NOVA SCHOOL OF SCIENCE & TECHNOLOGY

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA E INDUSTRIAL

LUÍS FILIPE FARIA VIANA

Licenciado em Ciências de Engenharia e Gestão Industrial

OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DO PICKING NUM ARMAZÉM DE UM CENTRO DE REPARAÇÕES DE ELETRÓNICA COM RECURSO À FILOSOFIA *LEAN*

DISSERTAÇÃO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE
EM ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL

Universidade NOVA de Lisboa
novembro, 2021

NOVA SCHOOL OF SCIENCE & TECHNOLOGY

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA E INDUSTRIAL

OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DO PICKING NUM ARMAZÉM DE UM CENTRO DE REPARAÇÕES DE ELETRÓNICA COM RECURSO À FILOSOFIA *LEAN*

DISSERTAÇÃO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE
MESTRE EM ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL

LUÍS FILIPE FARIA VIANA
Licenciado em Ciências de Engenharia e Gestão Industrial

Orientador: Professor Doutor Nuno Alexandre Correia Martins Cavaco,
Professor Convidado,
Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa

Coorientador: Afonso Dourado, Engenheiro Industrial,
CEO Dourado Supply Chain Consulting

Júri:

Presidente: Doutora Ana Paula Ferreira Barroso, Professora Auxiliar,
Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa.

Vogais: Doutora Maria do Rosário de Meireles Ferreira Cabrita, Professora Auxiliar,
Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa;
Doutor Nuno Alexandre Correia Martins Cavaco, Professor Auxiliar Convidado,
Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa.

MESTRADO EM ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL

Universidade NOVA de Lisboa
novembro, 2021

Otimização Do Processo Do *Picking* Num Armazém De Um Centro De Reparações De Eletrónica Com Recurso À Filosofia *Lean*

Copyright © LUÍS FILIPE FARIA VIANA, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa.
A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade NOVA de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Nothing but the Best

AGRADECIMENTOS

Ao professor Nuno Cavaco o meu agradecimento por todo o apoio e orientação indispensáveis na realização da dissertação.

Ao Engenheiro Afonso Dourado, o meu profundo obrigado por toda a partilha de conhecimento no decurso do projeto TSC 4.0, sendo para mim uma referência da Engenharia Industrial.

Ao Rui Fortunato e José Simões, pela oportunidade de integrar a equipa do TSC, e pela disponibilidade ao longo desta jornada.

A toda a equipa TSC, um enorme obrigado pelo clima fantástico de amizade e entreajuda com que me receberam.

À equipa de Armazém, e ao coordenador Pedro Machado, um especial agradecimento por toda a disponibilidade e suporte dado para a realização do presente estudo de caso

À minha família, por todo o apoio durante o meu percurso, e por serem uma enorme fonte de motivação para a concretização de objetivos e superação de desafios.

Aos meus amigos, um agradecimento por todos os momentos partilhados e por toda a compreensão e apoio durante a escrita da dissertação

"No meio da dificuldade encontra-se a oportunidade"
Albert Einstein

RESUMO

O TSC Worten (*Technical Service Center*) é um centro técnico de reparações de equipamentos eletrónicos do grupo Sonae, que todos os dias procura formas de reduzir o tempo global de reparação e aumentar o nível de qualidade do serviço prestado aos clientes.

Em qualquer organização, as operações logísticas assumem cada vez mais relevância como atividade de suporte à estrutura de serviços essenciais. No caso do TSC, a armazenagem de peças é uma atividade crítica no processo de reparações técnicas de equipamentos, uma vez que a gestão eficiente das operações envolvidas (das quais se destaca o *picking*) tem impacto direto na qualidade do serviço prestado ao cliente (satisfação relativamente ao prazo de reparação) e constitui fator de competitividade face à sua concorrência.

O processo do *picking* (recolha das peças em armazém) impacta financeiramente na empresa, sendo por isso necessário maximizar os níveis de eficiência desta atividade. Perante este desafio, o presente caso de estudo teve como foco a otimização do processo do *picking,* tendo sido baseado na filosofia *Lean*, contemplando a eliminação de desperdícios. Um mapeamento da sequenciação de tarefas e uma análise ao valor de cada tarefa e atividade, permitiu identificar as principais fontes de desperdício no processo do *picking*, conduzindo posteriormente ao desenho e implementação de soluções que permitiram reduzir o tempo de execução da operação.

Das soluções já implementadas, fundamentalmente relativas à revisão das estratégias do *picking* aplicadas, resultou uma redução de 53% do tempo de atividade. Tendo em conta as soluções atualmente em desenvolvimento, estima-se que permitirão, no total, reduzir o processo em 80% do seu tempo (face ao tempo da atividade previamente à implementação do caso de estudo) e reduzir os custos com pessoal em cerca de 24 000 € por ano.

Palavras chave: *Picking*, *Lean*, Desperdício, Valor Acrescentado, Otimização, Gestão de Armazém

ABSTRACT

The TSC Worten (Technical Service Center) is a technical repair center for electronic equipment belonging to the Sonae group, which every day looks for ways to reduce the overall repair time and increase the level of quality of service provided to customers.

In any organization, logistical operations assume more and more relevance as an activity to support the structure of essential services. In the case of TSC, parts storage is a critical activity in the process of technical repairs to equipment, since the efficient management of the operations involved (including *picking*) has a direct impact on the quality of service provided to the customer (satisfaction with the repair period) and constitutes a competitive factor in relation to its competition.

The *picking* process (collection of parts from the warehouse) has a financial impact on the company, which is why it is necessary to maximize the efficiency levels of this activity. Faced with this challenge, this case study focused on optimizing the *picking* process, having been based on the *Lean* philosophy, contemplating the elimination of waste. A mapping of the sequencing of tasks and an analysis of the value of each task and activity allowed to identify the main sources of waste in the *picking* process, subsequently leading to the design and implementation of solutions that allowed to reduce the execution time of the operation.

The solutions already implemented, fundamentally relating to the review of applied *picking* strategies, resulted in a 53% reduction in activity time. Considering the solutions currently under development, it is estimated that they will allow, in total, to reduce the process by 80% of its time (in view of the activity time prior to the implementation of the case study) and reduce personnel costs by approximately €24 000 per year.

Keywords: *Picking*, *Lean*, Waste, Value Added, Optimization, Warehouse Management

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS ..... **VI**

RESUMO ..... **IX**

ABSTRACT ..... **XI**

ÍNDICE ..... **XIII**

ÍNDICE DE FIGURAS ..... **XVI**

ÍNDICE DE TABELAS ..... **XIX**

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS ..... **XXI**

1. INTRODUÇÃO **1**

1.1. ENQUADRAMENTO DO ESTUDO 1
1.2. OBJETIVOS DO ESTUDO 2
1.3. METODOLOGIA DE ESTUDO 2
1.4. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO 3

2. ATIVIDADES LOGÍSTICAS EM ARMAZÉM, PROCESSO DO *PICKING* E A FILOSOFIA *LEAN* COMO APOIO À SUA MELHORIA **5**

2.1. LOGÍSTICA 5
2.2. GESTÃO DE ARMAZÉM 6
2.3. PROCESSO DO *PICKING* 7
2.3.1. Descrição do Picking em Armazém *7*
2.3.2. Estratégias do Picking *8*
2.4. FILOSOFIA *LEAN* 11
2.4.1. A História do Lean *11*
2.4.2. Toyota Production System *12*
2.4.3. Fontes de Resíduo e Tipos de Desperdícios *14*
2.4.4. Ferramentas Lean *17*
2.4.5. Benefícios e Limitações da Filosofia Lean *20*
2.5. CONCLUSÕES DO CAPÍTULO 20

3. CONTEXTUALIZAÇÃO DO TSC WORTEN E DA OPERAÇÃO DO PICKING **23**

3.1 SONAE 23
3.1.1 Missão e Valores *23*
3.1.2 Áreas De Negócio *24*
3.1.3 Resultados Anuais 2020 ..... *25*

3.2 WORTEN 26
3.2.1 Apresentação Worten *26*
3.2.2 História *26*
3.3 TECHNICAL SERVICE CENTER 27
3.3.1 Apresentação TSC *27*
3.3.2 Organização *27*
3.4 PROCESSO DO *PICKING* 30
3.4.1 Contextualização *30*
3.4.2 Organização do Layout – Subprocesso Recolha *36*
3.4.3 Organização do Layout – Subprocesso de Entrega *40*
3.5 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO 42

4. ESTUDO DE CASO: MELHORIA DO PROCESSO DO PICKING 43

4.1 DESCRIÇÃO DO PROCESSO 44
4.2 IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES DE MELHORIA 53
4.3 DEFINIÇÃO, DESENHO, DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DE SOLUÇÕES 59
4.3.1 Estratégia do Picking *59*
4.3.2 Estratégia de Gestão de Inventário *61*
4.3.3. Desenvolvimento IT *63*
4.3.4 Equipamentos de Organização *66*
4.4 ANÁLISE DADOS E DISCUSSÃO 67
4.5 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO 73

5. CONCLUSÕES 75

5.1 CONCLUSÕES SOBRE OS RESULTADOS OBTIDOS 75
5.2 DIFICULDADES E LIMITAÇÕES DO ESTUDO 76
5.3 PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS 76

BIBLIOGRAFIA 79

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1 - ESTRATÉGIAS DO *PICKING* 11
FIGURA 2.2 - EVOLUÇÃO HISTÓRICA DO *LEAN* 12
FIGURA 2.3 - COMPARATIVO ENTRE MELHORIA CONTÍNUA E INOVAÇÕES ESPORÁDICAS 13
FIGURA 2.4- EXEMPLO PRÁTICO DOS TIPOS DE RESÍDUOS 15
FIGURA 2.5 - CASA TOYOTA PRODUCTION SYSTEM 15
FIGURA 3.1 - ORGANIZAÇÃO EQUIPA TÉCNICA 29
FIGURA 3.2 - ORGANIZAÇÃO EQUIPA SUPPLY CHAIN 29
FIGURA 3.3 - FLUXO DE EQUIPAMENTOS DO TSC 31
FIGURA 3.4 - ENQUADRAMENTO DO FLUXO DE PEÇAS NO FLUXO DE EQUIPAMENTOS 31
FIGURA 3.5 - FLUXO DE PEÇAS DO TSC 32
FIGURA 3.6 - GRÁFICO DA DISTRIBUIÇÃO MENSAL DO VOLUME DE PEÇAS ENTREGUES, ENTRE NOVEMBRO 2020 E FEVEREIRO 2021 32
FIGURA 3.7 - CORRELAÇÃO ENTRE O VOLUME DE PEÇAS E O NÚMERO DE EQUIPAMENTOS REPARADOS NO TSC 33
FIGURA 3.8 - INCIDÊNCIA DO NÚMERO DE PEÇAS POR ORDEM DE REPARAÇÃO 33
FIGURA 3.9 - EXEMPLO DE PEÇA DO TSC 35
FIGURA 3.10 - CONSTITUIÇÃO DOS PROCESSOS DE RECEÇÃO DE PEÇAS E ALOCAÇÃO DE PEÇAS 35
FIGURA 3.11 - LAYOUT ARMAZÉM DE PEÇAS DO TSC 36
FIGURA 3.12 - EXPOSITOR GIRATÓRIO DE ARMAZENAMENTO DE PEÇAS 37
FIGURA 3.13 - RACK ARMAZÉM DE PEÇAS DO TSC VISTA DE FRENTE 38
FIGURA 3.14 - ORGANIZAÇÃO DAS SUBLOCALIZAÇÕES DE UMA GAVETA EM ARMAZÉM 38
FIGURA 3.15 - EXEMPLO DA TIPIFICAÇÃO DAS LOCALIZAÇÕES PARA RESPETIVA NOMENCLATURA 38
FIGURA 3.16 - NOMENCLATURA DE UMA LOCALIZAÇÃO EM ARMAZÉM 39
FIGURA 3.17 - RACK EM ARMAZÉM PARA SEPARAÇÃO DAS PEÇAS POR TÉCNICO 39
FIGURA 3.18 - CARRINHO UTILIZADO NA RECOLHA DE PEÇAS EM ARMAZÉM 39
FIGURA 3.19 - LAYOUT PISO 0 DO TSC 40
FIGURA 3.20 - LAYOUT DO PISO -1 DO TSC 41
FIGURA 3.21 - LAYOUT DO PISO 2 DO TSC 41
FIGURA 4.1 - FASES DO DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO DE CASO 43
FIGURA 4.2 - PROCESSO DO FLUXO DO TSC ALVO DE MELHORIA 44
FIGURA 4.3 - MENU EFETUAR *PICKING* EM WSS 44
FIGURA 4.4 - EXTRAÇÃO DA LISTAGEM DAS PEÇAS A RECOLHER EM ARMAZÉM 45
FIGURA 4.5 - FILTRAGEM DA LISTA DE *PICKING* POR TÉCNICO 46
FIGURA 4.6 - ORDENAÇÃO DA LISTAGEM DE *PICKING* POR OR 46
FIGURA 4.7 - SINALÉTICA DE PEÇA RECOLHIDA NA LISTAGEM DE *PICKING* 48

FIGURA 4.8 - *SCROLL* LATERAL PARA REGISTAR PEÇA RECOLHIDA 48
FIGURA 4.9 - REGISTO DO NÚMERO DE SÉRIE DA PEÇA RECOLHIDA 49
FIGURA 4.10 - SEQUENCIAÇÃO DAS TAREFAS E ATIVIDADES DO SUBPROCESSO DE RECOLHA DE PEÇAS E RESPETIVO VALOR PARA O CLIENTE 54
FIGURA 4.11 - COMPARATIVO DO VOLUME DE PEÇAS ENTREGUE POR PICKER NA PRIMEIRA SEMANA DE MARÇO 2021 55
FIGURA 4.12 - EXEMPLIFICAÇÃO DO SISTEMA DE PEÇAS CATIVADAS EM ARMAZÉM 56
FIGURA 4.13 - QUADRO RESUMO DAS OPORTUNIDADES DE MELHORIA IDENTIFICADAS POR ÁREA DE ATUAÇÃO 58
FIGURA 4.14 - CICLO PDCA NA IMPLEMENTAÇÃO DO *WAVE PICKING* 59
FIGURA 4.15 - CONTROLO DE HORÁRIOS DE RECOLHA E ENTREGA 60
FIGURA 4.16 - HIPÓTESE DE SOLUÇÃO DA EXPANSÃO DO ARMAZÉM DE PEÇAS 63
FIGURA 4.17 - SEQUENCIAÇÃO DAS TAREFAS E ATIVIDADES DO SUBPROCESSO DE RECOLHA DE PEÇAS E RESPETIVO VALOR PARA O CLIENTE NA SOLUÇÃO A IMPLEMENTAR 64
FIGURA 4.18 - ETIQUETA PARA CADA PEÇA A ENTREGAR 66
FIGURA 4.19 - ALTERAÇÃO AO MENU DE *PICKING* EM WSS 66
FIGURA 4.20 - EXEMPLO DE CARRINHO DE *PICKING* A ADQUIRIR 66
FIGURA 4.21 - EXEMPLO DE IMPRESSORA DE ETIQUETAS A ADQUIRIR 66
FIGURA 4.22 - GRÁFICO DO VOLUME DE PEÇAS ENTREGUES ENTRE JANEIRO 2021 E SETEMBRO 2021 69
FIGURA 4.23 - GRÁFICO DE CORRELAÇÃO ENTRE PEDIDOS DE PEÇAS E ENTREGAS DE PEÇAS 70
FIGURA 4.24 - GRÁFICO DE CORRELAÇÃO ENTRE PEDIDOS DE PEÇAS, ENTREGAS DE PEÇAS E PEÇAS RECEBIDAS PARA OR 71

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 2.1- TIPOS DE RESÍDUOS E RESPETIVA DESCRIÇÃO 14
TABELA 2.2 - TIPOS DE DESPERDÍCIO E RESPETIVA DESCRIÇÃO 16
TABELA 2.3 - PLANO DE AÇÕES POSTERIOR À ELABORAÇÃO DO VSM 17
TABELA 2.4 - FASES DO CICLO PDCA 20
TABELA 3.1 - PRINCÍPIOS E VALORES DO GRUPO SONAE 24
TABELA 3.2 - EMPRESAS DO GRUPO SONAE 25
TABELA 3.3 - EQUIPAS OPERACIONAIS DO TSC 28
TABELA 3.4- PRINCIPAIS INDICADORES DE PERFOMANCE DO TSC 30
TABELA 3.5 - DESCRIÇÃO DA INFORMAÇÃO DISPONIBILIZADA NA ETIQUETA DE UMA PEÇA NO TSC 34
TABELA 3.6 - DIFERENTES ESTADOS DE PEÇA EM WSS 36
TABELA 3.7 - CÁLCULO DO NÚMERO DE LOCALIZAÇÕES DO ARMAZÉM DE PEÇAS 37
TABELA 3.8 - NÚMERO DE TÉCNICOS POR EQUIPA TÉCNICA 41
TABELA 4.1 - REGISTO DOS TEMPOS MÉDIOS CRONOMETRADOS DAS TAREFAS DO SUBPROCESSO DE RECOLHA DE PEÇAS 50
TABELA 4.2 - AGRUPAMENTO DAS TAREFAS DO SUBPROCESSO DE RECOLHA DE PEÇAS POR ATIVIDADES 51
TABELA 4.3 - REGISTO DOS TEMPOS MÉDIOS CRONOMETRADOS DAS TAREFAS DO SUBPROCESSO DE ENTREGA DE PEÇAS 52
TABELA 4.4 - SÍNTESE DA ESTRATÉGIA DE *PICKING* UTILIZADA 53
TABELA 4.5 - TEMPOS DE EXECUÇÃO POR VALOR DA ATIVIDADE 55
TABELA 4.6 - SÍNTESE DAS OPORTUNIDADES DE MELHORIA IDENTIFICADAS E O RESPETIVO DESPERDÍCIO ASSOCIADO 57
TABELA 4.7 - SÍNTESE DA ESTRATÉGIA DE *PICKING* IMPLEMENTADA 61
TABELA 4.8 - REQUISITOS À IMPLEMENTAÇÃO DA SOLUÇÃO DESENHADA 65
TABELA 4.9 - ESTADO DA SOLUÇÃO DEFINIDA PARA CADA OPORTUNIDADE DE MELHORIA IDENTIFICADA 68
TABELA 4.10 - ALTERAÇÃO DOS TEMPOS DAS TAREFAS COM AS SOLUÇÕES IMPLEMENTADAS 68
TABELA 4.11 - ALTERAÇÃO DOS TEMPO DE IDENTIFICAÇÃO DE PEÇA POR TIPOLOGIA 69
TABELA 4.12 - NÚMERO DE ENTRADAS DE EQUIPAMENTOS NO TSC ENTRE MARÇO 2021 E JUNHO 2021 70
TABELA 4.13 - TEMPOS DE EXECUÇÃO DA TAREFA E RESPETIVO VALOR COM AS SOLUÇÕES IMPLEMENTADAS 71
TABELA 4.14 - TEMPOS DE EXECUÇÃO DA TAREFA E RESPETIVO VALOR COM AS SOLUÇÕES A IMPLEMENTAR 72
TABELA 4.15 - ANÁLISE COMPARATIVA AO IMPACTO DO VALOR DAS ATIVIDADES NA RECOLHA DE PEÇAS 72
TABELA 4.16 - ANÁLISE COMPARATIVA AO CUSTO ANUAL EM FTES NA OPERAÇÃO DO *PICKING* 73

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

WMS - *Warehouse Management System*

WSS - Worten *Service Site*

PDCA - *Plan, Do, Check, Act*

FIFO - *First In First Out*

LIFO - *Last In First Out*

KPI - *Key Indicator Perfomance*

TAT - *Turn Around Time*

IT - *Information Technology*

FTE - *Full Time Equivalent*

SKU - *Stock Keeping Unit*

OR - Ordem de Reparação

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo são apresentados o enquadramento, objetivos e metodologia do estudo desenvolvido, assim como a estrutura da presente dissertação.

1.1. Enquadramento do Estudo

O desenvolvimento tecnológico sentido nos últimos anos, tem proporcionado aos diversos consumidores a oportunidade de terem um mundo à sua disposição numa questão de segundos. Esta transformação, conduz a um maior foco por parte das empresas na satisfação do cliente, tendo em vista o cumprimento de fatores de sucesso.

A Worten, empresa do grupo Sonae e líder do retalho eletrónico a nível nacional, tem como missão a satisfação do cliente. Neste sentido, tem nos últimos anos expandido o seu portfólio de negócios, sendo uma das novidades, o serviço pós-venda, onde existe uma procura pela fidelização do cliente do retalho, que além de comprar os equipamentos, no caso de avaria, pode confiar na Worten para a sua reparação. Com o passar dos anos e o crescimento do negócio, foi sentida a procura de mercado por serviços mais especializados, sendo em 2017 criado o TSC – *Technical Service Center*.

Este centro de reparações de equipamentos de eletrónica, assemelha-se a um ambiente de fabril, cuja matéria-prima são os equipamentos avariados e as peças, e a produção são as reparações dos equipamentos.

Líder do retalho a nível nacional, a Worten, de modo a ser líder no serviço pós-venda, compreende a necessidade de ter os seus processos otimizados a nível de eficiência e eficácia, de modo a garantir a satisfação do cliente, ao mesmo tempo que não incorre em grandes custos permitindo a sua sustentabilidade.

O presente estudo insere-se num estágio profissional, coexistindo com um projeto denominado por TSC 4.0, liderado pelo consultor Afonso Dourado, *owner* da Dourado Supply Chain Consulting. O TSC 4.0 visa a otimização dos fluxos produtivos do TSC, e o presente estudo debruça-se sobre a aplicação de uma abordagem *Lean* no aumento da eficiência do processo do *picking*.

1.2.**Objetivos do Estudo**

O objetivo definido pela direção do TSC para o processo do *picking*, consiste por melhorar a qualidade de entrega das peças pelo armazém à equipa técnica de reparação ao mesmo tempo que é reduzido o número de FTEs - *Full Time Equivalent's* - alocados à operação, através da redução do tempo de execução da operação.

A utilização de ferramentas e metodologias desenvolvidas dentro da filosofia *Lean*, que visa essencialmente acrescentar valor do ponto de vista do consumidor, permite às empresas um aumento dos níveis de eficiência nas operações através da redução de desperdícios gerados no decorrer das tarefas e atividades.

A prática da filosofia *Lean* nas organizações a nível mundial, tem sido cada vez mais recorrente com o objetivo de reduzir custos e tempos de processamento, e aumentar os níveis de qualidade. Neste sentido, são aplicadas as ferramentas *Lean* no processo do *picking*, de modo a procurar uma otimização com vista a reduzir o tempo e custo associado à operação, e diminuir o tempo de entrega de peças para a reparação.

Além da melhoria do processo do *picking*, realizado no armazém do TSC, com recurso à filosofia *Lean*, é neste estudo avaliada a estratégia do *picking* em vigor e comparada com estratégias já abordadas em artigos científicos, de modo a proporcionar uma maior eficiência na entrega da matéria-prima à reparação de equipamentos. Desta forma, será possível correlacionar as diferentes estratégias do *picking* com um aumento de eficiência na operação

1.3.**Metodologia de Estudo**

Na presente dissertação, é explorado um estudo de caso, no qual são descritas situações e problemáticas reais de uma organização a fim de serem testadas teorias e hipóteses que permitam aumentar os níveis de eficiência da mesma organização.

A escolha por esta abordagem, do estudo de caso, deve-se por ser o método comumente utilizado pela comunidade científica em investigações de casos contemporâneos dentro de um cenário da vida real, e pela sua abrangência nas áreas de investigação e intervenção (Taylor, 2020).

A recolha de dados do estudo foi realizada através de uma revisão bibliográfica e uma observação e extração de dados na organização.

A condução do estudo de caso, foi dividida em 4 fases.

Numa primeira fase é analisado o processo ao pormenor, identificando todas as tarefas e a sua sequenciação. Esta análise ao processo deriva da observação direta, e da informação disponibilizada tanto pelos operadores de armazém como pelo responsável de área.

Mapeado o processo, e para uma análise mais eficiente do mesmo, foram medidos os tempos de execução de cada tarefa com recurso à cronometragem.

A segunda fase passa pela identificação de oportunidades de melhoria, onde é analisado o processo com vista a identificação de pontos de melhoria. A identificação de oportunidades de melhoria no processo do *picking*, enquadrando com a filosofia *Lean*, é realizada através da identificação de desperdícios. Apesar de no presente estudo não ser apresentado a ferramenta

Lean VSM com as devidas regras de esquematização, é aplicada a sua essência, que consiste na distinção entre atividades de valor acrescentado e atividades de valor não acrescentado, na ótica do técnico de reparação, que no processo em estudo é o cliente do armazém.

A identificação de problemas com vista à definição de novas soluções, foi também realizada através de reuniões entre os principais intervenientes no processo de recolha e entrega de peças, e através de análise empírica a estudos já publicados.

A fase seguinte consiste na definição, desenho, desenvolvimento e implementação de soluções. Esta abordagem passa por responder às oportunidades de melhoria identificadas, numa primeira instância através da definição e desenho da solução, onde são levantados os requisitos funcionais e operacionais. Estes mesmos requisitos são posteriormente trabalhados, correspondendo ao desenvolvimento da solução, de modo a ser possível uma implementação eficaz da solução definida para as oportunidades de melhoria identificadas.

As metodologias aplicadas na definição e desenho das soluções enquadram-se numa filosofia *Lean* onde são minimizadas ou até eliminadas as atividades de valor não acrescentado e, por conseguinte, os desperdícios associados ao processo em análise.

No presente estudo, os requisitos foram divididos por dois tipos: requisitos funcionais, referentes a alterações de software e entregues à equipa de desenvolvimento IT, e requisitos operacionais que correspondem a alterações de *layout* ou aquisição de novos equipamentos.

A última fase da aplicação do estudo de caso, é a análise de dados, onde são analisados os resultados das soluções implementadas, de modo a estudar e avaliar o impacto das soluções no processo e identificar potenciais pontos de melhoria.

1.4. Estrutura da Dissertação

A dissertação encontra-se dividida por cinco capítulos.

O primeiro capítulo é o presente, a introdução, onde são apresentadas as motivações, objetivos e metodologia do estudo.

No segundo capítulo é apresentada a revisão bibliográfica de dois temas principais:

1. O processo do *picking* em armazém, mais concretamente sobre as várias estratégias estudadas e publicadas, e os impactos que o processo em análise pode ter em toda a cadeia de abastecimento de uma organização
2. A filosofia *Lean* e todo o seu contexto histórico assim como os principais conceitos, que quando aplicados podem conduzir a uma redução de desperdícios na execução de processos.

O terceiro capítulo aborda toda a envolvente ao processo do *picking* no centro de reparações de eletrónica. Desde a missão e visão da empresa até à descrição do *layout* do centro de reparações de eletrónica, este capítulo possibilita uma maior compreensão do processo em estudo.

No quarto capítulo, é explorado o estudo de caso. Além de apresentadas a sequenciação de tarefas que compõe o processo do *picking*, são identificadas oportunidades de melhoria e implementadas soluções com recurso à filosofia *Lean*. O resultado das mesmas soluções é também discutido no quarto capítulo.

Por fim, no quinto capítulo, são apresentadas as conclusões do presente estudo, onde são realçados os resultados obtidos, identificadas as principais limitações e dificuldades do presente estudo, e ainda uma proposta de trabalhos futuros no seguimento do estudo realizado.

2.
ATIVIDADES LOGÍSTICAS EM ARMAZÉM, PROCESSO DO *PICKING* E A FILOSOFIA *LEAN* COMO APOIO À SUA MELHORIA

Realizada uma revisão bibliográfica do processo do *picking*, enquadrado nas operações logísticas de armazém, é realçada a sua importância na eficiência de uma organização. É também realizada uma revisão bibliográfica da história e principais conceitos *Lean*, que servem como alavanca aos níveis de eficiência nos processos de uma organização, permitindo destacar a filosofia *Lean* como um fator crítico de sucesso para um maior destaque sob a concorrência.

2.1. Logística

> A logística em qualquer empresa, funciona como um departamento de suporte ao negócio, e consiste num conjunto de técnicas, conhecimentos e metodologias destinadas a providenciar o fluxo de abastecimento de consumos e mercadorias (de Koster et al., 2007). A eficiência das operações logísticas contribui de um modo significativo para o sucesso de uma organização, normalmente não através do aumento do volume de receitas, mas sim pela redução de custos operacionais, o que permitirá às empresas a obtenção de um volume de lucro maior (Jiang et al., 2018).

Além da redução dos custos operacionais, um aumento dos níveis de eficiência nas operações logísticas, permitirá gerar uma maior satisfação no cliente, quer pela redução do tempo de um serviço, quer pela redução do custo de um produto (*Solar, Wind and Logistic Substitution in Global Energy Supply to 2050 – Barriers and Implications | Elsevier Enhanced Reader*). Isto traduzir-se-á num aumento da competitividade empresarial, capacitando e dotando a organização para um aumento da sua quota de mercado face à concorrência (Chikán et al., 2022).

No âmbito de aumentarem os índices competitivos face à concorrência, as organizações procuram constantemente por inovação (Chikán et al., 2022). A exploração bem sucedida

de uma nova ideia, pode ser através de um aumento da gama de produtos e serviços ou através de uma melhoria aplicada nos processos da própria organização, procurando a ideia de fazer mais (melhores resultados) com menos (diminuição dos recursos despendidos) (Janahi et al., 2021). Neste sentido, e aplicada à área industrial, nasce a Indústria 4.0, resultante de uma quarta revolução industrial, e que representa a automação na indústria através da interligação de diversas tecnologias (Aoun et al., 2021). A promoção da digitalização das atividades industriais, na era da indústria 4.0, permite melhorar os processos, e por conseguinte, aumentar a produtividade de uma empresa.

A sustentabilidade é um conceito interdisciplinar que abrange vertentes sociais, económicas e ambientais (Abu Hanieh et al., 2016), e a aplicação de novas tecnologias com um elevado capital de investimento, poderá comprometer a sustentabilidade de uma empresa a curto prazo a nível económico, e a longo prazo a nível ambiental (Dhall et al., 2021). Por isso, todos os investimentos em tecnologia para o aumento da eficiência de uma organização devem ser realizados olhando também à vertente social, não comprometendo o meio-ambiente com o esgotamento de recursos naturais (Dhall et al., 2021). A logística, dentro de uma organização, é uma área bastante suscetível à produção de resíduos, pelo que o foco das empresas na otimização de processos na área da logística, deve assentar em soluções sustentáveis que visem uma redução de custos e uma eliminação de desperdícios (C. A. Schipper et al., 2017).

2.2. Gestão de Armazém

A gestão de armazenagem desempenha um papel crucial na área logística, sendo a sua otimização alvo de constante identificação de oportunidades de melhoria (Bertolini et al., 2019), visto que as *performances* dos processos em armazém influenciam toda a cadeia de abastecimento (Ni et al., 2018).

A nova era da indústria, nascida nos últimos anos, proporciona um enorme potencial para um aumento da segurança e produtividade das operações em armazém, através da integração entre sistemas de comunicação e de informática (M. T. Pereira et al., 2019).

Para um maior controlo e avaliação das operações em armazém, tem sido recorrente a prática da utilização de tecnologia informática de sistema de gestão de armazém – WMS (M. T. Pereira et al., 2019).

O recurso a esta tecnologia potencia a produtividade das atividades em armazém, tanto a nível administrativo como a nível operacional, aumentando a precisão das informações sobre o *stock* armazenado (Baechler et al., 2016).

A implementação de um WMS, apesar de ser um enorme desafio a nível de desenvolvimento e implementação, dada a múltipla variedade de requisitos para integrar toda a organização, pode também funcionar como um motor de melhoria de processos, tanto na sua duração temporal como no seu controlo e minimização do risco de erro (Mirzaei et al., 2021).

Atualmente é praticamente imperativo, para a eficiência das operações em armazém, o recurso a softwares desta tipologia que permitem rastrear a localização de vários *SKUs - Stock Keeping Units* - e providenciam a atribuição automática de localizações a produtos para armazenar (Halawa et al., 2020).

Em qualquer sistema produtivo, ou simplesmente de distribuição, o armazém é um complexo ambiente composto por uma variedade de processos que incluem a receção de bens, alocação, controlo e gestão de inventário, e a recolha de bens, também denominada por *picking* (M. T. Pereira et al., 2019).

A gestão de inventário tem uma grande preponderância na eficiência de um armazém, visto ser a chave para a gestão de níveis de *stock* adequados e para um funcionamento correto e organizado da cadeia de abastecimento (*Green supply chain quantitative models for sustainable inventory management: A review - ScienceDirect*). Da gestão de inventário, além da capacidade do sistema informático utilizado, são destacados dois grandes temas: o método de armazenagem e a organização do *stock* (Teerasoponpong & Sopadang, 2022). O método de armazenagem é caracterizado pelas técnicas de armazenagem, das quais tem como mais frequentemente utilizadas FIFO (*First In First Out*), LIFO - (*Last In First Out*) e FEFO - (*First Expired First Out*) (Sokolov & Drac, 2013). A utilização de *stock*s que entrem em primeiro lugar ou por último lugar, além de ter influência na operação de arrumação do armazém, também tem impactos no balanço contabilístico das organizações (Sokolov & Drac, 2013). Na arrumação de *stock*s, também existem técnicas específicas aplicadas de acordo com os interesses da empresa (Wutthisirisart et al., 2015). Um armazém com elevada taxa de rotatividade, de modo a reduzir o tempo despendido nas deslocações dentro do armazém, arruma os *stock*s de acordo com o critério da rotatividade, ou seja, os *stock*s com uma maior taxa de movimentação são arrumados perto do cais de entrada ou perto do cais do saída (Boysen et al., 2019). No caso da utilização de mercadoria de grande dimensão em armazém, o critério aplicado é o critério de volumetria, em que mais próximo dos pontos de entrada ou de saída do armazém são as unidades de *stock*s de maior dimensão (Roh et al., 2015).

Analisando os processos em armazém, no global da empresa, verifica-se que estes não acrescentam valor ao produto final, no entanto, de modo a evitar uma deterioração do mesmo, é essencial a melhoria da eficiência de todos os processos (Halawa et al., 2020).

2.3. Processo do *Picking*

2.3.1. Descrição do *Picking* em Armazém

A atividade de armazém que mais recursos exige é o *picking* (Kübler et al., 2020), que consiste em recolher os bens armazenados a fim de satisfazer determinado pedido do cliente (Ogasawara et al., 2019).

O *picking*, é realizado por operadores de armazém, designados por *pickers*, que têm como função identificar as localizações, em armazém, do material a recolher, deslocar e recolher o material, de modo a preparar uma encomenda para posterior entrega ao cliente, linha de produção ou entreposto (Boysen & Stephan, 2013).

Esta atividade é considerada como uma operação crítica com impacto direto na satisfação do cliente, por normalmente ser necessária uma duração considerável para a sua execução com eficácia (Aboelfotoh et al., 2019). A nível de custos, o *picking* de encomendas é identificado como a causa para cerca de 60% dos custos totais de armazém, quer seja realizado através de

um sistema manual quer através de sistemas automatizados, devido à atividade de mão de obra intensiva e os altos níveis de investimento de capital, respetivamente (Parikh & Meller, 2008). Por ser uma atividade repetitiva, o *picking* de encomendas, pode causar um impacto significativo na eficiência global do armazém (van Gils et al., 2018), o que conduz a que os gestores de armazém considerem esta atividade como prioritária na procura de um aumento produtivo (Ogasawara et al., 2019).

A preparação das encomendas, por parte do *picker*, é importante que seja executada de uma forma económica e eficiente (van Gils et al., 2018). Num passado recente, esta tarefa era realizada com recurso a papel e caneta, no entanto o aparecimento do WMS, tem permitido minimizar o risco de erro e o esforço de planeamento da atividade (M. T. Pereira et al., 2019).

2.3.2. Estratégias do *Picking*

Apesar da função do *picking* ser comum a todos os armazéns, as metodologias e as formas de gestão aplicadas diferenciam, consoante variáveis como o modelo de negócio, capacidade do armazém e dimensão dos bens a recolher e entregar (de Koster et al., 2007).

A primeira distinção possível no *picking*, sob o ponto de vista macro, supra referida, reside sobre quem executa a atividade, que tanto pode ser um operador de armazém manualmente, ou sistemas automatizados e programados para o efeito (Jiang et al., 2018).

O *picking* automatizado, por exemplo com recurso a robots, é uma tendência de desenvolvimento tecnológico na logística, que visa a minimização da duração da tarefa do *picking* (Bertolini et al., 2019). No entanto, as restrições para a implementação destes sistemas em todos os armazéns, residem no elevado custo de capital e na incerteza na distribuição (Ni et al., 2018), que por sua vez afeta a metodologia de preparação de encomendas.

Apesar de o recurso a sistemas automatizados proporcionar um aumento da produtividade, os sistemas manuais são mais flexíveis para armazéns com um portfolio de produtos heterogéneo e variado, e permitem reagir com maior agilidade a erros provenientes do software WMS utilizado (M. T. Pereira et al., 2019)(Jiang et al., 2018). Estimativas recentes indicam que em cerca de 80% dos armazéns, o *picking* é realizado manualmente (Jiang et al., 2018), apesar da acentuação dos desenvolvimentos tecnológicos que permitem a realização de todo o processo de um modo automático (Baechler et al., 2016).

Para a recolha de um conjunto de bens orientados pela procura, é necessária a presença do *picker* e das informações sobre que produtos são para recolher e a sua respetiva quantidade (Baechler et al., 2016). No âmbito da recolha de artigos, surgem dois princípios distintos na resolução do processo do *picking*:

Goods-To-Picker: Nesta vertente, os artigos a serem recolhidos para entrega, são transportados, automaticamente, desde as suas localizações em armazém até ao *picker*, através de mecanismos como condutas, *conveyors* ou até veículos automatizados (Mirzaei et al., 2021).

Picker-To-Goods: Contrariamente ao princípio do Goods-*To-Picker*, neste formato é o *picker* quem se desloca até aos bens a recolher, de acordo com a *picking* list gerada pelo WMS

(Halawa et al., 2020). Este princípio, atualmente, é o mais utilizado a nível mundial em armazéns, sendo o mais recomendando para espaços físicos de pequena/média dimensão (Kübler et al., 2020).

Dentro da abordagem *Picker-To*-Goods, a estratégia do *picking* segue um de dois caminhos:

Picking-To-Order: Também conhecido como *picking* discreto, esta forma de recolha do material armazenado, caracteriza-se por ser preparada uma encomenda de cada vez, ou seja, o *picker* percorre o armazém para recolher os bens de uma única encomenda, e só depois de esta tarefa estar concluída, é que vai recolher os bens das outras encomendas (Ogasawara et al., 2019). Este método é de pouca eficiência para pequenas encomendas, e deve ser utilizado somente quando estiverem associadas a cada encomenda uma elevada quantidade de bens (Boysen & Stephan, 2013).

Batch Picking: Contrariamente à metodologia do *picking* discreto, esta abordagem consiste em recolher as unidades de várias encomendas para posterior separação (Aboelfotoh et al., 2019). Esta separação pode ocorrer em dois momentos. A separação dos itens por encomenda, por exemplo num carrinho por separadores, à medida que estes vão sendo recolhidos, designa-se por Sort-*while*-Pick ou Cluster *Picking* (Aboelfotoh et al., 2019). A outra alternativa, conhecida como Pick-and-Sort, é a realização da separação por encomenda no final do processo de recolha. Esta situação pode ocorrer se a capacidade do carrinho do *picker* for reduzida, e apesar de a taxa de unidades recolhidas por unidade de tempo ser alta, está a ser transferida a atividade de separação a jusante do processo (Parikh & Meller, 2008).

Outra vertente estratégica importante a definir no planeamento do *picking*, é o Zone *Picking*, que consiste em dividir a área do *picking* em pequenas subáreas e atribui-las à responsabilidade de operadores de armazém distintos (van Gils et al., 2018).

Do Zone *Picking*, derivam duas vertentes. A primeira, Pick-and-Pass, caracteriza-se pela transferência dos itens para a estação de trabalho seguinte, à medida que estes são recolhidos (Pan et al., 2015), e a segunda vertente, *Parallel Picking*, consiste na recolha dos itens de uma forma individualizada por operador, com a separação por encomenda a ocorrer somente no final da atividade de recolha (Ho & Lin, 2017).

A adoção de estratégias do *picking*, com mais do que um *picker*, tem como requisito uma ampla largura dos corredores, a fim de permitir a passagem de mais do que um *picker*, a fim de evitar tempos de espera (van Gils et al., 2018). Caso esse requisito não seja cumprido, pode ser vista como solução a prática do Zone *Picking*, atribuindo a cada operador uma subárea do armazém.

Outra variante estratégica do *picking* é o *Wave Picking*, em que as peças são recolhidas segundo intervalos de tempo pré-estabelecidos ou sob um número objetivo de encomendas, permitindo garantir um melhor controlo da organização do fluxo de trabalho (Ardjmand et al., 2018).

No esquema organizativo da Figura 2.1, são apresentadas as diferentes estratégias abordadas, desde o plano macro até ao plano micro. Existem naturalmente, orientações estratégicas mais específicas no método automatizado e em *Goods-To-Picker*, no entanto não é esse o foco do presente estudo.

No planeamento de um sistema de armazém são explorados três grandes pontos: atribuição de localizações, método de preparação de encomendas, e a rota do *picker* (Kübler et al., 2020). No entanto, outros estudos referem para além das temáticas mencionadas, a organização do *layout* do armazém como um fator de elevada preponderância na eficiência dos processos (De Koster et al., 2012). Estes tópicos, apesar de serem interdependentes, normalmente, são geridos isoladamente (Kübler et al., 2020).

A preparação de encomendas, consiste em aplicar ao armazém em estudo, as melhores estratégias dentro das acima descritas (van Gils et al., 2018).

A atribuição de localizações aos vários items a armazenar, é realizada de modo a minimizar o tempo e esforço de atividade do *picker*, no momento da recolha das unidades para encomenda (Boysen & Stephan, 2013). Atualmente, são utilizados principalmente como critérios de alocação a volumetria dos items, o seu peso ou a taxa de rotação dos items (Ishizaka et al., 2018). Em armazéns de grande dimensão, a organização dos items por taxa de rotação, isto é, pela frequência com que são solicitados na preparação de encomendas, influenciará de forma direta na redução da distância percorrida na operação do *picking* (Glock et al., 2019).

O problema da rota do *picking*, é analisado com o objetivo de minimizar a distância percorrida pelo *picker*, na recolha dos itens (Briant et al., 2020). Em armazéns de grande dimensão são aplicados algoritmos e heurísticas, com o objetivo de a cada encomenda, indicar ao *picker* o caminho a percorrer (Lu et al., 2016).

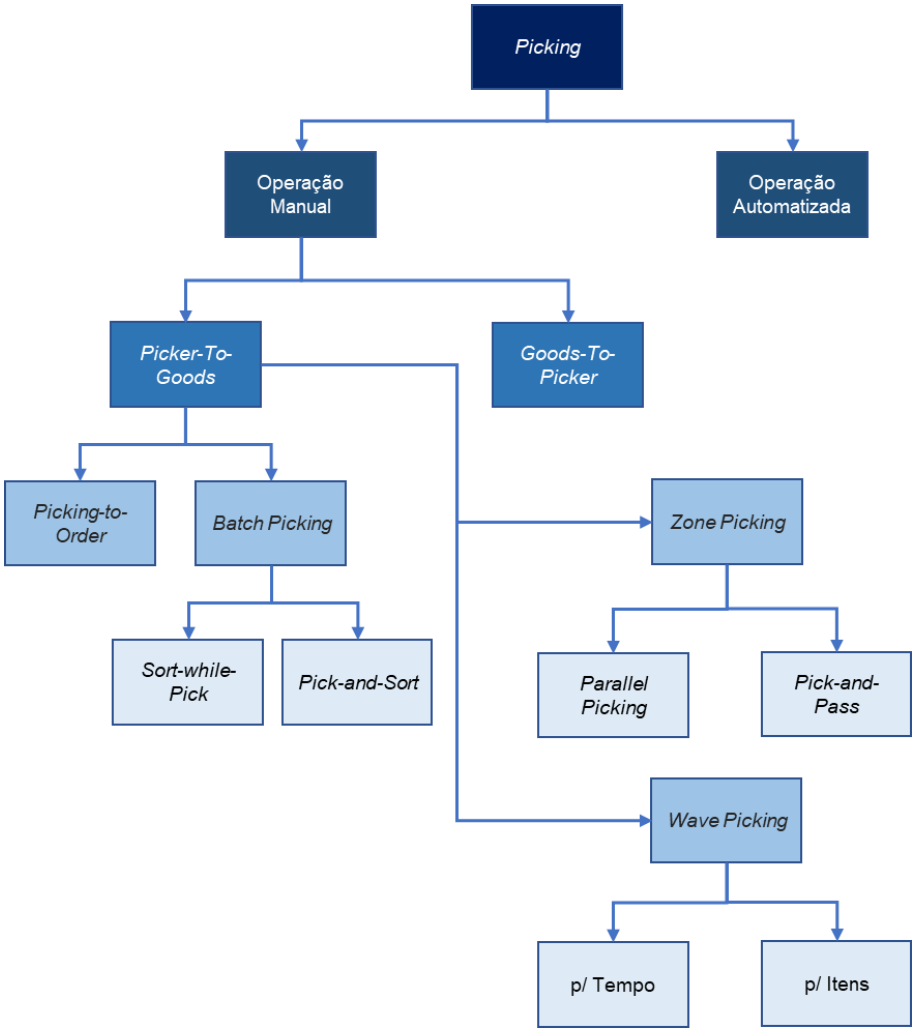


Figura 2.1 - Estratégias do *Picking*

2.4. Filosofia *Lean*

2.4.1. A História do *Lean*

Após a Segunda Guerra Mundial, e com o devastamento de cidades como Hiroshima e Nagasaki, o Japão sentiu a necessidade de uma forte e rápida recuperação a nível económico, infraestruturas e transportes (Kurganov et al., 2021). Em 1955, os engenheiros industriais Taichii Ohno e Shigeo Shingo, assumiram a responsabilidade de desenvolver um novo sistema de produção para a Toyota Motor Company, um sistema focado em altos níveis de produtividade e qualidade, denominado por Toyota Production System (TPS) (Bakri et al., 2012).

Este novo sistema adotava alguns princípios implementados por Frederick Taylor, Frank Bunker Gilbreth e Henry Ford, pioneiros da gestão científica, no início do século XX (Melton, 2005).

Os bons resultados da Toyota levou a que a metodologia aplicada no seu sistema de produção se espalhasse às diversas indústrias no Japão e fosse alvo de estudo e implementada

durante os anos 70 nos restantes países a nível mundial, com um maior enfoque nos Estados Unidos da América (Kurganov et al., 2021).

O facto do conceito TPS estar diretamente associado a uma entidade única, levou a que fossem estudadas diferentes nomenclaturas, sendo atualmente aceite e utilizado o conceito *Lean Manufacturing*, derivado do livro do consultor James Wormack "A Máquina que Mudou o Mundo" em 1990 (Jana & Tiwari, 2021).

A evolução do *Lean* e a sua utilização, em termos históricos, é visto sob 3 estágios, o da criação, o da popularização e o da disseminação (Kurganov et al., 2021), conforme apresentado com referências temporais na Figura 2.2 (adaptado de (Kurganov et al., 2021)).

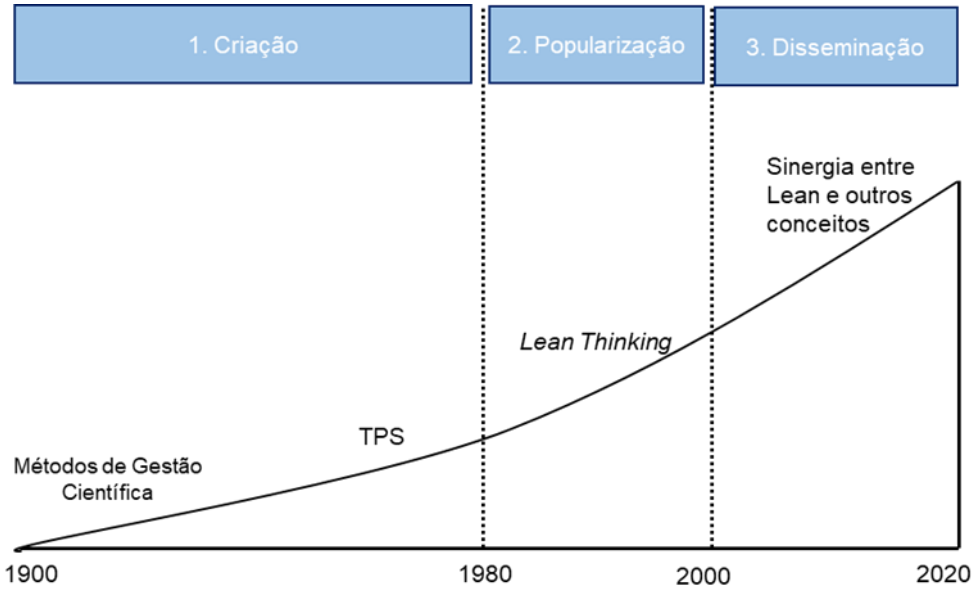


Figura 2.2 - Evolução Histórica do *Lean*

2.4.2. Toyota Production System

TPS é um sistema de produção que visa o aumento da produtividade e eficiência, reduzindo desperdícios como tempo e material e foi desenvolvido sob dois conceitos: *Jidoka e Just-in-Time* (Ram Kumar et al., 2021).

Jidoka é um termo japonês que significa autonomação, isto é, automatismo mas com toque humano. Esta prática é vista como uma forma de garantir a qualidade dos produtos produzidos ao mesmo tempo que são criados dinamismos automáticos com o objetivo de encurtar o tempo de ciclo produtivo (Romero et al., 2019). De uma forma sintetizada, o *Jidoka* contempla 4 passos: descobrir uma anormalidade, interromper o processo de produção, resolução imediata do problema e por fim investigar e corrigir a causa-raiz do problema (Paladugu & Grau, 2020).

Just-In-time é um sistema que tem como objetivo a produção da quantidade exata procurada com uma qualidade perfeita, de forma rápida e sem excessos, transportando o produto para o lugar pretendido no tempo certo (Paladugu & Grau, 2020). Este sistema, assenta num sistema pull, que consiste em produzir em função das exigências do mercado, ou contrário do

sistema *push*, que visa em empurrar a produção, ou seja o material produzido, para o mercado sem que tenham sido levantadas as necessidades do mesmo (Nelson, 2016).

De forma a promover no seio das organizações a aplicação de conceitos que visam o aumento da produtividade e eficiência, é parte integral do TPS a filosofia *Kaizen*, cujo foco é a melhoria contínua (Paladugu & Grau, 2020). Oriundo da junção do termo *Kai*, que significa mudança, com o termo *Zen*, que significa bom, *Kaizen* enfatiza um desenvolvimento de melhoria contínua, o que permite a redução da carga de esforço e da probabilidade de erro no processo de mudança comparativamente a vários e distintos momentos de inovação (Ortiz, 2010).

A inclusão desta forma de pensar nas equipas de trabalho, de melhorar de um modo contínuo, requer altos níveis de criatividade, e aliando às inovações, tem um impacto bastante maior nas operações do que as inovações por si só (Kiran, 2020). A Figura 2.3 (adaptada de

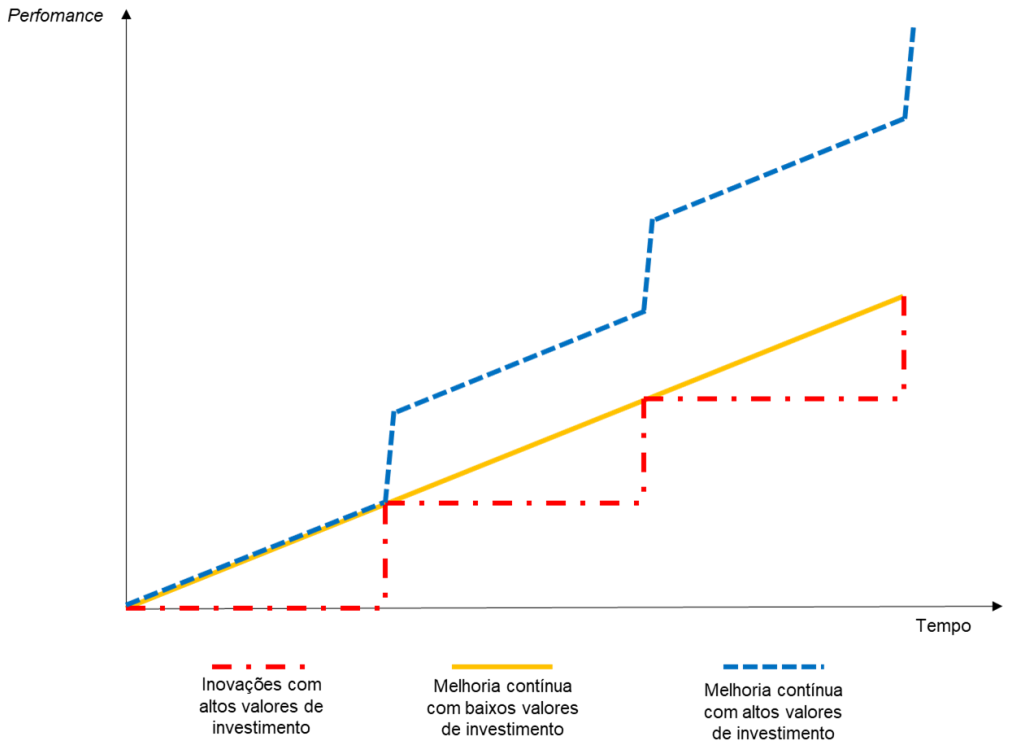


Figura 2.3 - Comparativo entre Melhoria Contínua e Inovações Esporádicas

(Kiran, 2020)), apresenta um gráfico exemplificativo da aplicação da filosofia

Por maior que seja o automatismo dos processos haverá sempre o toque humano, tal como é referido no sistema *Jidoka* (Romero et al., 2019). As organizações são constituídas por pessoas, e o sucesso de uma empresa será sempre influenciado pela performance dos seus trabalhadores (Mascarenhas et al., 2019). Neste sentido, surge como uma das bases do TPS, a estabilidade e a padronização dos processos, promovendo rigor e disciplina no modo de trabalho (Katz et al., 2020). Após cada melhoria processual, é importante formar e preparar as pessoas para o novo procedimento, correndo o risco em caso contrário, de a mudança aplicada não ser cumprida e por isso não serem atingidos os níveis máximos potenciais de eficiência (Mascarenhas et al., 2019).

2.4.3. Fontes de Resíduo e Tipos de Desperdícios

No âmbito do cumprimento dos objetivos da elevação dos padrões de qualidade e da redução de custos e tempo de ciclo produtivo, Taichi Ohno, criador do TPS considerou 3 tipos de resíduos que devem ser eliminados em qualquer processo industrial (Paladugu & Grau, 2020), apresentados na tabela 2.1.

Tabela 2.1- Tipos de Resíduos e Respetiva Descrição

Resíduo	Descrição
Muda (Desperdício)	Dentro deste resíduo, é possível identificar sete tipologias de desperdício. Correspondem a resíduos criados pela própria empresa que não aportam valor às atividades e processos. Por norma, são é o tipo de resíduo principal alvo de diagnóstico para posterior mitigação (Arunagiri & Gnanavelbabu, 2014).
Muri (Excesso)	É referente à sobrecarga a nível de carga de esforço, que pode ter origem na execução de tarefas de elevado nível de dificuldade ou através do manuseamento de cargas pesadas como materiais e equipamentos (Yeh et al., 2021).
Mura (Irregularidade)	Resíduo provocado por sistemáticas paragens e mudanças. O aumento das paragens, conduz a um aumento do tempo de *setup* o que provoca uma redução do tempo de trabalho produtivo (Baysan et al., 2019).

A Figura 2.4, apresenta em síntese um exemplo prático dos três tipos de resíduos que podem ser gerados numa empresa.

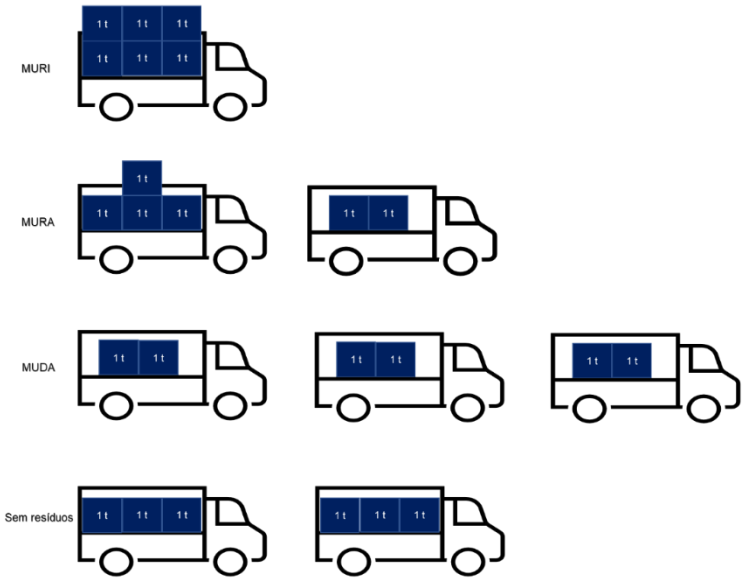


Figura 2.4- Exemplo Prático dos Tipos de Resíduos

A Figura 2.5 apresenta a casa Toyota Production System, que de um modo sintetizado e resumido apresenta os principais princípios ao TPS (adaptado (Paladugu & Grau, 2020)).

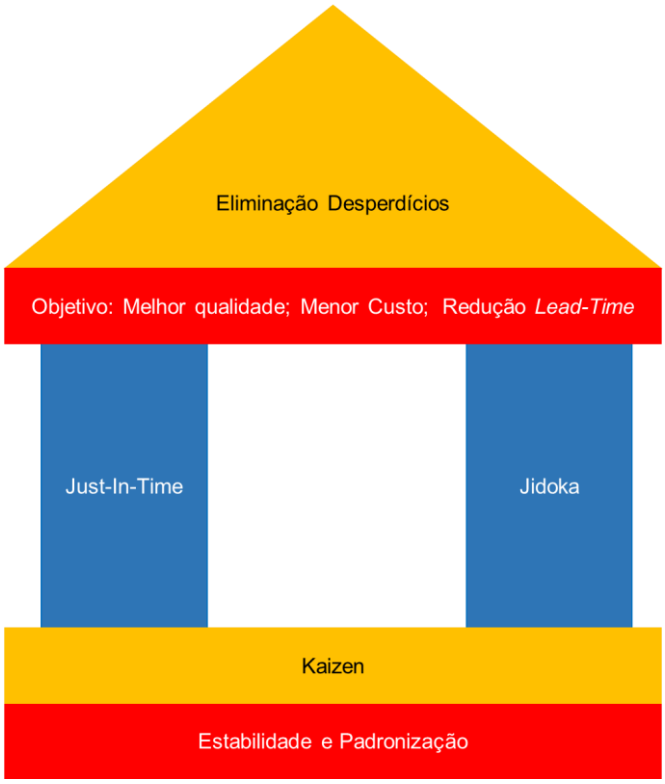


Figura 2.5 - Casa Toyota Production System

Um dos principais objetivos do *Lean* é eliminar desperdício nas atividades processuais, de modo a reduzir o número de ciclos e aumentar a qualidade e eficiência dos processos (Akanbi et al., 2019). A procura pelas diversas formas de desperdício incide sobretudo nas atividades de valor não acrescentado (Powell et al., 2014), pois são estas atividades que devem ser revistas e posteriormente eliminadas (Bertagnolli, 2018).

No âmbito da filosofia em análise, dentro do resíduo Muda já abordado, existem sete tipos de desperdício (Hicks, 2007), apresentados na Tabela 2.2.

Tabela 2.2 - Tipos de Desperdício e Respetiva Descrição

Tipos de Desperdício	Descrição
Sobreprodução	Ocorre quando o volume dos resultados de uma operação de trabalho é superior ao volume planeado. No caso de produtos e materiais, conduz a um aumento de *stock* desnecessário
Espera	Referente a períodos de espera e inatividade, normalmente é causado por um atraso nas atividades a montante
Transporte	Este tipo de desperdício verifica-se quanto entre operações consecutivas, existe a necessidade de transportar material. A situação ideal passa por aproximar o máximo possível os dois pontos de operação, de modo a minimizar ou até anular o transporte necessário
Repetição de Processos	Processos que foram trabalhos duas ou mais vezes devido a um mau planeamento ou má qualidade na primeira execução do processo
Inventário	Referente a material armazenado que não está diretamente associado à satisfação de ordens ou pedidos de clientes
Movimento	Tipo de desperdício que ocorre quando há um elevado número de passos que não acrescentam valor na execução de uma tarefa ou atividade
Defeitos	Produtos ou serviços que não foram produzidos ou realizados segundo a especificação prevista pelo cliente, conduzindo a uma repetição de trabalho, de modo a o produto final cumprir com os parâmetros de qualidade idealizados

Todas estas variantes de desperdício descritas, conduzem a um desperdício de tempo, esforço e dinheiro, que posteriormente impactará nos resultados operacionais e financeiros das organizações (Bertagnolli, 2018).

2.4.4. Ferramentas *Lean*

Numa ótica de melhoria de processos, a primeira abordagem *Lean* consiste em distinguir dentro do processo em análise, as atividades de valor acrescentado e as atividades de valor não acrescentado (L. G. Pereira & Tortorella, 2018). Todas as atividades requerem custos, a nível de tempo e recursos, mas apenas algumas acrescentam valor ao cliente (Womack & Jones, 2003).

Alguns autores referem ainda um terceiro elemento de distinção, BVA, que é respeitante às atividades pelas quais o cliente não está disposto a pagar, mas ao mesmo tempo não podem ser evitadas ou eliminadas do processo (Elnadi & Shehab, 2014).

De modo a ser aplicada com eficiência a filosofia *Lean* no seio das organizações, existem várias ferramentas, que visam identificar e eliminar qualquer desperdício (Singh & Kumar, 2020).

Num armazém, as técnicas *Lean* mais comuns de aplicação são o 5S, Kanban, *Value* Stream Mapping e Gestão Visual (Martins et al., 2020), sendo que existem ainda outros estudos onde são aplicadas ferramentas como o Heijunka (Freitas et al., 2019) e o Ciclo PDCA - *Plan, Do, Check, Act* (Houck, 2020).

2.4.4.1. VSM - *Value* Stream Mapping

Por norma, o mapeamento dos processos que conduzirá posteriormente à distinção das atividades de valor, é realizado com recurso à ferramenta *Lean* VSM (Kundgol et al., 2020), cuja abordagem consiste em mapear um fluxo de processos desde montante até jusante (Mudgal et al., 2020).

A causa que conduz à criação de um *Value Stream Map* é a necessidade de identificação dos processos onde existe maior desperdício, a fim de serem otimizados posteriormente. Por norma, os processos alvos de uma análise exaustiva são os denominados *bottlenecks*, isto é, os processos que conduzem a um atraso na execução de um fluxo de processos (Lee et al., 2014).

Esta ferramenta *Lean*, tem como principal vantagem o providenciamento de uma visão clara do fluxo a mapear, permitindo distinguir de forma clara as atividades de valor acrescentado e as atividades de valor não acrescentado (Kundgol et al., 2020). Posteriormente, o plano de ações sobre as conclusões evidenciadas na elaboração de um VSM, consiste em 3 fases (Womack & Jones, 2003), apresentadas na tabela 2.3.

Tabela 2.3 - Plano de Ações Posterior à Elaboração do VSM

Fase	Ação
1ª	Eliminação das Atividades de Valor Não Acrescentado

2º	Redução dos tempos das Atividades Business Non *Value Added*
3º	Desenvolvimento da eficiência e qualidade de execução das atividades de valor acrescentado

A desvantagem do VSM é o seu nível reduzido de aplicabilidade em ambientes de fábrica dinâmicos e contemporâneos e em fluxos de material complexos (Huang et al., 2019).

2.4.4.2. 5S

A técnica *Lean* 5S assenta em 5 princípios: *Seiton* (organização), *Seiri* (utilização), *Seiso* (limpeza), *Seiketsu* (normalização) e *Shitsuke* (autodisciplina) (Mohan Sharma & Lata, 2018). Esta ferramenta ajuda a reduzir o tempo das atividades de valor não acrescentado, aumentando a produtividade ao mesmo tempo que permite uma maior qualidade na execução do processo (Leming-Lee et al., 2019). A sua aplicação consiste numa fase primordial em organizar todo o material indispensável na execução de um processo, de modo a reduzir tempos despendidos em deslocações e procura, e proporcionar execuções ergonómicas (Cirjaliu & Draghici, 2016). De modo a ganhar mais espaço, é boa prática remover o material usado com uma frequência reduzida. Posteriormente à etapa da organização, tudo deve ser etiquetado ou identificado de alguma outra forma, de modo a garantir o controlo sobre a arrumação do material de trabalho, e que o mesmo é arrumado nos sítios corretos pré-definidos (*The Implementation of 5S Lean Tool Using System Dynamics Approach | Elsevier Enhanced Reader*). As etapas seguintes do 5S focam na limpeza contínua do posto de trabalho, elaboração de um registo documental de modo a introduzir o 5S na cultura da empresa, e incitamento de uma cultura de disciplina, fazendo da organização um hábito (*The Implementation of 5S Lean Tool Using System Dynamics Approach | Elsevier Enhanced Reader*). Esta ferramenta pode ser utilizada em qualquer área industrial, e pode ser eficaz na eliminação de desperdícios como Transporte, Inventário e Movimento (Leming-Lee et al., 2019).

2.4.4.3. Kanban

Outra ferramenta *Lean* utilizada em ambientes industriais é o *Kanban*, um fluxo de trabalho visual que serve para planear e acompanhar a execução de atividades e tarefas (Rahman et al., 2013). *Kanban* é um termo, que tal como a filosofia *Lean*, tem origem japonesa, e significa "cartão" ou "sinalização" (Lage Junior & Godinho Filho, 2010). Em ambientes de produção, *Kanban* é muitas vezes colocado em prática com recurso a um cartão de sinalização que permite controlar os fluxos produtivos, permitindo a eliminação de desperdícios como transporte, inventário e sobreprodução (Kiran, 2019). A aplicação desta técnica *Lean*, permite reduzir o inventário de produção ao seu valor mínimo, sendo a procura do cliente que despoleta o fluxo produtivo, à imagem do sistema pull (Ellis, 2020).

Não tão ligado à área da indústria de produção, o sistema *Kanban* também pode ser aplicado no planeamento e execução de projetos, através da ferramenta *Kanban Board* (Krishnaiyer et al., 2018). Este quadro, derivado da ferramenta *Kanban*, segue o princípio de acompanhar o estado de cada desenvolvimento em tempo real, de modo a limitar o WIP (*Work In Progress*), isto é, o trabalho que está em curso (Hofmann et al., 2018). A visão geral do status de cada projeto, contempla no plano mais macro três estados: *To Do*, *In Progress* e *Completed*, dividindo o que está por realizar, o que está em curso e o que já foi terminado respetivamente.

A nível informático, o *Kanban* foi uma ferramenta utilizada nas operações de desenvolvimento de software da Microsoft e a sua prática tem crescido ao longo dos anos, pois trata-se de um método que incute uma maior produtividade e agilidade por parte das equipas de trabalho (Ahmad et al., 2018).

2.4.4.4. Gestão Visual

O processo de tomada de decisão em contexto industrial deve ser o mais rápido e eficiente quanto possível, o que constitui um desafio dado os altos níveis de complexidade que as operações produtivas podem tomar (Ben Moussa et al., 2019). Na tentativa de aumentar a eficiência da resolução de problemas e identificação de oportunidades de melhoria, é boa prática simplificar o que é complexo, e neste sentido surge a ferramenta *Lean* mais económica utilizada em qualquer ambiente industrial: gestão visual (Singh & Kumar, 2021).

A gestão visual pode ser aplicada de muitas formas, no entanto, a forma mais comum, é através de um quadro de planeamento indicando todas as fases, requisitos, restrições e outras informações, importantes para a organização e fluidez dos processos executados pelos intervenientes de qualquer cadeia produtiva (Makhija et al., 2021).

Para além do planeamento de atividades, a gestão visual é também aplicada em quadros de controlo produtivos, execução de serviços e resolução de problemas, o que para além de permitir um melhor controlo da operação proporciona também um aumento da produtividade dos trabalhadores (Makhija et al., 2021).

2.4.4.5. Heijunka

O *Heijunka* é uma metodologia *Lean* aplicada com o objetivo nivelar a produção, minimizando a possibilidade de haver momentos de sobrecarga, ou seja, uma ferramenta que visa combater um resíduo mura (Karekatti & Tiwari, 2021).

O nivelamento da produção, além de evitar sobrecargas de trabalho, permite reduzir desperdícios como excesso de inventário, pois não existe a necessidade de criar *stock* para um eventual pico de produção (Korytkowski et al., 2013),

2.4.4.6. Ciclo PDCA

O ciclo PDCA, é uma abordagem de melhoria contínua, inserida no contexto da gestão *Lean*, utilizada no desenvolvimento de produtos e na melhoria de processos (Garza-Reyes et al., 2018).

Este ciclo é composto por 4 fases, e a respetiva descrição de cada estágio desta ferramenta *Lean* é apresentada na Tabela 2.4 (adaptado de (Song & Fischer, 2020)), orientado para a melhoria contínua de processos.

Tabela 2.4 - Fases do Ciclo PDCA

Fase do Ciclo PDCA	Descrição
Planear - *Plan*	Fase dedicada à identificação de oportunidade de melhoria e ao planeamento das ações a aplicar na melhoria de processos
Fazer - *Do*	Fase de execução das ações planeadas
Verificar - *Check*	Verificação da eficácia das ações implementadas e acompanhamento de indicadores de performance avaliativos dos processos
Agir - *Act*	Correção das ações ineficazes implementadas e *standardização* dos processos.

A utilização desta ferramenta *Lean* tem como principal objetivo auxiliar a execução de uma estratégia, através da monitorização dos vários estados de um projeto (Wei et al., 2020).

2.4.5. Benefícios e Limitações da Filosofia *Lean*

A filosofia *Lean*, mais concretamente a sua aplicação, pode conduzir a ganhos operacionais, tais como o aumento do índice de produtividade e redução do desperdício na execução de processos, podendo abranger tanto áreas industriais como as áreas de serviços (González Chávez et al., 2019). A sua aplicação técnica, além de permitir expor oportunidades de melhoria ao longo de um processo, não requer grandes investimentos económicos, ao contrário das implementações tecnológicas a fim tornar as operações automáticas (Bhasin, 2012).

No entanto, existem barreiras à implementação da filosofia *Lean* nas organizações. Os principais problemas na implementação residem na mudança cultural que esta filosofia por norma requer. Para uma integração da cultura *Lean* nas empresas, é um requisito a disposição por parte das pessoas em abraçarem uma nova forma de pensar pelo bem da empresa (Bhasin, 2012). Este desafio à implementação *Lean*, ora pode tornar a implementação complexa e algo demorada, ora pode ser facilmente superado se os diretos e colaboradores das empresas acreditarem nos ganhos que a filosofia *Lean* pode trazer às próprias organizações (T. Schipper & Swets, 2012).

2.5. Conclusões do Capítulo

As operações logísticas, no presente estudo de caso as operações realizadas em armazém, servem de suporte ao valor dos negócios das empresas, e a sua eficiência permite reduzir custos aumentando a margem de lucro. Ao mesmo tempo que os índices de produtividade

são melhorados, e cada vez mais num contexto da Indústria 4.0, é importante ter também em conta o contexto social e ambiental da organização.

Na gestão de armazenagem existem vários pontos de decisão que têm um grande impacto na eficiência nas operações realizadas em armazém, dos quais se destacam os métodos de armazenagem e as estratégias do *picking*. Aliada à gestão realizada em armazém, é possível implementar uma filosofia *Lean* para elevar ainda mais os níveis de eficiência nos processos realizados em armazém. Apesar de existirem várias ferramentas e a sua implementação ser dificultada pelo *mindset* das pessoas das organizações, o recurso à filosofia *Lean*, através da eliminação de desperdícios, contribui para uma maior produtividade, tanto em ambientes de produção como em serviços, sem requerer altos valores de investimento financeiro.

3.
CONTEXTUALIZAÇÃO DO TSC WORTEN E DA OPERAÇÃO DO PICKING

3.1 Sonae

Fundada a 18 de agosto de 1959, a Sonae – Sociedade Nacional de Estratificados (*História | Sonae*, 2021), é hoje uma multinacional com um variadíssimo portfólio de negócios, com uma forte presença nas áreas de retalho, serviços financeiros, tecnologia, centros comerciais e telecomunicações (*O Grupo e os Negócios - Sonae*, 2021). Presente em 62 países, a SONAE é constituída por cerca de 45 mil colaboradores, orientados e formados a trabalhar com excelência, frontalidade, clareza, ousadia, bom senso, mérito, curiosidade, criatividade, capacidade de comunicação e com sentido de propriedade, sempre tendo em perspetiva as necessidades e vontades dos consumidores (*Quem somos | Sonae*, 2021).

3.1.1 Missão e Valores

Este grupo caracteriza-se por uma cultura assente em sete princípios e valores, descritos na Tabela 3.1, que servem como base para o cumprimento da sua missão: criar valor económico e social de longo prazo, proporcionado a cada vez mais pessoas os benefícios do progresso e da inovação (*Cultura - À nossa maneira - Sonae*, 2021).

Tabela 3.1 - Princípios e Valores do Grupo Sonae

Conjunto de Valores e Princípios	Descrição
Confiança e Integridade	Compromisso de criar valor económico no longo prazo, assente em relações sustentáveis com todos os *stakeholders*, com base na honestidade, integridade e transparência
Pessoas no centro do sucesso	Colaboradores como fator determinante para o sucesso. Melhoria contínua da proposta de valor enquanto empregador, com vista a atrair e reter os profissionais mais talentosos e ambiciosos. Investimento no desenvolvimento das capacidades e competências dos colaboradores e assegurar ambientes de trabalho prósperos e atrativos. Promoção da meritocracia e acolhimento da diversidade a todos os níveis.
Ambição	Estabelecimento contínuo de metas desafiantes, estimulando a vitalidade e reforçando a determinação, exigindo dos gestores atitudes arrojadas e empreendedoras, de modo a ir além dos sucessos do passado.
Inovação	Inovação na essência dos negócios, colocando sempre em causa a forma de pensar e os paradigmas do negócio de forma a identificar novas oportunidades. Atitude desafiadora ao melhorar continuamente as propostas de valor e ao testar novos modelos de negócio.
Responsabilidade Corporativa	Princípios de desenvolvimento sustentável. Melhorar as comunidades envolventes trabalhando em conjunto na resolução dos desafios ambientais e sociais mais prementes da atualidade
Frugalidade e Eficiência	Otimizar a utilização de recursos e maximizar o seu retorno, evitando desperdícios. Foco da ação na eficiência operacional, na competição saudável e na concretização de projetos de alto impacto.
Cooperação e Independência	Abertura a cooperação com entidades governamentais com intuito de melhorar os quadros regulatórios, legislativos e sociais e de assegurar as melhores soluções para as comunidades envolventes.

3.1.2 Áreas De Negócio

O vasto portfolio de negócios do grupo SONAE, é dividido em 8 empresas, sendo que 6 delas por consolidação integral e 2 por equivalência patrimonial (NOS e ISRG). A divisão é apresentada na Tabela 3.2, com a respetiva cota de participação.

Tabela 3.2 - Empresas do Grupo Sonae

Empresa	Descrição	Participação
Sonae MC	Retalho de base alimentar, líder em Portugal através dos hipermercados urbanos Continente, supermercados de grande dimensão Continente Modelo, supermercados de proximidade Continente Bom Dia e plataforma e-commerce Continente Online (*Negócios*, 2021)	100%
Worten	Empresa dedicada ao retalho eletrónico, oferecendo uma vasta variedade de produtos e equipamentos como eletrodomésticos, eletrónica de consumo, entretenimento e telecomunicações móveis (*O Grupo e os Negócios - Sonae*, 2021)	100%
Sonae Sierra	A empresa Sonae Sierra dedica-se a serviços imobiliários e investimentos imobiliários. Trabalha com investidores, desenvolvedores e proprietários em diversos mercados (*Somos Sonae Sierra | Sonae Sierra*, 2021).	70%
Sonae Fashion	Sonae Fashion, é uma organização corporativa especializada em moda e vestuários, desenvolvendo mundialmente marcas como Deeply, Losan, MO, Salsa e Zippy (*Brands | Sonae*, 2021).	100%
Sonae FS	A Sonae FS é a unidade de negócio que coordena os serviços financeiros. Este segmento inclui o Cartão Universo, o Cartão Dá, Continente Money Transfer, os serviços de crédito em loja e ainda a corretora de seguros MDS (*O Grupo e os Negócios - Sonae*, 2021).	100%
Sonae IM	A Sonae IM possui uma estratégia de gestão ativa de portfólio, cujo objetivo é criar e gerir um conjunto de empresas de tecnologia, ligadas ao retalho, telecomunicações e cibersegurança. Atualmente, o seu portfólio inclui a Bizdirect, S21sec, Inovretail, Bright Pixel and Excellium (*O Grupo e os Negócios - Sonae*, 2021).	90%
NOS	A NOS é um grupo de telecomunicações e entretenimento que serviços ao mercado residencial, pessoal, empresarial e de wholesale, tendo uma posição de destaque nos serviços de TV por subscrição, serviços de banda larga de última geração, telefone ilimitado e na exibição e distribuição cinematográfica em Portugal (*O Grupo e os Negócios - Sonae*, 2021).	31%
ISRG	Em 2018, a Sport Zone, juntamente com a JD, Sprinter e Size? - formaram o ISRG, o segundo maior retalhista no setor desportivo da Península Ibérica (*O Grupo e os Negócios - Sonae*, 2021).	30%

Ao longo dos seus 62 anos de história, a SONAE tem sido distinguida e reconhecida com diversos prémios e vive numa constante procura pelo sucesso acrescentado valor ao cliente nos serviços e produtos oferecidos.

3.1.3 Resultados Anuais 2020

Nos resultados anuais, divulgados a 18 de março, referente à atividade no ano civil de 2020, a Sonae apresentou um crescimento do volume de negócios consolidado de 6,1% perfazendo um total de €6,8 mil milhões e um EBITDA subjacente de €593 milhões.

A análise aos resultados do portfolio Sonae, permite inferir que o desempenho sólido em 2020, muito se deve à Sonae MC e à Worten, que representam em volume de negócios 75% e 17% do volume de negócios total. Esta forte influência do retalho alimentar e retalho eletrónico, é justificada com a crise pandémica vivida em 3 trimestres do ano de 2020, que forçou a uma maior concentração dos consumidores nestas duas áreas.

Outro destaque enfasado pela organização, é o crescimento impulsionado pelas vendas online. O valor total das receitas do e-commerce dos negócios teve um aumento superior a 100% face ao ano anterior, atingindo os €480 milhões, enfatizando a aposta no desenvolvimento das competências digitais dos seus negócios.

3.2 Worten

3.2.1 Apresentação Worten

A aposta no retalho especializado, por parte da Sonae, teve início no princípio da última década do século passado. Inicialmente como Sonae SR, a empresa posteriormente deu azo a uma cisão, originado a Worten e a Sonae Fashion.

A Worten, empresa de retalho da área eletrónica, é líder nacional na sua área de negócio especializado, comercializando mais de um milhão de produtos em todo o território nacional (*Sobre a Worten | História e Cronologia em Worten.pt*, 2021).

À data de hoje, são comercializados uma larga variedade de produtos: grandes e pequenos domésticos, produtos de som & imagem, informática, telecomunicações, entretenimento, *gaming*, cultura, casa & decoração, beleza e saúde & bebé (*Sobre a Worten | História e Cronologia em Worten.pt*, 2021).

Ao longo dos últimos anos a marca tem acumulando prémios como "Escolha do Consumidor", "Marca de Confiança", "Cinco Estrelas" e "Produto do Ano", fruto do compromisso com a sua missão: a satisfação do cliente.

No ano de 2020 o volume de negócios subiu 6,8% perfazendo o total de €1.2 mil milhões, e o EIBTDA subjacente aumentou em 30% para o valor de €74 milhões, correspondendo a uma margem de 6,4%.

3.2.2 História

O início da Worten, remonta ao ano de 1996, quando seria inaugurada a primeira loja de retalho eletrónico, em Chaves. O crescimento da Worten ao longo dos anos, levou não só a um aumento do número de lojas, como a um aumento da variedade. Em 2001, é criado o website worten.pt, resultante de uma estratégia de omnicalidade, visando procurar a atração de novos clientes e a satisfação dos mesmos.

A expansão da procura no mercado dos telemóveis conduziu à criação, em 2004, do conceito Worten Mobile, especializando nestas lojas o retalho somente à tipologia da eletrónica de telecomunicações.

A constante motivação da empresa na satisfação do cliente levou a que em 2013, dentro do departamento SPV, fosse criado o conceito Worten Resolve, destinado a solucionar potenciais problemas identificados pelo cliente no produto eletrónico adquirido. Em 2020 eram 5,8 milhões o número de clientes com cartão Worten Resolve.

Mais recentemente a Worten lançou recentemente uma nova vertente de negócio, a Worten Reuse, que consiste em dar uma segunda vida a telemóveis depreciados, de modo a ir ao encontro dos desejos dos clientes de terem um telemóvel topo de gama a um preço mais reduzido, contribuindo ainda para uma redução da pegada ecológica.

Atualmente a Worten conta com mais de 5000 colaboradores distribuídos por 150 lojas Worten, 40 lojas Worten Mobile e 1 loja Worten Resolve além da loja online.

3.3 Technical Service Center

3.3.1 Apresentação TSC

Com o objetivo de elevar o nível do serviço pós-venda, em 2017 nasce uma nova unidade de negócio da Worten em Alfragide, o TSC. Funciona como um centro de reparações e dedica-se à intervenção técnica de equipamentos eletrónicos, provenientes das lojas Worten. A sua equipa especializada responde às necessidades dos clientes, utilizando as mais recentes tecnologias e ferramentas de reparação em laptops, desktops, smartphones, *smartwatches* e *tablets*. Funciona também como Pólo Logístico, num ambiente com controlo rigoroso de temperatura e humidade, assegurando a gestão de peças e de componentes (WORTEN, 2021).

3.3.2 Organização

Em fevereiro 2021, o TSC era composto por 105 profissionais divididos por 6 áreas de trabalho descritas na Tabela 3.3, e indicado o número de colaboradores por área.

Tabela 3.3 - Equipas Operacionais do TSC

Equipa Técnica (57)	Responsável pela reparação de todos os equipamentos elétricos e eletrónicos entregues pelos clientes Worten ou por outras entidades empresariais do território nacional.
Supply Chain (25)	Responsável pela cadeia de logística de entrada e saída de equipamentos, peças, acessórios e outros consumíveis de modo a alimentar o negócio das reparações.
***Procurement* (5)**	Responsável pela procura e compra de peças e acessórios, assim como a gestão do *stock*. Ponto de ligação com os fornecedores.
Controlo de Qualidade (8)	Responsável por assegurar que todos os equipamentos intervencionados são devolvidos ao cliente cumprindo com os elevados padrões de qualidade das marcas de forma a garantir a satisfação do mesmo
Delivery (5)	Responsável pela gestão da relação entre o universo Worten e os seus clientes para as operações praticadas no TSC.
Technical Support & Quality (1)	Responsável pela formação e partilha de know-how técnico para as várias atividades de reparação na Worten.

As duas maiores áreas, a nível de número de colaboradores, Equipa Técnica e Supply Chain, apresentam uma divisão por subáreas. A Equipa Técnica, é dividida por tipologia de equipamento: telemóveis, *tablets*, computadores, portáteis, televisões, pequenos domésticos e consolas. Posteriormente existe uma subdivisão de equipas mediante a tipologia da garantia do cliente (garantia, garantia parcial, extensão de garantia e fora de garantia), a marca do equipamento e a unidade de negócio, que pode ser B2C, em que é prestado um serviço ao consumidor, ou B2B, em que o TSC funciona como um prestador de serviços a outras empresas, como por exemplo seguradoras. Na área dos telemóveis, cerca de 70% dos equipamentos que entram no TSC, são provenientes da seguradora Domestic & General.

Paralelamente, à tipologia do equipamento, existem mais duas equipas dentro da Equipa Técnica. Uma equipa de reparação nível 3, isto é, técnicos cujo foco, independente do equipamento, passa por detetar e reparar componentes eletrónicos que estejam a provocar uma avaria que não tenha sido possível analisar e reparar nos níveis 1 e 2 de reparação, e a equipa técnica da Worten Reuse, dedicada à recuperação de telemóveis depreciados.

A área de *Supply Chain*, subdivide-se em duas principais equipas. A equipa de logística de equipamentos, responsável pela entrada e saída dos mesmos, e a equipa de logística de peças (armazém), responsável pela receção de peças, armazenamento e entrega aos técnicos para as reparações.

Nos esquemas da Figura 3.1 e Figura 3.2, são apresentados um resumo geral da subdivisão da área técnica e da área de *supply chain* respetivamente.

Figura 3.1 - Organização Equipa Técnica

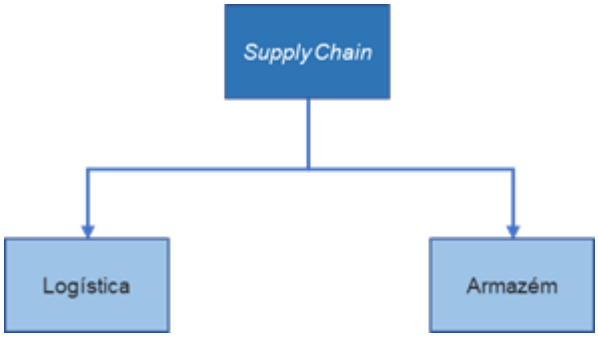


Figura 3.2 - Organização Equipa Supply Chain

Além do próprio centro de reparações orientado para a resolução de falhas apresentadas pelos clientes, sob a organização do TSC insere-se também a UTRAD, Unidade de Tratamento de Artigos Depreciados. Esta unidade visa a promoção de uma economia circular dos produtos, através da reparação de produtos já descartados pelo cliente. Em atividade desde 2005, a UTRAD já promoveu uma segunda vida a mais de 736 mil equipamentos («Worten's UTRAD», 2021).

Além do próprio centro de reparações orientado para a resolução de falhas apresentadas pelos clientes, sob a organização do TSC insere-se também a UTRAD, Unidade de Tratamento de Artigos Depreciados. Esta unidade visa a promoção de uma economia circular dos produtos, através da reparação de produtos

Como suporte a toda a operação do TSC, a fim da realização de todos os processos do modo mais automático possível, é utilizado um programa interno denominado por Worten Service Site (WSS), desenvolvido pela empresa de software informático NOSHAPE.

3.4 Processo do *Picking*

3.4.1 Contextualização

De segunda-feira a sexta-feira, o centro de reparações de equipamentos de eletrónica de consumo, o TSC, abre com o objetivo de resolver eficazmente, produtos com avaria confiados à Worten pelo consumidor. Os equipamentos deixados na Worten Resolve, mediante a tipologia de avaria e o grau de dificuldade associado à reparação, os equipamentos são enviados pelas lojas Resolve para o centro técnico de reparações.

Com a principal missão de gerar a satisfação do cliente, o TSC trabalha sobre dois principais parâmetros avaliativos de performance, indicados e descritos na tabela 3.4.

Tabela 3.4- Principais Indicadores de Perfomance do TSC

Indicador de *Perfomance*	**Descrição**
NPS – *Net Promoter Score*	Estratégia desenvolvida no início do século XXI que visa estabelecer uma correlação entre a lealdade dos clientes e a performance da empresa (Duarte et al., 2012). No TSC, o NPS é fortemente dependente da qualidade da reparação e do tempo despendido para a mesma.
TAT – *Turn Around Time*	Intervalo de tempo entre a abertura de um processo e a conclusão do mesmo (Buckley et al., 2020). No TSC, o TAT começa a contar quando é realizado o check-in do equipamento e termina no momento do check-out.

Com o objetivo de minimizar o TAT, e, por conseguinte, reduzir o tempo do cliente sem o seu equipamento eletrónico, o TSC tem montada uma estrutura semelhante aos fluxos produtivos de uma fábrica, que permita dar seguimento ao processo global de reparação no menor tempo possível.

De modo a ser possível medir estes dados, a cada equipamento que entra no TSC é lhe associado um processo e atribuído um número único, internamente denominado por ordem de reparação (OR). O código gerado para cada processo é constituído por 11 caracteres, sendo que os primeiros dois, são as letras OR e é comum a todos os processos. Os dois números seguintes correspondem aos últimos dois dígitos do ano civil e os restantes 7 são o número do processo no presente ano. Por exemplo, a OR210050000, é o processo referente ao equipamento número cinquenta mil a entrar no TSC no ano 2021. Esta associação de um equipamento a um código informático, através do software WSS, permite não só avaliar o TAT como

também rastrear cada checkpoint da reparação do equipamento, permitindo uma maior capacidade de gestão, ajudando a identificar *bottlenecks* processuais ao longo de todo o fluxo de um equipamento no TSC.

Ao longo do primeiro semestre de 2021, o TAT médio foi de 10,1 dias, o que corresponde a uma redução de 44% comparativamente ao período homólogo do ano anterior, em que o TAT médio foi de 17,9 dias.

O fluxograma da Figura 3.3, representa de uma forma sintetizada, a sequência dos processos produtivos de reparação dos equipamentos que dão entrada no TSC.

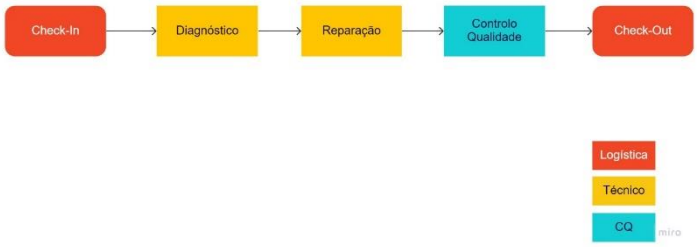


Figura 3.3 - Fluxo de Equipamentos do TSC

No entanto, existe a complexidade adicional de cerca de 90% dos equipamentos precisarem de novas peças, pelo que, além do fluxo de equipamentos, surge a necessidade de acrescentar ao fluxograma resumo dos processos do TSC, parte do fluxo de peças. No fluxograma da Figura 3.4, é apresentado o desenho macro dos processos realizados no TSC.

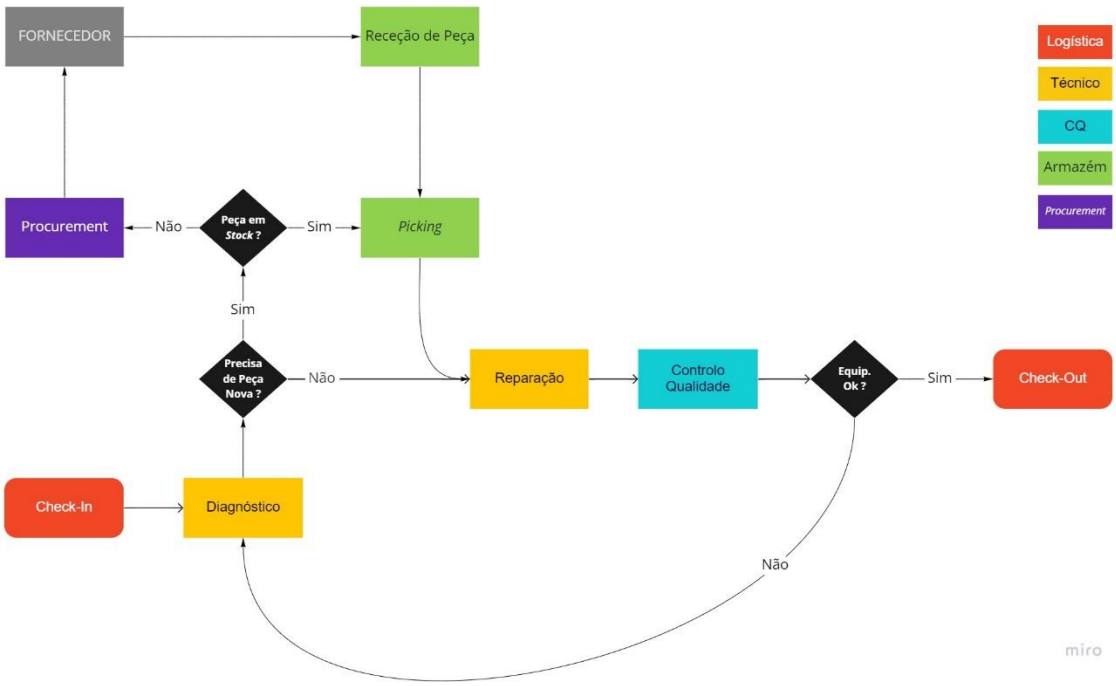


Figura 3.4 - Enquadramento do Fluxo de Peças no Fluxo de Equipamentos

O processo alvo de uma análise exaustiva no presente estudo, o *picking*, é a última etapa do fluxo de peças, antes do técnico prosseguir com a reparação, e contempla dois subprocessos: o subprocesso de recolha de peças das localizações em armazém e o subprocesso de entrega de peças. O fluxograma da Figura 3.5, representa uma visão global de todo o fluxo de peças, no sentido direto, que tem início e término no técnico de reparação.

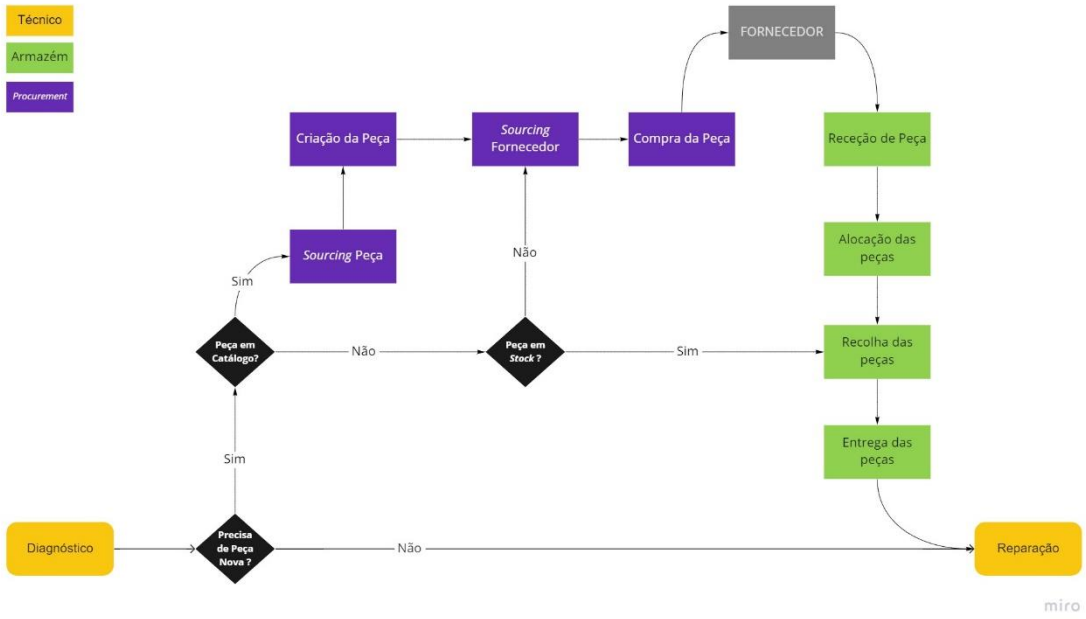


Figura 3.5 - Fluxo de Peças do TSC

Importa ter uma noção quantificada da importância do fluxo de peças nas reparações dos equipamentos eletrónicos, o gráfico da Figura 3.6, revela que nos quatro foram entregues nos 4 meses em evidência um total de 28 593 peças para reparações, perfazendo uma média diária de cerca de 325 peças.

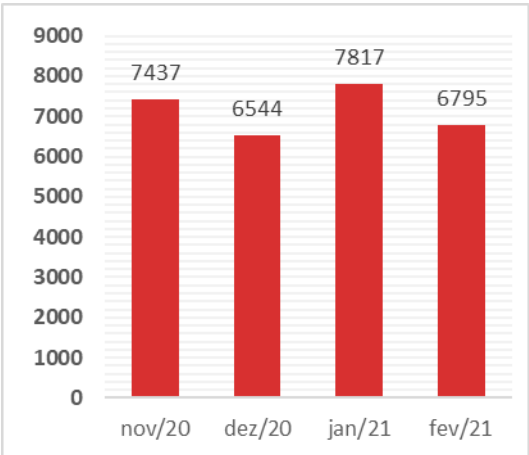


Figura 3.6 - Gráfico da Distribuição Mensal do Volume de Peças Entregues, entre novembro 2020 e fevereiro 2021

O volume de peças utilizado corresponde a uma elevada taxa utilização de peça nas ordens de reparação do TSC, conforme apresentado no gráfico da Figura 3.7.

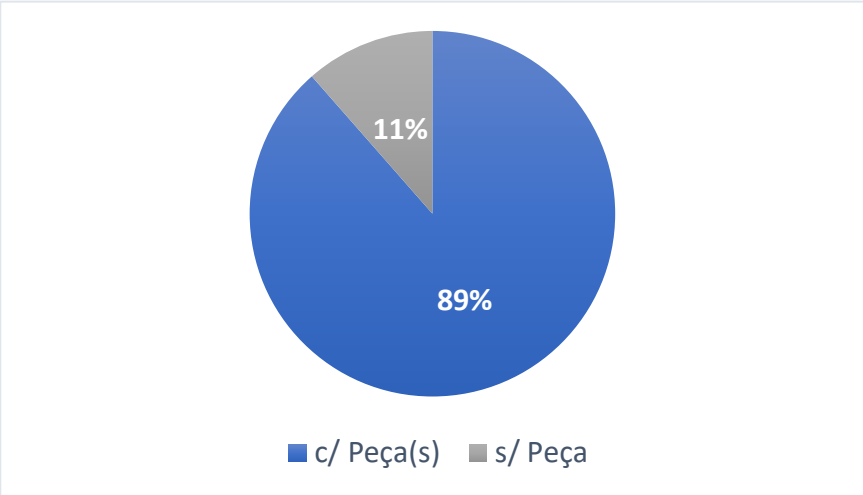


Figura 3.7 - Correlação entre o Volume de Peças e o Número de Equipamentos Reparados no TSC

Com uma taxa de utilização de peças em cerca de 89% das reparações concluídas entre novembro de 2020 e fevereiro de 2021, é percetível a preponderância das peças na eficácia das reparações. No gráfico da Figura 3.8, é apresentado o volume de peças por ordem de reparação, também no mesmo período de tempo, perfazendo uma média de 2,2 peças por ordem de reparação concluída.

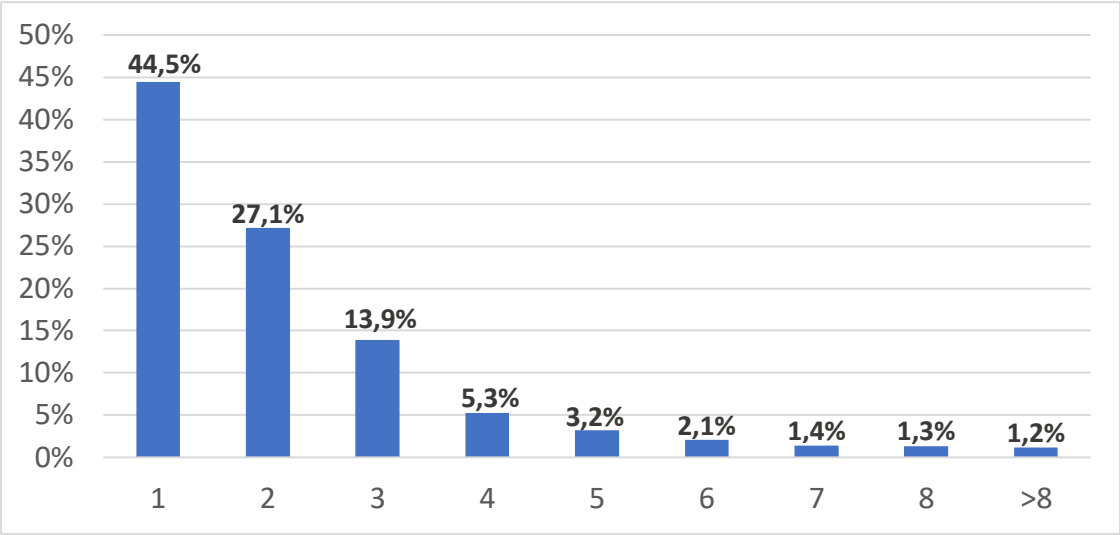


Figura 3.8 - Incidência do Número de Peças por Ordem de Reparação

Quando uma OR é aberta, é lhe associada um equipamento com a respetiva marca e modelo. O técnico, durante ao diagnóstico ao levantar a necessidade de uma ou mais peças para a reparação do equipamento, consegue identificar facilmente a peça caso esta já esteja catalogada. O catálogo das peças, é constituído por todas as peças carregadas no sistema WSS, e possuem campos diferenciadores, que permitem a distinção entre as variadas tipologias de peças. Cada peça, é categorizada em sistema, e fisicamente através de etiquetas, conforme os

campos descritos na Tabela 3.5. A título de exemplo prático, é apresentada na Figura 3.9 a tampa traseira de um telemóvel do fornecedor Samsung.

Tabela 3.5 - Descrição da Informação Disponibilizada na Etiqueta de uma Peça no TSC

Campo da Etiqueta	Descrição
Part-Number	Código único identificador da tipologia de peça, em sistema está associado aos equipamentos nos quais a peça pode ser utilizada.
OR	Número do processo ao qual a peça está destinada para ser utilizada na reparação
Técnico Reparação	Técnico ao qual a peça está destinada a ser entregue, para posteriormente ser utilizada na reparação.
Nome Peça	Nome caracterizador da peça
Fornecedor	Nome do fornecedor da peça.
SKU	Código com a mesma lógica que o *part-number*, no entanto apenas é preenchido quando se trata de uma peça adquirida pelo software comum a toda a empresa Worten (Retek).
Data Entrada	Data em que a peça foi recebida no TSC
Localização	Localização para a qual a peça foi recebida e deve ser armazenada, caso tenho sido rececionada para *stock* e não diretamente para uma OR.
Número de Série	Código único para cada peça. Este código pode já advir do fornecedor ou em caso contrário, ser gerado internamente

Figura 3.9 - Exemplo de Peça do TSC

A missão do armazém do TSC, dentro do fluxo de peças direto, consiste em receber as peças provenientes do fornecedor, armazená-las e entregá-las aos técnicos para uma maior qualidade na reparação.

As peças, no momento da encomenda, podem ter sido encomendadas com duas finalidades distintas: aumentar a cobertura de *stock* em armazém ou colmatar a necessidade de uma OR diretamente. Por isso, a variável destino das peças, implica uma subdivisão dentro do processo de receção de peças: receção de peças para OR e receção de peças para *stock*. No entanto, nos dois processos em armazém anteriores ao *picking*, é no processo de alocação de peças que o destino da peça provoca uma maior diferença a nível processual.

O esquema da Figura 3.10, representa o processo de receção de peças e alocação de peças, e os respetivos subprocessos e atividades.

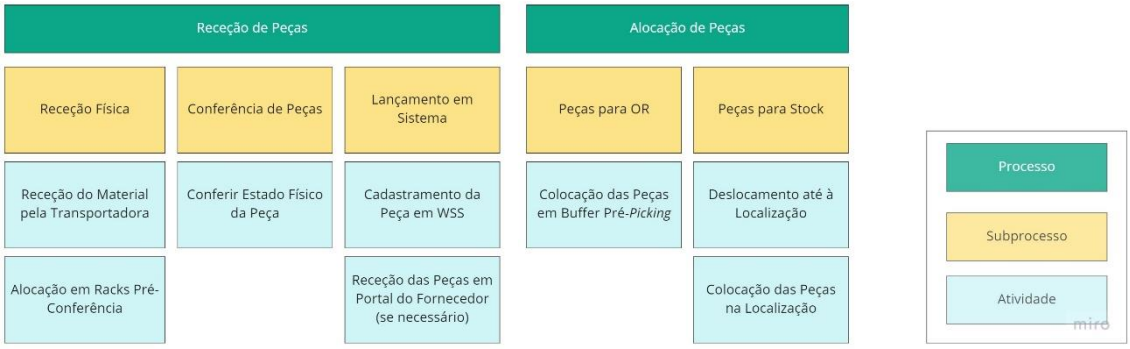


Figura 3.10 - Constituição dos Processos de Receção de Peças e Alocação de Peças

Quando uma peça, pedida pelo técnico de reparação, está disponível em armazém, esta passa para o status pendente, e cabe então à responsabilidade do operador designado por *picker*, a responsabilidade de recolher a peça em armazém e entregá-la junto do técnico.

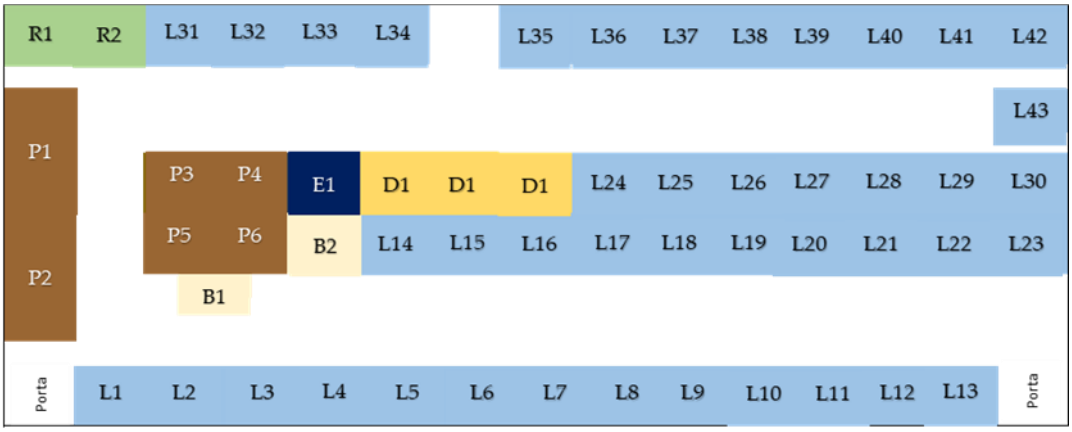
Desde o pedido de peça até à receção da peça por parte do técnico, a passa por diferentes status, descritos na tabela 3.6.

Tabela 3.6 - Diferentes Estados de Peça em WSS

Estado	Descrição
Sem Stock	A peça não está em armazém e é necessário realizar uma encomenda a um fornecedor, a fim de adquirir a peça
Solicitado ao Fornecedor	A encomenda da peça já foi realizada, aguarda pelo envio do fornecedor e pela receção em armazém
Pendente	A peça pedida está em *stock*, ou já foi rececionada e aguarda recolha e entrega do *picker*.
Aguarda Confirmação de Entrega	O *picker* recolheu e registou em WSS o número de série da peça a ser entregue ao técnico.
Entregue	Fluxo fechado, o técnico já recebeu a peça solicitada

3.4.2 Organização do Layout – Subprocesso Recolha

O armazém do TSC contempla um espaço físico de aproximadamente 176 metros quadrados (22 metros de comprimento e 8 metros de largura) e uma altura de 2 metros, e a sua organização operacional é apresentada na Figura 3.11.



L – Localizações Peças Stock; **P** – Postos de Trabalho; **D** – Racks com Peças para Devolução
R – Racks com Volumes de Peças por Receber; **E** – Material de Escritório; **B** – *Buffer* de Peças

Figura 3.11 - Layout Armazém de Peças do TSC

As zonas dedicadas ao armazenamento em *stock* de peças estão divididas por quatro corredores, de A a D, e um expositor giratório, apresentado na Figura 3.12, que em sistema e para efeitos de nomenclatura das localizações equivale ao corredor E.

Figura 3.12 - Expositor Giratório de Armazenamento de Peças

O número de localizações de *stock* total é apresentado na Tabela 3.7, mediante o número de *rack*s, prateleiras, gavetas e sublocalizações (divisão realizada por separadores), em armazém. O método de atribuição da nomenclatura é apresentado na Figura 3.13.

Tabela 3.7 - Cálculo do Número de Localizações do Armazém de Peças

Corredor	***Racks***	**Prateleiras x *Rack***	**Gavetas x Prateleiras**	**Sub Loc x Gaveta**	**Localizações Totais**
A	5	10	4	11	2200
A	1	8	4	2	64
A	7	10	4	1	280
B	4	10	4	2	320
B	2	9	4	2	144
B	4	10	-	-	40
C	6	10	-	-	60
D	7	9	4	1	252
D	5	10	-	-	50
E	1	4	96	1	384
Total	43				3804

No armazém existem 14 *rack*s sem quantificação do número de gavetas e localizações totais, pois nessas *rack*s, as peças são armazenadas com caixas cuja volumetria não permite o armazenamento em gavetas.

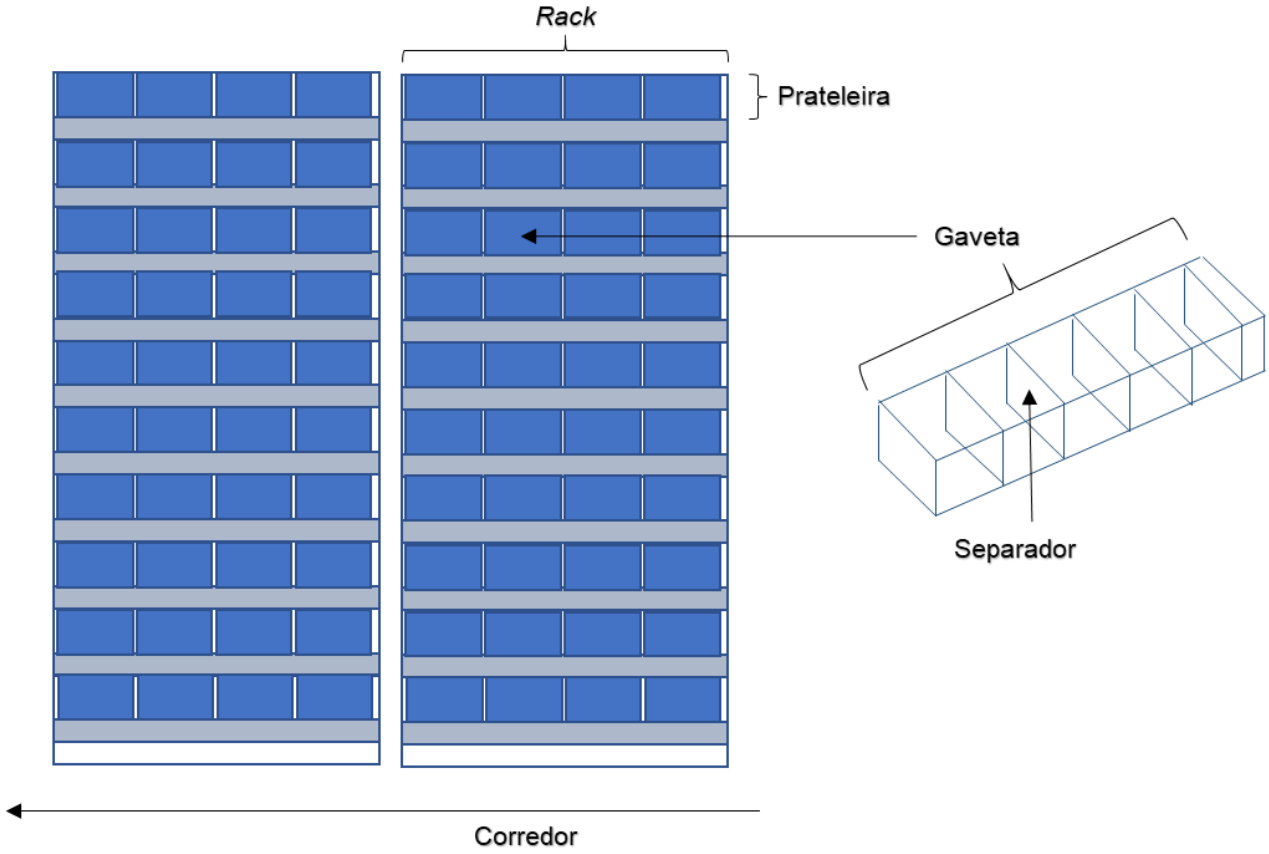


Figura 3.15 - Exemplo da Tipificação das Localizações para Respetiva Nomenclatura

Figura 3.14 - Organização das Sublocalizações de uma Gaveta em Armazém

Figura 3.13 - Rack Armazém de Peças do TSC Vista de Frente

Nas Figura 3.15 e Figura 2.16, são apresentados exemplos das localizações em armazém, onde em cada uma das localizações, é armazenado somente uma tipologia de peça, ou seja, cada localização só pode ter no máximo associado um *part-number*.

A identificação de uma localização é realizada com recurso à mesma nomenclatura apresentada na figura 3.13, diferenciado corredores, *rack*s, prateleiras e separadores. A figura 3.16, mostra um exemplo de uma localização, do separador 1, da gaveta B, da prateleira 2, da quinta *rack* do corredor A.

Figura 3.16 - Nomenclatura de uma Localização em Armazém

O armazém em estudo contempla, além das *rack*s para armazenamento de peças, 6 postos de trabalho fixos, 3 *rack*s utilizadas como buffer de peças a serem devolvidas ao fornecedor ou enviadas para sucata, 1 *rack* com material de escritório e 2 *rack*s para armazenar os volumes de peças que chegam ao armazém e aguardam por conferência.

As zonas indicadas na figura 3.11 como B1 e B2 são ocupadas por um carrinho e por uma *rack* respetivamente, e ambas têm impacto na operação do *Picking*. O carrinho, apresentado na Figura 3.17, é utilizado para colocar as peças que são recebidas para uma OR e *rack*, apresentada na Figura 3.18, é utilizada para colocar as caixas, identificadas com nome de cada técnico do TSC, que são utilizadas na entrega das peças.

Figura 3.18 - Carrinho Utilizado na Recolha de Peças em Armazém

Figura 3.17 - Rack em Armazém para Separação das Peças por Técnico

Todas as peças armazenadas no armazém, estão armazenadas de modo aleatório, ou seja, não existe um critério de alocação de peças por volumetria ou por taxa de rotação.

A informação do *stock*, está carregada em sistema, no software Worten Service Site, a partir do momento em que é realizada a receção de encomendas, sendo possível analisar o *stock* a qualquer momento, obtendo informações das peças como tipologia, quantidade, fornecedor, preço de custo e data de entrada.

3.4.3 Organização do Layout – Subprocesso de Entrega

A entrega das peças é realizada diretamente na área técnica, onde os técnicos se encontram divididos por áreas e equipas, ao longo de três pisos no Edifício Túria, em Alfragide.

A organização do espaço do piso 0, piso -1 e piso 2 é apresentada na figura 3.19, 3.20 e 3.21 respetivamente.

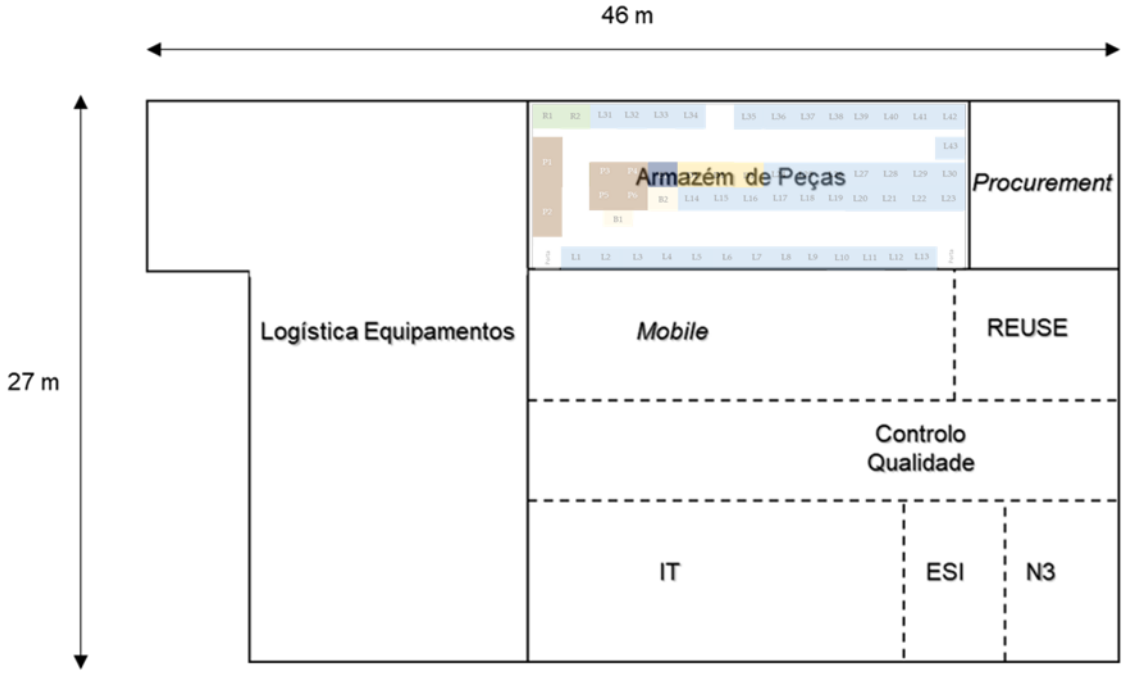


Figura 3.19 - Layout Piso 0 do TSC

No piso -1, o espaço dedicado à UTRAD é também utilizado para armazenar materiais consumíveis utilizados no decurso da operação do TSC, como por exemplo material de embrulho e material de escritório.

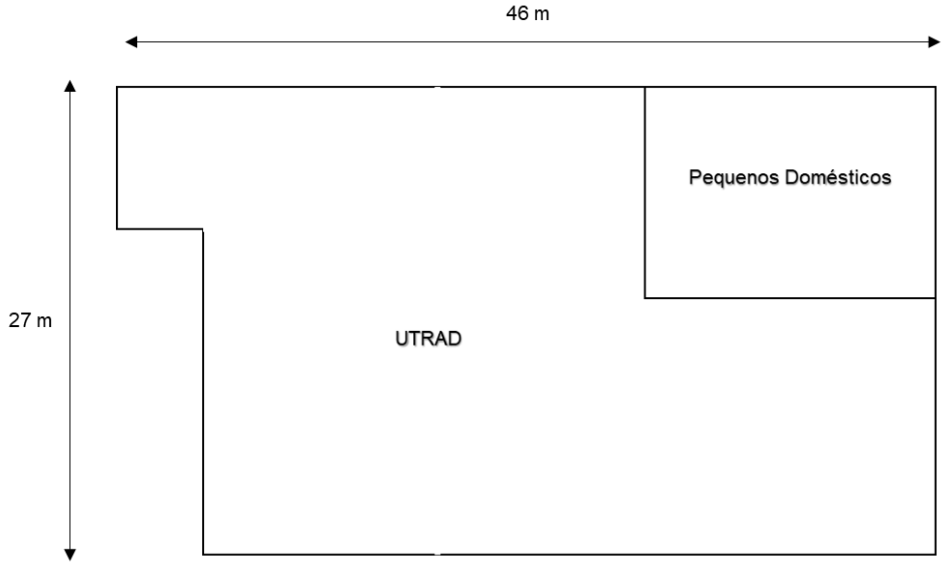


Figura 3.20 - Layout do Piso -1 do TSC

O piso 2, está localizado no edifício ao lado do TSC, e é um espaço alugado onde 80 metros quadrados são utilizados como espaço de trabalho para técnicos especializados em telemóveis se dedicarem à reparação dos mesmos.

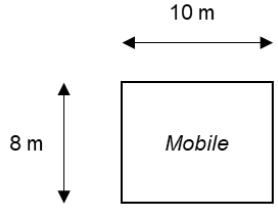


Figura 3.21 - Layout do Piso 2 do TSC

O número de técnicos distribuídos pelas áreas de trabalho, é apresentado na tabela 3.8, realizam as análises e reparações de equipamentos em bancadas de trabalho, sendo reservado a cada um dos técnicos uma área de sensivelmente x m2.

Tabela 3.8 - Número de Técnicos por Equipa Técnica

Equipa Técnica	**Nº Técnicos**
Mobile – Piso 0	14
Mobile – Piso 2	8
Informática	13
Pequenos Domésticos	4
Reuse	5
Entretenimento, Som e Imagem	2

Fruto do crescimento da operação Reuse Worten, em julho de 2021, foram feitas mudanças organizacionais no TSC. De modo a responder às necessidades futuras de capacidade do Reuse, foram realizadas obras, no piso 1, tendo sido desenhado um laboratório técnico à imagem do piso 0, mas com infraestruturas mais modernas.

Com esta alteração, a equipa de pequenos domésticos migra também para o piso 1, passando a responsabilidade de entrega de peças em *stock*, a ser da equipa de armazém, que antes funcionava como self-service por parte dos técnicos, que continham à sua disposição 4 *rack*s de peças no piso -1.

A operação UTRAD também muda do piso -1 para um novo espaço na Póvoa de Santa Iria, e a equipa da Mobile que se encontrava no piso 2, vem para o piso 0 no espaço antes ocupado pela equipa do Reuse.

3.5 Conclusões do Capítulo

A Worten, inserida no ambiente empresarial do grupo Sonae, tem como missão a satisfação do cliente, sendo por isso prioridade, a redução do tempo despendido e o aumento da qualidade em todo o serviço pós-venda. No TSC, são realizadas diariamente reparações de equipamentos eletrónicos confiados pelos clientes, reparações essas que em cerca de 90% das vezes carecem de novas peças.

Num contexto fabril, em que as reparações é a produção e as peças são a matéria-prima, é fulcral manter a linha de produção abastecida, sendo o foco deste estudo a melhoria do processo do *picking* em armazém para posterior entrega das peças na área técnica. Diretamente relacionados ao processo do *picking*, está a organização do armazém e o software utilizado para uma comunicação eficaz entre os pedidos de peça dos técnicos, a compra das peças pela equipa de *procurement* e a entrega das peças pelos operadores de armazém.

4. ESTUDO DE CASO: MELHORIA DO PROCESSO DO PICKING

O estudo de caso de melhoria do processo do *picking* no armazém do TSC contemplou quatro etapas, conforme apresentado no fluxograma da Figura 4.1.

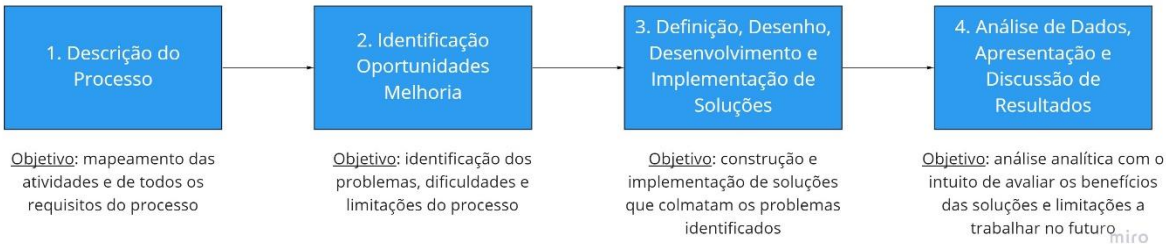


Figura 4.1 - Fases do Desenvolvimento do Estudo de Caso

1. Descrição do Processo: apresenta a sequenciação de tarefas e atividades executadas para a realização do processo de recolha e entrega de peças, assim como os tempos médios de execução. A execução desta fase, contemplou três etapas: reuniões com os operadores de armazém executantes da operação do *picking* e com o coordenador do departamento *Supply Chain*, no sentido de perceber quais as principais dificuldades sentidas; Análise do processo, e organização do fluxo de atividades e tarefas; Medição de tempos de execução de tarefa.

2. Identificação de Oportunidades de Melhoria: através da análise ao processo descrito e com recurso a ferramentas e filosofia *Lean*, são identificados os principais problemas que requerem uma solução mais eficiente

3. Definição, Desenho, Desenvolvimento e Implementação de Soluções: resposta ao subcapítulo de identificação de oportunidades de melhoria, onde são apresentadas as soluções aos problemas previamente identificados no processo do *picking*

4. Análise de Dados, Apresentação e Discussão de Resultados: apresentada e discutida a eficiência ganha no processo com a implementação das novas soluções e limitações das mesmas.

4.1 Descrição do Processo

O processo do *picking*, enquadrado no fluxo produtivo do TSC destacado na Figura 4.2, é realizado diariamente com vista a dar condições aos técnicos para procederem com as reparações dos equipamentos dos clientes.

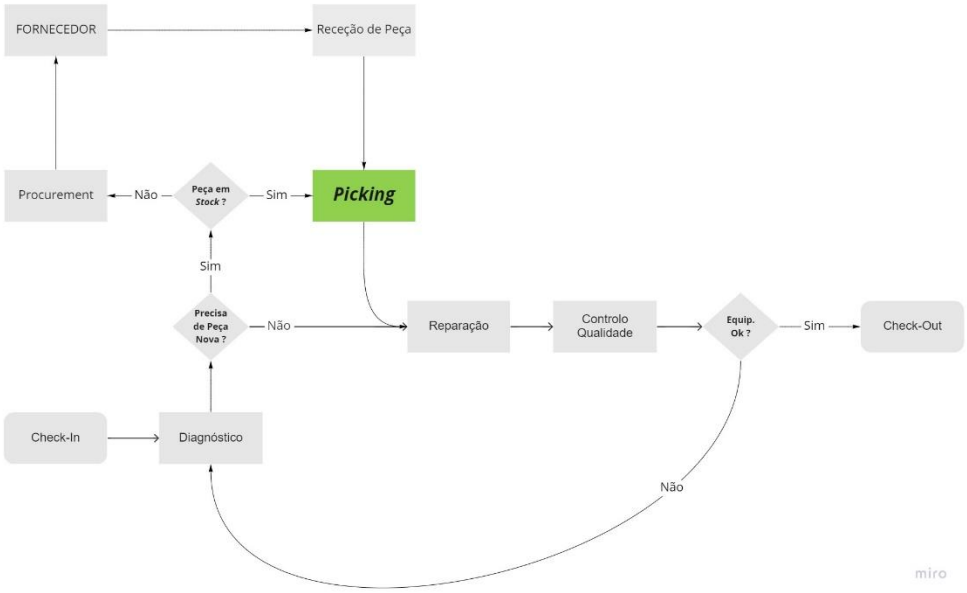


Figura 4.2 - Processo do Fluxo do TSC Alvo de Melhoria

À data de fevereiro de 2021, o técnico quando pede uma peça que esteja em *stock* no armazém, via WSS, essa peça aparece na lista do *picking* no menu de armazém, apresentada na figura 4.3, sendo a responsabilidade do operador de armazém a recolha e entrega dessa mesma peça.

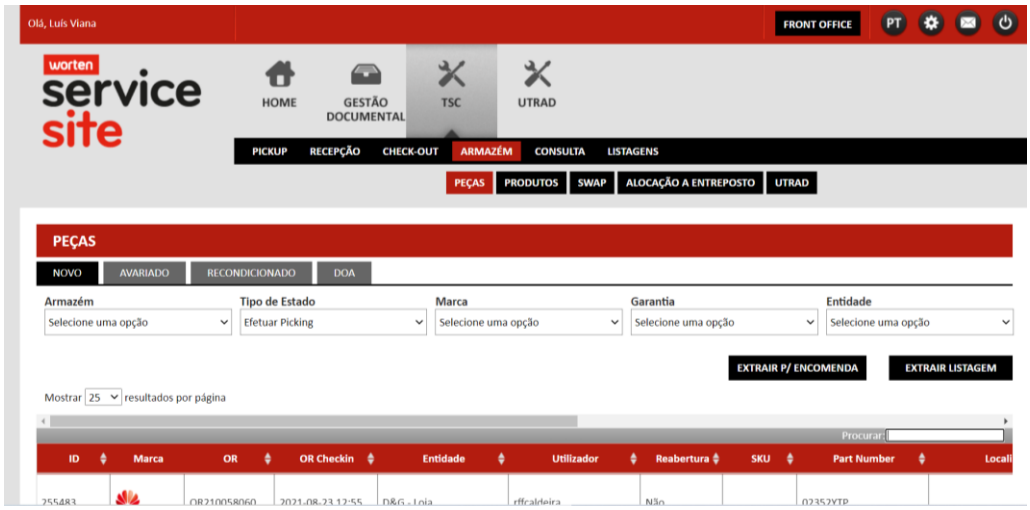


Figura 4.3 - Menu Efetuar *Picking* em WSS

Já suprarreferido, o processo do *picking* no armazém do TSC é subdividido em dois subprocessos: recolha e entrega, sendo que cada subprocesso é constituído por um conjunto de atividades que por sua vez são realizadas através da execução de uma sequência de tarefas.

No armazém do TSC é feito diariamente o *picking* das peças, a serem entregues aos técnicos para estes poderem prosseguir com a reparação do equipamento. A operação de recolha e entrega de peças, exige da organização, a alocação de um FTE de 200%, ou seja, dois operadores de armazém.

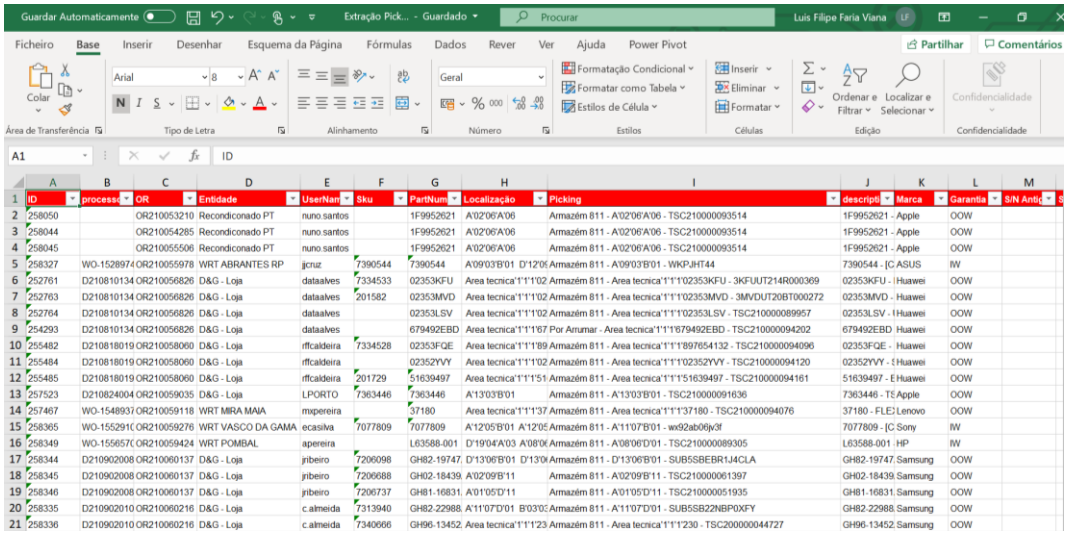
O subprocesso recolha de peças, contempla um conjunto de atividades e tarefas, que são infra descritos ao pormenor.

1.1. Abrir WSS e Menu de Efetuar *Picking*

A necessidade de entrega de peças é visível à equipa de armazém através do software de gestão utilizado no TSC, o Worten Service Site, que no caso em estudo é o equivalente a um WMS. Assim sendo, o primeiro passo na execução do processo do *picking*, é a conexão do operador no sistema, mais concretamente no menu de realizar a operação, onde são listadas todas as peças pedidas.

1.2. Realizar Extração

O segundo passo do processo do *picking* consiste em extrair a listagem das peças em *picking* para um ficheiro Excel (Figura 4.4).



ID	processo	OR	Entidade	UserNam	Sku	PartNum	Localização	Picking	descripti	Marca	Garantia	S/N Antig
258050		OR210053210	Recondicionado PT	nuno.santos		1F9952621	A'02'06'A'06	Armazém 811 - A'02'06'A'06 - TSC210000093514	1F9952621 - Apple		OOW	
258044		OR210054285	Recondicionado PT	nuno.santos		1F9952621	A'02'06'A'06	Armazém 811 - A'02'06'A'06 - TSC210000093514	1F9952621 - Apple		OOW	
258045		OR210055506	Recondicionado PT	nuno.santos		1F9952621	A'02'06'A'06	Armazém 811 - A'02'06'A'06 - TSC210000093514	1F9952621 - Apple		OOW	
258327	WO-1528974	OR210055978	WRT ABRANTES RP	jcruz	7390544	7390544	A'09'03'B'01 D'12'0	Armazém 811 - A'09'03'B'01 - WKPJHT44	7390544 - [C	ASUS	IW	
252761	D210810134	OR210056826	D&G - Loja	dataalves	7334533	02353KFU	Area tecnica'1'1'1'02	Armazém 811 - Area tecnica'1'1'1'02353KFU - 3KFUUT214R000369	02353KFU - I	Huawei	OOW	
252763	D210810134	OR210056826	D&G - Loja	dataalves	201582	02353MVD	Area tecnica'1'1'1'02	Armazém 811 - Area tecnica'1'1'1'02353MVD - 3MVDUT20BT000272	02353MVD -	Huawei	OOW	
252764	D210810134	OR210056826	D&G - Loja	dataalves		02353LSV	Area tecnica'1'1'1'02	Armazém 811 - Area tecnica'1'1'1'02353LSV - TSC210000089957	02353LSV - I	Huawei	OOW	
254293	D210810134	OR210056826	D&G - Loja	dataalves		679492EBD	Area tecnica'1'1'1'67	Por Arrumar - Area tecnica'1'1'1'679492EBD - TSC210000094202	679492EBD	Huawei	OOW	
255482	D210818019	OR210058060	D&G - Loja	rffcaldeira	7334528	02353FQE	Area tecnica'1'1'1'89	Armazém 811 - Area tecnica'1'1'1'897654132 - TSC210000094096	02353FQE -	Huawei	OOW	
255484	D210818019	OR210058060	D&G - Loja	rffcaldeira		02352YVY	Area tecnica'1'1'1'02	Armazém 811 - Area tecnica'1'1'1'02352YVY - TSC210000094120	02352YVY - I	Huawei	OOW	
255485	D210818019	OR210058060	D&G - Loja	rffcaldeira	201729	51639497	Area tecnica'1'1'1'51	Armazém 811 - Area tecnica'1'1'1'51639497 - TSC210000094161	51639497 - I	Huawei	OOW	
257523	D210824004	OR210059035	D&G - Loja	LPORTO	7363446	7363446	A'13'03'B'01	Armazém 811 - A'13'03'B'01 - TSC210000091636	7363446 - TS	Apple	OOW	
257467	WO-1548937	OR210059118	WRT MIRA MAIA	mxpereira		37180	Area tecnica'1'1'1'37	Armazém 811 - Area tecnica'1'1'1'37180 - TSC210000094076	37180 - FLE	Lenovo	OOW	
258365	WO-1552910	OR210059276	WRT VASCO DA GAMA	ecasilva	7077809	7077809	A'12'05'B'01 A'12'05	Armazém 811 - A'11'07'B'01 - wx92ab06jv3f	7077809 - [C	Sony	IW	
258349	WO-1556570	OR210059424	WRT POMBAL	apereira		L63588-001	D'19'04'A'03 A'08'0	Armazém 811 - A'08'06'D'01 - TSC210000089305	L63588-001 -	HP	IW	
258344	D210902008	OR210060137	D&G - Loja	jribeiro	7206098	GH82-19747	D'13'06'B'01 D'13'0	Armazém 811 - D'13'06'B'01 - SUB5SBEBR1J4CLA	GH82-19747	Samsung	OOW	
258345	D210902008	OR210060137	D&G - Loja	jribeiro	7206688	GH02-18439	A'02'09'B'11	Armazém 811 - A'02'09'B'11 - TSC210000061397	GH02-18439	Samsung	OOW	
258346	D210902008	OR210060137	D&G - Loja	jribeiro	7206737	GH81-16831	A'01'05'D'11	Armazém 811 - A'01'05'D'11 - TSC210000051935	GH81-16831	Samsung	OOW	
258335	D210902010	OR210060216	D&G - Loja	c.almeida	7313940	GH82-22988	A'11'07'D'01 B'03'0	Armazém 811 - A'11'07'D'01 - SUB5SB22NBP0XFY	GH82-22988	Samsung	OOW	
258336	D210902010	OR210060216	D&G - Loja	c.almeida	7340666	GH96-13452	Area tecnica'1'1'1'23	Armazém 811 - Area tecnica'1'1'1'230 - TSC200000044727	GH96-13452	Samsung	OOW	

Figura 4.4 - Extração da Listagem das Peças a Recolher em Armazém

1.3. Filtragem por Técnico

Realizada a extração, os dois operadores alocados a esta operação, cada um no seu laptop de trabalho, filtram pelo técnico (coluna "UserName") que pediu a peça (Figura 4.5), sendo que um operador se dedica ao *picking* das peças dos técnicos do piso 0, e outro operador é responsável pela recolha e entrega de peças aos técnicos dos pisos 2 e -1.

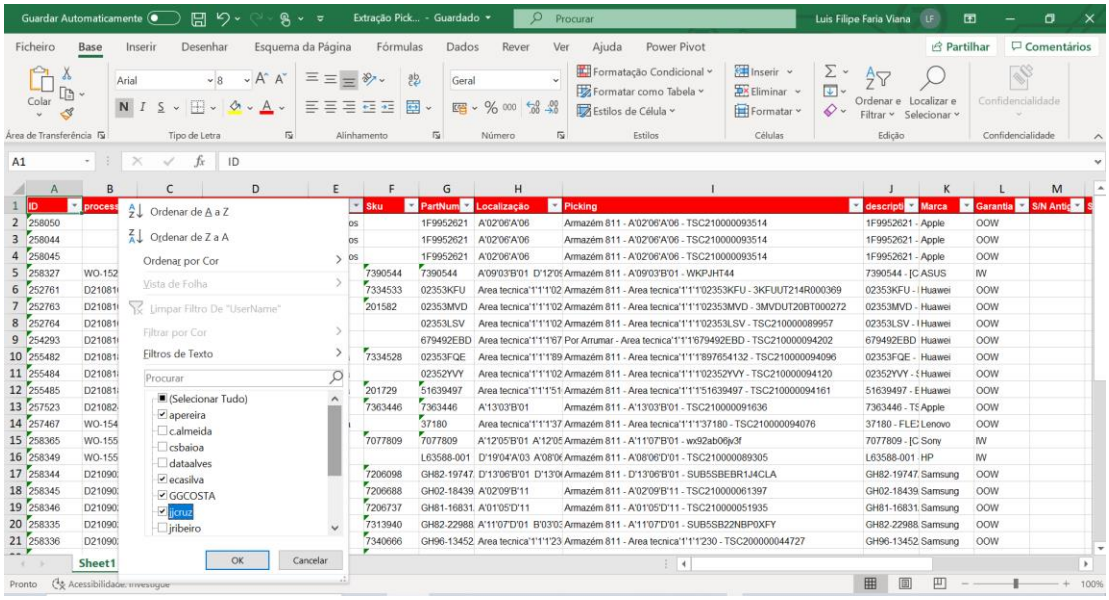


Figura 4.5 - Filtragem da Lista de *Picking* por Técnico

1.4. Ordenação por OR

De modo a garantir a recolha e entrega de todas as peças necessárias para a reparação de um equipamento, o ficheiro Excel é ordenado por OR (Figura 4.6). A ordem com que *picking* é realizado é determinado pela antiguidade da ordem de reparação, abastecendo os equipamentos mais antigos no TSC.

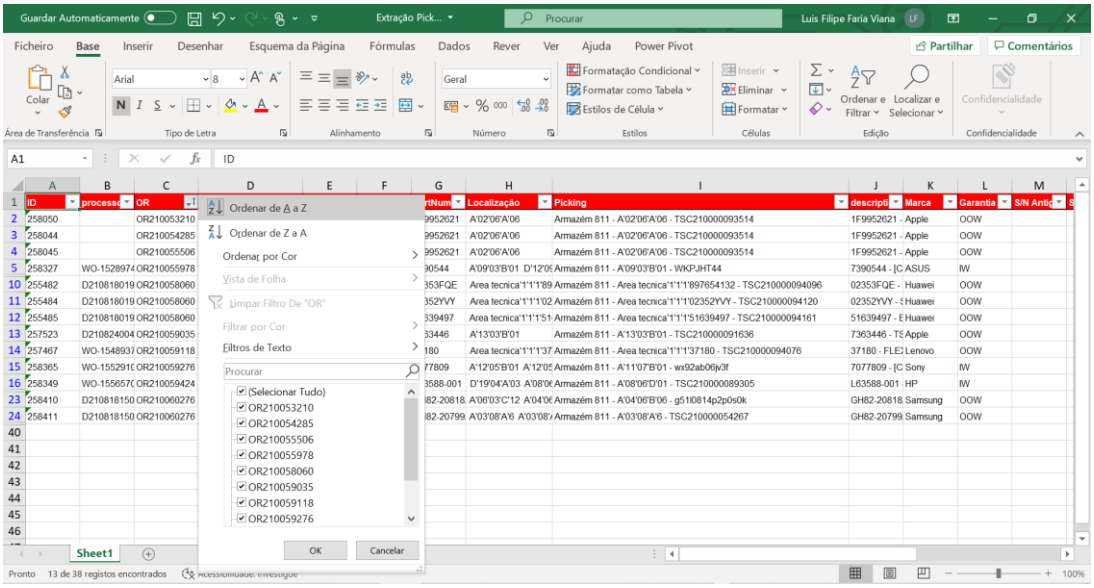


Figura 4.6 - Ordenação da Listagem de *Picking* por OR

1.5. Identificar Localização e Deslocamento até à Localização

Aplicadas as filtragens e ordenações, o *picker* identifica a localização da primeira linha de peça pedida, na coluna *Picking* da listagem, e desloca-se até à mesma para retirar a peça com o número de série indicado.

A localização da peça pode ser uma localização dos corredores do armazém, ou uma localização denominada área técnica, onde são armazenadas as peças em sistema, que foram recebidas propositadamente para uma ordem de reparação. Apesar de em sistema estarem numa localização fictícia, fisicamente estão na caixa buffer, próxima dos operadores de armazém responsáveis pela receção de peças.

1.6. Identificar o Número de Série e Retirar a Peça da Gaveta

Na situação descrita na figura 4.6, o operador deslocar-se-ia à segunda *rack* do corredor A, e retiraria a peça com o número de série TSC210000093514 do separador 6 da gaveta A na sexta prateleira. Quanto maior o número de peças armazenadas na localização, à partida, maior é o tempo despendido pelo operador de armazém na procura pela peça solicitada.

A sugestão do número de série segue a lógica FIFO – *First In First Out*, não por uma questão de prazo de validade, mas sim na possibilidade de a peça estar avariada e ser necessário devolver ao fornecedor. Nestas aplicações de devoluções, o prazo das mesmas deve ser sempre o quanto antes, havendo mesmo casos em que os fornecedores estabelecem prazos máximos.

No processo do *picking*, sempre que a mesma peça, com o mesmo *part-number*, é solicitada, o software sugere o mesmo número de série, pois está programado para apenas indicar o número de série mais antigo da peça com o respetivo *part-number*.

No entanto nem todas as peças pedidas para *picking* se encontram armazenadas em *stock*. Na variante em que as peças são rececionadas diretamente para uma OR, os operadores de armazém no posto de trabalho de *inbound*, colocam essas peças numa caixa

1.7. Escrever Nº OR e Nome do Técnico

Após retirar a peça da localização o *picker* regista manualmente, sob a etiqueta de catálogo da peça, o número da OR para a qual a peça foi solicitada, e o técnico a quem deve entregar a peça.

A escrita do número da OR para a qual a peça se destina, na etiqueta da peça, permite posteriormente ao técnico saber a que OR se destina a peça que lhe foi entregue. O nome do técnico é indicado na etiqueta da peça para auxiliar o *picker*, no momento da *pickagem* da peça e da entrega da mesma, a saber a quem a peça se destina e deve ser entregue.

1.8. Marcar Peça como Recolhida e Colocar a Peça no Carrinho

Realizada a recolha da peça da localização, e registada a caneta o nº da OR e nome do técnico, o *picker* assinala a peça no ficheiro Excel como recolhida através do preenchimento de células (Figura 4.7), e guarda a peça no seu carrinho, pousando-a numa caixa dedicada a esse prepósito.

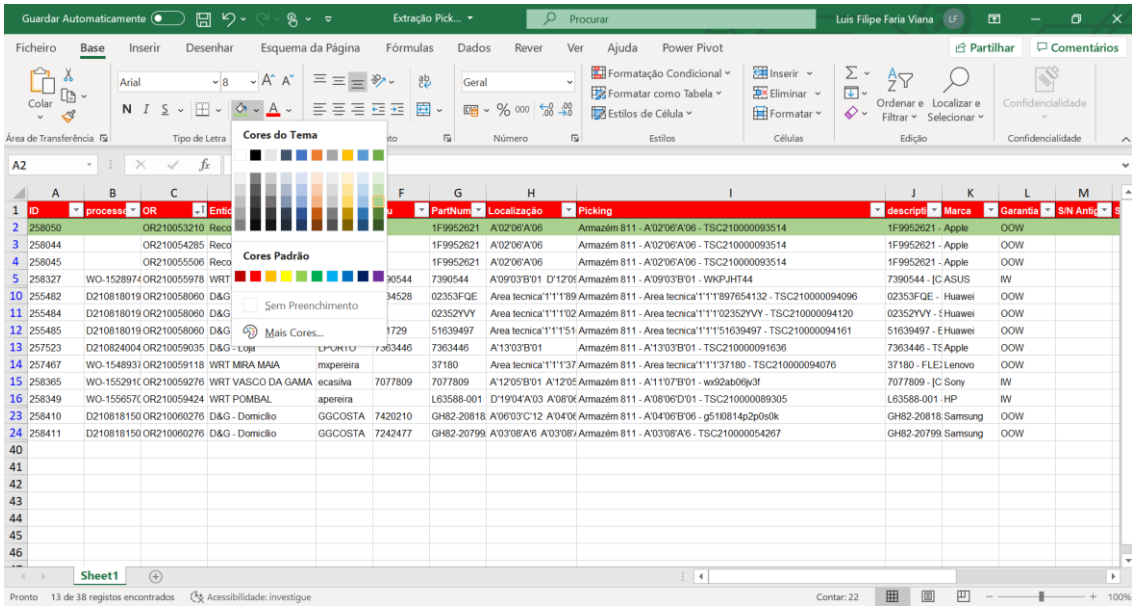


Figura 4.7 - Sinalética de Peça Recolhida na Listagem de *Picking*

Finalizada esta tarefa, o *picker*, realiza de forma cíclica as tarefas enumeradas com os números 5, 6, 7 e 8, até ter o seu carrinho de recolha de peças cheio.

1.9. *Pickar* as Peças

Recolhidas todas as peças, as peças são assinaladas em sistema como entregues. Esta mudança de status da peça, é realizada no mesmo menu do *picking*. De modo a facilitar a procura da peça no menu, a peça é pesquisada por OR, e posteriormente, identificar a linha referente à peça da OR, fazer *scroll* para o lado e clicar no menu de ação. Esta sequenciação é apresentada na Figura 4.8 e Figura 4.9.

Figura 4.8 - *Scroll* Lateral Para Registar Peça Recolhida

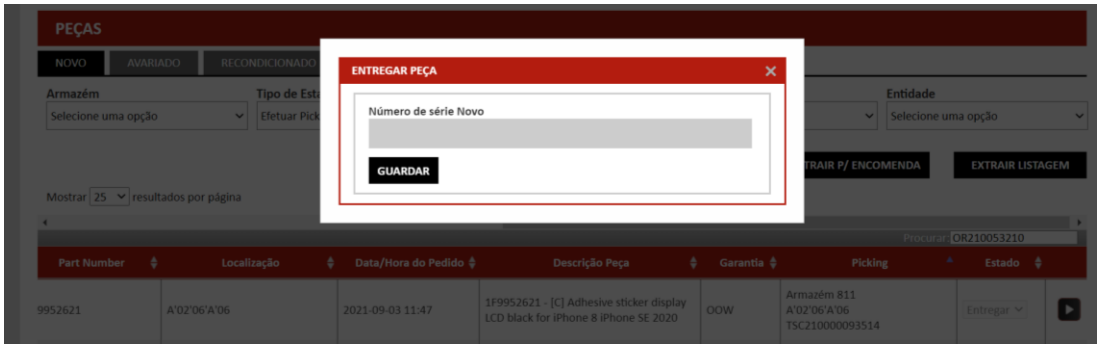


Figura 4.9 - Registo do Número de Série da Peça Recolhida

Após abrir o campo de ação, o *picker* seleciona a barra referente ao número de série, e com um terminal de leitura de código de barras, regista o número de série indicado na etiqueta da peça recolhida.

Realizada a leitura do número de série, é acionada manualmente a função guardar, e a peça transita do status pendente para o status aguarda confirmação de entrega.

1.10. *Sorting* das Peças

Depois de as peças terem sido todas registadas para entrega aos técnicos de reparação, o *picker* realiza a separação das peças por técnico. Para esta tarefa, o *picker* conta com várias caixas, com uma etiqueta de cada técnico, conforme apresentado na Figura 3.17, de modo a facilitar o subprocesso de entrega de peças.

1.11. Retirar Caixas da *Rack*

Separadas as peças por técnico, o *picker* retira da *rack* as caixas de cada técnico com peças, e pousa em cima do seu carrinho, para proceder ao deslocamento até à área técnica e entregar as peças.

Na Tabela 4.1, são apresentados os tempos médios de cada tarefa e o respetivo desvio padrão e variância, determinados a partir da cronometragem de 12 observações por tarefa.

Tabela 4.1 - Registo dos Tempos Médios Cronometrados das Tarefas do Subprocesso de Recolha de Peças

Tarefa	**Média (s)**	**Desvio Padrão (s)**	**Variância (%)**
1.1. Abir WSS e Menu Efetuar *Picking*	39,1	4,9	14
1.2. Realizar Extração	38,3	5,9	15
1.3. Filtragem por Técnico	50,2	9,5	19
1.4. Ordenação por OR	3,1	0,8	26
1.5. Identificar Localização e Deslocamento até à Localização	16,2	7,9	49
1.6. Identificar o Número de Série e Retirar a Peça da Gaveta	36,2	12,0	33
1.7. Escrever nº OR e Nome do Técnico	10,7	1,9	18
1.8. Marcar Peça como Recolhida e Colocar a Peça no Carrinho	5,8	1,1	19
1.9. *Pickar* as Peças	7,7	2,4	31
1.10. *Sorting* das Peças	5,5	1,0	18
1.11. Retirar Caixas da *Rack*	7,8	1,4	18

Algumas tarefas cronometradas apresentam uma elevada variância, que poderia ser reduzida aumentando o número de observações, no entanto, o presente estudo coexistiu com outros projetos enquadrados no TSC 4.0, o que impossibilitou uma recolha de dados mais fidedigna do processo em estudo.

De notar ainda que os tempos observados das tarefas numeradas com os números 5, 6, 7 e 8 da tabela 4.2, são o tempo de execução numa recolha de peças em localização de corredores de armazém. Existe ainda a vertente de recolher as peças que são recebidas em armazém cujo destino é diretamente uma ordem de reparação. Nessa situação o *picker* desloca-se até ao buffer próximo do posto de receção de peças e procura pela peça solicitada em *picking*. Normalmente essa tarefa tem uma duração aproximada de 1 minuto por peça.

As várias tarefas discriminadas do subprocesso de recolha de peças do *picking*, de modo a facilitar a identificação de oportunidades de melhoria, são aglomeradas por atividades, apresentadas na Tabela 4.2. O primeiro grupo de tarefas foi aglomerado na atividade de *setup*, por serem as tarefas realizadas somente no início do processo de *picking*. As tarefas da atividade recolha física das peças, são realizadas de forma cíclica e apenas no final do subprocesso de recolha, são realizadas as tarefas agrupadas na atividade denominada por preparação de entrega.

Tabela 4.2 - Agrupamento das Tarefas do Subprocesso de Recolha de Peças por Atividades

Atividade	Tarefa
Atividade de Setup	1. Abrir WSS e Menu de Efetuar *Picking*
	2. Realizar Extração, Filtragem e Ordenação
	3. Filtragem por Técnico
	4. Ordenação por OR
Recolha Física das Peças	5. Identificar Localização e Deslocamento até à Localização
	6. Identificar o Número de Série e Retirar a Peça da Gaveta
	7. Escrever Nº OR e Nome do Técnico
	8. Marcar Peça como Recolhida e Colocar a Peça no Carrinho
Preparação de Entrega	9. *Pickar* as Peças
	10. *Sorting* das Peças
	11. Retirar Caixas da *Rack* e Saída do Armazém

Concluída a recolha das peças, e o seu registo em sistema no WSS, o *picker* desloca-se à área técnica, iniciando o subprocesso de entrega das peças. Este subprocesso contempla x tarefas, que são infra descritas ao detalhe.

2.1. Deslocamento até à área de reparações

O início do subprocesso de entrega de peças inicia-se com o deslocamento até à área de reparações, a partir da porta do armazém.

2.2. Retirar do carrinho caixa referente a técnico

Já mencionado previamente, o *picker*, ainda no armazém, realiza o *sorting* das peças por técnico, tendo cada um dos técnicos uma caixa, semelhante às caixas de localização para armazenamento em armazém. Chegando à área de reparações o *picker* estaciona o carrinho perto das bancadas de trabalho, e retira, técnico a técnico, a caixa respetiva para proceder à entrega.

2.3. Aguardar pelo Técnico

Já junto ao técnico com a caixa de peças para entregar, o *picker* aguarda que o técnico tenha disponibilidade para receber as peças. O técnico para receber as peças, necessita de abrir em WSS o menu de receção de peças, pelo que se estiver a terminar alguma tarefa técnica, como por exemplo aparafusamento, ou uma tarefa administrativa como elaboração de um relatório técnico, o *picker* aguarda junto do técnico.

2.4. Confirmação de Entrega

Por uma questão de segurança no processo de entrega de peças, o *picker* está instruído para verificar e confirmar que o técnico efetivamente recebe as peças. A responsabilidade do *picker* nesta tarefa, é certificar que o técnico regista a receção dos números de série de todas as

peças entregues. A partir deste ponto, as peças passam do estado aguarda confirmação de entrega para o estado entregue.

2.5. Retornar até ao Carrinho e Arrumação da Caixa

Realizada a entrega das peças ao técnico, o *picker* volta de junto do técnico até ao carrinho e arruma a caixa do técnico no carrinho. As tarefas 2, 3, 4 e 5 são repetidas ciclicamente até terem sido entregues todas as peças a todos os técnicos.

2.6. Deslocamento até ao Armazém

Finalizada a entrega, já com todas as caixas vazias, o *picker* desloca-se de volta até ao armazém para repetir todo o processo de recolha e entrega de peças.

Na Tabela 4.3, são apresentados os tempos médios de cada tarefa e o respetivo desvio padrão e variância, determinados a partir da cronometragem de 12 observações por tarefa.

Tabela 4.3 - Registo dos Tempos Médios Cronometrados das Tarefas do Subprocesso de Entrega de Peças

Tarefa	Média (s)	Desvio Padrão (s)	Variância (%)
2.1. Deslocamento à Área de Reparações	14,4	1,0	7
2.2. Retirar do Carrinho Caixa referente ao Técnico	5,0	1,2	24
2.3. Aguardar pelo Técnico	10,0	7,0	70
2.4. Confirmação de Entrega	31,1	13,4	43
2.5. Retornar até ao carrinho e Arrumação da Caixa	6,0	1,0	17
2.6. Deslocamento até ao Armazém	17,6	0,8	5

O tempo médio observado das tarefas de deslocamento apresentado na Tabela 4.3, é referente à distância percorrida pelo *picker* entre o armazém e a área técnica do piso 0. O deslocamento entre o armazém e os pisos -1 e 2, requer a utilização de elevador e o tempo médio por viagem é de cerca de 2 minutos.

A estratégia de recolha de peças aplicada, consiste numa operação manual, onde o *picker* se desloca até aos bens (neste caso peças), e recolhe mediante o solicitado para uma OR. Generalizando a operação executada no armazém do TSC, uma ordem de reparação pode ser vista como uma encomenda.

O modo como o *picking* é realizado, permite enquadrar tanto numa metodologia *Picking*-to-*Order* como uma metodologia *Batch Picking*. O *picker* apesar de percorrer o armazém para satisfazer as necessidades de uma encomenda, de encomenda em encomenda - *Picking*-To-*Order* -, as peças à medida que vão sendo recolhidas vão sendo aglomeradas no carrinho para ser realizada posteriormente o registo de recolha de peças em sistema - *Batch Picking* -.

De acordo com as metodologias da operação *picking* apresentadas no segundo capítulo, é apresentada na Tabela 4.4, uma síntese da caracterização do subprocesso de recolha de peças em estudo.

Tabela 4.4 - Síntese da Estratégia de *Picking* Utilizada

Operação Manual								Operação Automatizada
Picker-To-Goods							*Goods To Picker*	
Picking To Order	*Batch Picing*		*Zone Picking*		*Wave Picking*			
	Sort While Pick	*Pick And Sort*	*Parallel Picking*	Pick And Pass	p/ Tempo	p/ Itens		
X		X						

4.2 Identificação de Oportunidades de Melhoria

De modo a otimizar o processo do *picking*, foi realizada uma análise exaustiva e detalhada às tarefas e atividades constituintes do processo. Esta análise é realizada com o objetivo de perceber os motivos ou as causas para o processo não ser executado nos níveis máximos de eficiência.

Numa melhoria com recurso à filosofia *Lean*, a identificação de oportunidades de melhoria resulta de uma triagem às atividades de valor acrescentado e valor não acrescentado, e de uma identificação de desperdícios mura, muda ou muri.

A distinção do valor que uma atividade aporta a um processo, é feita tendo em conta a perspetiva do cliente. No presente estudo de caso, as atividades do processo do *picking* são valorizadas mediante a importância que as execuções das mesmas atividades têm para o técnico, sendo este o cliente do armazém, dada a necessidade de peças para serem executadas as reparações.

Na Figura 4.10 é apresentado um esquema ilustrativo onde são apresentadas as tarefas dentro de cada atividade, identificadas por tarefas de VA (que têm valor para o técnico), tarefas de NVA (que não aportam valor ao técnico) e tarefas BNVA (que não aportam valor ao técnico mas são indispensáveis para o decurso do processo).

Figura 4.10 - Sequenciação das Tarefas e Atividades do Subprocesso de Recolha de Peças e Respetivo Valor para o Cliente

O critério de definição do valor de uma atividade do processo, é definida mediante a perspetiva do cliente, ou seja, o técnico. Numa lógica de prestação de serviços, as atividades de valor acrescentado (*value added*) são aquelas que o cliente paga para serem executadas e que lhe trazem valor. A necessidade do técnico é ter as peças para prosseguir a reparação, e nesse sentido, as atividades realizadas pelo *picker* que aportam valor é retirar a peça, escrever o nº da OR (para permitir ao técnico saber que equipamento deve pegar para prosseguir a reparação), deslocar-se até à área técnica e a entrega da mesma.

As atividades BNVA, não acrescentam valor ao técnico, porém, são necessárias para a execução das atividades VA, e contemplam atividades como deslocamentos, separação das peças e registo da entrega em WSS.

Na Tabela 4.5, são apresentados os tempos de execução por tipologia do valor da atividade, através dos tempos médios observados de cada tarefa. Como neste processo, muitas

tarefas são realizadas de um modo cíclico, de modo a determinar o peso relativo de cada tipologia de atividade no processo, foi considerado uma recolha de 100 peças, em que 60 estavam em *stock* e 40 foram recebidas para uma OR, e entrega a 20 técnicos.

Tabela 4.5 - Tempos de Execução por Valor da Atividade

Atividade	Tempo (minutos)	Peso (%)
VA	22,8	13,2
BNVA	56,8	32,8
NVA	93,6	54,0
Total	173,2	100

Pelos valores apresentados na Tabela 4.5, é percetível de que mais de metade do processo é composto por tarefas e atividades que não acrescentam valor ao técnico e que não são indispensáveis para o decurso normal da operação. Aplicando a filosofia *Lean*, e o seu plano de ações de eliminar as atividades de valor não acrescentado numa primeira fase, o processo do *picking* poderá ser reduzido para menos de metade do tempo despendido.

Além dos desperdícios gerados na realização das tarefas identificadas como atividades de valor não acrescentado, existem outras fontes de desperdício identificadas. Como já referido anteriormente, os dois operadores de armazém designados para a execução da operação do *picking*, designados por *pickers*, estão divididos mediante a localização física dos técnicos nos vários pisos de área técnica do TSC. Ora, apesar de na teoria o volume de peças pedidas pelos técnicos do piso 0, ser semelhante ao volume de peças pedidas pelos técnicos dos piso 2 e -1, a verdade é que ao longo de um dia de trabalho (9h às 18h) o número de peças a recolher pelos dois *pickers* não é nada semelhante, conforme apresentado no gráfico da figura 4.11, referente à primeira semana de março 2021.

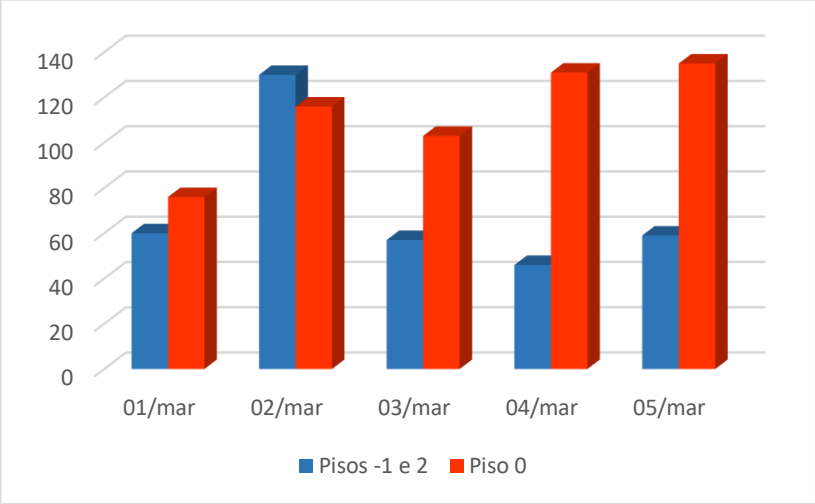


Figura 4.11 - Comparativo do Volume de Peças Entregue por Picker na Primeira Semana de Março 2021

Esta metodologia de organização conduz ao tipo de desperdício *mura*, caracterizado pela irregularidade na gestão da carga de esforço.

Também no âmbito do desperdício mura, é identificado ainda um outro desperdício associado ao processo do *picking*. Na lógica de serem entregues as peças, quando estiverem disponíveis todas as peças para entrega, existe o status cativado. Estas peças, apesar de estarem disponíveis em armazém, não são visíveis no menu efetuar *picking* em WSS. Esta situação conduz por isso a um desnivelamento da carga de trabalho, conforme situação ilustrada na figura 4.12.

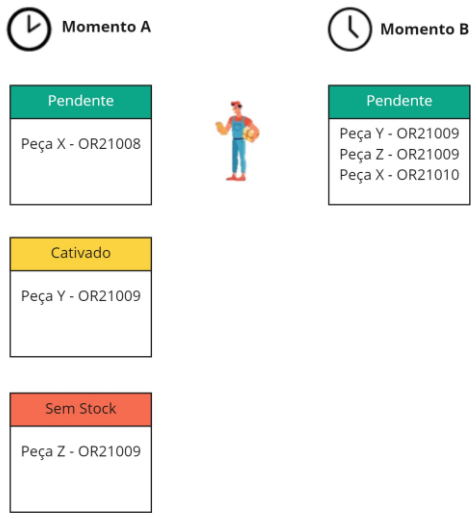


Figura 4.12 - Exemplificação do Sistema de Peças Cativadas em Armazém

Na situação descrita da figura acima, são num primeiro momento, pedidas peças para 2 ordens de reparação (OR21008 e OR21009). Como na OR21009 está pedida uma peça que não está disponível em armazém (a peça Z), a peça Y não será recolhida pelo *picker*. Num segundo momento, após a receção da peça Z em armazém, o *picker* recolherá a peça Y e Z. Numa situação ideal de nivelamento da carga de trabalho, o *picker* recolheria a peça Y num primeiro momento, para uma localização definida pré-*picking*, e a peça Z num segundo momento, ao invés de não recolher no primeiro momento e recolher duas no segundo momento.

Em suma, são várias as oportunidades de melhoria identificadas no processo em análise, que tanto podem ser aplicadas através da eliminação de atividades de valor não acrescentado, como através do aumento da eficiência nas atividades de valor acrescentado. Na tabela 4.6, são apresentadas respetivamente as principais fontes de desperdício no decurso de tarefas, atividades e subprocessos do processo do *picking*, e que posteriormente conduzirão a uma definição, desenho, desenvolvimento e implementação de novas soluções.

Tabela 4.6 - Síntese das Oportunidades de Melhoria Identificadas e o Respetivo Desperdício Associado

Atividade	Valor	Descrição – Oportunidade de Melhoria	*Waste*
Atividade de Setup	NVA	O WSS tem a funcionalidade do *picking*, isto é, de identificar uma necessidade (pedido de peça), informar qual a localização e registo da peça a ser entregue. No entanto apresenta debilidades como: não permitir aplicar filtragens; não permitir ordenar por OR ou localização; Arrastar o cursor para o lado sempre que for necessário registar uma peça. Estas entropias conduz ao *picker* a utilizar uma ferramenta de apoio (Excel) por ser mais acessível a gestão do seu trabalho.	Muda - Repetição de Processos
Identificar Localização e Deslocamento	BNVA	A metodologia utilizada, *Picking*-to-*Order*, obriga a um maior deslocamento por parte do *picker*. O recurso à metodologia *Batch Picking*, onde o *picker* percorre uma armazém apenas uma vez, permitirá uma redução no tempo e na energia despendida no deslocamento.	Muda - Movimento
Identificar Serial Number	NVA	A recolha das peças em armazém segue uma lógica FIFO, o que por vez obriga, nos casos em que uma localização contenha várias peças, a uma procura maior pela peça pedida e sugerida em sistema. Após conversa com os *pickers* sobre maiores dificuldades sentidas, a tarefa de procurar pelo número de série foi a mais realçada, tendo sido por isso esta oportunidade de melhoria identificada previamente à medição de tempos.	Muda – Repetição de Processos
Identificar Serial Number	NVA	Nos casos em que a peça a recolher, foi encomenda e recebida previamente com o objetivo de abastecer a própria OR solicitada, os *pickers* deslocam-se até ao posto de receção de peças, e procuram em caixas, pela peça pedida. Normalmente, essas caixas buffer estão cheias e leva a que o *picker* consuma tempo na procura pelas peças.	Muda – Repetição de Processos
Recolha de Peças	BNVA	Desnivelamento do volume de peças a recolher pelos dois *pickers*	Mura
Recolha de Peças	BNVA	Desnivelamento do volume de peças a recolher no *picking* derivado do estado cativado nas peças cujo abastecimento não vai completar as necessidades de uma OR	Mura
Entrega de Peças	VA	A ausência de uma metodologia de *Wave Picking*, conduz não só a uma indefinição no trabalho dos *pickers*, que são obrigados a tomar a decisão de entregar as peças por iniciativa, como também a uma incerteza por parte da área técnica que não consegue prever e ajustar o seu dia de trabalho, por não saber quando é que as peças lhes vão ser entregues.	

Além dos desperdícios identificados, foram identificadas outras oportunidades de melhoria, de seguida enumeradas:

1. O carrinho do *picker* apresentado na Figura 3.17, apenas contém uma divisão, o que impossibilita a aplicação da estratégia *Sort-While-Pick* e a volumetria disponível na caixa, não permite a recolha de grandes volumes de peças.
2. O recurso ao manualismo, de escrever o número da OR e o nome do técnico à mão, além de estar suscetível à falha humana e à ilegibilidade da leitura, é uma entropia numa empresa com o grande objetivo de entrar cada vez mais no digitalismo.
3. No armazém do TSC a estratégia de armazenagem aplicada é aleatória, ou seja, não existe nenhum critério de arrumação com base na taxa de rotação ou volumetria. A utilização de uma estratégia de arrumação com critério de taxa de rotação, concentraria as peças mais pedidas e utilizadas pelos técnicos numa zona do armazém e reduziria o tempo e energia despendidos em deslocamento pelo *picker*.
4. No armazém, não existe um corredor de passagem para os *pickers* entre corredores. A necessidade do recurso a *rack*s de armazenamento impossibilita que haja uma ligação direta entre corredores de passagem. A ação a tomar para colmatar esta necessidade, passa por uma redução do nível de segurança na gestão de *stock*s, e por uma maior condensação de peças nas localizações.

As oportunidades de melhoria levantadas no presente capítulo, conduzirão a uma definição de solução enquadrada em quatro vertentes: estratégias do *picking*, desenvolvimento IT, equipamentos de organização e estratégica de gestão de *stock*s. No esquema da figura 4.13, é apresentado um quadro resumo, das oportunidades de melhoria identificadas, agrupadas por área de intervenção, com recurso à ferramenta *Lean* gestão visual. De frisar que as oportunidades de melhoria identificadas foram validadas pelo coordenador da cadeia de abastecimento do TSC e pelo diretor do projeto TSC 4.0.

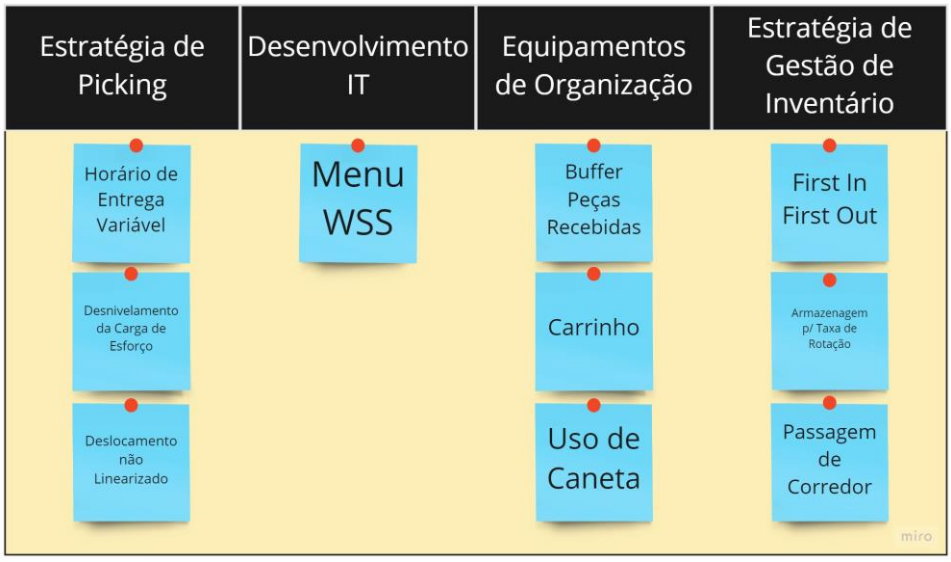


Figura 4.13 - Quadro Resumo das Oportunidades de Melhoria Identificadas por Área de Atuação

4.3 Definição, Desenho, Desenvolvimento e Implementação de Soluções

"There are no problems, only solutions" John Lennon

Conhecendo o processo completo, desde o início ao fim, e estudadas todas as ineficiências processuais, o passo seguinte passa por definir soluções que permitam colmatar as oportunidades de melhoria identificadas. Este modus operandi conduzirá a uma melhoria do processo do *picking* em estudo.

Aproveitando as quatro diferentes áreas de atuação identificadas nas oportunidades de melhoria, foram definidas e desenhadas soluções dentro de cada vertente.

4.3.1 Estratégia do *Picking*

4.3.1.1 Horário de Entrega

Após os desperdícios identificados, foi utilizada a ferramenta *Lean* PDCA com o objetivo de reduzir os desperdícios, aproveitar com o máximo de eficiência possível o esforço aplicado pelos *pickers* na operação e melhorar a qualidade do serviço de entrega de peças aos técnicos.

A primeira medida aplicada teve o intuito de criar um calendário de entrega de peças, ou seja, adicionar uma metodologia de *wave picking* à operação. As suas diferentes fases na

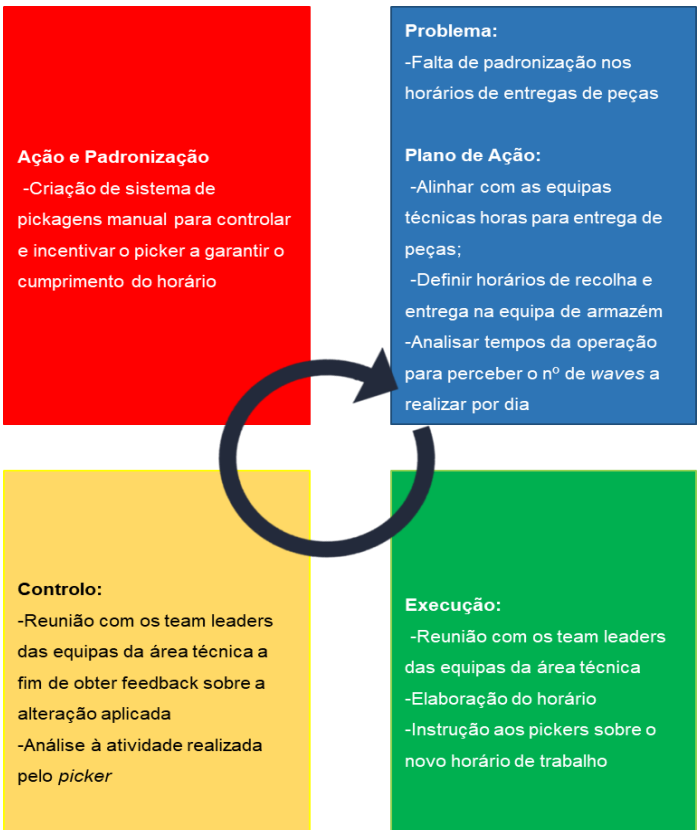


Figura 4.14 - Ciclo PDCA na Implementação do *Wave Picking*

definição e implementação da solução, são apresentadas na figura 4.14, enquadradas com as-fases do Ciclo PDCA. Na fase do planeamento, foi planeado num primeiro momento junto dos principais s*takeholhders* do processo, as chefias das equipas técnicas, a realização de 5 momentos de entrega distribuídos ao longo do dia de trabalho: 10h, 11h30, 14h30, 16h e 17h. Após a execução deste planeamento, na fase de controlo, foi identificado uma redução do volume de ordens de reparação abastecidas e um aumento do tempo de *setup*, correspondendo a um aumento das atividades de valor não acrescentado por parte dos *pickers*. Por isso na fase de ação, os horários de entrega foram submetidos a uma atualização. Em vez de 5 momentos de entrega, os *pickers* passariam a entregar peças em 4 momentos do dia: 10h, 12h, 15h e 17h.

Numa nova fase de controlo e ação do segundo ciclo de implementação da nova solução de *Wave Picking*, através do registo horário de início e fim de recolha e entrega, apresentado na figura 4.15, foi percetível uma maior necessidade de tempo na recolha de peças e menos no tempo de entrega.

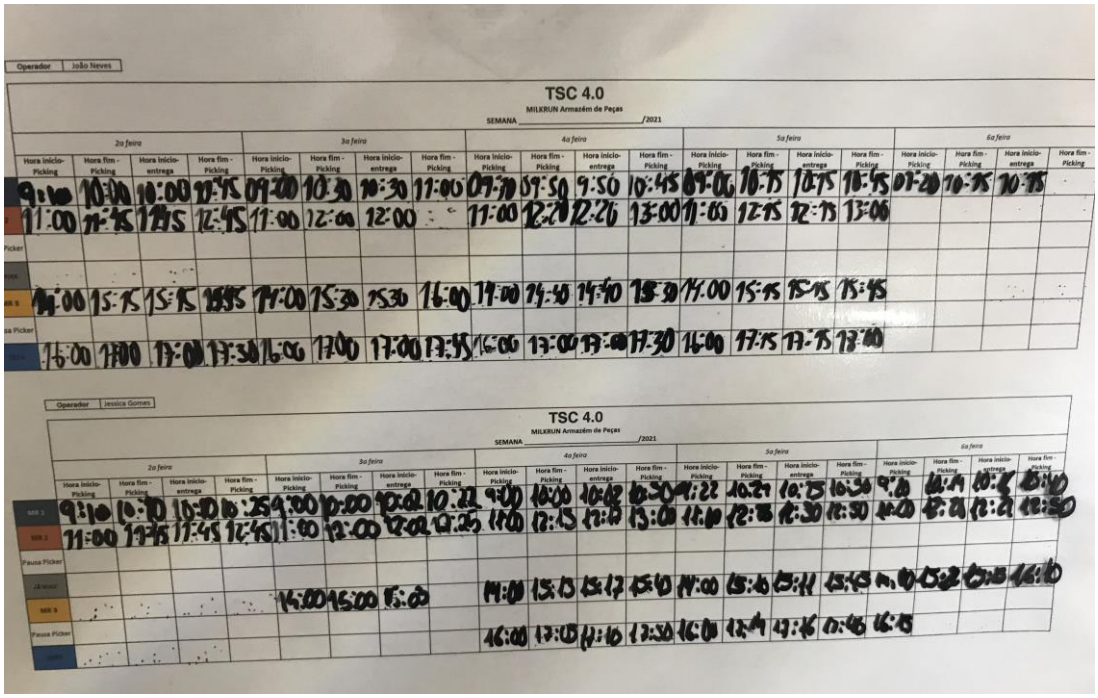


Figura 4.15 - Controlo de Horários de Recolha e Entrega

Inicialmente, já com as 4 janelas, estava previsto 1 hora para a recolha e 1 hora para entrega, mas foi necessário um reajuste. O horário da operação passou a ser padronizado com 1h15 de recolha e 45min de entrega, com os momentos de entrega a ocorrem às 10h15, 12h15, 15h15 e 17h15.

4.3.1.2 Desnivelamento da carga de esforço

Já identificado como oportunidade de melhoria, existe diariamente um desfasamento do volume de peças recolhido e entregue entre os *pickers*.

De forma a nivelar a carga de esforço entre os *pickers* na fase de recolha, era necessário criar uma organização que permitisse aos dois operadores trabalharem em equipa. A solução encontrada, passa pelo uso do ficheiro de apoio em Excel para a realização da recolha, mas numa edição partilhada, ou seja, em vez de cada ficheiro ser importado para cada computador, apenas existe a necessidade de uma importação no momento da recolha e trabalham online através do Microsoft Teams. Assim, mediante a ordenação, por OR ou por localização, um *picker* começa no fim da listagem e outro começa a recolha pelas peças indicadas no início da listagem.

4.3.1.3 Deslocamento não linearizado

Implementada a metodologia *Wave Picking*, a próxima revisão à estratégia do *picking* utilizada no TSC passa pela alteração da metodologia *Picking*-To-*Order* para *Batch Picking*, de modo a ser reduzido o tempo e distância de deslocamento. Devido ao estreitamento da janela de recolha a 1 hora e 15 minutos, era importante manter o *picking* à encomenda, de modo a garantir que ao fim do período de recolha, os processos eram entregues completos.

Após duas semanas de análise, foi verificado que ao fazerem a recolha por OR (encomenda), a capacidade do volume de peças médio entregue rondava as 50 peças por operador. Feita uma estimativa de melhoramento de 30% ao ser feita a recolha à localização, os *pickers* seriam capazes de recolher 130 peças ao invés de 100, com a alteração da metodologia. Por isso, a cada extração ordenada por OR, são selecionadas as primeiras 130 peças no ficheiro e eliminadas as restantes. As 130 peças para recolha, podem ser ordenadas e recolhidas por localização pois é praticamente nulo o risco de os *pickers* entregarem processos incompletos.

A previsão de um aumento da capacidade de recolha de 30% alternado do *picking*-to-*order* para o *batch-picking*, não é maior devido às dimensões reduzidas do armazém e por existir uma maior condensação de peças no corredor A, pois é onde se localizam as *rack* com maior número de sublocalizações

Implementadas estas novas soluções, as metodologias utilizadas na estratégia do *picking* passam as indicadas na tabela 4.7.

Tabela 4.7 - Síntese da Estratégia de *Picking* Implementada

Operação Manual								Operação Automatizada
Picker-To-Goods							*Goods To Picker*	
Picking To *Order*	*Batch Picking*		Zone *Picking*		*Wave Picking*			
	Sort While Pick	*Pick And Sort*	*Parallel Picking*	*Pick And Pass*	p/ Tempo	p/ Itens		
		X	X		X			

4.3.2 Estratégia de Gestão de Inventário

A estratégia de gestão de *stock*s e armazenagem no armazém do TSC, como já referido previamente, tem um impacto direto na operação do *picking* por 3 formas distintas.

A procura pelo número de série da peça na localização de modo a seguir a regra *First In First Out*, implica despender em média 17 segundos por peça recolhida de *stock*. Esta lógica tem como principal objetivo permitir, no caso de avaria, cumprir com o prazo de garantia de devolução estipulado pelo fornecedor, que normalmente varia entre 1 a 3 meses.

A solução mais óbvia talvez fosse a arrumação das peças na arrumação por ordem de chegada, no entanto, o excessivo manuseamento das peças poria em risco as condições físicas e eletrónicas dos componentes.

Através de uma extração em WSS da listagem de mapa de *stock*, no início de março, permitiu aferir que das 31 529 peças em *stock* no momento da extração, 10 109 tinham dado entrada no TSC no ano civil de 2020. Ou seja, 32% das peças armazenadas já não poderiam ser devolvidas. Através de uma reunião internamente, com a equipa de *procurement*, responsável pela gestão de *stock*s do TSC, ficou alinhado a anulação da prática da regra do FIFO. Se fosse continuada a pôr em prática a lógica FIFO havia o risco de não haver nenhuma peça disponível para devolução em caso de avaria, pois o *picker* estaria sempre a entregar peças com mais de 3 meses no TSC. Deste modo, em que o *picker* recolhe a peça mais acessível, (aproximando-se a uma lógica LIFO – *Last In First Out*), apesar de não haver uma clara organização na gestão de inventário, a probabilidade de haver uma devolução aceite pelo fornecedor é maior.

Deste modo, é possível eliminar a tarefa de valor não acrescentado procurar pelo número de série.

Outro tema levantado nas oportunidades de melhoria na vertente de gestão de inventário, é o armazenamento das peças por taxa de rotação. Nesta situação ideal, o *picker* reduz o tempo de deslocamento pois as peças solicitadas estão, na sua maioria, localizadas próximas do local de entrada e de saída do armazém. No entanto, a aplicação desta estratégia de gestão de armazenagem, num armazém com milhares de localizações e dezenas de milhares de artigos, requer um algoritmo muito bem definido e estruturado no WMS, WSS, que no momento da receção de peças consiga calcular a sua taxa de rotação nas últimas semanas, e com base nessa informação, atribuir uma zona especificada do armazém para armazenamento e indicar uma localização ou sublocalização disponível. Por isso, por ser um projeto de longa duração, elevada complexidade e alta carga de esforço, não entra no projeto de otimização do processo do *picking*.

A oportunidade de melhoria de abrir uma passagem entre os dois corredores centrais do armazém, está identificada, no entanto a sua solução ainda não está definida, havendo duas possibilidades ainda em cima da mesa pendente de estudo:

1. A primeira hipótese, e a mais provável de avançar, passa por alargar o espaço do armazém à área de *procurement*. No piso 2, além da área técnica, existe também uma zona de escritórios que pode ser ocupada pelos elementos da equipa de *procurement*. Isso permitiria, abolindo a parede que à data separa as duas equipas, alargar o espaço do armazém, conforme apresentado na Figura 4.16, permitindo posteriormente uma abertura entre corredores.

Figura 4.16 - Hipótese de Solução da Expansão do Armazém de Peças

2. A segunda hipótese, e porventura a hipótese de mais difícil execução, passa por uma condensação das peças em armazém, ou seja, aumentar a taxa de ocupação do armazém com o objetivo de retirar *rack*s de armazenamento a fim de abrir uma passagem para o *picker*

4.3.3. Desenvolvimento IT

Com o objetivo de tornar o menu do *picking* mais ágil em WSS, ao ponto de não justificar o recurso a um ficheiro Excel de suporte, foi definida e desenhada uma solução, entregue à equipa informática de suporte (NOSHAPE) para desenvolvimento do código de programação no início de agosto do presente ano.

A definição da solução assenta numa revisão a todo o fluxo de recolha de peças, com vista a mitigar e eliminar quanto possível as atividades de valor não acrescentado.

Para o subprocesso de recolha de peças, inicialmente com uma sequenciação de tarefas e atividades conforme apresentado na Figura 4.10, após análise às oportunidades de melhoria e restrições, foi definida e desenhada uma solução com a sequenciação de tarefas e atividades apresentada na figura 4.17.

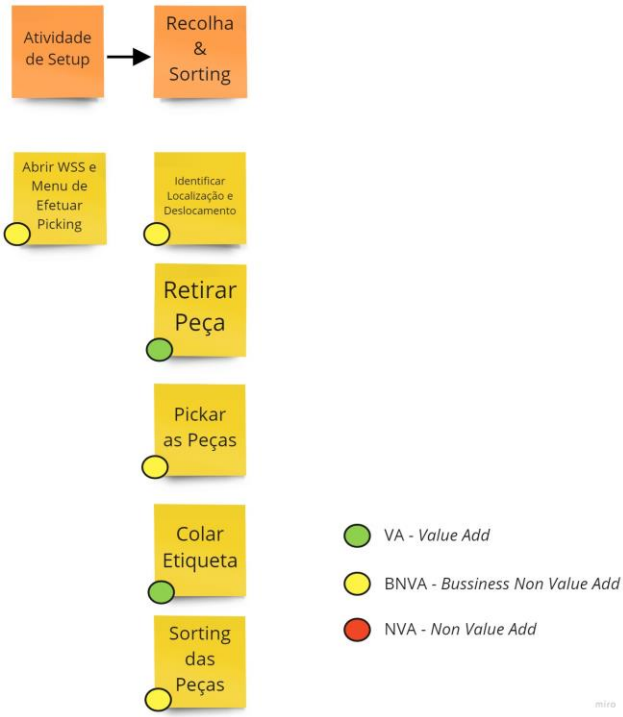


Figura 4.17 - Sequenciação das Tarefas e Atividades do Subprocesso de Recolha de Peças e Respetivo Valor para o Cliente na Solução a Implementar

A solução definida permite uma eliminação das atividades de valor não acrescentado que não são indispensáveis para a execução do processo, e provoca alterações na metodologia aplicada na estratégia do picking. No entanto, na fase do desenho da solução, são identificados requisitos funcionais (que requerem desenvolvimento informático) e requisitos operacionais (requisitos como equipamentos e infraestruturas) apresentados na Tabela 4.8, e necessários para a implementação da solução proposta.

Na Figura 4.18, é apresenta a etiqueta a sair, após cada registo em sistema da recolha de peça, para colar sobre o saco ou a caixa da peça. A utilização de código barras tem como objetivo auxiliar o técnico na procura pela OR no momento em que iniciará a reparação.

Tabela 4.8 - Requisitos à Implementação da Solução Desenhada

Necessidade	**Requisito**	**Tipo de Requisito**
Realizar *picking* diretamente do WMS do TSC, tornando o menu mais ágil e de uso acessível	Redução das colunas do menu do *picking*, mantendo apenas as colunas essenciais para a execução da operação	Funcional
	Cursor já preparado na primeira linha para receber a info do número de série a entregar. Possibilidade de alterar com o cursor a linha de peça a *pickar*	Funcional
	Após *pickagem*, a peça recolhida desaparece do *picking*, e o cursor passa para a linha seguinte, na ordem (da coluna) previamente estabelecida pelo *picker*	Funcional
	Criação de um botão de ação prévio chamado 'Iniciar *Wave*' de modo a bloquear a vista do *picker* perante novos pedidos que vão surgindo. Assim, ao fazer *picking* à localização, não há o risco de ter de voltar atrás a uma localização já visitada. Realizada recolha das peças daquela *wave*, permitir clicar num botão de ação 'Terminar *Wave*'	Funcional
Agilidade para variação da estratégia do *picking* mediante picos de pedidos, e para uma melhor gestão de prioridades das diferentes áreas de negócio.	Possibilidade de ordenar ascendente ou descendente qualquer coluna	Funcional
	Possibilidade de filtrar por área (mobile, informática, reuse, pequenos domésticos, …) ou por corredor de armazém.	Funcional
Etiqueta com a informação da OR e nome do técnico, eliminado o manualismo de escrever na etiqueta da peça	Impressora de etiquetas sem fios, de pequena dimensão para uso à cintura, de modo a ser possível a impressão de uma etiqueta sem sobrecarregar fisicamente o *picker*	Operacional
	Conexão entre o WSS e a impressora, de modo após cada *pickagem* a etiqueta ser impressa automaticamente	Funcional
Separação das peças por técnico no momento da recolha das peças das localizações	Carrinho com vários níveis de arrumação	Operacional

Na figura 4.19 é apresentado um esquema síntese das alterações a realizar no menu "Efetuar *Picking*"

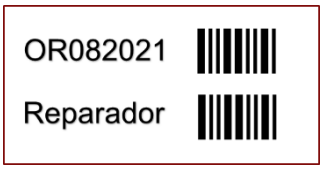


Figura 4.19 - Etiqueta para cada Peça a Entregar

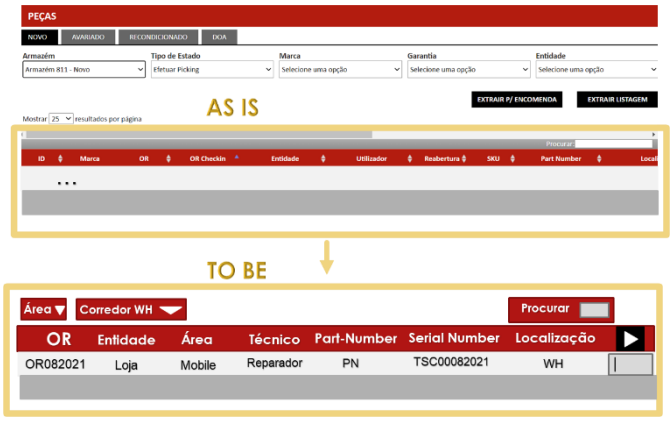


Figura 4.18 - Alteração ao Menu de *Picking* em WSS

4.3.4 Equipamentos de Organização

Identificados como requisitos operacionais, a impressora de etiquetas à cintura e o carrinho com vários níveis de arrumação, na solução da otimização dos menus em WSS, estes equipamentos permitem também solucionar as oportunidades de melhoria identificadas na vertente de equipamentos de organização. Estando ainda em análise de cotação no mercado, são apresentados na Figuras 4.20 e Figura 4.21, as soluções idealizadas para a impressora e carrinho respetivamente.

Figura 4.21 - Exemplo de Impressora de Etiquetas a Adquirir

Figura 4.20 - Exemplo de Carrinho de *Picking* a Adquirir

O carrinho é o equipamento que requer um maior estudo, de modo a perceber quais as dimensões limite de modo a ser possível a sua passagem no armazém e de modo a ser de fácil não seja ótima, pois não se trata efetivamente de um carrinho, mas sim de uma rack de armazenamento sobre rodas. manuseamento para o *picker*. No entanto, é possível que a solução apresentada para o carrinho encontrando uma solução que não ponha em causa a operação, ao mesmo tempo que aumenta o número de compartimentos, a estratégia do *picking* será mais eficiente, pois a separação será feita logo no momento da recolha e não numa tarefa posterior

adicional. Ou seja, uma alteração da estratégia, dentro do *Batch Picking*, de *Pick-And-Sort* para *Sort-While-Pick*.

Outra oportunidade de melhoria identificada na vertente de equipamentos de organização, é a organização do buffer de peças que são recebidas diretamente para uma OR. Por estar a ser rececionada diretamente para uma OR, o operador de receção de peças não sente a necessidade de ir arrumar as peças recebidas às localizações, pois as peças serão brevemente recolhidas e entregues.

Na lógica de criação de um buffer para as peças, o mecanismo utilizado, de uma caixa para todas as peças, induz a um desperdício de tempo na procura pela peça pretendida pelo *picker*.

A solução encontrada, é o recurso a uma nova *rack* de armazenamento com uma caixa afeta a cada técnico, à imagem do mecanismo existente para o *picker* realizar o *sorting* das peças depois de recolhidas. Para facilitar ainda mais o trabalho do *picker*, dentro de cada gaveta são criadas sublocalizações para cada terminação do número de OR, visto que as peças recebidas para OR, têm indicação na etiqueta da peça, o número da OR e o nome do técnico. A implementação desta solução teve como principais requisitos uma reorganização do *layout* do armazém, e uma tarefa adicional de *sorting* pelo operador executante da tarefa de receção de peças.

A alteração do layout de armazém, consistiu na otimização de vários processos, resultando da redução do número de postos de trabalho. Na zona central, das duas mesas originais, foi retirada uma, ganhando espaço para a implementação de uma *rack* com gavetas catalogadas com o nome dos técnicos de reparação.

4.4 Análise Dados e Discussão

Todas as oportunidades de melhoria identificadas no processo do *picking*, apresentadas previamente na Figura 4.13, foram respondidas com soluções. Os diferentes estados da solução e respetivas datas, são apresentados e sintetizados na Tabela 4.9.

As soluções encontradas e implementadas conduziram a uma redução do tempo necessário para a execução do processo. A redução do tempo de execução do processo, é avaliada através da apresentação dos tempos medidos das tarefas do subprocesso de recolha de peças, resultante da implementação da nova estratégia do *picking* e da organização do buffer de peças recebidas para OR. Estas soluções conduziram a uma alteração no tempo de execução de três tarefas, dentro do subprocesso de recolha de peças, indicadas na Tabela 4.10.

Para o cálculo dos valores totais, é estimada uma *wave* com 100 peças das quais 60 estão armazenadas em *stock* e 40 foram recentemente recebidas para uma ordem de reparação.

Tabela 4.9 - Estado da Solução Definida para cada Oportunidade de Melhoria Identificada

Oportunidade de Melhoria	**Área de Atuação**	**Solução**	**Estado da Solução**	**Data**
Falta de padronização de horários de entrega	Estratégia do *picking*	*Wave Picking*	Implementada	1ª Semana Março
Desnivelamento da carga de esforço entre os *pickers*	Estratégia do *picking*	*Parallel Picking*	Implementada	1ª Semana Maio
Deslocamento excessivo do *picker*	Estratégia do *picking*	*Batch Picking*	Implementada	2ª Semana Abril
Menus WSS	Desenvolvimento IT	Adaptação do WSS às reais necessidades do *picker*	Em Desenvolvimento	1ª Semana Agosto
Buffer Peças Recebidas	Equipamentos de Organização	Aumento do espaço e do número de compartimentos de armazenamento	Implementada	3ª Semana Março
Carrinho	Equipamentos de Organização	Carrinho com vários níveis de arrumação	Em Desenvolvimento	1ª Semana Agosto
Uso de Caneta	Equipamentos de Organização	Impressora de Etiquetas	Em Desenvolvimento	1ª Semana Agosto
First In First Out	Estratégia de Gestão de Inventário	Eliminação da lógica FIFO	Implementada	2ª Semana Março
Armazenagem p/ Taxa de Rotação	Estratégia de Gestão de Inventário	Criação de algoritmo no WMS	Definição e Desenho	3ª Semana Fevereiro
Passagem de Corredor	Estratégia de Gestão de Inventário	Expansão do espaço de armazém	Definição e Desenho	3ª Semana Fevereiro

Tabela 4.10 - Alteração dos Tempos das Tarefas com as Soluções Implementadas

Tarefa	**Atividade**	**Duração Inicial - p/ Tarefa**	**Duração Inicial - Total**	**Duração Final – p/ Tarefa**	**Duração Final - Total**
Realizar Extração	Setup	38 segundos	38 segundos	52 segundos	52 segundos
Identificar Localização e Deslocamento	Recolha	16 segundos	27 minutos	3 segundos	5 minutos
Identificar Peça	Recolha	36,2 segundos	60 minutos	4,4 segundos	7 minutos

As soluções implementadas permitiram reduzir um tempo total médio de 1 hora e 30 minutos, numa recolha com 100 peças, o que equivale dentro do subprocesso de recolha de peça a uma redução de cerca de 53% do tempo total.

Olhando à tarefa, houve um aumento insignificativo de 14 segundos na duração de realizar a extração, derivado de ser necessária a partilha do ficheiro online para permitir aos dois *pickers* trabalharem sobre a mesma informação disponibilizada. O *picking* ao ser ordenado por localização, e não por OR, proporciona uma redução substancial do tempo de deslocamento, pois o *picker* trabalha sob localizações consecutivas. No tempo de identificar a peça, varia mediante se a peça já se encontrar em *stock* ou se foi recebida diretamente para OR. A abolição da lógica FIFO conduziu à eliminação da tarefa procurar por número de série e consequentemente uma redução substancial do tempo despendido na identificação da peça. No caso das peças recebidas para OR, proporcionou uma maior acessibilidade ao *picker* para encontrar a peça solicitada. Na Tabela 4.11, são apresentadas as diferenças dos tempos de tarefa identificar peça, mediante a sua tipologia.

Tabela 4.11 - Alteração dos Tempo de Identificação de Peça por Tipologia

Duração Inicial		**Duração Final**	
Stock	**OR**	**Stock**	**OR**
17 segundos	65 segundos	2 segundos	8 segundos

Num caso prático para cálculo dos valores globais, considerando 60 peças em *stock* e 40 peças recebidas para OR, equivale a uma redução de 60 minutos para 7 minutos.

De modo a avaliar o impacto da otimização do processo no volume de peças entregues, é apresentado, no gráfico da Figura 4.22, o evolutivo mensal do número de peças entregues, entre os meses de janeiro e setembro de 2021.

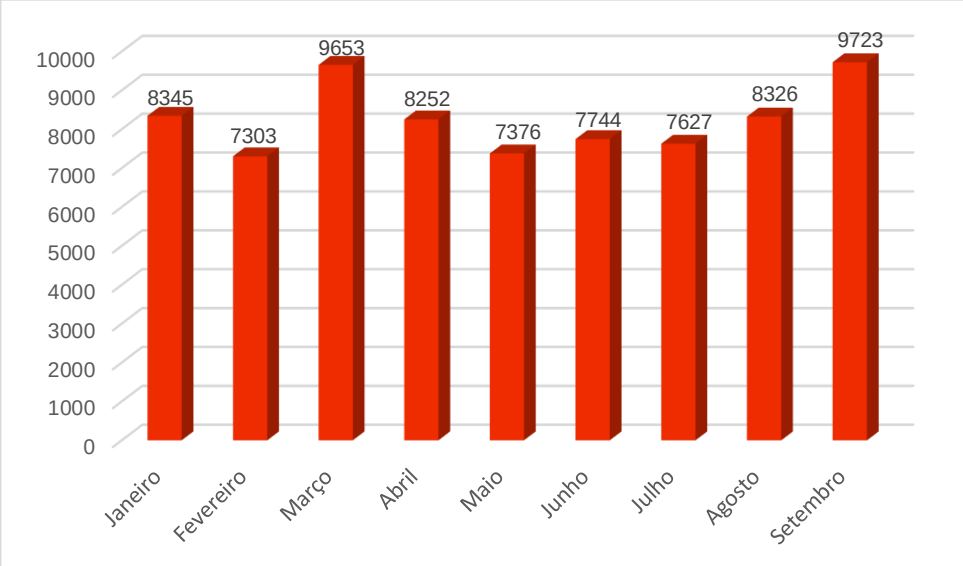


Figura 4.22 - Gráfico do Volume de Peças Entregues entre janeiro 2021 e setembro 2021

Após haver um pico no número de peças entregues em março, houve uma descida nos meses de abril e maio, curiosamente nos meses onde seria expectável um aumento do número de peças entregues pelo armazém à área técnica. Esta descida pode ser justificada com uma redução do número de equipamentos, conforme apresentado na Tabela 4.12, e consequentemente numa redução dos pedidos de peças, por parte dos técnicos. No gráfico da Figura 4.23, é apresentado o evolutivo comparativo entre o volume de peças pedidas e o volume de peças entregas, vistas à semana, desde a primeira semana de 2021.

Tabela 4.12 - Número de Entradas de Equipamentos no TSC entre março 2021 e junho 2021

Meses	**Nº Entradas de Equipamentos (em milhares)**
Fevereiro	5,0
Março	5,7
Abril	4,7
Maio	4,5
Junho	4,5

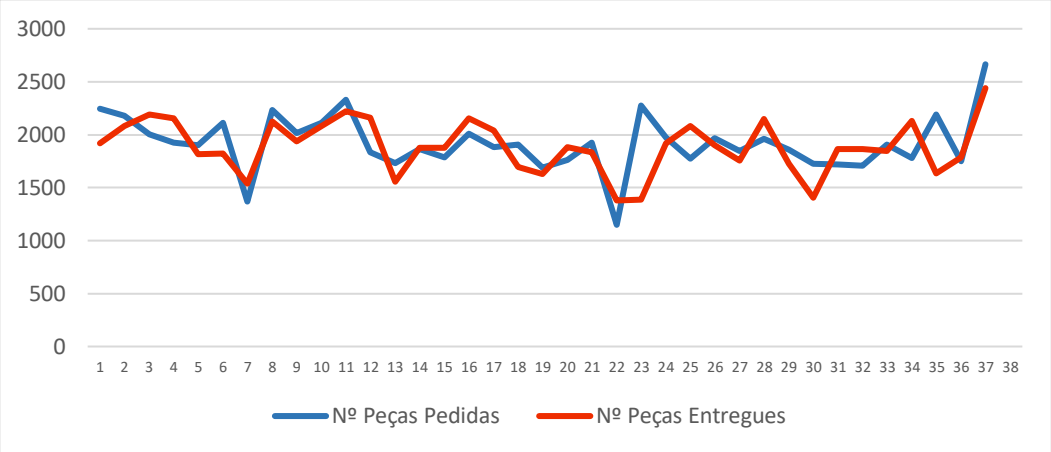


Figura 4.23 - Gráfico de Correlação entre Pedidos de Peças e Entregas de Peças

Além da relação, já expectável, entre o volume de peças pedidas e peças entregues, é possível também verificar que a operação do *picking* é capaz de reagir a picos produtivos por parte dos técnicos. Isto permite concluir que dentro do fluxo de peças, o processo do *picking* não pode ser considerado como um processo *bottleneck*. O gráfico x, corrobora esta conclusão, verificando-se uma maior dependência entre o volume de peças entregues e o volume de peças recebidas para OR.

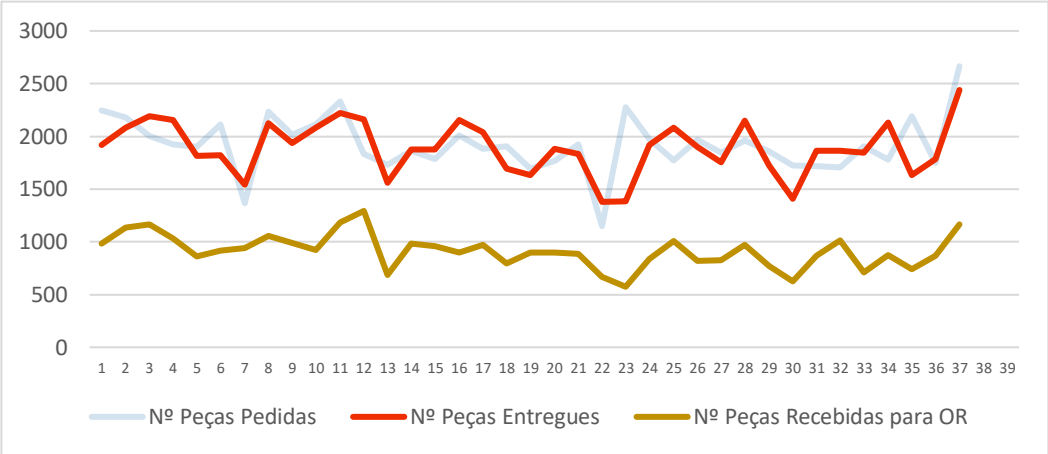


Figura 4.24 - Gráfico de Correlação entre Pedidos de Peças, Entregas de Peças e Peças Recebidas para OR

Como o processo do *picking* funciona num sistema *pull*, em que é a procura do cliente que define o volume de trabalho, o aumento da eficiência do próprio processo não visa um aumento do número de peças entregues, mas sim uma diminuição do tempo de atividade e consequentemente custos à empresa.

A nova solução ainda não implementada, que se encontra em fase de desenvolvimento, aumentará ainda mais os ganhos derivados do aumento da eficiência do processo. Com os tempos previstos, apresentados na tabela 4.13, possibilitará uma redução definitiva de dois operadores para somente um operador dedicado ao processo do *picking*.

Atualmente, o dia de trabalho no armazém do TSC já está planeado para ter o processo do *picking* concluído com somente um operador, no entanto, ao longo do dia de trabalho nas várias *waves*, podem surgir picos onde é necessária a intervenção de um operador adicional.

Em síntese, é apresentado na tabela 4.13, um evolutivo dos tempos de atividade, e na Tabela 4.14 são apresentados os tempos previstos de execução no momento da implementação da solução atualmente na fase de desenvolvimento.

Tabela 4.13 - Tempos de Execução da Tarefa e Respetivo Valor com as Soluções Implementadas

Tarefa	**Valor Atividade**	**INÍCIO**		**SOLUÇÕES IMPLEMENTADAS**	
		Tempo Tarefa (s)	Total (min)	Tempo Tarefa	Total (min)
Abrir WSS e Menu de Efetuar *Picking*	BNVA	39,1	0,65	39,1	0,65
Realizar Extração	NVA	38,3	0,64	38,3	0,87
Filtragem por Técnico	NVA	50,2	0,84	50,2	0,84
Ordenação por OR	NVA	3,1	0,05	3,1	0,05

Identificar Localização e Deslocamento até à Localização	BNVA	16,2	26,94	2,8	4,67
Identificar Peça	NVA	36,2	79,53	4,4	9,73
Retirar Peça da Gaveta	VA	2,0	3,33	2,0	3,33
Escrever Nº OR	VA	5,3	8,83	5,3	8,83
Escrever Nome do Técnico	NVA	5,3	8,83	5,3	8,83
Marcar Peça como Recolhida	NVA	3,8	6,33	3,8	6,33
Colocar a peça no carrinho	BNVA	2,0	3,33	2,0	3,33
Pickar as Peças	BNVA	7,7	12,78	7,7	12,78
Sorting das Peças	BNVA	5,5	9,17	5,5	9,17
Retirar Caixas da Rack	NVA	7,8	12,92	7,8	12,92

Tabela 4.14 - Tempos de Execução da Tarefa e Respetivo Valor com as Soluções a Implementar

Tarefa	**Valor Atividade**	**SOLUÇÃO EM DESENVOLVIMENTO**	
		Tempo Tarefa (s)	Total (min)
Abrir WSS e Menu de Efetuar *Picking*	BNVA	39,1	0,65
Identificar Localização e Deslocamento até à Localização	BNVA	2,8	4,67
Identificar Peça	NVA	4,4	9,73
Retirar Peça da Gaveta	VA	2,0	3,33
Pickar as Peças	BNVA	2,0	3,33
Colar Etiqueta	VA	2,5	4,17
Sorting das Peças	BNVA	5,5	9,17

Na Tabela 4.15, são apresentados os tempos totais de execução do processo inicialmente, com as soluções implementadas e com a previsão da solução em desenvolvimento. Também é possível verificar, analisando ao valor das atividades, um decréscimo das atividades de valor não acrescentado, fruto de uma abordagem *Lean* na otimização do processo em estudo.

Tabela 4.15 - Análise Comparativa ao Impacto do Valor das Atividades na Recolha de Peças

	INICIAL		**SOLUÇÃO IMPLEMENTADA**		**SOLUÇÃO EM DESENVOLVIMENTO**	
NVA	109,14	63%	39,57	48%	9,73	28%
BNVA	52,9	30%	30,6	37%	17,82	51%
VA	12,2	7%	12,2	15%	7,50	21%
Total	**174,18**	**100%**	**82,33**	**100%**	**35,05**	**100%**

Os dados avaliativos da otimização do processo do *picking* passam somente pela medição do tempo de atividade, pois tal como já abordado, o número de peças entregues num dia de trabalho está fortemente correlacionado com o volume de peças recebidas, no processo anterior ao *picking* no fluxo de peças.

De modo a fortalecer a capacidade de gestão do processo do *picking*, foi também requerido à equipa de desenvolvimento IT, uma listagem dos tempos das peças no status pendente. Este indicador, serve para perceber o tempo de uma peça entre o instante em que está disponível para *picking* até ao instante em que é entregue. A implementação deste KPI - *Key Indicator Perfomance* -, TAT do *picking*, permitirá controlar os níveis de eficiência do processo, procurando sempre minimizar este indicador de modo a garantir uma rápida entrega das peças aos técnicos de reparação.

Contabilizando os custos pela empresa com um operador de armazém, 1200€ mensais, e estimando uma recolha de 450 peças por dia, 320 dias por ano, é possível estimar uma redução dos custos pela empresa em cerca de 24 000 € por ano, com a otimização do processo do *picking*, conforme apresentado na Tabela 4.16.

Tabela 4.16 - Análise Comparativa ao Custo Anual em FTEs na Operação do *Picking*

	Solução Atual	**Solução a Implementar**
Custo Operador / Hora	7,2 €	7,2 €
Tempo / 100 peças	174,18 min	35,05 min
Tempo / 144 000 peças	4180,32 horas	841,20 horas
Custo ano	30 098,30 €	6 056,64 €

4.5 Conclusões do Capítulo

O mapeamento de todo o processo, através da sequenciação de atividades e tarefas, a medição dos tempos de execução da tarefa e a triagem das tarefas que acrescentam valor ao processo do *picking*, permitiu identificar desperdícios e identificar oportunidades de melhoria divididas por quatro vertentes:

1. Estratégias do *Picking*
2. Desenvolvimento IT
3. Equipamentos de Organização
4. Estratégias de Gestão de inventário

Para cada oportunidade de melhoria identificada, foi definida e desenhada uma solução, sendo que com as soluções desenvolvidas e implementadas no processo de *picking*, o tempo da operação de *picking*, numa recolha de 100 peças, foi reduzido em cerca de 53%. Com as soluções ainda em desenvolvimento, é previsto que no momento da sua implementação, permitam reduzir o tempo da operação em 80%, o que corresponde a uma poupança de 24 000 € / ano em custos com pessoal. No entanto, a melhoria do processo não conduziu a aumento da cadência de entrega de peças, concluindo que o processo do *picking* não será *bottleneck* no fluxo de peças.

5. CONCLUSÕES

Nesta dissertação foi aplicada a filosofia Lean na otimização do processo de picking no armazém de um centro de reparações de eletrónica.

5.1 Conclusões sobre os Resultados Obtidos

Enquadrado no projeto TSC 4.0, é reconhecida a necessidade da adoção de práticas Lean entre as quais o foco no consumidor de modo a alcançar e sustentar vantagem competitiva. Olhando não num todo, como Worten e cliente, mas isolando os vários processos executados pela empresa para garantir a satisfação do cliente e por conseguinte aumentar as vendas, é possível identificar como cliente do processo de picking do TSC, os técnicos de reparação. Esta visão permitiu ajudar a identificar os desperdícios e resíduos nas atividades e tarefas constituintes do picking, reduzindo drasticamente as atividades de valor não acrescentado. Além de melhorada a qualidade na entrega das peças, através de uma maior organização com horários fixos de entrega de peças aos técnicos, irá ser possível reduzir o tempo de execução do processo de recolha de peças em 80%, aquando a implementação do desenvolvimento IT, indo ao encontro dos objetivos propostos pela direção do TSC Worten. A aplicação da filosofia Lean resultará de uma redução em 24 000 € por ano, que sem a otimização, seriam gastos em pessoal para a execução do processo de picking. Apesar aplicação da filosofia Lean contribuir significativamente para a otimização do processo, a revisão literária das estratégias do picking em armazém, permitiu ajudar a identificar a melhor solução para o picking realizado no armazém do TSC, adaptando a estratégia aplicada. Os resultados deste estudo de caso, vão ao encontro dos objetivos propostos pela direção do TSC, havendo uma melhoria qualitativa na entrega das peças ao mesmo tempo que foi reduzido para metade o número de FTEs alocados à operação.

Do ponto de vista científico, a realização deste estudo de caso permitiu concluir que a aplicação de uma estratégia de *Batch Picking* (aglomeração de encomendas) incrementa os níveis de eficiência do processo comparativamente com a estratégia *Picking-To-Order*, onde o picking é realizado de encomenda em encomenda.

5.2 Dificuldades e Limitações do Estudo

Apesar dos resultados da melhoria do processo serem bastante positivos, o presente estudo teve algumas limitações. A primeira dificuldade destacada, reside no enquadramento 78 num estágio profissional, em que vários processos tais como receção de equipamentos, cotação de peças, entre outros, também foram alvos de identificação de oportunidades de melhoria e definição de soluções, impossibilitando uma análise mais criteriosa ao processo de picking. Um maior aprofundamento na análise do picking permitiria:

A. Um maior número de observações das tarefas de modo a reduzir o erro relativo
B. Contabilização dos quilómetros percorridos diariamente pelo picker de modo a perceber a importância da definição de uma rota ótima
C. Análise ergonómica às tarefas executados pelo picker.

Outra limitação destacada, reside na reduzida margem de capital financeiro para investimento, o que impossibilitou implementações tecnológicas, tais como um sistema Pick-ToLight, onde no caso, o picker não teria que olhar ao menu de picking, seguindo somente as luzes acendidas no armazém. A última proposta de trabalhos futuros, reside na melhoria do subprocesso de entrega de peças, procurando aumentar os níveis de produtividade do picker e sobretudo do técnico de reparação.

5.3 Proposta de Trabalhos Futuros

Um dos principais findings do presente estudo, é que para aumentar a cadência de peças entregues na área técnica, a atuação não deverá incidir sobre o processo de picking, mas sim nos processos anteriores no fluxo de peças. Este facto realça ainda mais a importância da aplicação de uma filosofia Lean nas empresas. A seleção do processo de picking como alvo de estudo e otimização, ao invés de outros processos, deriva de à primeira vista o modo, picking ser executado de um modo demasiado arcaico com apoio em ferramentas de suporte como o excel. No entanto, a melhor prática seria uma análise exaustiva a todo o fluxo de peças com recurso à ferramenta Lean VSM, identificando o processo bottleneck que realmente estaria a atrasar a entrega de peças aos técnicos.

Desta oportunidade de melhoria identificada, nasce uma proposta de trabalhos futuros. Além da standardização dos procedimentos que vão sendo implementados, regendo à casa TPS, é importante identificar o processo que provoca o maior atraso na entrega de peças aos técnicos desde o momento em que os mesmos pedem as peças. Posteriormente à identificação do processo bottleneck do fluxo de peças, deverá ser a aplicada a metodologia aplicada no estudo de caso: identificar as oportunidades de melhoria procurando a eliminação de resíduos muda, mura e muri e partir daí definir e desenhar a solução. Outra proposta de trabalho futuro reside na implementação de um sistema de pré-recolha de peças no cativo, de forma a existir um nivelamento da carga de esforço aplicada pelo picker, eliminando por isso o resíduo mura do processo de picking.

BIBLIOGRAFIA

Aboelfotoh, A., Singh, M., & Suer, G. (2019). Order Batching Optimization for Warehouses with Cluster-Picking. *Procedia Manufacturing*, *39*, 1464–1473. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.302

Abu Hanieh, A., AbdElall, S., & Hasan, A. (2016). Decision Support System for Industrial Social Performance. *Procedia CIRP*, *40*, 329–334. https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.052

Ahmad, M. O., Dennehy, D., Conboy, K., & Oivo, M. (2018). Kanban in software engineering: A systematic mapping study. *Journal of Systems and Software*, *137*, 96–113. https://doi.org/10.1016/j.jss.2017.11.045

Akanbi, O. A., Oyedolapo, O., & Steven, G. J. (2019). Chapter 12—Lean Principles in Construction. Em V. W. Y. Tam & K. N. Le (Eds.), *Sustainable Construction Technologies* (pp. 317–348). Butterworth-Heinemann. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811749-1.00010-9

Aoun, A., Ilinca, A., Ghandour, M., & Ibrahim, H. (2021). A review of Industry 4.0 characteristics and challenges, with potential improvements using blockchain technology. *Computers & Industrial Engineering*, *162*, 107746. https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107746

Ardjmand, E., Shakeri, H., Singh, M., & Sanei Bajgiran, O. (2018). Minimizing order picking makespan with multiple pickers in a wave picking warehouse. *International Journal of Production Economics*, *206*, 169–183. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.10.001

Arunagiri, P., & Gnanavelbabu, A. (2014). Identification of Major Lean Production Waste in Automobile Industries using Weighted Average Method. *Procedia Engineering*, *97*, 2167–2175. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.460

Baechler, A., Baechler, L., Autenrieth, S., Kurtz, P., Hoerz, T., Heidenreich, T., & Kruell, G. (2016). A Comparative Study of an Assistance System for Manual Order Picking – Called Pick-by-Projection – with the Guiding Systems Pick-by-Paper, Pick-by-Light and Pick-by-Display. *2016 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*, 523–531. https://doi.org/10.1109/HICSS.2016.72

Bakri, A. Hj., Rahim, A. R. A., Yusof, N. Mohd., & Ahmad, R. (2012). Boosting Lean Production via TPM. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *65*, 485–491. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.11.153

Baysan, S., Kabadurmus, O., Cevikcan, E., Satoglu, S. I., & Durmusoglu, M. B. (2019). A simulation-based methodology for the analysis of the effect of lean tools on energy efficiency: An application in power distribution industry. *Journal of Cleaner Production*, *211*, 895–908. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.217

Ben Moussa, F. Z., De Guio, R., Dubois, S., Rasovska, I., & Benmoussa, R. (2019). Study of an innovative method based on complementarity between ARIZ, lean management and discrete event simulation for solving warehousing problems. *Computers & Industrial Engineering*, *132*, 124–140. https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.04.024

Bertagnolli, F. (2018). *Lean Management: Einführung und Vertiefung in die japanische Management-Philosophie*. Gabler Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-658-13124-1

Bertolini, M., Esposito, G., Mezzogori, D., & Neroni, M. (2019). Optimizing Retrieving Performance of an Automated Warehouse for Unconventional Stock Keeping Units. *Procedia Manufacturing*, *39*, 1681–1690. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.272

Bhasin, S. (2012). Performance of Lean in large organisations. *Journal of Manufacturing Systems*, *31*(3), 349–357. https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2012.04.002

Boysen, N., de Koster, R., & Weidinger, F. (2019). Warehousing in the e-commerce era: A survey. *European Journal of Operational Research*, *277*(2), 396–411. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2018.08.023

Boysen, N., & Stephan, K. (2013). The deterministic product location problem under a pick-by-order policy. *Discrete Applied Mathematics*, *161*(18), 2862–2875. https://doi.org/10.1016/j.dam.2013.07.002

Brands | Sonae. (2021). Obtido 28 de novembro de 2021, de https://www.sonae.pt/en/sonae/brands/

Briant, O., Cambazard, H., Cattaruzza, D., Catusse, N., Ladier, A.-L., & Ogier, M. (2020). An efficient and general approach for the joint order batching and picker routing problem. *European Journal of Operational Research*, *285*(2), 497–512. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2020.01.059

Buckley, M. F., Elakis, G., Lang, S., Richards, A., Cliffe, C., Chan, C.-Y., Kirk, E. P., Zhu, Y., & Roscioli, T. (2020). Indications and outcomes of rapid turn around time whole exome sequencing studies. *Pathology*, *52*, S29. https://doi.org/10.1016/j.pathol.2020.01.120

Chikán, A., Czakó, E., Kiss-Dobronyi, B., & Losonci, D. (2022). Firm competitiveness: A general model and a manufacturing application. *International Journal of Production Economics*, *243*, 108316. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108316

Cirjaliu, B., & Draghici, A. (2016). Ergonomic Issues in Lean Manufacturing. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *221*, 105–110. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.05.095

Cultura – À nossa maneira – Sonae. (2021). Obtido 28 de novembro de 2021, de https://www.sonae.pt/pt/sonae/cultura/

De Koster, R., 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*, 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

Dhall, S., Mehta, B. R., Tyagi, A. K., & Sood, K. (2021). A review on environmental gas sensors: Materials and technologies. *Sensors International*, *2*, 100116. https://doi.org/10.1016/j.sintl.2021.100116

Duarte, G. D. C., de Paula, E. V., Aranha, F. J. P., Oliveira, G. B., Vigorito, A. C., De Souza, C. A., & Marques, J. F. (2012). The Utilization of NET Promoter System As a Blood Supply Management Strategy. *Blood*, *120*(21), 4378. https://doi.org/10.1182/blood.V120.21.4378.4378

Ellis, G. (2020). Chapter 21 - Workflow—Kanban and Kamishibai: Just-In-Time Rationalization. Em G. Ellis (Ed.), *Improve* (pp. 401–425). Butterworth-Heinemann. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809519-5.00021-1

Elnadi, M., & Shehab, E. (2014). A Conceptual Model for Evaluating Product-service Systems Leanness in UK Manufacturing Companies. *Procedia CIRP*, *22*, 281–286. https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.07.132

Freitas, A. M., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., Sá, J. C., Pereira, M. T., & Pereira, J. (2019). Improving efficiency in a hybrid warehouse: A case study. *Procedia Manufacturing*, *38*, 1074–1084. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.195

Garza-Reyes, J. A., Torres Romero, J., Govindan, K., Cherrafi, A., & Ramanathan, U. (2018). A PDCA-based approach to Environmental Value Stream Mapping (E-VSM). *Journal of Cleaner Production*, *180*, 335–348. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.121

Glock, C. H., Grosse, E. H., Abedinnia, H., & Emde, S. (2019). An integrated model to improve ergonomic and economic performance in order picking by rotating pallets. *European*

Journal of Operational Research, *273*(2), 516–534. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2018.08.015

González Chávez, C. A., Romero, D., Rossi, M., Luglietti, R., & Johansson, B. (2019). Circular Lean Product-Service Systems Design: A Literature Review, Framework Proposal and Case Studies. *Procedia CIRP*, *83*, 419–424. https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.03.109

Green supply chain quantitative models for sustainable inventory management: A review – ScienceDirect. (sem data). Obtido 23 de novembro de 2021, de https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652621037239

Halawa, F., Dauod, H., Lee, I. G., Li, Y., Yoon, S. W., & Chung, S. H. (2020). Introduction of a real time location system to enhance the warehouse safety and operational efficiency. *International Journal of Production Economics*, *224*, 107541. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.107541

Hicks, B. J. (2007). Lean information management: Understanding and eliminating waste. *International Journal of Information Management*, *27*(4), 233–249. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2006.12.001

História | Sonae. (sem data). Obtido 28 de novembro de 2021, de https://www.sonae.pt/pt/sonae/historia/

Ho, Y.-C., & Lin, J.-W. (2017). Improving order-picking performance by converting a sequential zone-picking line into a zone-picking network. *Comput. Ind. Eng.* https://doi.org/10.1016/j.cie.2017.09.014

Hofmann, C., Lauber, S., Haefner, B., & Lanza, G. (2018). Development of an agile development method based on Kanban for distributed part-time teams and an introduction framework. *Procedia Manufacturing*, *23*, 45–50. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.159

Houck, M. M. (2020). Backlogs are a dynamic system, not a warehousing problem. *Forensic Science International: Synergy*, *2*, 317–324. https://doi.org/10.1016/j.fsisyn.2020.10.003

Huang, Z., Kim, J., Sadri, A., Dowey, S., & Dargusch, M. S. (2019). Industry 4.0: Development of a multi-agent system for dynamic value stream mapping in SMEs. *Journal of Manufacturing Systems*, *52*, 1–12. https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2019.05.001

Ishizaka, A., Lolli, F., Balugani, E., Cavallieri, R., & Gamberini, R. (2018). DEASort: Assigning items with data envelopment analysis in ABC classes. *International Journal of Production Economics*, *199*, 7–15. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.02.007

Jana, P., & Tiwari, M. (2021). 1—Lean management in apparel manufacturing. Em P. Jana & M. Tiwari (Eds.), *Lean Tools in Apparel Manufacturing* (pp. 1–16). Woodhead Publishing. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819426-3.00014-X

Janahi, N. A., Durugbo, C. M., & Al-Jayyousi, O. R. (2021). Eco-innovation strategy in manufacturing: A systematic review. *Cleaner Engineering and Technology*, 100343. https://doi.org/10.1016/j.clet.2021.100343

Jiang, X., Zhou, Y., Zhang, Y., Sun, L., & Hu, X. (2018). Order batching and sequencing problem under the pick-and-sort strategy in online supermarkets. *Procedia Computer Science*, *126*, 1985–1993. https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.07.254

Karekatti, C., & Tiwari, M. (2021). 8—Process balancing. Em P. Jana & M. Tiwari (Eds.), *Lean Tools in Apparel Manufacturing* (pp. 257–289). Woodhead Publishing. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819426-3.00013-8

Katz, T., Oh, R., Thomson, A., & Widger, J. (2020). EPS4.10 The principles of the Toyota Production System (TPS) applied to an inpatient food service model can improve nutritional outcomes for children with cystic fibrosis. *Journal of Cystic Fibrosis*, *19*, S49. https://doi.org/10.1016/S1569-1993(20)30319-2

Kiran, D. R. (2019). Chapter 26—Just in time and kanban. Em D. R. Kiran (Ed.), *Production Planning and Control* (pp. 369–379). Butterworth-Heinemann. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818364-9.00026-3

Kiran, D. R. (2020). Chapter 11—Kaizen and continuous improvement. Em D. R. Kiran (Ed.), *Work Organization and Methods Engineering for Productivity* (pp. 155–161). Butterworth-Heinemann. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819956-5.00011-X

Korytkowski, P., Wisniewski, T., & Rymaszewski, S. (2013). Multivariate simulation analysis of production leveling (heijunka)—A case study. *IFAC Proceedings Volumes*, *46*(9), 1554–1559. https://doi.org/10.3182/20130619-3-RU-3018.00285

Krishnaiyer, K., Chen, F. F., & Bouzary, H. (2018). Cloud Kanban Framework for Service Operations Management. *Procedia Manufacturing*, *17*, 531–538. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.093

Kübler, P., Glock, C. H., & Bauernhansl, T. (2020). A new iterative method for solving the joint dynamic storage location assignment, order batching and picker routing problem in manual picker-to-parts warehouses. *Computers & Industrial Engineering*, *147*, 106645. https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106645

Kundgol, S., Petkar, P., & Gaitonde, V. N. (2020). Implementation of value stream mapping (VSM) upgrading process and productivity in aerospace manufacturing industry. *Materials Today: Proceedings*. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.10.282

Kurganov, V., Sai, V., Gryaznov, M., & Dorofeev, A. (2021). The Emergence and Development of Lean Thinking in Transport Services. *Transportation Research Procedia*, *54*, 309–319. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.02.077

Lage Junior, M., & Godinho Filho, M. (2010). Variations of the kanban system: Literature review and classification. *International Journal of Production Economics*, *125*(1), 13–21. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.01.009

Lee, E., Grooms, R., Mamidala, S., & Nagy, P. (2014). Six Easy Steps on How to Create a Lean Sigma Value Stream Map for a Multidisciplinary Clinical Operation. *Journal of the American College of Radiology*, *11*(12, Part A), 1144–1149. https://doi.org/10.1016/j.jacr.2014.08.031

Leming-Lee, T. 'Susie', Polancich, S., & Pilon, B. (2019). The Application of the Toyota Production System LEAN 5S Methodology in the Operating Room Setting. *Nursing Clinics of North America*, *54*(1), 53–79. https://doi.org/10.1016/j.cnur.2018.10.008

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

Makhija, A., Wickramasinghe, C., & Tiwari, M. (2021). 5—Visual management. Em P. Jana & M. Tiwari (Eds.), *Lean Tools in Apparel Manufacturing* (pp. 131–208). Woodhead Publishing. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819426-3.00009-6

Martins, R., Pereira, M. T., Ferreira, L. P., Sá, J. C., & Silva, F. J. G. (2020). Warehouse operations logistics improvement in a cork stopper factory. *Procedia Manufacturing*, *51*, 1723–1729. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.240

Mascarenhas, R., Pimentel, C., & Rosa, M. (2019). The way lean starts – a different approach to introduce lean culture and changing process with people's involvement. *Procedia Manufacturing*, *38*, 948–956. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.178

Melton, T. (2005). The Benefits of Lean Manufacturing: What Lean Thinking has to Offer the Process Industries. *Chemical Engineering Research and Design*, *83*(6), 662–673. https://doi.org/10.1205/cherd.04351

Mirzaei, M., Zaerpour, N., & de Koster, R. (2021). The impact of integrated cluster-based storage allocation on parts-to-picker warehouse performance. *Transportation Research Part*

E: Logistics and Transportation Review, *146*, 102207. https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.102207

Mohan Sharma, K., & Lata, S. (2018). Effectuation of Lean Tool "5S" on Materials and Work Space Efficiency in a Copper Wire Drawing Micro-Scale Industry in India. *Materials Today: Proceedings*, *5*(2, Part 1), 4678–4683. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.12.039

Mudgal, D., Pagone, E., & Salonitis, K. (2020). Approach to Value Stream Mapping for Make-To-Order Manufacturing. *Procedia CIRP*, *93*, 826–831. https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.04.084

Negócios. (sem data). SonaeMC. Obtido 28 de novembro de 2021, de https://sonaemc.com/negocios/

Nelson, J. (2016). Chapter 3 - Pull versus Push: Lessons from Lean Manufacturing. Em J. Nelson (Ed.), *Becoming a Lean Library* (pp. 29–49). Chandos Publishing. https://doi.org/10.1016/B978-1-84334-779-8.00003-3

Ni, X., Wang, X., Wang, S., Wang, S., Yao, Z., & Ma, Y. (2018). Structure Design and Image Recognition Research of A Picking Device on the Apple Picking Robot. *IFAC-PapersOnLine*, *51*(17), 489–494. https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.162

O Grupo e os Negócios – Sonae. (sem data). Obtido 28 de novembro de 2021, de https://www.sonae.pt/pt/sonae/o-grupo-e-os-negocios/

Ogasawara, A., Ishigaki, A., & Yasui, S. (2019). Adaptive Storage Reassignment in Order Picking Systems to Picker Learning and Change of Demand. *Procedia Manufacturing*, *39*, 1623–1632. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.279

Ortiz, C. (2010). Kaizen vs. Lean: Distinct but related. *Metal Finishing*, *108*(1), 50–51. https://doi.org/10.1016/S0026-0576(10)80011-X

Paladugu, B. S. K., & Grau, D. (2020). Toyota Production System – Monitoring Construction Work Progress With Lean Principles. Em S. Hashmi & I. A. Choudhury (Eds.), *Encyclopedia of Renewable and Sustainable Materials* (pp. 560–565). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803581-8.11512-7

Pan, J. C.-H., Shih, P.-H., & Wu, M.-H. (2015). Order batching in a pick-and-pass warehousing system with group genetic algorithm. *Omega*, *57*, 238–248. https://doi.org/10.1016/j.omega.2015.05.004

Parikh, P. J., & Meller, R. D. (2008). Selecting between batch and zone order picking strategies in a distribution center. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, *44*(5), 696–719. https://doi.org/10.1016/j.tre.2007.03.002

Pereira, L. G., & Tortorella, G. L. (2018). A Literature Review on Lean Manufacturing in Small Manufacturing Companies. Em J. P. Davim (Ed.), *Progress in Lean Manufacturing* (pp. 69–89). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-73648-8_3

Pereira, M. T., Sousa, J. M. C., Ferreira, L. P., Sá, J. C., & Silva, F. J. G. (2019). Localization System for Optimization of Picking in a Manual Warehouse. *Procedia Manufacturing*, *38*, 1220–1227. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.213

Powell, D., Strandhagen, J. O., Tommelein, I., Ballard, G., & Rossi, M. (2014). A New Set of Principles for Pursuing the Lean Ideal in Engineer-to-order Manufacturers. *Procedia CIRP*, *17*, 571–576. https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.01.137

Quem somos | Sonae. (sem data). Obtido 28 de novembro de 2021, de https://www.sonae.pt/pt/pessoas/quem-somos/

Rahman, N. A. A., Sharif, S. M., & Esa, M. M. (2013). Lean Manufacturing Case Study with Kanban System Implementation. *Procedia Economics and Finance*, *7*, 174–180. https://doi.org/10.1016/S2212-5671(13)00232-3

Ram Kumar, S., Nimesh Nathan, V., Mohammed Ashique, S. I., Rajkumar, V., & Arun Karthick, P. (2021). Productivity enhancement and cycle time reduction in toyota production system through jishuken activity – Case study. *Materials Today: Proceedings*, *37*, 964–966. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.06.181

Roh, S., Pettit, S., Harris, I., & Beresford, A. (2015). The pre-positioning of warehouses at regional and local levels for a humanitarian relief organisation. *International Journal of Production Economics*, *170*, 616–628. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.01.015

Romero, D., Gaiardelli, P., Powell, D., Wuest, T., & Thürer, M. (2019). Rethinking Jidoka Systems under Automation & Learning Perspectives in the Digital Lean Manufacturing World. *IFAC-PapersOnLine*, *52*(13), 899–903. https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.309

Schipper, C. A., Vreugdenhil, H., & de Jong, M. P. C. (2017). A sustainability assessment of ports and port-city plans: Comparing ambitions with achievements. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, *57*, 84–111. https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.08.017

Schipper, T., & Swets, M. (2012). *Innovative Lean Development: How to Create, Implement and Maintain a Learning Culture Using Fast Learning Cycles*. CRC Press.

Singh, S., & Kumar, K. (2020). Review of literature of lean construction and lean tools using systematic literature review technique (2008–2018). *Ain Shams Engineering Journal*, *11*(2), 465–471. https://doi.org/10.1016/j.asej.2019.08.012

Singh, S., & Kumar, K. (2021). A study of lean construction and visual management tools through cluster analysis. *Ain Shams Engineering Journal*, *12*(1), 1153–1162. https://doi.org/10.1016/j.asej.2020.04.019

Sobre a Worten | História e Cronologia em Worten.pt. (sem data). Obtido 28 de novembro de 2021, de https://www.worten.pt/sobre-worten

Sokolov, A. V., & Drac, A. V. (2013). The linked list representation of n LIFO-stacks and/or FIFO-queues in the single-level memory. *Information Processing Letters*, *113*(19), 832–835. https://doi.org/10.1016/j.ipl.2013.07.021

Solar, wind and logistic substitution in global energy supply to 2050 – Barriers and implications | Elsevier Enhanced Reader. (sem data). https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111720

Somos Sonae Sierra | Sonae Sierra: Serviços imobiliários | investimento imobiliário. (sem data). Www.Sonaesierra.Com. Obtido 28 de novembro de 2021, de https://www.sonaesierra.com/corporate/pt-pt/about-sonae-sierra/who-we-are/who-we-are.aspx

Song, M. H., & Fischer, M. (2020). Daily plan-do-check-act (PDCA) cycles with level of development (LOD) 400 objects for foremen. *Advanced Engineering Informatics*, *44*, 101091. https://doi.org/10.1016/j.aei.2020.101091

Taylor, L. (2020). Case Studies. Em A. Kobayashi (Ed.), *International Encyclopedia of Human Geography (Second Edition)* (pp. 95–100). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102295-5.10163-5

Teerasoponpong, S., & Sopadang, A. (2022). Decision support system for adaptive sourcing and inventory management in small- and medium-sized enterprises. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, *73*, 102226. https://doi.org/10.1016/j.rcim.2021.102226

The Implementation of 5S Lean Tool Using System Dynamics Approach | Elsevier Enhanced Reader. (sem data). https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.01.057

van Gils, T., Ramaekers, K., Braekers, K., Depaire, B., & Caris, A. (2018). Increasing order picking efficiency by integrating storage, batching, zone picking, and routing policy decisions. *International Journal of Production Economics*, *197*, 243–261. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.11.021

Wei, W., Wang, S., Wang, H., & Quan, H. (2020). The application of 6S and PDCA management strategies in the nursing of COVID-19 patients. *Critical Care*, *24*(1), 443. https://doi.org/10.1186/s13054-020-03124-w

Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation, Revised and Updated* (2nd edition). Free Press.

WORTEN. (sem data). *ÁREAS TRABALHO*. careers.worten.pt. Obtido 28 de novembro de 2021, de https://careers.worten.pt/pt/areas_trabalho

Worten's UTRAD. (2021, março 16). *Sonae*. https://sustainability.sonae.pt/wortens-utrad/

Wutthisirisart, P., Sir, M. Y., & Noble, J. S. (2015). The two-warehouse material location selection problem. *International Journal of Production Economics*, *170*, 780–789. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.07.008

Yeh, S.-T., Arthaud-Day, M., & Turvey-Welch, M. (2021). Propagation of lean thinking in academic libraries. *The Journal of Academic Librarianship*, *47*(3), 102357. https://doi.org/10.1016/j.acalib.2021.102357

2021

LUÍS FILIPE FARIA VIANA

OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DO PICKING NUM ARMAZÉM DE UM CENTRO DE REPARAÇÕES DE ELETRÓNICA COM RECURSO À FILOSOFIA LEAN

NOVA SCHOOL OF SCIENCE & TECHNOLOGY