção, armazenamento e reembalamento, libertação de espaço no armazém 102, maior rastreabilidade do trabalho em curso e diminuição do congestionamento da recepção - área 902.
<b><i>Picking List</i> - Circuitos dos MR</b>	Problema 3.10	Fluxo de informação mais transparente, visibilidade total do colaborador sobre os seus pontos de paragem e minimização do número de paragens desnecessárias.



## 5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos ou esperados com a implementação das propostas de melhoria apresentadas no Capítulo 4.

### 5.1 Política de armazenamento aleatória

A implementação da proposta relativa à adoção de uma estratégia de armazenamento aleatória permitiu obter uma otimização do espaço e, conseqüentemente, uma maior flexibilidade ao armazém SMD. Ao passo que, na estratégia de armazenamento dedicada, os materiais tinham posições específicas, ou seja, ocupavam um determinado espaço no armazém, independentemente de haver muito ou pouco *stock* dos mesmos, na estratégia de armazenamento aleatória, aquando da libertação de uma posição, esta está disponível para receber mais material, independentemente do número de peça associado.

A estratégia de armazenamento dedicada gerava subocupação do armazém e situações de *overstock* no reembalamento, visto não existir lugar para colocar o material, mesmo havendo muito espaço desocupado.

A adoção de uma política de armazenamento aleatória permite obter uma melhoria na ocupação do armazém SMD. Como referido no Capítulo 4, através do cruzamento de dados retirados da transação LX03, das dimensões das estantes, das espessuras e diâmetros das bobines e as respetivas quantidades, obteve-se a percentagem de ocupação referente ao armazenamento de bobines, sendo esta de 53%.

Com base nos parâmetros mencionados anteriormente, o cálculo consistiu em converter, para cada referência o número máximo de bobines por canal. Note-se que, para esta conversão considerou-se como premissa, no máximo um canal por referência.

Após essa conversão e utilizando os dados da transação LX03, converteu-se o *stock* existente de cada referência no número de canais ocupados numa estante (Apêndice I). Fazendo o somatório dos canais ocupados relativos a cada referência, obteve-se um resultado de 1954 canais ocupados num total de 3686 canais de bobines.

A adoção desta nova política de armazenamento permite ao sistema SAP ter visibilidade total sobre todas as posições e desta forma, saber quantos lugares estão livres e ocupados instantaneamente. Assim, através da transação LX04 do sistema SAP (ocupação percentual do armazém), e do levantamento semanal destes dados no mês de setembro de 2016, obteve-se uma ocupação média de 86%.

Contudo, este valor poder-se-ia obter de uma outra forma. Através do relatório fornecido pela transação LX03 do sistema SAP, consegue-se saber o número total de posições ocupadas e vazias. Portanto obtém-se facilmente, a proporção entre o número de posições com *stock* e o número total de posições.

O facto da ocupação, a nível percentual, ser de 86% garante uma maior flexibilidade e capacidade de resposta.

Com a alteração da política de armazenamento, surge a alteração do processo de receção e de *put-away* das bobines. Portanto, complementando com a proposta de melhoria apresentada no subcapítulo 5.2, todo o material eléctrico será recebido diretamente no edifício 108, onde se encontra o armazém SMD (Figura 57).

A implementação desta proposta resulta na eliminação de fluxos de materiais entre edifícios 108 e 102 e, 108 e área 203 e, portanto, numa diminuição da distância a percorrer pelo material eléctrico. Antes da implementação desta proposta, a distância percorrida ao deslocar o material STL era de 138,2 metros e a distância percorrida ao deslocar o material *min-max* para o armazém SMD está compreendida no intervalo [250,2; 301,8] metros, visto que o armazém 102 obedece a uma estratégia de armazenamento aleatória e, portanto, o material pode ser alocado em qualquer corredor do armazém 102.

Ao implementar esta proposta a distância a percorrer passa a ser 18,34 metros tanto para material STL como para *min-max*, visto que o cais de descarga se encontra no edifício 108, muito próximo do armazém SMD.

Desta forma, ocorre uma diminuição de 86% e 93% na distância percorrida anteriormente para o material STL e *min-max*, respetivamente.

A *Tabela 8* apresenta uma síntese dos ganhos que se obteve com a implementação da proposta relativa à alteração da estratégia de armazenamento.

Tabela 8. Comparação da situação antes e após a mudança da estratégia de armazenamento

Indicadores	Antes da Implementação	Depois da Implementação	Ganhos/Redução (%)
Ocupação do armazém SMD (%)	53%	86%	33%
Nº Bobines/m2	86	140	63%
Utilização de Empilhador	Sim	Não	100%
Tempo de transporte (minutos)	12,15	1,39	89%
Distância de transporte ( <i>Min-Max</i> ) (metros)	276	18,34	93%
Distância de transporte (STL) (metros)	138,2	18,34	87%
Nº de Movimentos efetuados no armazém 102 para o <i>picking de bobines</i> /turno	126	0	100%
Nº de Movimentos efetuados no armazém 102 para o <i>picking de placas</i> /turno	130	0	100%
<i>Handling</i> (material <i>Min-Max</i> ) (número de vezes que o material é manuseado)	5	2	60%
<i>Handling</i> (material STL) (número de vezes que o material é manuseado)	4	2	50%
Operador no armazém 102 (para o <i>put-away</i> e para o <i>picking</i> do material)	1	0	100%

## 5.2 *Outsourcing* de atividades logísticas

Neste subcapítulo são apresentados os resultados previstos da proposta de *outsourcing* das atividades logísticas que, apesar de virem a ser implementadas, não foram concretizadas em tempo útil.

De forma a diminuir o manuseamento dos materiais e a reduzir os custos com as operações de receção, armazenamento e reembalamento, foi decidido que estas atividades passariam a ser realizadas por um LSP. Complementarmente, decidiu-se implementar um sistema de *min-max* entre o LSP e o armazém SMD de forma a garantir o abastecimento de PCB à fábrica. De forma a garantir um bom funcionamento do fluxo, o LSP ficará encarregado de fazer o transporte dos PCB ao armazém SMD e o transporte de caixas Bosch vazias no sentido inverso.

Como consequência das ações supramencionadas, garante-se um menor manuseamento de placas, um descongestionamento da área de receção, a libertação de espaço no armazém 102, uma maior rastreabilidade do trabalho em curso (Figura 64) e uma diminuição do fluxo de material entre edifícios dentro da fábrica.

A implementação de um sistema *min-max*, entre o LSP e o armazém SMD, tem como principal impacto o aumento de capacidade do armazém 102 e a eliminação dos processos de *put-away* e de *picking* no armazém 102 com destino ao armazém SMD.

Através de informação retirada na transação LX04 (capacidade instantânea do armazém) do sistema SAP, o armazém 102 tem uma ocupação média de 93%.

Para quantificar a volume de PCB no armazenado no armazém 102, retiraram-se relatórios no sistema SAP (transação LX03, *stock* no armazém) em dias diferentes, de forma a contabilizar o número de posições ocupadas pelas referências de placas (Figura 66).

The screenshot shows the SAP 'Bin Status Report: Overview' interface. A small dialog box titled 'P45(2)/011 List Status...' is open, displaying a table with two columns: 'Data statistics' and 'Number of'. The row 'Records passed' shows a value of 883. The main table below lists various PCB references with their corresponding 'Available stock' values.

Material	Bin	Stock	Available stock
510.173			6
264.086			250
264.087			250
516.894			1
8150 8130 102 B2 0100223 8638.517.935			110
8150 8137 102 B2 0100423 8638.516.719			19
8150 8137 102 B2 0101823 8638.517.818			400
8150 8130 102 B2 0102223 8638.517.048			504
8150 8130 102 B2 0102923 8738.713.426			100
8150 8130 102 B2 0103523 8613.310.699			1.125
8150 8137 102 B2 0106023 8638.511.538			320
8150 8137 102 B2 0107223 8638.516.347			160
8150 8137 102 B2 0201723 8638.511.538			320
8150 8137 102 B2 0202823 8738.708.715			100
8150 8137 102 B2 0203423 8638.516.895			20
8150 8137 102 B2 0205223 8613.310.291			960
8150 8130 102 B2 0207223 8738.712.975			400
8150 8137 102 B2 0207623 8709.300.256			52
8150 8130 102 B2 0208823 8638.514.127			112
8150 8137 102 B2 0209023 8638.517.416			120
8150 8137 102 B3 0100119 8638.510.922			100
8150 8137 102 B3 0100206 8638.517.416			120
8150 8130 102 B3 0100211 8928.913.596			1.600

Figura 66. Transação LX03: *stock* no armazém 102

Contabilizou-se uma média de 883 posições ocupadas para PCB no armazém 102, correspondendo a cerca de 6% da capacidade total do armazém. Desta forma, a adoção desta proposta permite libertar espaço ocupado no armazém 102, representando um aumento de capacidade de 6% para outros materiais destinados ao abastecimento de MOE2.

A implementação de um sistema *Min-Max*, entre o LSP e o armazém SMD, permite eliminar os fluxos existentes entre o armazém 102 e SMD e, também eliminar o processo de *put-away* de PCB no armazém 102. As consequências mencionadas têm ganhos relativos ao número de movimentos diários de entrada e saída de material do armazém 102. Através da transação LT22 do sistema SAP (movimentos efetuados entre *storage types*) e, cruzando com os números de peça relativos aos PCB, foram contabilizados, em média, 47 movimentos diários de entrada entre a receção principal (902) e o armazém 102 (Figura 67).

**Transfer Orders: List by Storage Type**

Warehouse No. 815 ARPO/MMPO EZRS /EZ

TO Number	Item Material	S S Typ Source Bin	AUn C CS User	User	Time	Conf.time	Cert. No.
SUB Plnt Batch	Created On	Typ SUT Dest. Bin	Dest.target qty	Co Conf.date	Unloading Point		
		Typ Return bin	Ret.target qty.	Actual qty.			
0037498553	0001 8638.803.192	102 KA C2 0302607	902 5003919802 PC 1	REMOTERF	FRI6BRG	00:33:37	01:55:42
8150	04.01.2018		400		0BG01		
			0	400			
0037499791	0001 8638.803.192	102 KA C2 0302226	902 5003919802 PC 1	REMOTERF	FRI6BRG	02:06:50	03:54:20
8150	04.01.2018		400		0BG01		
			0	400			
0037499791	0002 8638.803.192	102 KA C2 0303308	902 5003919802 PC 1	REMOTERF	FRI6BRG	02:06:50	03:55:13
8150	04.01.2018		400		0BG01		
			0	400			
0037499791	0003 8638.803.192	102 KA C2 0308207	902 5003919802 PC 1	REMOTERF	FRI6BRG	02:06:50	03:55:51
8150	04.01.2018		400		0BG01		
			0	400			
0037499791	0004 8638.803.192	102 KA C2 0403910	902 5003919802 PC 1	REMOTERF	FRI6BRG	02:06:50	03:58:09
8150	04.01.2018		400		0BG01		
			0	400			
0037499791	0005 8638.803.192	102 KA C2 0405104	902 5003919802 PC 1	REMOTERF	FRI6BRG	02:06:50	03:57:31
8150	04.01.2018		400		0BG01		
			0	400			

Figura 67. LT22 - Movimentos de entradas no armazém 102

A fim de calcular a poupança anual com a implementação, considerou-se a média de movimentos de entrada diária, o custo de mão-de-obra por hora, o tempo correspondente à atividade de *put-away* no armazém 102, o número de dias de trabalho por ano, e o número de operadores responsáveis pela atividade. Uma vez que, em média, ocorrem 47 movimentos diários de entrada, o custo de mão-de-obra é 3.5/hora, a média de tempo de cada movimento de entrada no armazém 102 é de 1,7 minutos (0,028 horas), o número de dias de trabalho por ano é 306 (6 dias/semana x 51 semanas/ano) e são 7 operadores responsáveis pela atividade, a referida implementação resulta numa poupança anual de cerca de 16 972€. No entanto, a implementação pode obrigar a uma reorganização das atividades, visto que corresponde a uma otimização e aumento de capacidade dos operadores.

Além disso, recorrendo à mesma transação (LT22) do SAP, e cruzando com os dados relativos aos PCB, foram contabilizados, em média, 658 movimentos diários de saída do armazém 102 com material para o armazém SMD. Desta forma, os movimentos de saída do armazém 102 com material para SMD representam 21% do total de todos os movimentos diários de saída que ocorrem no armazém 102. Consequentemente há um aumento de capacidade de mão-de-obra para o armazém 102.

A proposta relativa ao processo de receção, armazenamento e reembalamento ocorrerem no LSP, tem impacto no manuseamento de placas e no congestionamento da área de receção.

Portanto, o tempo que é despendido para as atividades supramencionadas será eliminado, do mesmo modo que a disponibilidade dos colaboradores para outras tarefas será maior.

Como referido no Capítulo 4, as tarefas de transporte das placas desde o armazém 102 até ao armazém SMD e reembalamento das mesmas está, atualmente, a cargo de um colaborador do armazém SMD.

Durante um turno, é feito o reembalamento de 8 paletes de *min-max*, sendo que cada palete contém, em média, 24 caixas de PCB. Além disso, o tempo de reembalamento por caixa é de 24 segundos e o tempo médio de transporte entre o armazém SMD e o armazém 102 e o fluxo inverso, é de 8,1 minutos.

Posto isto, com intuito de obter o tempo ganho por turno com esta implementação, reuniram-se dados relativos ao número de paletes reembaladas por turno, número de caixas por paleta, tempo médio de reembalamento de uma caixa, número de movimentos médios por turno do armazém 102 para o armazém SMD e tempo de transporte entre armazéns. Deste modo, o tempo de reembalamento, por turno, é dado por 1h 28min ( $N^{\circ}$  paletes reembaladas/turno x  $N^{\circ}$  caixas/paleta x Tempo médio de reembalamento de uma caixa (hora) =  $8 \times 24 \times 0.006$  h (24 seg)) e o tempo gasto em transportes, por turno, é dado por 1h 4min (Número de movimentos médios por turno entre armazéns x Tempo de transporte (hora) =  $8 \times 0.13$  h (8,1 min)).

Deste modo, a implementação destas operações no LSP, permite poupar 2 horas e 32 minutos por turno. As tarefas devem ser reorganizadas, sendo que o volume de entradas de bobines será maior implicando maior necessidade de capacidade de mão-de-obra dedicada a essa operação bem como, as tarefas associadas ao transporte, *put-away* de PCB e retorno de caixas vazias para o cais. Para além disso, a empresa incorre também no custo da subcontratação das atividades logísticas a uma entidade externa.

Na *Tabela 9* é apresentada uma síntese dos ganhos que se espera obter com a proposta relativa ao *outsourcing* de atividades logísticas.

Tabela 9. Comparação dos resultados de implementação do *outsourcing* das atividades logísticas

Indicadores	Antes da Implementação	Depois da Implementação	Ganhos/Redução (%)
Ocupação do armazém 102 (%)	93%	87%	6%
Utilização de Empilhador	Sim	Não	100%
Tempo de transporte (minutos)	12,15	1,39	89%
Distância de transporte ( <i>Min-Max</i> ) (metros)	276	18,34	93%
N <sup>o</sup> de vezes que é efetuado o transporte/Turno	8	0	100%
<i>Handling</i> (material <i>Min-Max</i> ) (número de vezes que o material é manuseado)	5	2	60%
Operador no armazém 102 (para o <i>put-away</i> e para o <i>picking</i> do material)	1	0	100%
Tempo de reembalamento no armazém SMD/Paleta (minutos)	9	0	100%
N <sup>o</sup> Paleta reembaladas/Turno	8	0	100%
Rastreabilidade no processo	Não	Sim	100%

### 5.3 Lista de *picking*

A implementação de *picking lists* nos circuitos dos MR tem como resultado a redução do número de paragens desnecessárias dos MR durante o abastecimento às linhas de produção. Além disso, com a previsão de crescimento da fábrica, o número de linhas a serem abastecidas, irá aumentar e, assim, traz consigo a necessidade de implementação desta medida. Cada MR abastece no máximo 12 linhas em

cada ciclo (Anexo II), contudo o número médio de linhas que são abastecidas por ciclo é 8 (Apêndice III). Desta forma, elimina-se a possibilidade de efetuar, em média, 2 paragens desnecessárias por ciclo.

## 6. CONCLUSÕES E SUGESTÕES DE TRABALHO FUTURO

O presente projeto de dissertação surge impulsionado pela visão do crescimento prevista nos próximos anos. Este crescimento da fábrica, resultante do aumento das linhas de produção, cria a necessidade de revisão de alguns conceitos até então adotados.

O crescimento previsto terá implicações na quantidade e variabilidade dos *stocks* existentes na fábrica, tanto de matéria-prima como de produto acabado e, desta forma, na carga de trabalho associada à logística.

De acordo com os fenómenos supramencionados, procedeu-se à análise crítica de todos os processos associados ao armazém SMD.

Como resultado da análise realizada, os principais problemas que foram identificados estão associados à baixa ocupação do armazém e, conseqüentes situações de *overstock*, manuseamento excessivo dos materiais, ausência de total visibilidade dos stocks por parte do sistema SAP, elevado número de material devolvido, desadequação das estantes utilizadas para armazenar o material, entre outros.

Após a identificação dos pontos a melhorar na análise crítica, foram apresentadas e estudadas, propostas de melhoria com intuito de minimizar ou suprimir os problemas identificados. Esta análise e identificação teve o suporte de toda a equipa, constituindo uma mais valia para a realização do projeto.

As propostas de melhoria incluíam a alteração da política de armazenamento do armazém SMD, de um conceito dedicado para um conceito aleatório. Esta alteração traz consigo a necessidade de dimensionar e desenhar o *layout*, portanto, a revisão das estantes de armazenamento, adoção de um novo conceito para armazenar bobine (*trays*), permitindo diminuir o risco de danos nos materiais e uma maior otimização do espaço, bem como, a configuração de uma nova *storage type* dedicada às devoluções (fisicamente alocada no armazém SMD), conferindo uma maior visibilidade do *stock* existente no armazém. Também foi proposto o *outsourcing* de atividades como processamento, receção e armazenamento dos PCB, com a finalidade de obter uma redução no manuseamento, no congestionamento da receção e aumento da capacidade no armazém 102. Além disso, propôs-se a inclusão de uma lista de *picking* nos circuitos dos MR e, desta forma, tornar mais visível, para os operadores, a tarefa em curso. A implementação da proposta de alteração da política de armazenamento proporcionou uma ocupação de, aproximadamente 86%. Portanto, obteve-se um aumento de 30% na

ocupação, querendo isto dizer que a adoção desta proposta permitiu otimizar o espaço e garantiu uma maior flexibilidade face ao crescimento que se prevê. A associação desta tipologia com o sistema SAP permite minimizar os riscos associados às operações de picking associadas a esta tipologia (*Tabela 8*). A utilização de um LSP para garantir as tarefas de reembalamento, receção e armazenamento de placas permite libertar, em média, 658 posições, o correspondente a 6% da capacidade total do armazém 102. Esta capacidade, quando libertada, pode ser utilizada para armazenar material mecânico e, portanto, pode permitir uma melhor utilização dos recursos. Ademais, a implementação desta proposta permite poupar cerca de 1 hora e 4 minutos por turno ao colaborador responsável pela tarefa de *min-max 1* (recolher as TO que o sistema gera, leva-las ao armazém 102 e recolher o material até ao armazém SMD) e 1h e 28 minutos por turno ao colaborador responsável pela tarefa de *min-max 2* (reembalamento, *put-away* do material STL e *min-max* e a sua confirmação no sistema). Além disso, o empilhador deixa de ser necessário para os processos associados ao armazém SMD e, desta forma, ocorre a libertação de um recurso de pode ser alocado a outra zona da logística, bem como, a eliminação do risco de queda de material no percurso entre o armazém 102 e o armazém SMD.

Complementarmente, a receção de todo o material elétrico no edifício 108 tem impacto na distância percorrida pelo material, sendo que a esta diminui 86% e 93%, para material STL e *min-max*, respetivamente. Adicionalmente, esta medida permite diminuir o *lead time* entre a chegada do material à fábrica e *put-away* no armazém SMD.

Além disso, a inclusão e adoção das propostas supramencionadas tem implicações nos pedidos urgentes visto que, estas medidas resultam numa maior eficiência nos processos envolvidos no armazém SMD. Contudo, devem-se adotar medidas para consciencializar a produção para a adoção de medidas para a redução do número de devoluções.

Com a finalidade de garantir uma melhoria contínua dos processos e estratégias adotadas, com base nos resultados da implementação é feita uma análise crítica do que pode ser feito no futuro. Nesse sentido, após a implementação das propostas mencionadas surgem algumas propostas para um trabalho futuro.

A criação da *storage type* DEV permite obter visualização sobre a posição exata das peças devolvidas, ou seja, das posições ocupadas pelas peças, e garante o FIFO, contudo não a impossibilidade de determinar o *stock* real existente no armazém SMD mantém-se, visto que MOE1 não contabiliza o número de peças de consome. Desta forma, é importante implementar em MOE1 um sistema que permita contabilizar o número de peças consumidas e, conseqüentemente, saber a quantidade exata de material devolvido a armazenar.



De forma a otimizar a utilização das estantes, isto é, utilizar o número de níveis total que estas contemplam, é necessário pensar numa solução para os colaboradores terem fácil alcance dos níveis superiores das estantes para as bobines de diâmetro 18 e 40 (nono nível e quinto nível, visto que admitem uma altura de 1,99m e 2,08m, respetivamente) e de abarcar o crescimento do número de pedidos consequentes do crescimento terá que ser idealizado um carro de *put-away* e *picking*.

A adoção de um novo carro de *put-away* e *picking* com escadas e um local para transportar bobines e placas permite tornar os processos mais ergonómicos, otimizar a utilização das estantes e abarcar a crescente quantidade de pedidos de material. O cálculo do dimensionamento do carrinho deve ter em consideração que, em média, a proporção de material em cada processo de *picking* é de 49%, 45% e 7% para as bobines de diâmetro 18, 33 e 40, respetivamente. Além disso, deve-se ter em conta o parâmetro relativo à espessura. Pode-se dizer que, através do levantamento das características de cada material, 93% das bobines de diâmetro 18 têm espessura de 1 cm, 33% e 26% das bobines de diâmetro 33 têm espessura de 2,5 e 1,5 cm, respetivamente. E, que 26% e 19% das bobines de diâmetro 40 têm espessura de 3 e 8 cm respetivamente.

A disposição do armazém SMD, após a implementação do novo conceito de armazenamento, não tem em consideração a análise ABC das peças na alocação do material por zonas. Sugere-se, portanto, a realização de um estudo para melhorar a rota de *picking* e, consequentemente, tornar o processo de *picking* ainda mais eficiente. Aliada a essa proposta, sugere-se também a possibilidade de monitorizar o processo de *pickinge milk-run* através de um Andon. Desta forma, conseguir-se-ia apurar mais facilmente possíveis causas de erro e, consequente, a possibilidade de melhoria.

## BIBLIOGRAFIA

- Baker, P., & Canessa, M. (2009). Warehouse design: A structured approach. *European Journal of Operational Research*, 193(2), 425–436. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2007.11.045>
- Bartholdi, J.; Hackman, S. (2011). Warehouse & Distribution Science. Release 0.95.
- Berg, J. P. V. Den, & Zijm, W. H. M. (1999). Models for warehouse management: Classification and examples. *International Journal of Production Economics*, 59(1), 519–528. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(98\)00114-5](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(98)00114-5)
- Bosch Group. (2015a). Bosch Car Multimedia Portugal, S.A.
- Bosch Group. (2015b). Bosch Car Multimedia Corporate Presentation.
- Bosch Group. (2015c). Bosch : corporate presentation Contents Bosch : corporate presentation, 0(January), 1–141.
- Bourlakis, M., Maglaras, G., & Fotopoulos, C. (2012). Creating a “best value supply chain”? Empirical evidence from the Greek food chain. *The International Journal of Logistics Management*, 23(3), 360–382. <https://doi.org/10.1108/09574091211289228>
- Chan, F. T. S., & Chan, H. K. (2011). Improving the productivity of order picking of a manual-pick and multi-level rack distribution warehouse through the implementation of class-based storage. *Expert Systems with Applications*, 38(3), 2686–2700. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.08.058>
- Chen, J. C., Cheng, C. H., Huang, P. B., Wang, K. J., Huang, C. J., & Ting, T. C. (2013). Warehouse management with lean and RFID application: A case study. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 69(1–4), 531–542. <https://doi.org/10.1007/s00170-013-5016-8>
- Chiang, D. M.-H., Lin, C.-P., & Chen, M.-C. (2011). The adaptive approach for storage assignment by mining data of warehouse management system for distribution centres. *Enterprise Information Systems*, 5(2), 219–234. <https://doi.org/10.1080/17517575.2010.537784>
- Cooper, M. C., Lambert, D. M., & Pagh, J. D. (1997). Supply Chain Management: More Than a New Name for Logistics. *The International Journal of Logistics Management*, 8(1), 1–14. <https://doi.org/10.1108/09574099710805556>
- Dallari, F., Marchet, G., & Melacini, M. (2009). Design of order picking system. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 42(1–2), 1–12. <https://doi.org/10.1007/s00170-008-1571-9>
- Davarzani, H., & Norrman, A. (2015). Toward a relevant agenda for warehousing research: literature review and practitioners’ input. *Logistics Research*, 8(1). <https://doi.org/10.1007/s12159-014->

- De Koster, R. B. M., Le-Duc, T., & Zaerpour, N. (2012). Determining the number of zones in a pick-and-sort order picking system. *International Journal of Production Research*, 50(3), 757–771. <https://doi.org/10.1080/00207543.2010.543941>
- De Koster, R., Le-Duc, T., & Roodbergen, K. J. (2007). Design and control of warehouse order picking: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 182(2), 481–501. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.07.009>
- De Toledo, R. F., Giatti, L. L., & Jacobi, P. R. (2014). A pesquisa-ação em estudos interdisciplinares: Análise de critérios que só a prática pode revelar. *Interface: Communication, Health, Education*, 18(51), 633–646. <https://doi.org/10.1590/1807-57622014.0026>
- e Vries, J., de Koster, R., & Stam, D. (2016). Aligning Order Picking Methods, Incentive Systems, and Regulatory Focus to Increase Performance. *Production and Operations Management*, 25(8), 1363–1376. <https://doi.org/10.1111/poms.12547>
- Detty, R. B., & Yingling, J. C. (2000). Quantifying benefits of conversion to lean manufacturing with discrete event simulation: A case study. *International Journal of Production Research*, 38(2), 429–445. <https://doi.org/10.1080/002075400189509>
- Domingo, R., Alvarez, R., Melodía Peña, M., & Calvo, R. (2007). Materials flow improvement in a lean assembly line: a case study. *Assembly Automation*, 27(2), 141–147. <https://doi.org/10.1108/01445150710733379>
- Dotoli, M., Epicoco, N., Falagario, M., Costantino, N., & Turchiano, B. (2015). An integrated approach for warehouse analysis and optimization: A case study. *Computers in Industry*, 70(1), 56–69. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2014.12.004>
- Đukić, G.; Česnik, V.; Opetuk, T. (2010). Order-picking Methods and Technologies for Greener Warehousing. *Strojarstvo*, Vol: 52, pp: 23-31
- Faber, N., de Koster, M. B. M., & Smidts, A. (2013). Organizing warehouse management. *International Journal of Operations & Production Management*, 33(9), 1230–1256. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-12-2011-0471>
- Faccio, M., Gamberi, M., Persona, A., Regattieri, A., & Sgarbossa, F. (2013). Design and simulation of assembly line feeding systems in the automotive sector using supermarket, kanbans and tow trains: A general framework. *Journal of Management Control*, 24(2), 187–208. <https://doi.org/10.1007/s00187-013-0175-1>

- Goldsby, T., Martichenko, R. (2005). Lean Sigma, Strategic development for operational success. J. Ross Publishing Inc., p: 193- 194
- Gopakumar, B., Sundaram, S., Wang, S., Koli, S., & Srihari, K. (2008). A simulation based approach for dock allocation in a food distribution center. *Simulation Conference, 2008. WSC 2008. Winter*, 2750–2755. <https://doi.org/10.1109/WSC.2008.4736393>
- Gu, J., Goetschalckx, M., & McGinnis, L. F. (2007). Research on warehouse operation: A comprehensive review. *European Journal of Operational Research*, 177(1), 1–21. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.02.025>
- Gu, J., Goetschalckx, M., & McGinnis, L. F. (2010). Research on warehouse design and performance evaluation: A comprehensive review. *European Journal of Operational Research*, 203(3), 539–549. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2009.07.031>
- Heragu, S. S., Du, L., Mantel, R. J., & Schuur, P. C. (2005). Mathematical model for warehouse design and product allocation. *International Journal of Production Research*, 43(2), 327–338. <https://doi.org/10.1080/00207540412331285841>
- Hines, P.; Holweg, M.; Rich, N. (2004). Learning to evolve: A review of contemporary lean thinking. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 24, pp:994-1011
- Hodge, G. L., Goforth Ross, K., Joines, J. A., & Thoney, K. (2011). Adapting lean manufacturing principles to the textile industry. *Production Planning and Control*, 22(3), 237–247. <https://doi.org/10.1080/09537287.2010.498577>
- Huertas, J. I., Díaz Ramírez, J., & Trigos Salazar, F. (2007). Layout evaluation of large capacity warehouses. *Facilities*, 25(7/8), 259–270. <https://doi.org/10.1108/02632770710753307>
- Jasti, N. V. K., & Kodali, R. (2015). A critical review of lean supply chain management frameworks: proposed framework. *Production Planning & Control*, 26(13), 1051–1068. <https://doi.org/10.1080/09537287.2015.1004563>
- Karlsson, C., & Åhlström, P. (1997). A lean and global smaller firm? *International Journal of Operations & Production Management*, 17(10), 940–952. <https://doi.org/10.1108/01443579710176915>
- Koster, M.; Warffemius, P. (2005). American, Asian and third-party international warehouse operations in Europe: A performance comparison. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol: 25, pp:762-780
- Lambert, D.; Cooper, M. (2000). Issues in Supply Chain Management. *Industrial Marketing Management*, Vol. 29, pp: 65–83
- Le-Duc, T., & De Koster, R. B. M. (2005). Travel distance estimation and storage zone optimization in a

- 2-block class-based storage strategy warehouse. *International Journal of Production Research*, 43(17), 3561–3581. <https://doi.org/10.1080/00207540500142894>
- Lee, L. (2004). The Triple – A supply chain. *Harvard Business Review*, pp:2-11
- Liker, J.; Meier, D. (2006). *The Toyota Way Fieldbook*: McGraw-Hill.
- Lu, W., McFarlane, D., Giannikas, V., & Zhang, Q. (2016). An algorithm for dynamic order-picking in warehouse operations. *European Journal of Operational Research*, 248(1), 107–122. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.06.074>
- Marchet, G., Melacini, M., & Perotti, S. (2015). Investigating order picking system adoption: a case-study-based approach. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 18(1), 82–98. <https://doi.org/10.1080/13675567.2014.945400>
- Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: What lean thinking has to offer the process industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6 A), 662–673. <https://doi.org/10.1205/cherd.04351>
- Mohsen. (2002). A framework for the design of warehouse layout. *Facilities*, 20(13/14), 432–440. <https://doi.org/10.1108/02632770210454377>
- O'Brien, R. (1998). An overview of the methodological approach of action Research. *University of Toronto*, 1–15.
- Petersen, C. G., & Aase, G. (2004). A comparison of picking, storage, and routing policies in manual order picking. *International Journal of Production Economics*, 92(1), 11–19. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2003.09.006>
- Petersen, C. (2000). An evaluation of order picking policies for mail order companies. *Production and Operations Management*, Vol: 9, pp: 319-335
- Petersen II, C. G. (2006). The impact of routing and storage policies on warehouse efficiency. *International Journal of Operations & Production Management*, 19(10), 1053–1064. <https://doi.org/10.1108/01443579910287073>
- Poon, T. C., Choy, K. L., Chan, F. T. S., Ho, G. T. S., Gunasekaran, A., Lau, H. C. W., & Chow, H. K. H. (2011). A real-time warehouse operations planning system for small batch replenishment problems in production environment. *Expert Systems with Applications*, 38(7), 8524–8537. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.01.053>
- Prajogo, D.; Oke, A.; Olhager, J. (2016). Supply chain processes: Linking supply logistics integration, supply performance, lean processes and competitive performance. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol: 36, pp.220-238

- Roodbergen, K., & Vis, I. (2006). A model for warehouse layout. *IIE Transactions (Institute of Industrial Engineers)*, 38(10), 799–811. <https://doi.org/10.1080/07408170500494566>
- Rouwenhorst, B., Reuter, B., Stockrahm, V., Houtum, G. J. van, Mantel, R. J. J., Zijm, W. H. M. H. M., ...  
 Zijm, W. H. M. H. M. (2000). Warehouse design and control: Framework and literature review. *European Journal of Operational Research*, 122(3), 515–533. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(99\)00020-X](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(99)00020-X)
- Sulírová, I., Závodská, L., Rakyta, M., & Pelantová, V. (2017). State-of-the-art Approaches to Material Transportation, Handling and Warehousing. *Procedia Engineering*, 192, 857–862. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.06.148>
- Thomas, L. M., & Meller, R. D. (2013). Developing design guidelines for a case-picking warehouse. *International Journal of Production Economics*, 170, 741–762. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.02.011>
- Tompkins, J.; Smith, J., (1998). *The Warehouse Management Handbook*. Second Edition Tompkins Press. Raleigh van den Berg, J.; Zijm, W. (1999). Models for warehouse management: Classification and examples. *Int. J. Production Economics*, Vol: 59, pp: 519-528
- van Gils, T., Ramaekers, K., Caris, A., & de Koster, R. B. M. (2017). Designing efficient order picking systems by combining planning problems: State-of-the-art classification and review. *European Journal of Operational Research*, 0, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2017.09.002>
- Van Veen-Dirks, P. (2005). Management control and the production environment: A review. *International Journal of Production Economics*, 93–94(SPEC.ISS.), 263–272. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2004.06.026>
- Venkateswaran, S., Nahmens, I., & Ikuma, L. (2013). Improving healthcare warehouse operations through 5S. *IIE Transactions on Healthcare Systems Engineering*, 3(4), 240–253. <https://doi.org/10.1080/19488300.2013.857371>
- Yu, M., & de Koster, R. B. M. (2009). The impact of order batching and picking area zoning on order picking system performance. *European Journal of Operational Research*, 198(2), 480–490. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2008.09.011>

# APÊNDICES

---





## APÊNDICE I – CÁLCULO DO NÚMERO DE LUGARES OCUPADOS PELO MATERIAL NO ARMAZÉM SMD

O cálculo do número médio de lugares ocupados no armazém SMD teve como base, dados retirados da transação LX03 do sistema SAP. O ficheiro obtido contém informação relativa à localização da peça, à sua posição no armazém, o número de peça bem como o *stock* associado a ele.

De grosso modo, esta transação permite-nos obter o *stock* existente (*“Available Stock”*) em armazém num determinado instante de tempo (Figura 68).

Storage Type	Storage Bin	Material	Plant	Available Stock
SMD	DN 0010003	8902.001.878	8150	33 000
SMD	DN 0010003	8902.001.878	8150	3 000
SMD	DN 0010003	8902.001.878	8150	15 000
SMD	DN 0010003	8902.001.878	8150	12 000
SMD	DN 0010003	8902.001.878	8150	6 000
SMD	DN 0010003	8902.001.878	8150	9 000
SMD	DN 0010003	8902.001.878	8150	9 000
SMD	DN 0010003	8902.001.878	8150	21 000
SMD	DN 0010003	8902.001.878	8150	3 000
SMD	DN 0010003	8902.001.878	8150	3 000
SMD	DN 0010003	8902.001.878	8150	6 000
SMD	DN 0010003	8902.001.878	8150	9 000
SMD	CF 0010004	8902.211.582	8150	20 000
SMD	DQ 0020002	8902.211.812	8150	10 000
SMD	DQ 0020002	8902.211.812	8150	10 000
SMD	DM 0040001	8902.211.816	8150	30 000
SMD	DM 0040001	8902.211.816	8150	50 000
SMD	DM 0040001	8902.211.816	8150	20 000
SMD	DM 0040001	8902.211.816	8150	30 000
SMD	DM 0040001	8902.211.816	8150	10 000
SMD	EM 0010001	8902.212.037	8150	30 000
SMD	EM 0010001	8902.212.037	8150	10 000
SMD	EM 0010001	8902.212.037	8150	60 000
SMD	EM 0010001	8902.212.037	8150	20 000
SMD	EM 0010001	8902.212.037	8150	50 000
SMD	EM 0010001	8902.212.037	8150	100 000
SMD	EM 0010001	8902.212.037	8150	10 000
SMD	EM 0010001	8902.212.037	8150	100 000
SMD	EM 0010001	8902.212.037	8150	20 000
SMD	CQ 0010003	8903.407.692	8150	1 000

Figura 68. Ficheiro em Excel (transação LX03 do SAP)

Foram extraídos diariamente, dados na transação LX03 na semana 44, 45, 46 e 47 do ano 2016. Após a extração dos dados, estes eram trabalhados num ficheiro que continha a posição (*“Storage Bin”*), o material (*“Material”*), o *stock* (*“Available Stock”*), o tipo de bobine (quanto ao diâmetro), a quantidade de peças/bobine, o número de bobines em *stock*, a espessura da bobine (cm), o nº bobines por canal e o número de canais ocupados (Figura 69).

Storage Bin	Material	Available Stock	Tipo de Diâmetro	Quantidade/Bobine (pçs)	Nº Bobines em Stock	Espessura (cm)	Nº Bobines/Canal	Nº Canais Ocupados
KU 0040007	8744500664	30 000	Diâmetro 18	5 000	6	1,5	47	0,13
KU 0040007	8744500664	15 000	Diâmetro 18	5 000	3	1,5	47	0,06
CM 0040006	8744500668	4 000	Diâmetro 18	2 000	2	1,25	56	0,04
CM 0040006	8744500668	18 000	Diâmetro 18	2 000	9	1,25	56	0,16
CM 0040006	8744500668	14 000	Diâmetro 18	2 000	7	1,25	56	0,13
CM 0040006	8744500668	12 000	Diâmetro 18	2 000	6	1,25	56	0,11
CM 0040006	8744500668	84 000	Diâmetro 18	2 000	42	1,25	56	0,75
BQ 0050001	8744500910	5 000	Diâmetro 33	2 500	2	3	28	0,07
BQ 0050001	8744500910	7 500	Diâmetro 33	2 500	3	3	28	0,11
BQ 0050001	8744500910	42 500	Diâmetro 33	2 500	17	3	28	0,61
CM 0010001	8744500917	2 000	Diâmetro 33	1 000	2	2,5	28	0,07
CM 0010001	8744500917	4 000	Diâmetro 33	1 000	4	2,5	28	0,14
KJ 0060002	8744500920	3 000	Diâmetro 18	3 000	1	1	70	0,01
KJ 0060002	8744500920	150 000	Diâmetro 18	3 000	50	1	70	0,71
CA 0050003	8744500924	1 000	Diâmetro 40	1 000	1	5	14	0,07
LH 0030001	8744500932	15 000	Diâmetro 18	3 000	5	1	70	0,07
KR 0060005	8744500934	3 000	Diâmetro 18	3 000	1	1	70	0,01
KR 0060005	8744500934	90 000	Diâmetro 18	3 000	30	1	70	0,43
KR 0060005	8744500934	6 000	Diâmetro 18	3 000	2	1	70	0,03
KR 0060005	8744500934	9 000	Diâmetro 18	3 000	3	1	70	0,04
KR 0060005	8744500934	6 000	Diâmetro 18	3 000	2	1	70	0,03
KR 0060004	8744500935	10 000	Diâmetro 18	5 000	2	1,5	47	0,04
KR 0060004	8744500935	5 000	Diâmetro 18	5 000	1	1,5	47	0,02
KI 0040009	8744500936	5 000	Diâmetro 18	5 000	1	1,5	47	0,02
KI 0040009	8744500936	25 000	Diâmetro 18	5 000	5	1,5	47	0,11
KM 0010001	8744500938	8 000	Diâmetro 33	4 000	2	3,5	20	0,10
KM 0010001	8744500938	48 000	Diâmetro 33	4 000	12	3,5	20	0,60
KM 0010001	8744500938	4 000	Diâmetro 33	4 000	1	3,5	20	0,05
BR 0010002	8744500954	14 000	Diâmetro 40	2 000	7	4,5	16	0,45
BR 0010002	8744500954	4 000	Diâmetro 40	2 000	2	4,5	16	0,13
BR 0010002	8744500954	10 000	Diâmetro 40	2 000	5	4,5	16	0,32

Figura 69. Folha de cálculo para calcular o número de canais ocupados

Portanto, somou-se diariamente a coluna relativa ao número de canais ocupados e, posteriormente foi feita a média dos canais ocupados em cada semana.

## APÊNDICE II – CÁLCULO DO NÚMERO MÉDIO DE ENTRADAS DE MATERIAL STL E *MIN-MAX* NO ARMAZÉM SMD

O cálculo do número de entradas de material STL e *Min-Max* tem como base os dados extraídos do sistema SAP na transação LT22, que contém as transferências de material efetuadas entre *Storage Types*. Além disso, e neste caso em concreto, tem informação relativa ao material, à sua origem e destino, bem como as suas respetivas posições e a data e hora de confirmação da entrada do material no armazém SMD (Figura 70).

TO Number	Item	Material	Typ	Source Bin	Typ	Dest. Bin	StoeTgt	Created On	Time	Conf.date	Conf.time	User	Co	CS	User	SUT	ConfTpe	Conf.date
0031634506	0001	8638.802.831	102	I2 1500706	SMD	IC 0050001	880	01.11.2016	00:47:09		01:47:46				UC4CPIC	L1	00:00:00	01.11.2016
0031634808	0001	8638.512.572	102	E1 0700403	SMD	BB 0030002	328	01.11.2016	01:16:19		03:12:34				UC4CPIC	L1	00:00:00	01.11.2016
0031634808	0002	8638.512.572	102	F2 0903505	SMD	BB 0030002	247	01.11.2016	01:16:19		03:12:52				UC4CPIC	L2	00:00:00	01.11.2016
0031634809	0001	8638.212.675	102	C2 0403404	SMD	JB 0030001	200	01.11.2016	01:16:20		03:14:04				UC4CPIC	KA	00:00:00	01.11.2016
0031634809	0002	8638.212.675	102	C2 0407911	SMD	JB 0030001	200	01.11.2016	01:16:20		03:14:15				UC4CPIC	KA	00:00:00	01.11.2016
0031634809	0003	8638.212.675	102	C2 0408204	SMD	JB 0030001	200	01.11.2016	01:16:20		03:14:09				UC4CPIC	KA	00:00:00	01.11.2016
0031634810	0001	8638.513.236	102	G1 1201803	SMD	JB 0040009	260	01.11.2016	01:16:21		03:13:18				UC4CPIC	L1	00:00:00	01.11.2016
0031634811	0001	8613.310.355	102	R1 2000702	SMD	JD 0020007	937	01.11.2016	01:16:22		03:13:48				UC4CPIC	L1	00:00:00	01.11.2016
0031634815	0001	8928.914.572	902	S003555851	SMD	BM 0640002	7.500	01.11.2016	00:17:42		00:17:42				CVT1BRG	KA	00:00:00	01.11.2016
0031634832	0001	8928.914.581	902	S003555848	SMD	LE 0660006	5.000	01.11.2016	00:19:53		00:19:53				CVT1BRG	KA	00:00:00	01.11.2016
0031634847	0001	8928.909.664	902	S003555846	SMD	CI 0020003	5.000	01.11.2016	00:21:39		00:21:39				CVT1BRG	KA	00:00:00	01.11.2016
0031634871	0001	8928.911.125	902	S003555854	SMD	BL 0640003	7.500	01.11.2016	00:23:26		00:23:26				CVT1BRG	KA	00:00:00	01.11.2016
0031634883	0001	8928.908.699	902	S003555850	SMD	BJ 0030001	2.500	01.11.2016	00:25:03		00:25:03				CVT1BRG	KA	00:00:00	01.11.2016
0031634892	0001	8928.911.618	902	S003555855	SMD	CA 0030004	2.500	01.11.2016	00:26:08		00:26:08				CVT1BRG	KA	00:00:00	01.11.2016
0031634903	0001	8928.915.085	902	S003555849	SMD	AD 0640006	5.000	01.11.2016	00:27:31		00:27:31				CVT1BRG	KA	00:00:00	01.11.2016
0031635007	0001	8928.430.021	902	S003557109	SMD	BJ 0020001	5.000	01.11.2016	00:39:13		00:39:13				RDI6BRG	BW	00:00:00	01.11.2016
0031635007	0002	8928.430.021	902	S003557109	SMD	BJ 0020001	5.000	01.11.2016	00:39:13		00:39:13				RDI6BRG	BW	00:00:00	01.11.2016
0031635007	0003	8928.430.021	902	S003557109	SMD	BJ 0020001	5.000	01.11.2016	00:39:13		00:39:13				RDI6BRG	BW	00:00:00	01.11.2016
0031635007	0004	8928.430.021	902	S003557109	SMD	BJ 0020001	5.000	01.11.2016	00:39:13		00:39:13				RDI6BRG	BW	00:00:00	01.11.2016
0031635007	0005	8928.430.021	902	S003557109	SMD	BJ 0020001	5.000	01.11.2016	00:39:13		00:39:13				RDI6BRG	BW	00:00:00	01.11.2016
0031635007	0006	8928.430.021	902	S003557109	SMD	BJ 0020001	5.000	01.11.2016	00:39:13		00:39:13				RDI6BRG	BW	00:00:00	01.11.2016

Figura 70. Transferências de material (transação LT22 do SAP)

Após a extração destes dados do sistema SAP para o Excel, fez-me uma *Pivot Table* que contabilizou todos os movimentos efetuados entre o 902 e o 102 para o armazém SMD diariamente. E, posteriormente foi realizada a média desses valores.

## APÊNDICE III – CÁLCULO DO NÚMERO MÉDIO DIÁRIO DE PEDIDOS URGENTES

Com o intuito de calcular o número médio diário de pedidos urgentes foi utilizada a transação LT22 do sistema SAP. Desta vez, foi extraído um ficheiro com as transferências de material do armazém SMD para MOE1. Além disso, foi incluído um campo denominado como “*Unloading Point*” que diz respeito ao ponto de abastecimento do material pedido.

Desta forma, foi extraído o ficheiro em Excel e, assim foram contabilizados os pedidos efetuados diariamente para MOE1 e os pedidos os urgentes. Note-se que no campo “*Unloading Point*” os pedidos urgentes são identificados como “urgente”. Portanto através de uma *pivot table* é possível obter a quantidade total de pedidos e quantidade total de pedidos urgentes num dia (Tabela 10).

Tabela 10. Número de pedidos urgentes diários

	Pedidos urgentes	Total pedidos	% Pedidos Urgentes
01/11/2016	11	1653	1%
02/11/2016	69	4637	1%
03/11/2016	81	4785	2%
04/11/2016	103	5648	2%
05/11/2016	139	5088	3%
06/11/2016	88	4846	2%
07/11/2016	113	4928	2%
08/11/2016	135	5072	3%
09/11/2016	149	5269	3%
10/11/2016	118	5366	2%
11/11/2016	97	4487	2%
12/11/2016	134	5047	3%
13/11/2016	104	4776	2%
14/11/2016	141	4545	3%
15/11/2016	107	4445	2%
16/11/2016	108	5180	2%
17/11/2016	125	4693	3%
18/11/2016	145	5351	3%
19/11/2016	144	5499	3%

## APÊNDICE IV – CÁLCULO DO NÚMERO MÉDIO DE LINHAS ABASTECIDAS PELOS MR1 E MR2

Com o intuito de calcular o número médio de paragens que os MR fazem na sua distribuição, utilizou-se a transação LT22 do sistema SAP. Sendo que, os dados retirados foram relativos à transferência de material entre as *storage type* SMD e MOE1 e diários na terceira semana de novembro de 2016.

Sabe-se que cada hora tem três ciclos de 20 minutos para o MR1 e MR2. Portanto, para cada dia foi extraído o relatório e acrescentada uma coluna e definido para cada hora, o 1º Ciclo, o 2º Ciclo e o 3º Ciclo relativos ao intervalo de tempo [0,20[, [20,40[ e [40,59] minutos, respetivamente.

Desta forma, através de uma *pivot table* obteve-se para cada hora e para cada ciclo o número de vezes que é abastecida cada linha. Através dessa tabela conseguimos obter uma outra (*Tabela 11*) que em cada célula ou é um ou zero, sendo que um significa que a linha foi abastecida num determinado espaço de tempo. Além disso, sabe-se que cada MR abastece 12 linhas no máximo logo é possível obter, a fração relativa à relação entre o número de linhas abastecidas e o total de linhas possíveis. Portanto, conseguiu-se obter assim, o número médio de linhas abastecidas em cada ciclo por MR.

Tabela 11. Cálculo do número de linhas abastecidas

Hora	Ciclos			MR1												MR2											
	SMD01	SMD03	SMD04	SMD06	SMD07	SMD10	SMD19	SMD20	SMD21	SMD22	SMD23	SMD24	SMD02	SMD05	SMD08	SMD09	SMD11	SMD12	SMD13	SMD14	SMD15	SMD16	SMD17	SMD18			
0	1º Ciclo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,67	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,9167		
	2º Ciclo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,92	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,9167	
	3º Ciclo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,83	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,9167	
1	1º Ciclo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,75	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,9167	
	2º Ciclo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,83	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,9167	
	3º Ciclo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,83	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,9167	
2	1º Ciclo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,67	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,9167	
	2º Ciclo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,67	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,9167	
	3º Ciclo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,75	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,9167	
3	1º Ciclo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,67	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,8333	
	2º Ciclo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,75	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,8333	
	3º Ciclo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,75	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,8333	
4	1º Ciclo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,92	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,9167	
	2º Ciclo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,83	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,8333	
	3º Ciclo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,58	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,6667	
5	1º Ciclo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,83	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,9167	
	2º Ciclo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,58	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5833	
	3º Ciclo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,92	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,9167	
6	1º Ciclo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,83	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,9167	
	2º Ciclo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,83	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,9167	
	3º Ciclo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,75	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,8333	
7	1º Ciclo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,67	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,8333	
	2º Ciclo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,67	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,9167	
	3º Ciclo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,67	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,8333	
8	1º Ciclo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,83	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,75	
	2º Ciclo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,92	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,9167	
	3º Ciclo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,92	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,9167	

# ANEXOS

---





## ANEXO I – REGISTO DE ENTRADAS DE DEVOLUÇÕES NO ARMAZÉM SMD

Com o intuito de analisar quanto representa o número de devoluções intactas nas devoluções totais efetuadas por MOE1, foi feito efetuado o registo das entradas de devoluções durante o mês de novembro de 2016, sendo que a tabela de registo continha uma coluna com o número de devoluções intactas, outra com o número total de devoluções, outra com o dia e o turno. Após compilar essa informação e transformar o valor relativos aos turnos, em valores diários obteve-se a Figura 71.

<b>Data</b>	<b>Total de devoluções</b>	<b>Nº Devoluções intactas</b>
01/nov	433	156
02/nov	1200	396
03/nov	1155	416
04/nov	1663	565
05/nov	1331	506
06/nov	1679	571
07/nov	1778	658
08/nov	1734	555
09/nov	1529	581
10/nov	1362	436
11/nov	1255	464
12/nov	1112	423
13/nov	1136	409
14/nov	1228	430
15/nov	1322	423
16/nov	1336	454
17/nov	1148	368
18/nov	1271	419
19/nov	1438	503

Figura 71. Registo do número de devoluções



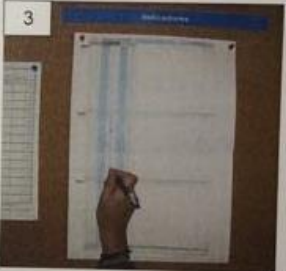
## ANEXO II – LINHAS ABASTECIDAS PELOS MR

Tabela 12. Identificação das linhas abastecidas pelos MR1 e MR2



		<i>Milk-Run 1</i>	<i>Milk-Run 2</i>
Linhas a abastecer	SMD01	x	
	SMD02		x
	SMD03	x	
	SMD04	x	
	SMD05		x
	SMD06	x	
	SMD07	x	
	SMD08		x
	SMD09		x
	SMD10	x	
	SMD11		x
	SMD12		x
	SMD13		x
	SMD14		x
	SMD15		x
	SMD16		x
	SMD17		x
	SMD18		x
	SMD19	x	
	SMD20	x	
	SMD21	x	
	SMD22	x	
	SMD23	x	
	SMD24	x	






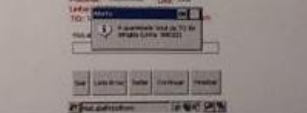
## ANEXO III – PROCESSO DE *PICKING* NO ARMAZÉM SMD (ANTES DA IMPLEMENTAÇÃO DA PROPOSTA DE MELHORIA)





Figura 72. Processo de *picking* no armazém SMD

Seq	Procedimento	
1	Pegar no PDA e seleccionar a opção “saídas armazém SMD”.	
2	<p>Indicar no PDA o número do milk-run a abastecer e clicar em “continuar” para dar início ao ciclo.</p> <p><b>Nota:</b> Para abastecimento cíclico às linhas utilizar o milk-run 1 e milk-run 2</p>	
3	<p>Fazer registo na folha “registo de picking SMD” do total de pedidos do ciclo.</p> <p><b>3.1. Não existem pedidos</b> – aparecerá o ecrã vermelho com a indicação “lista vazia”. Avançar para o ponto 12.</p>	

Elementos Organizativos:

Seq	Procedimento	
	<p><b>3.2. Existem pedidos – Verificar o total de pedidos.</b></p>	<div data-bbox="986 286 1268 571"> <p><b>3.2</b> <b>BOSCH SOL</b></p> <p>Lugar: AN 0030004 TO Nr: 0021758742/1  Material: 8928909468 Qtd: 1000  Linha: SMC22 Qtd Ac: 0(0)  TO: 1/25 Prox. Lugar: AE 0040005</p> <p>MatLabelPickId</p> <input type="text"/> <p>Salr Lista Erros Saltr Continuar Finalizar</p> <p>MatLabelPickIdForm</p> </div> <div data-bbox="986 577 1268 862"> <p><b>4</b> <b>BOSCH SOL</b></p> <p>Lugar: AN 0030004 TO Nr: 0021758742/1  Material: 8928909468 Qtd: 1000  Linha: SMC22 Qtd Ac: 0(0)  TO: 1/25 Prox. Lugar: AE 0040005</p> <p>MatLabelPickId</p> <input type="text"/> <p>Salr Lista Erros Saltr Continuar Finalizar</p> <p>MatLabelPickIdForm</p> </div>
<p><b>4</b></p>	<p>Visualizar os campos:</p> <p><b>4.1.</b> Lugar</p> <p><b>4.2.</b> Número de peça</p> <p><b>4.3.</b> Linha a abastecer</p> <p><b>4.4.</b> Quantidade a abastecer</p>	
<p><b>5</b></p>	<p>Pegar no respetivo carro de abastecimento.</p> <p>Cada carro tem a indicação da linha e diferentes separadores consoante se trate de bobines pequenas ou bobines grandes.</p>	<div data-bbox="943 887 1284 1137"> <p><b>5</b></p>  </div>
<p><b>6</b></p>	<p>Deslocar-se ao 1º lugar a abastecer de acordo com a rota de picking definida.</p> <p><b>6.1.</b> Pegar na 1ª bobine do canal.</p> <p>Caso tenha mais do que 1 canal, retirar do canal com a identificação "<b>retire aqui</b>" até a ultima bobine. Após a retirada da ultima bobine deslocar o cartão "<b>retire aqui</b>" para a proximo canal.</p>	<div data-bbox="970 1267 1246 1514"> <p><b>6.1.</b></p>  </div>





Seq	Procedimento	
	<p><b>6.2. Verificar número de peça</b></p> <p><b>6.3. Verificar quantidade pedida</b></p> <p><b>6.3.1.</b> Se o número de peça e quantidade da bobine for diferente da quantidade pedida, clicar em finalizar.</p> <p><b>6.3.2.</b> Se o material for PCB ou Material Radial e tiver selo laranja, devoluções de MOE1, (Lugar 1A, 1B, 1,...), proceder da seguinte forma:</p> <p><b>6.3.2.1</b> Ler todas os Lotes de placas que estão no lugar e que aparece no campo "QTD"</p> <p><b>6.3.2.2</b> Depois de ler todos os Lotes, o campo "Qtd Ac" ficará com o mesmo número de Lotes que o campo "Qtd" e então deve-se clicar em "Finalizar"</p> <p><b>6.3.3.</b> Se o número de peça e quantidade for igual a quantidade pedida fazer leitura da Mat Label.</p> <p>Irá a aparecer no PDA a indicação de confirmação da linha a abastecer, pressionar "Ok" ou "Continuar" para passar ao pedido seguinte.</p>	<p><b>6.2</b></p>  <p><b>6.3.1</b></p>  <p><b>6.3.2</b></p>  <p><b>6.3.2.1</b></p>  <p><b>6.3.2.2</b></p>  

Seq	Procedimento	
7	Se ao executar o picking, verificar que o material pedido não existe pressionar a opção "saltar" e informar supervisor/coordenador.	
8	Colocar o material no carro de abastecimento no local correspondente à linha.	
9	Repetir passos do ponto 6 e 8, até terminar a lista de picking.	
10	Quando terminar a lista de picking aparecerá o relatório de picking. Imprimir se necessário, pressionando a opção "imprimir".	
10.1.	Para sair da função de picking pressionar "sair".	




Seq	Procedimento
11	Distribuir o material nas linhas, nos respetivos pontos de entrega.
12	<p>Se num ciclo não houver pedidos ou se a quantidade de pedidos não ocupar o tempo de ciclo, realizar as seguintes tarefas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>12.1. Efetuar devoluções</li> <li>12.2. Ajustar o material nos lugares</li> <li>12.3. Efetuar saídas de material urgente/sem stock.</li> <li>12.4. Efetuar saídas de material para preparar fases.</li> </ul>

# ANEXO IV – PROCESSO DE DEVOLUÇÃO DE MATERIAL NO ARMAZÉM SMD (ANTES DA IMPLEMENTAÇÃO DA PROPOSTA DE MELHORIA)

Figura 73. Processo de devolução de material no armazém SMD

 <b>Devoluções de MOE1 para Armazém SMD</b>	
Seq	Procedimento
1	<p>Recolher os carros do material na área de preparação de fases de MOE1.</p> <p>O material tem que estar acondicionado e assinalado com selo laranja.</p>
2	<p>Transportar os carros para o interior do armazém SMD e coloca-los na zona existe para o efeito.</p> 
3	<p>Preparar o PDA com a opção "devoluções da produção".</p>  <p>3.1. Fazer leitura do código de barras do nº peça do material.</p> <p>3.2. Aparece a indicação do lugar do material. Colocar o material no carro correspondente ao corredor. Pressionar "continuar" para passar ao próximo material a ser lido.</p> 



Seq	Procedimento	
3.3.	<p>Colocar o material pequeno em cima.</p> <p>Colocar o material grande em baixo.</p> <p>Repetir a operação até o carro estar cheio ou não existir mais material.</p>	<p>3.3.</p> 
4	Pegar no carro e dirigir-se aos corredores pela zona de picking.	<p>4</p> 
5	Preparar PDA com a opção "entradas de devoluções".	<p>5</p> 

## Procedimento

Fazer leitura do código de barras.

6.1. Do material



6.2. Do lugar



Verificar a informação do PDA.

7.1. Se **OK** aparece a indicação da imagem. Está pronto para fazer nova leitura.



7.2. Se **Não OK** aparece a indicação da imagem. Tem que se feita nova leitura no lugar correto.

