



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Francisco Pedroso de Lima

**Otimização da logística interna através da
implementação de processos de
sincronização no abastecimento às linhas de
montagem**

Junho de 2021



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Francisco Pedroso de Lima

**Otimização da logística interna através da
implementação de processos de
sincronização no abastecimento às linhas de
montagem**

Dissertação de Mestrado em Engenharia Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação das
Professora Doutora Ana Sofia Pinho Colim
Professora Doutora Paula Machado Sousa Carneiro

Junho de 2021

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

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

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

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

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição

CC BY

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

AGRADECIMENTOS

Agradeço às minhas orientadoras Professora Doutora Ana Sofia Pinho Colim e à Professora Doutora Paula Machado Carneiro por toda a orientação, apoio e conselhos prestados ao longo deste trabalho. Sem o seu apoio não teria sido possível concluir esta etapa.

Um agradecimento especial à *Fico Cables* e ao departamento de logística interna pela oportunidade, tempo e recursos disponibilizados nomeadamente por parte do Eng^o Daniel Lagoa e o Eng^o João Gonçalves, pessoas que estiveram sempre presentes para me auxiliar, permitindo que desenvolvesse as minhas capacidades enquanto profissional e ser humano.

Um enorme agradecimento a toda a minha família e em especial à minha mãe por insistir na minha formação e ser o pilar da minha vida. À minha avó que continua a ser a minha grande inspiração e que certamente estará orgulhosa do neto.

Por último, destacar também todos os meus amigos, pelas palavras de incentivo e confiança, em especial ao Vaibhav Mishra e ao Fernando Santos sem esquecer o apoio do Diogo Silva e do Afonso Laranjo.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

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

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

RESUMO

Todas as indústrias procuram reduzir os custos em todos os processos de fabrico, para conseguirem ser mais competitivas, procurando sempre obter a melhor rentabilidade para superar a concorrência do setor. A indústria automóvel é um exemplo disso, sendo uma das indústrias mais competitivas no panorama mundial atual. Para reduzir custos é necessário procurar novas e melhores soluções com vista à minimização de desperdícios, bem como para a garantia da qualidade e da melhoria contínua de processos.

A *Fico Cables* é uma empresa que se dedica à produção de componentes para os principais construtores automóveis. Este projeto teve como objetivo desenvolver estratégias que promovessem a sincronização do abastecimento a linhas de produção, tendo em vista encontrar uma nova e criativa solução para diminuir custos e desperdícios, tanto por paragem de linha como de tempo para verificar as necessidades de abastecimento dos centros de trabalho.

Procedeu-se a uma análise detalhada de duas linhas e do processo de abastecimento das mesmas. Através de métodos dedutivos e indutivos, juntamente com a análise ou gráfico de Pareto foram identificados e mensurados os problemas e inconformidades dos processos de requisição de material e de abastecimento dos mesmos, tendo de seguida com o apoio da metodologia, definir, medir, avaliar, implementar e controlar (DMAIC) organizado as diferentes fases do projeto e delineado a melhor estratégia de otimização.

O contributo da dissertação para a organização foi importante pelas diferentes dinâmicas implementadas, tais como, a uniformização do fluxo de abastecimento dos centros de trabalho que consistiu na definição de um *kit* com material suficiente para um período de 8 horas de trabalho, sabendo de antemão que a quantidade produzida varia mediante inúmeros fatores. O abastecimento foi ainda realizado de uma forma prática e intuitiva e somente quando existiam necessidades produtivas. Estas medidas permitiram reduzir desperdícios, nomeadamente: o de espera por paragem do centro de trabalho por falta de material; o de desorganização, aumentando o espaço disponível e simultaneamente diminuindo o risco de acidente. Foi também possível reduzir a quantidade de movimentos desnecessários associados ao abastecimento de linhas de montagem.

PALAVRAS-CHAVE

Abastecimento, comboio logístico, logística, redução de desperdícios, sincronização.

ABSTRACT

Every industry seeks to reduce costs in all manufacturing processes in order to be more competitive, targeting maximum profits and thus outperforming the competition. The automobile industry is an example of that, being one of the more competitive industries in the world nowadays. To reduce costs it is necessary to search for new and better solutions aiming for waste reduction, as well as ensuring the quality and continuous improvement of processes.

Fico Cables is a company that produces components for the major automobile manufacturers. The objective of this project was to develop strategies that promote the synchronization of the supply to assembly lines, by trying to find a new and creative solution, in order to reduce costs and wastes, such as the stopping of the assembly line, as well as the time wasted to verify the needs of the working centers.

A detailed analysis of two lines, and supply process, has been performed. Through deductive and inductive methods together with the Pareto analysis, the problems and nonconformities of the material request and supply processes were identified and measured, then with the support of the define, measure, evaluate, implement, and control (DMAIC) methodology organized the different phases of the project and outlined the best optimization strategy. The contribution of the dissertation to the company was important for the different dynamics implemented, such as the standardization of the supply flow of the assembly lines, consisting in the definition of a *kit* with enough material for a period of 8 hours of work, knowing in advance that the amount produced can vary depending on countless factors. The supply to the lines was also effected in a practical and intuitive way and only when productive necessities existed. These measures allowed to reduce waste, namely: wait at the working center due to lack of material; disorganization at the working centers, increasing the available space and at the same time decreasing the risk of accidents. It was possible to reduce the quantity of unnecessary movements associated with the assembly line supply.

KEYWORDS

Logistic, mizusumashi, supply, synchronization, waste reduction.

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vii
Índice.....	viii
Índice de Figuras.....	xi
Índice de Tabelas.....	xiii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	xv
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Objetivos de investigação.....	3
1.3 Abordagem metodológica.....	4
1.4 Estrutura do documento.....	5
2. Revisão de literatura.....	7
2.1 Logística, cadeia de abastecimento e <i>supply chain management</i>	7
2.2 Gestão de Armazém.....	9
2.2.1 Atividades de armazém.....	9
2.2.2 Gestão de inventários.....	11
2.2.3 Manuseamento de materiais.....	12
2.3 Comboio logístico.....	12
2.3.1 Supermercados e as <i>border of lines</i>	13
2.4 <i>Lean Manufacturing</i>	14
2.4.1 Tipos de desperdícios - desperdícios <i>lean</i>	16
2.4.2 <i>Standard work</i>	16
2.4.3 Linhas de montagem.....	17
2.4.4 Gestão visual.....	18
2.5 <i>Brainstorming</i>	18
2.6 Ergonomia.....	19
2.6.1 Manuseamento de cargas e fatores de risco.....	20
2.6.2 Sinergia entre ergonomia e <i>lean</i>	21

2.6.3	Método Rapid Uper Limb Assesment (RULA)	21
2.7	Six-sigma	22
2.7.1	Ferramenta Seis Sigma.....	22
3.	Descrição e análise de caso	25
3.1	Apresentação da empresa	25
3.1.1	Instalações da <i>Fico Cables</i> , Lda.....	26
3.2	Método de abastecimento	27
3.3	Descrição das linhas de montagem.....	28
4.	Desenvolvimento do novo método de abastecimento.....	29
4.1	Proposta de trabalho	29
4.2	Definição do Projeto	31
4.2.1	Perdas por paragens nas linhas de montagem	31
4.2.2	Definição dos materiais a abastecer na linha GL3 I.....	34
4.2.3	Definição dos materiais a abastecer na linha GL3 II	35
4.2.4	Constituição do cabo de porta 121912973	36
4.2.5	Constituição do cabo de porta 121913105	37
4.2.6	Identificação das linhas de teste	38
4.2.7	Processo produtivo da linha de montagem GL3 I.....	40
4.3	Medição do problema	49
4.3.1	Quantificação do desperdício	49
4.3.2	Medição e definição de quantidades a entregar	51
4.3.3	Medição das embalagens a entregar – Preparação do <i>kit</i>	52
4.3.4	Medição dos <i>wagons</i> existentes	53
4.4	Análise do processo e de pontos de melhoria.....	55
4.4.1	<i>Mudas</i> do processo de abastecimento atual.....	55
4.4.2	5W’S 2H.....	57
4.4.3	Processo Brainstorming.....	59
4.4.4	Avaliação das ideias	61
4.4.5	Pontuações obtidas	63
4.5	Implementação do novo método de abastecimento	65

4.5.1	Elaboração do <i>kit</i>	65
4.5.2	Avaliação de risco de lesões musculoesqueléticas.....	68
4.5.3	Novo método de abastecimento	70
4.5.4	Falhas e medidas de correção	71
4.5.5	Avaliação de resultados.....	74
4.5.6	Estudo para implementação do novo método para todas as linhas de montagem 76	
4.5.7	Controlar o impacto do novo método.....	78
5.	Conclusões	79
5.1	Contributos do estudo	79
5.2	Limitações do estudo	80
5.3	Trabalhos futuros	80
	Referências Bibliográficas	82
	Apêndice 1 – Avaliação do método RULA	86
	Apêndice 2 – Kit de material referente ao cabo de porta 121912973	96
	Apêndice 3 – Kit de material referente ao cabo de porta 121913105	97
	Apêndice 4 – <i>Kanban</i> relativo ao novo método de abastecimento	98
	Apêndice 5 – Lista de verificação de material em excesso.....	99
	Apêndice 6 – Lista de verificação de entrega de kit	101

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxo de materiais adaptado de Logistics & Supply Chain Management (Christopher, 2011).....	7
Figura 2 - Atividades da cadeia de valor Adaptado de Christopher (2011).....	8
Figura 3 - Princípios Lean Adaptado de Womack and Jones (1996).....	15
Figura 4 - Presença global do grupo Ficosa (Ficosa, 2020).....	25
Figura 5 - Aplicação da metodologia DMAIC.....	30
Figura 6 - Cabo de Porta 121912973	36
Figura 7 - Cabo de Porta 121913105	37
Figura 8 - Cabo de porta 121912973.....	38
Figura 9 - Cabo de porta 121913105.....	38
Figura 10 - Gráfico representativo das quantidades produzidas de produto final produzidas nos diferentes meses do ano de 2020.....	39
Figura 11 - Zona de corte de espiral.....	40
Figura 12 - Máquina de escarear e esmerilar vista de frente. Por aqui coloca-se a espiral cortada	41
Figura 13 - Máquina de escarear e esmerilar vista de trás. Após ser tratada a mesma é retirada por aqui.....	42
Figura 14 - Posto de trabalho responsável pela inserção da espiral cortada no tubo de proteção	43
Figura 15 - Posto de trabalho encarregue de inserir a borracha de fole no subconjunto	44
Figura 16 - Posto de injeção do terminal de espiral natural e da montagem de fole com o subconjunto	45
Figura 17 - Cabo colocado no tapete rolante existente no posto representado na figura 16....	45
Figura 18 - Cabo segue para o posto seguinte por via do tapete rolante.....	45
Figura 19 - Cabo cortado 12636500.....	46
Figura 20 - Máquina de injeção de Zamak.....	46
Figura 21 - Cabo cortado com terminal Zamak (129215890).....	47
Figura 22 - Máquina de injeção de plástico babyplast.....	47
Figura 23 - Subconjunto de terminal sobre injetado (129215889).....	48
Figura 24 - Cabo injetado com o subconjunto de terminal sobre injetado.....	48
Figura 25 - Cabo de porta 121912973C03	48

Figura 26 - Gráfico de Pareto	50
Figura 27 - Wagon A.....	54
Figura 28 - Wagon B.....	54
Figura 29 - Exemplo de inventário excessivo nas linhas de montagem GL3	55
Figura 30 - Diagrama de spaghetti relativo às movimentações sem valor no abastecimento dos centros de trabalho	57
Figura 31 - Prateleira 1 e 2 do kit com perspetiva vista de cima	66
Figura 32 - Prateleira 3 e 4 do kit com perspetiva vista de cima	66
Figura 33 - Espaço devidamente identificado do kit da linha GL3 I	67
Figura 34 - Espaço devidamente identificado do kit na linha GL3 II.....	67
Figura 35 - Exemplo de uma estrutura que contribuisse melhorar a postura dos trabalhadores	69
Figura 36 - Fluxograma do processo de abastecimento	70
Figura 37 - Rota inicial do comboio logístico.....	73
Figura 38 - Operário a retirar a caixa sobrejacente do 1º nível do kit (1ª tarefa).....	86
Figura 39 - Operário a retirar a caixa subjacente do 1º nível do kit (2ª tarefa).....	88
Figura 40 - Operário a retirar a caixa do 2º nível do kit (3ª tarefa).....	90
Figura 41 - Operário a retirar a caixa do 3º nível do kit (4ª tarefa).....	92
Figura 42 - Operário a retirar a caixa do 4º nível do kit (5ª tarefa).....	94
Figura 43 - Perspetiva do kit com todos os materiais referentes ao cabo de porta 973	96
Figura 44 - Perspetiva do kit com todos os materiais referentes ao cabo de porta 105	97
Figura 45 - Kanban utilizado para indicar a necessidade de abastecimento do kit.....	98
Figura 46 - Lista de verificação de material em excesso relativa ao cabo de porta 105	99
Figura 47 - Lista de verificação de material em excesso relativa ao cabo de porta 973.....	100
Figura 48 - Lista de verificação de entrega de kit e de respetivo material relativo ao cabo de porta 105.....	101
Figura 49 - Lista de verificação de entrega de kit e de respetivo material relativo ao cabo de porta 973.....	102

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Metodologia DMAIC Adaptado de (Pyzdek & Keller, 2014)	23
Tabela 2 - 5w's2h Adaptado de (Maxim, et al, 2019) (Stirn, et al, 2011)	24
Tabela 3 - Módulos de produção da Fico Cables	26
Tabela 4 - Armazéns da Fico Cables.....	27
Tabela 5 - Tabela referente aos tipos de paragens existentes e os motivos pelos quais acontecem	32
Tabela 6 - Tabela relativa aos tipos de falhas inerentes à paragem por falta de material	33
Tabela 7 - Tabela demonstrativa dos materiais utilizados na produção do cabo de porta 121912973.....	34
Tabela 8 - Tabela demonstrativa dos materiais utilizados na produção do cabo de porta 121913105.....	35
Tabela 9 - Tabela representativa dos materiais que constituem o cabo de porta 121912973 ..	36
Tabela 10 - Tabela representativa dos materiais que constituem o cabo de porta 121913105	37
Tabela 11 - Tabela com informação sobre horas de paragens e de auxílio para realizar o gráfico de Pareto.....	50
Tabela 12 - Tabela com a quantidade produzida dos cabos de porta 973 e 105 de 9 a 21 de Setembro.....	51
Tabela 13 - Dados referentes aos materiais utilizados no processo produtivo do cabo de porta 973.....	52
Tabela 14 - Dados referentes aos materiais utilizados no processo produtivo do cabo de porta 105.....	53
Tabela 15 - Aplicação da metodologia 5w's 2h.....	58
Tabela 16 - Ideias registadas derivadas da sessão de barinstorming de sincronização do abastecimento logístico	60
Tabela 17 - Peso dos critérios	62
Tabela 18 - Escala de pontuação dos diferentes critérios de avaliação.....	63
Tabela 19 - Matriz relativa ao tipo de transporte	63
Tabela 20 - Matriz relativa à integração dos materiais de fabrico no processo de abastecimento	64
Tabela 21 - Matriz relativa ao processo ou atividade que visa substituir o processo de requisição de material	65

Tabela 22 - Falhas registradas e medidas de correção aplicadas.....	71
Tabela 23 - Avaliação dos objetivos do projeto.....	74
Tabela 24 - Tabela de avaliação do método RULA segundo a figura 38	87
Tabela 25 - Tabela de avaliação do método RULA segundo a figura 39	89
Tabela 26 - Tabela de avaliação do método RULA segundo a figura 40	91
Tabela 27 - Tabela de avaliação do método RULA segundo a figura 41	93
Tabela 28 - Tabela de avaliação do método RULA segundo a figura 42	95

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

DMAIC	Definir, Medir, Avaliar, Implementar, Controlar
FMS	Flexible Manufacturing Systems
JIT	Just-In-Time
MRP	Materials Requirements Planning
PDCA	Plan, Do, Check, Act
QC	Quality Circle
QCC	Quality Control Circles
RULA	Rapid Uper Limb Assesment
SC	Supply Chain
SCM	Supply Chain Management
SKU'S	Stock Keeping Units
TPS	Toyota Production System
TQC	Total quality Control
TQM	Total Quality Management
UAP	Unidade Autónoma de Produção
UM	Universidade do Minho
WMS	Warehouse Management Systems

1. INTRODUÇÃO

O presente projeto foi desenvolvido na empresa *Fico Cables* – Fábrica de acessórios e equipamentos industriais, realizado no âmbito da unidade curricular de dissertação do 2º ano do Mestrado em Engenharia Industrial na Universidade do Minho (UM).

Neste capítulo inicial será apresentado um breve enquadramento da investigação e uma apresentação sucinta da organização e das suas principais atividades. Para além disso vão ainda ser explicados os objetivos do projeto, a abordagem metodológica e por fim efetuar uma adução da estrutura do documento.

1.1 Enquadramento

A globalização torna os mercados voláteis, originando um aumento da concorrência, o que multiplica os desafios que surgem em cada área de atividade e que as empresas enfrentam, impelindo-as a procurar formas para ultrapassar essas adversidades, de forma a garantir a competitividade da empresa a nível global.

Supply Chain Management (SCM) ou gestão da cadeia de abastecimento, engloba o planeamento e gestão de todas as atividades envolvidas, desde a seleção de fornecedores (*sourcing*), compras (*procurement*), a transformação, assim como todas as atividades logísticas, sejam a coordenação e colaboração com todos os parceiros, desde os fornecedores, intermediários, prestadores de serviços externos, e os clientes (CSCMP, 2015).

O termo SCM foi criado em 1982, mas não lhe era dada grande importância, SCM era entendido individualmente com foco na otimização de custos.

Porter (1985) introduziu o conceito de cadeia de valor, mas só recentemente com a inconstância do mercado, foi entendida a vantagem competitiva que SC desempenha e reconhecido o seu vital impacto. Agora o foco é estratégico e direcionado para a criação de valor e expedição, através da gestão de relações transversais ao longo da complexa rede que a cadeia de suprimentos se tornou.

SCM procura também alcançar a ligação e coordenação entre os processos de todas as entidades na cadeia, ou seja, fornecedores, clientes e a própria organização. A finalidade é alcançar um resultado mais lucrativo em cada parte da cadeia, conseguindo o menor custo para a rede como um todo (Christopher, 2011).

O mercado está em constante mutação, o aparecimento de novas necessidades e exigências por parte dos consumidores, bem como o aparecimento de novas tecnologias torna premente a

adaptação e modernização das técnicas e recursos para atingir o objetivo de uma cadeia com desempenhos proveitosos e eficazes.

Imai (1986) refere que, as empresas que conseguem ter os melhores desempenhos são as que se concentram e apostam na melhoria contínua dos seus processos e das suas pessoas. É essencial que as empresas apostem num investimento gradual, ponderado e contínuo em novas estratégias e tecnologias, de forma a não serem ultrapassadas pela concorrência.

Masaaki Imai introduziu a metodologia *Kaizen*, alertando de que a melhoria contínua e o envolvimento de todos os trabalhadores são o segredo do sucesso.

O método *Kaizen* assenta em 3 princípios básicos:

- *Everyday improvement*
- *Everybody improvement*
- *Everywhere improvement*

É por este motivo que a filosofia *Kaizen* necessita da compreensão de toda a organização desde os trabalhadores de produção até aos cargos de topo, para que os objetivos sejam alcançados.

Para isso há diversos componentes que se aliam ao kit de ferramentas *Kaizen*, como 5S, *Suggestion System*, *Quality Control Circles (QCC)* or *Quality Circle (QC)*, *Total Quality Control (TQC)*, *Total Quality Management (TQM)*, *Toyota Production System (TPS)*, *Just-In-Time (JIT) System*, *Kamban System* (Coimbra, 2013).

Esta ideia de melhoria contínua é reforçada com a introdução do conceito *Lean* (Womack, P., et al., 1990). Esta metodologia que consiste num sistema orientado para a redução de ineficiências nos processos de trabalho, alcançando um produto de alta qualidade, com o menor custo e no menor espaço de tempo possível.

Esta filosofia pode-se aplicar a toda a organização desde a área de desenvolvimento (do produto), até à produção, logística, distribuição e compras (Mrugalska & Wyrwicka, 2017).

Neste âmbito, a cultura *Lean*, não é baseada exclusivamente na aquisição de novas tecnologias, a ergonomia também é fundamental, a valorização do capital humano, a formação, a segurança e a satisfação dos seus trabalhadores são fatores igualmente cruciais, elementos que poderão contribuir para a diminuição de absentismo contribuindo em simultâneo no envolvimento de todos no processo de melhoria contínua.

De acordo com Bitterncourt et al. (2011) que defende uma ligação entre a metodologia *Lean* com a Ergonomia, sendo possível criar uma sinergia entre ambos e melhorar a ergonomia dos

postos de trabalho e, assim, potenciar a motivação e empenho dos trabalhadores aumentando a competitividade da organização.

Como já referido, a economia global, a rapidez de difusão de informação e o constante desenvolvimento de novas tecnologias tem revolucionado a indústria. O ambiente empresarial cada vez mais competitivo obriga as organizações a adaptarem-se e a reestruturarem-se em função das novas tecnologias disponíveis.

A cadeia logística, dispõe de sistemas de *software* como o *Warehouse Management Systems* (WMS), sistema cujo objetivo é controlar os processos de receção, inventário, faturação e expedição, enfim, todas as movimentações internas desde a receção até à entrega. O *Materials Requirements Planning* (MRP), ou *Flexible Manufacturing Systems* (FMS) ferramentas de grande ajuda á gestão (Christopher, 2011).

Supply Chain é assim um ramo muito vasto, logo os reptos são redobrados. Esta área assume um papel determinante como elo de ligação entre os diferentes setores, arcando com a responsabilidade de gestão dos processos, incorporando novas metodologias, tecnologias, e orientações de acordo com as mudanças que vão surgindo no mercado de forma a atingir o sucesso.

1.2 Objetivos de investigação

Feito o enquadramento, torna-se mais fácil compreender e expor os objetivos que vão servir de orientação ao longo da investigação para a sincronização das atividades de abastecimento das linhas de montagem.

O foco da investigação analisar e avaliar o impacto e a viabilidade de um novo método de abastecimento de modo a desenvolver estratégias que promovam a sincronização de abastecimento a linhas de produção. As estratégias têm de ser delineadas tendo em conta o contexto da organização e a dimensão do problema. Existem objetivos específicos tais como a identificação dos desperdícios e análise de potenciais riscos existentes nos processos inerentes ao abastecimento das linhas de montagem. Para além disso também se pretende avaliar as melhorias obtidas através da sincronização das atividades.

De forma a atingirmos os objetivos propostos, será realizada inicialmente uma análise ao processo de abastecimento atual, de forma a poder identificar *pain points*, ou seja, processos suscetíveis a melhorias. Para tal devem ser definidos *Key Performance Indicators* sendo que

com o auxílio destes, poderá ser feita uma análise concreta e objetiva aos procedimentos inerentes ao método de abastecimento.

Assim que o processo atual esteja bem definido, conhecendo os seus pontos fortes e menos fortes, serão então definidas as abordagens com vista à diminuição dos desperdícios e da melhoria global do processo de abastecimento, assim como a realização de uma avaliação de potenciais riscos associados com o abastecimento no qual se destacam possíveis lesões musculoesqueléticas. Para tal será necessário realizar testes nos centros de trabalho, efetuar análises aos resultados obtidos de forma a verificar se os métodos adotados estão a ir de encontro aos objetivos pretendidos.

1.3 Abordagem metodológica

A proposta apresentada para este projeto de investigação foi a realização de um estudo para que o abastecimento de material nas linhas de produção fosse realizado de uma forma sincronizada, tendo em vista a eliminação de desperdícios, tais como espera por paragem do centro de trabalho por falta de material, de desorganização que constitui um risco potencial de acidente de trabalho e por fim de movimentos desnecessários que não acrescentam valor e acarretam esforço humano. Outro aspeto importante seria o de assegurar que o plano de produção fosse rigorosamente respeitado, tendo em conta o contexto de um fabricante de componentes automóveis, a *Fico Cables*.

A vontade e necessidade de otimizar o desempenho operacional de todos os processos que estejam direta ou indiretamente relacionados com as linhas de montagem, deve-se ao facto de que os desperdícios enunciados anteriormente, causam transtornos em diversos níveis, como por exemplo nos *pickings* ou recolhas que podem causar transtornos e obrigar a que por vezes tenha de ser realizado um trabalho redobrado de forma a reorganizar o plano de recolha, ou de efetuar transportes urgentes que constituem um aumento de custos para a organização ou ainda em casos extremos pode resultar no incumprimento da data acordada.

O método de investigação adotado foi a investigação-ação, e segundo Saunders et al. (2009) existem quatro formas de ver ou abordar este método. O primeiro foca-se o propósito de desenvolver a investigação em ação, ao invés de a investigação ser sobre a ação. A investigação preocupa-se com a resolução de problemas organizacionais, nomeadamente em casos em que são necessárias implementar mudanças, devendo essas mesmas ser feitas em conjunto com aqueles que vivenciam os problemas diretamente e diariamente.

O segundo foco diz respeito ao envolvimento dos profissionais na investigação, numa parceria democrática colaborativa entre investigadores e profissionais. Os resultados obtidos com a investigação-ação resulta do envolvimento de todos os membros da organização sobre um assunto que é do interesse deles.

O investigador está inserido na organização onde o processo de mudança e de investigação está a ocorrer, fazendo parte da mesma, ao invés da mais comum ou típica investigação em que os funcionários são objeto de estudo.

O terceiro foco enfatiza a natureza iterativa do processo de diagnóstico, planeamento, ação e de avaliação. Isto pode ser entendido como uma espiral que se inicia dentro de um contexto específico e com um propósito claro, ou seja com um objetivo.

O último tema sugere que a investigação-ação deve ter implicações além do projeto atual, deve ficar claro que os resultados obtidos podem ser utilizados e aplicados em outros contextos.

Neste trabalho foram também adotados métodos como a consulta e análise documental, a observação do trabalho realizado na unidade de produção fabril, assim como diversas conversas informais com o departamento de *Supply Chain*.

1.4 Estrutura do documento

O documento é constituído por seis capítulos.

O presente capítulo serve de introdução e de contextualização sobre o estudo realizado, são ainda apresentados os seus objetivos, abordagem e respetiva organização.

No capítulo 2 é apresentada a revisão de literatura, realizada ao longo do projeto de acordo com a temática em que o estudo está inserido. Na fase inicial foram definidas as fontes de pesquisa e palavras-chave de forma a filtrar os conceitos relevantes para o estudo.

No capítulo 3 é feita uma breve descrição do estudo e da investigação a realizar e ainda um enquadramento da organização, da sua história, áreas de negócio, instalações e caracterização de processos internos relevantes para a investigação.

O capítulo 4 é apresentado como o capítulo central, onde é descrita a proposta de trabalho. É introduzida e explicada a metodologia a ser utilizada, bem como as diferentes fases da investigação. É ainda realizada uma descrição pormenorizada dos processos importantes para a investigação, assim como as técnicas utilizadas para mensurar e organizar o problema, gerar e avaliar ideias, bem como a implementação e os resultados obtidos com as técnicas utilizadas.

O capítulo 5 é breve e serve para explicitar de que forma se controlou o processo implementado no capítulo 4.

O último capítulo fica reservado para a apresentação das principais conclusões a retirar da investigação, assim como as principais limitações e propostas de trabalhos a realizar no futuro. Por fim, após os capítulos apresentados seguem-se as referências bibliográficas e os seguintes anexos: no anexo I está presente o estudo realizado através do método Rapid Upper Limb Assesment (RULA), no anexo II e III estão apresentados detalhadamente os *kits* e as respetivas prateleiras, bem como os materiais nelas alocados. No anexo IV podemos ver o *kanban* relativo ao abastecimento do *kit*. Por fim nos anexos V e VI estão apresentadas as listas de verificação que serviram de auxílio para controlar o processo implementado.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Logística, cadeia de abastecimento e *supply chain management*

A cadeia de abastecimento é constituída por todas as partes que estando direta ou indiretamente envolvidas têm como objetivo principal satisfazer a encomenda de um cliente. Por esse motivo fazem parte desta cadeia de abastecimento não só os produtores e fornecedores, mas também os transportadores, armazenistas, retalhistas e os próprios consumidores. Dentro de cada organização como por exemplo a de produtor, a cadeia de abastecimento abrange todas as funções relacionadas com o processamento do pedido do cliente, sendo inúmeras vezes este o ponto de partida para outras funções e atividades como o desenvolvimento de novos produtos, a avaliação financeira das operações de distribuição, de atendimento ao cliente, entre muitas outras (Chopra & Meindl, 2016).

Logística é a área responsável por elaborar um plano e uma estrutura, ambas as quais devem servir de orientação para tratar do fluxo de entrada, saída e armazenamento de produtos, serviços e informação entre organizações (figura 1). Logística pode ser vista como o elo de ligação entre o mercado e a organização (Christopher, 2011) (Gundlach et al., 2006).

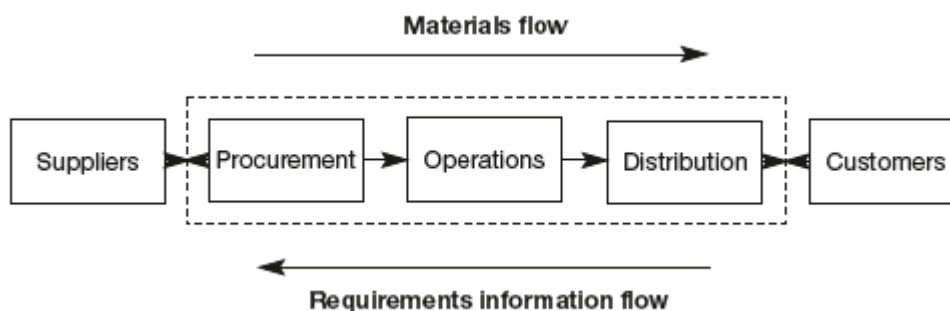


Figura 1 - Fluxo de materiais adaptado de Logistics & Supply Chain Management (Christopher, 2011)

SCM vai além desta definição de logística, já que tem como propósito estabelecer ligações e coordenação entre os processos das outras entidades que se inserem nos fluxos logísticos, tais como os fornecedores, os clientes e a própria organização. O foco da cadeia de abastecimento está na gestão das relações da organização com os provedores e os consumidores de forma a conseguir o melhor resultado para todas as partes tendo em conta as expectativas de cada um (Christopher, 2011).

A cadeia de abastecimento normalmente tem os seguintes intervenientes: consumidores, retalhistas, armazenistas, fabricantes e os fornecedores de matéria-prima. Ao longo desta cadeia existem diversas etapas, estando todas elas conectadas por um fluxo de produtos e informações.

A ordem da cadeia depende das necessidades dos consumidores e do papel de cada um dos intervenientes. Uma empresa de hardware de computadores é um exemplo de uma organização que não tem retalhistas, nem distribuidores na sua cadeia de fornecimento. O fabrico é feito por ordem, o cliente processa um pedido e essa ordem dá início ao processo de fabrico (Chopra & Meindl, 2016).

Como já foi referido anteriormente dada a volatilidade dos mercados atuais, existe um aumento da concorrência o que origina uma competição entre empresas do mesmo setor para satisfazer ao máximo os consumidores, deve por isso haver um foco na qualidade do produto, no seu custo e no tempo de entrega.

Porter (1985) defende que vantagem competitiva deriva das atividades de criação, produção, abastecimento e de suporte ao produto. É a partir destas atividades que podem ser criadas as bases para a diferenciação que vai influenciar a posição da empresa e do produto no mercado. Podemos então denominar esta cadeia de atividades como a cadeia de valor, sendo que as organizações são tanto mais competitivas quanto melhor conseguirem executar estas atividades e quanto menor for o custo delas relativamente aos competidores.

As atividades que pertencem à cadeia de valor são as atividades inerentes aos diversos departamentos de qualquer empresa e podem ser divididas em atividades primárias nas quais se destacam a logística interna e externa, marketing e vendas, já nas atividades de suporte temos a gestão de recursos humanos, o desenvolvimento tecnológico e as compras (figura 2) (Christopher, 2011).

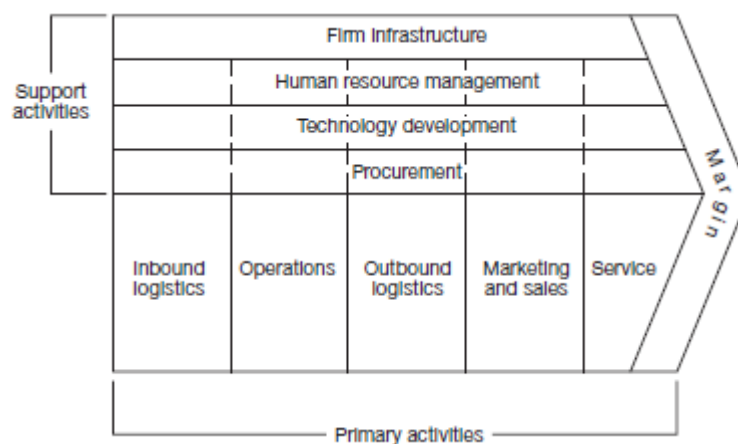


Figura 2 - Atividades da cadeia de valor
Adaptado de Christopher (2011)

A competição vai determinar se as atividades e medidas adotadas que possam contribuir para a performance da empresa são as adequadas (Porter, 1985). O valor de um produto ou serviço é o que vai definir o preço que os consumidores estão dispostos a pagar. Para *Porter* o termo valor superior resulta em oferecer preços mais baixos do que os seus concorrentes por benefícios equivalentes ou benefícios exclusivos que levem o cliente a pagar um preço mais alto para usufruir de um produto diferenciado (Porter, 1985).

2.2 Gestão de Armazém

O aumento da variedade dos produtos e a diminuição do tempo de resposta face aos pedidos dos consumidores, têm trazido novos e redobrados desafios para que as operações logísticas sejam eficientes, afetando assim a gestão necessária de um armazém inserido no ramo industrial.

Os custos logísticos de um armazém podem ser determinados em grande parte na fase de planeamento, que envolve a especificação e seleção de equipamentos bem como a criação de um *layout* que deve ter em conta a quantidade de produtos que vai expedir, as dimensões e pesos desses produtos, para otimizar ao máximo o espaço disponível (Rouwenhorst et al., 2000).

Segundo Rouwenhorst o armazém pode ser visto sob três ângulos diferentes. O primeiro pode ser visto pelos processos que os produtos passam aquando da sua chegada. De seguida os recursos necessários para operar o armazém, tais como equipamentos e operários. E por fim a organização que inclui o planeamento e controlo dos procedimentos utilizados para o bom funcionamento do sistema e da cadeia (Rouwenhorst et al., 2000).

Os armazéns são uma parte muito importante para todas as indústrias, estando inseridos na cadeia de abastecimentos tendo como funções primárias receber e armazenar materiais ou artigos, processar pedidos dos clientes e realizar a expedição do inventário referente a estes (Yerpude & Singhal, 2018).

2.2.1 Atividades de armazém

As atividades do armazém podem ser divididas em quatro categorias, a de receber e conferir, a de armazenar, de *picking* e de expedição ou *shipping*.

A de receber e de verificação é ativada assim que há um pedido por parte do consumidor, iniciando-se o fluxo de bens com a notificação de entrega do produtor. São definidas datas específicas para as entregas que devem permitir evitar ou no limite reduzir os tempos de espera dos camiões, servindo de suporte para coordenar as cargas existentes, evitando assim

constrangimentos por picos de cargas. Assim que o material chega, trata-se de verificar se as quantidades do material correspondem com as que estão enunciadas na nota de encomenda, havendo conformidade, a informação é processada para o inventário, realizando-se de seguida testes aleatórios de qualidade ao material rececionado, caso estejam de acordo com os padrões definidos pela organização, as cargas são preparadas para armazenamento, sendo colocada uma etiqueta para identificação do produto. Caso haja defeitos, esses artigos são marcados e ou são armazenados num local próprio para materiais com defeitos, ou podem mesmo ser armazenados junto com os outros, mas sempre com a marca de não conformidade visível. Os materiais que não estejam em conformidade devem ainda ser reportados ao fornecedor (Berg & Zjim, 1999; Hompel & Schmidt, 2005).

Na segunda categoria a de armazenar, envolve muitas vezes uma gestão para que os produtos possam ser colocados no local apropriado. A coordenação do armazenamento dos bens deve ser realizada, com vista a reduzir as distâncias percorridas pelos trabalhadores dentro do armazém, seja para recolher pedidos (*order picking*) ou para carregar ou descarregar material (Zunic *et al.*, 2018). Os critérios utilizados para definir o local de armazenamento passam pelas dimensões físicas e peso dos bens tendo em conta as prateleiras existentes considerando o conjunto atual e futuro de artigos (Hompel & Schmidt, 2005).

Order picking pode ser considerada a atividade mais importante ou aquela em que é necessário ter mais atenção isto porque representa 50% a 60% dos custos operacionais de um armazém. É também provavelmente a atividade mais complicada de gerir ou pelo menos a que necessita de mais dedicação devido ao aparecimento de programas operacionais e técnicas como o princípio *Just-In-time*, a redução do tempo de ciclo, estratégias de marketing inovadoras como o micro marketing que requiere que se trabalhe com encomendas mais pequenas, o que, por conseguinte, aumentará a frequência de entregas e recolhas e o número de *stock keeping units* (SKU's), que podemos entender como um código identificador associado aos diferentes artigos em stock (Ong & Joseph, 2014).

Order picking é o processo de recolha de artigos que estão armazenados. É iniciado através de um pedido por parte do consumidor ou até mesmo por parte da produção com os artigos e quantidades pretendidas, (Berg & Zjim, 1999) tratando depois de os preparar para o *shipment* ou expedição (Hompel & Schmidt, 2005).

A última atividade do armazém é a expedição que trata de verificar os pedidos ou encomendas, embalando-as, tratando ainda de carregar a mercadoria para um meio de transporte, sendo que por norma o mais utilizado é o camião (Rouwenhorst *et al.*, 2000).

Na gestão de armazém existem diversos desafios, um deles passa por reduzir os custos associados às atividades referidas anteriormente, nomeadamente o *order picking* cujos custos associados, como referido acima podem ascender a mais de 50% das despesas operacionais num armazém, isso deve-se em grande parte à dificuldade de automatizar o processo de *picking* e por esse motivo requerer bastante mão-de-obra humana (Berg & Zjim, 1999).

Outro dos desafios que eventualmente poderá surgir é a redefinição do *layout*. A expansão da organização, consequência do aparecimento de novos projetos, resulta num aumento do número de referências e do espaço total necessário, também pode simplesmente acontecer que haja a substituição natural de projetos em fim de vida por novos o que pode significar formas de embalagem diferentes, criando assim a necessidade de procurar e encontrar novas soluções para alocar os artigos.

2.2.2 Gestão de inventários

Para uma boa gestão de armazém é necessário que a gestão de inventários seja realizada com critério e de forma pormenorizada, visto que é a atividade responsável por organizar a disponibilidade de bens para os consumidores. Para tal, têm que coordenar as atividades de compra, produção e de distribuição (Wild, 2002).

O inventário é indispensável para as organizações manterem o fluxo da cadeia de abastecimento a operar, ajuda a reduzir a tensão na *supply chain*, conferindo-lhe previsibilidade, servindo como apoio para alterações ou flutuações que possam existir proporcionando confiabilidade (Yerpude & Singhal, 2018).

A gestão de inventários é então uma atividade muito importante para as organizações, tendo como principal função, definir o nível ou quantidade correta de *stock*. Este processo é bastante complexo, visto que tem de ter em conta os diversos departamentos da empresa, tais como o das vendas, compras, qualidade, a própria logística que tem como responsabilidade gerir o armazém e encontrar formas de alocar o *stock*, entre outros. Ora, antes de chegar a um consenso entre todos os intervenientes, poderão existir conflitos, contudo estes têm de ser resolvidos no melhor interesse da organização (Wild, 2002).

Grandes quantidades de stock podem permitir ter qualquer artigo e respetivas quantidades disponíveis a qualquer momento, contudo isso não significa um bom controlo dos mesmos, visto que a empresa tem o custo de produzir e armazenar o inventário cujo retorno financeiro não será conseguido de imediato nem num curto espaço de dias. Quanto mais inventário uma organização tiver, menor será a probabilidade de ter aquilo que necessita (Jones, 1996). Deve-se tentar encontrar o ponto de equilíbrio de inventário da forma mais eficiente possível, visto

que ter quantidades insuficientes de stock também não é bom visto que pode resultar em vendas perdidas, consumidores insatisfeitos com falta de confiança no fornecedor, o que invariavelmente resultará na perda do cliente futuramente. A redução de custos através do armazenamento, a longo prazo iria ter repercussões financeiras graves. Os problemas que surgem nesta área ainda são uma das grandes dificuldades que as organizações enfrentam (Mercado, 2007).

Outra atividade importante relacionada com os materiais e inventários, é o manuseamento ou o movimento dos artigos, cujo termo mais conhecido é *materials handling*.

2.2.3 Manuseamento de materiais

A preocupação com o manuseamento dos materiais é fundamental para a produtividade tanto na área produtiva como para os centros ou sistemas de distribuição. É a área responsável por servir de ligação entre os centros de distribuição e a produção, sem ela, não pode haver a entrega de materiais e conseqüentemente o fabrico de produtos (Heragu et al, 2011).

Minimizar o custo desta atividade é um dos desafios das organizações até porque não traz valor acrescentado para o produto final e é um dos segmentos que está em maior crescimento.

Um dos principais fatores que influencia a movimentação de materiais é o *design* do *layout* dos espaços.

Para além da função principal de manusear os materiais e os colocar no local indicado, ainda faz parte das obrigações deste segmento, minimizar o movimento e o transporte de materiais, O planeamento do *layout* deve ser elaborado tendo em vista minimizar as distâncias percorridas pelos veículos que transportam os artigos, para tal deve-se definir padrões de organização e utilizar o tipo de transporte mais adequado, de forma a evitar operações desnecessárias (Taylor, 2008) diminuindo assim o tempo de execução das tarefas. Assegurar a segurança no desempenho desta atividade também faz parte das responsabilidades desta área, de forma a prevenir acidentes.

2.3 Comboio logístico

Comboio logístico ou *mizusumashi* pode ser entendido como um trabalhador que trata de transportar os materiais para as linhas de montagem, manualmente ou através de um comboio logístico (Nomura & Takakuwa 2006).

O funcionário encarregado por operar o *trem* tem a responsabilidade de abastecer as linhas de montagem com o material e informações necessárias na quantidade correta e na altura certa. O *mizusumashi* funciona com uma rota fixa com um tempo de ciclo que deve ser calculado em

conformidade com o trabalho a realizar e com o número de estações ou paragens. Estas paragens são nos supermercados, local onde o responsável por operar o comboio logístico recolhe o material, transportando-o de seguida para os *border of line supermarkets*, localizados junto às linhas de montagem sendo os operadores responsáveis por proceder ao abastecimento da respetiva linha, retomando de imediato a produção (Coimbra, 2009).

Nomura & Takakuwa (2006) referem dois métodos de fornecimento diferentes por parte do *mizusumashi*, um deles é o método de revista periódica, que consiste em verificar num intervalo de tempo definido previamente a quantidade de *work in process* nas linhas de montagem, reabastecendo a linha no momento certo. O outro método é o de verificação contínua ou incessante, em que o reabastecimento e verificação de materiais ocorre em simultâneo, enquanto que o responsável pelo comboio logístico verifica a quantidade necessária de *inputs* para o próximo reabastecimento o operador da linha de montagem retira o material do comboio logístico.

2.3.1 Supermercados e as *border of lines*

Os locais de armazenamento de materiais utilizados em linhas de montagem próximas são denominados de supermercados. Os supermercados são abastecidos pelos fornecedores e as linhas de montagem por via das *border of lines* por um pequeno comboio logístico (Battini et al., 2012).

Sempre que a distância é curta, é dada preferência a lotes pequenos e a mais entregas semanais por parte do fornecedor, desta forma as empresas têm mais flexibilidade e podem elaborar outra estratégia caso haja algum imprevisto. Ainda assim esta não é a única vantagem em utilizar lotes pequenos e poucas quantidades de material por caixa. Dado o escasso espaço existente nas linhas, é necessário que as caixas sejam pequenas de forma a poderem ser enquadradas na linha. Também permite que os colaboradores possam aceder ao material de uma forma ergonómica e eficiente já que reduz o tempo necessário para manusear e retirar as peças da caixa (Battini et al., 2012).

Os supermercados devem estar organizados e ter uma localização fixa com um limite máximo e mínimo para cada referência, estas informações devem estar bem expostas para ser possível visualizar rapidamente e sem esforço, de forma a evitar perdas de tempo à procura do material e ainda a rutura ou o excesso de stock. O material a ser recolhido pelo *mizusumashi* deve estar ao nível do solo, numa caixa ou contentor pequeno disposto numa paleta com rodas que permite o seu fácil manuseamento podendo o colaborador colocar o contentor de uma forma ergonómica no comboio logístico (Coimbra, 2009).

Bordo de linha ou *border of line* como já mencionado anteriormente é o local junto das linhas de montagem em que o *mizusumashi* recolhe o contentor vazio e entrega um novo com material para que não haja desperdícios por falta de matéria-prima.

Border of line é o ponto de ligação entre a logística e a produção, sendo que a logística interna tem a responsabilidade de entregar o produto certo na quantidade certa com a qualidade adequada no tempo apropriado. Já a produção só deve ter que se focar em fabricar o produto com a maior qualidade no menor tempo possível (Coimbra, 2009).

As duas formas principais de organizar ou armazenar a matéria-prima na *border of line* são pela frente e por trás da área de trabalho do colaborador. Utilizar caixas pequenas para dispor os materiais na frente do trabalhador acrescenta mais valor e menos desperdício em comparação com o armazenamento destes por trás, visto que os movimentos realizados são mais curtos, economizando tempo e permitindo ao trabalhador ter uma postura mais ergonómica.

2.4 *Lean Manufacturing*

Uma das abordagens mais faladas no setor industrial é a abordagem *lean*. No mercado atual, especialmente em organizações que competem entre si, é necessário ter custos de produção de reduzidos, por norma a terem preços competitivos, sendo a abordagem *lean* crucial por esse motivo. Este tipo de abordagem ajuda a melhorar a *performance* operacional mantendo o consumidor satisfeito. Conclui-se através de um estudo que cerca de 50% de organizações no Reino Unido que utilizaram abordagens *lean* nos seus processos produtivos. (Thangarajoo, 2015)

Womack & Jones (1996) definem o termo *Lean Thinking* como um conceito de gestão e liderança identificado como a solução para o desperdício, sendo o desperdício qualquer atividade humana que não acrescenta valor ao produto final.

Esta filosofia tem como base o TPS (*Toyota Production Systems*), criado por Taiichi Ohno, tendo sido aplicada inicialmente na indústria automóvel, nomeadamente na *Toyota* que foi pioneira, progressivamente foram estudando mais organizações por todo o mundo de todos os ramos da indústria. Por fim, *Womack & Jones* identificaram 5 princípios cruciais (figura 3) que essas organizações utilizaram que podem ser úteis para qualquer empresa e ramo de atividade de forma a eliminar o desperdício e atingir a perfeição (*Womack & Jones*, 1996).

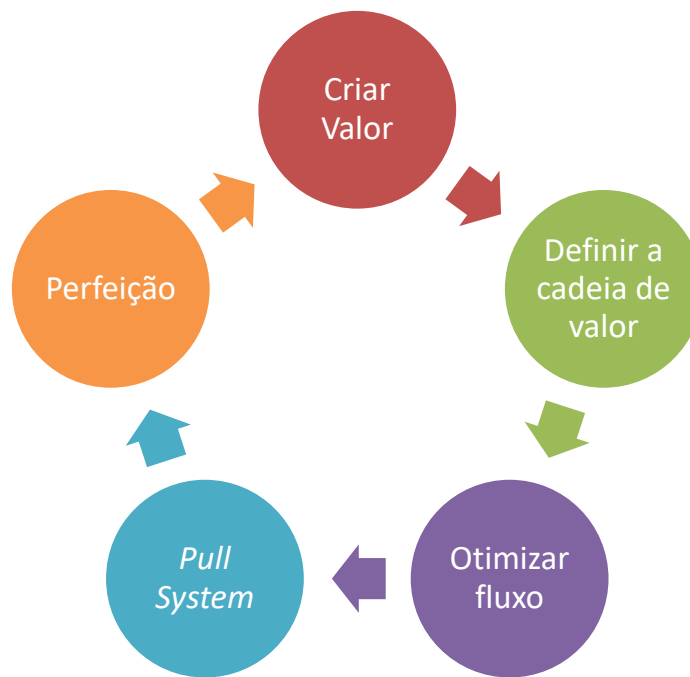


Figura 3 - Princípios Lean
Adaptado de Womack and Jones (1996)

Lean thinking pode ser considerado como o antídoto para o desperdício, os 5 princípios são os seguintes (Jones, 1996) (Thangarajoo, 2015):

- **Definir valor sob a perspectiva do consumidor:** Definir valor é a forma de identificar a forma, característica ou função que um cliente está disposto a comprar. O processo de entender o valor sob o ponto de vista do consumidor pode requerer uma mudança de paradigma na organização.
- **Identificar e definir a cadeia de valor:** A cadeia de valor pode ser entendida como o conjunto de ações específicas e necessárias para satisfazer as partes interessadas.
- **Otimizar os fluxos:** Após identificar os processos que trazem valor, deve-se analisar e procurar simplificar as ações de todos os meios envolvidos na criação de valor.
- **Implementar o sistema *pull*:** Este sistema funciona através das necessidades dos consumidores, são eles que vão desencadear todo o processo. Nada pode ser produzido sem primeiramente ser desejado pelo cliente;
- **Procura contínua pela perfeição:** A cultura de busca e procura contínua por oportunidades de melhorar a eficiência operacional, reduzir custos e melhorar a qualidade dos produtos.

Lean é uma metodologia muito importante na área industrial, mas ainda mais na indústria automóvel, setor onde surgiu este conceito, com o intuito de conseguir fazer mais com menos recursos, através de técnicas de que eliminem desperdícios mantendo uma *performance* alta em todos os processos das organizações. Esta metodologia pode ser adaptada a qualquer outra área, como exemplo temos um departamento de emergência que aumentou o número de visitas dos

pacientes em 9,23% ao implementar técnicas *lean* que ajudaram a proporcionar um melhor tratamento aos pacientes (Dickson, et al, 2009).

2.4.1 Tipos de desperdícios - desperdícios *lean*

Taiichi Ohno (1988), identificou sete tipos diferentes de desperdícios categorizando-os como *mudas*, palavra japonesa que significa desperdício e engloba atividades que não acrescentam valor.

As sete *mudas* são (Jones, 1996) (Vikas, 2015):

- **Defeitos** que levam a um retrabalho ou a sucatar o material. O retrabalho envolve o dobro do tempo e do dinheiro para produzir uma unidade;
- **Sobreprodução** é um desperdício que normalmente não é considerado como tal dado que se trata do produto final, contudo quando existe uma produção desnecessária, seja por quantidades excessivas ou por acontecer num momento inoportuno deve ser considerada como uma *muda* por excesso de produção;
- **Esperas** dizem respeito ao tempo de inatividade de equipamentos ou pessoas. Na produção de lotes convencionais alguns estudos apontam que 90% do tempo existem artigos à espera de serem processados, daí a necessidade do planeamento e do abastecimento da linha de montagem ser eficiente;
- **Transportação** envolve os custos adicionados ao produto final devido ao movimento de matérias-primas;
- **Inventário** não é desejado porque o seu aumento significa também um incremento monetário de uma matéria que está parada e sem uso;
- **Movimentação desnecessária** inclui os desperdícios causados pelo movimento de operários e de maquinaria que não acrescentam valor;
- **Processamento excessivo** refere-se a atividades como a de adicionar recursos extras a um produto que o consumidor não necessita ou não utiliza.

2.4.2 *Standard work*

Um dos princípios *lean* é o *standard work*, que passa pela uniformização dos processos. Pode ser considerada como a prática de configuração, comunicação, e acompanhamento constante para melhorar continuamente os níveis dos padrões da organização.

A uniformização dos processos é uma das formas de reduzir custos nas organizações, através da elaboração de procedimento que visam conferir previsibilidade ao processo produtivo, de forma a prevenir a ocorrência de erros que possam ter impacto na produção. Esta é considerada a base para a melhoria contínua (Mikva et al, 2016).

Standard work pode ser definido como um conjunto de procedimentos de trabalho, que tratam de estabelecer os melhores métodos e sequências para cada processo e para cada trabalhador,

com o objetivo de minimizar o desperdício, e simultaneamente maximizar a performance de cada operação e trabalhador inseridos nos processos de trabalho (Pereira et al, 2016).

2.4.3 Linhas de montagem

Como já referido anteriormente a grande premissa *lean* é a de minimizar o desperdício, e o mesmo acontece no processo produtivo dos artigos. As linhas de montagem são o local onde é efetuado o fabrico de produtos, aqui as peças vão sendo adicionadas em sequência de acordo com o fluxo produtivo consoante o posto de trabalho até que seja feita a montagem final. Todos os produtos utilizam linhas de montagem, desde bolas de futebol até submarinos, todos são completados em secções. A interação entre humanos e máquinas é o modelo mais utilizado, dado que aumenta a eficiência. (Kruger, 2009). Os benefícios são variados, contribuindo para um tempo de processamento menor, uma redução nos custos de produção por unidade e para um inventário baixo.

Ao desenhar uma linha de produção devem ser considerados fatores tais como as limitações financeiras e ocupacionais da organização, a competitividade externa, e a disponibilidade dos materiais.

As linhas de montagem podem ser categorizadas de forma diferenciada, como linhas de série, linhas paralelas e linhas celulares, também conhecidas como linhas com o formato de um “u”. Nas linhas de série as peças ou produtos só seguem para o próximo posto assim que o processo esteja terminado, seguindo assim o seu trajeto até ao último posto. No que toca às linhas paralelas, são utilizadas para dividir a carga de trabalho pelas diversas estações, ajudando assim a diminuir o tempo de ciclo da estação. Por último, as linhas celulares ajudam a reduzir o número de postos de trabalho e a eficiência da linha, ao utilizar algumas estações que estejam possam estar disponíveis (Saif, et al, 2014).

As linhas de montagem guiam-se pelas ordens de produção que advêm do plano de produção e controlo responsável por orientar, organizar e controlar a produção de forma a cumprir as ordens e respetivas datas tendo em vista atingir os objetivos. É indispensável monitorizar eficientemente a produção de forma a operar com sucesso e de forma económica um sistema de produção. Planeamento e controlo de produção é uma área vital dado que é responsável por organizar todo o planeamento e controlo relativo ao fluxo de mercadorias numa empresa (Seitz & Nyhuis, 2015).

2.4.4 Gestão visual

A gestão visual é um processo que visa aumentar a eficiência e eficácia das tarefas a serem realizadas.

Uma informação visual deve ser simples de forma a ser percebida de forma rápida e intuitiva, em poucos segundos, sem haver dúvidas ou hesitações.

Um exemplo de uma ferramenta de gestão visual é o sistema *andon*, que deriva da palavra japonesa lanterna.

É um sistema de controlo visual que utiliza uma luz elétrica, por norma é colocado junto às linhas de montagem, com o propósito de ser solicitada ajuda ou parar a produção por parte do trabalhador. Com a evolução da tecnologia, máquinas inteligentes são capazes de detetar anomalias, defeitos ou outros problemas. O *andon* é uma ferramenta que funciona como aviso de que algo na máquina ou na linha de montagem merece a atenção dos responsáveis (Ciano, et al 2021). A ideia do *andon* é a de que um operário possa ativar o sistema de forma a acender a luz para reportar um defeito, ou outra informação. (Liker, 2004). Uma linha de produção na *Toyota* normalmente envolve cerca de 350 pessoas e gera aproximadamente 1200 ativações do sistema *andon* (Marksberry & Parsley, 2011).

2.5 *Brainstorming*

Podemos entender o processo de *brainstorming* como uma técnica capaz de gerar ideias ou de resolver problemas que por norma é realizada em grupo. Uma sessão destas geralmente é realizada sem restrições no que toca à qualidade ou quantidade de ideias. Convém ainda referir que todas as novas ideias devem ser registadas. Alex F. Osborne em 1930 utilizou “*group thinking sessions*” como forma de impulsionar novos pontos de vista, novos conceitos e soluções diferentes para diversos problemas que surgissem, ou como forma de melhorar processos já existentes.

As organizações ganham uma vantagem competitiva sobre os seus concorrentes gerando boas ideias, sendo por isso uma técnica muito utilizada em indústrias no dia de hoje e é uma ferramenta considerada indispensável nas diversas fases de resolução de problemas. De acordo com McKinsey os próximos passos são chaves para o processo de geração de ideias (Coyne & Coyne, 2011):

- **Escolher as pessoas corretas:** é importante que o colaborador saiba as limitações da empresa, para que as ideias vão de encontro à realidade da organização.

- **Apresentar o problema e as questões corretas:** este é outro aspeto com respeito aos requerimentos de ideias por parte da organização. Por exemplo, para uma companhia eletrónica que procure desenvolver novos produtos uma das questões a ser feita pode ser “Qual é o maior incômodo que os nossos clientes suportam e que pode ser evitado”.
- **Avaliar as ideias e agir:** assim que as ideias estejam registadas, deve-se selecionar a melhor entre todas. Apesar de nem todos os participantes terem participação na decisão final, desempenham um papel importante na decisão das ideias mais adequadas para a organização.

Brainstorming é uma parte integral do *six-sigma* e da metodologia *lean*. Projetos que utilizem ferramentas *lean* necessitam de ideias ou soluções criativas que vão de encontro às filosofias *lean* sendo o processo de *brainstorming* bastante eficaz para este efeito. Por norma ferramentas como o diagrama de *Ishikawa* e de causa-efeito são utilizados paralelamente.

Brainstorming é uma ferramenta também utilizada em filosofias *kaizen*, sendo também considerada como uma ferramenta de controlo de qualidade. Um exemplo da sua implementação é na produção virtual de amaciadores de carne (Dugger, 2001). O processo de *brainstorm* foi utilizado para explorar as metas da equipa que consistiam em reduzir o custo unitário em 25%, assim como desenhar um novo sistema de produção celular reduzindo o espaço ocupado de chão de fábrica em 15%. Outro exemplo de uma implementação *brainstorm* descrita num caso de estudo tratou de classificar os eventos em termos de tempo, em eventos com valor acrescentado e em eventos sem valor acrescentado (Puvanasvaran, et al, 2010).

Apesar de esta técnica poder ser utilizada por diferentes equipas, existem diversos tipos de sessões *brainstorm*. Por exemplo, se o requerimento for o de gerar um número elevado de ideias num curto período de tempo, podemos referir *brainstorming* como *speedstorming*. A sua implementação é realizada analisando reuniões individuais de forma a criar ideias com uma especialidade interdisciplinar profunda, sendo também uma maneira de avaliar rapidamente potenciais colaboradores. Um estudo determinou que para ensinar e formar colaborações criativas o *speedstorming* é mais efetivo que o *brainstorming* (Hey, et al, 2009).

2.6 Ergonomia

Podemos definir ergonomia como uma ciência que analisa a importância dos postos de trabalho e respetivo fluxo produtivo assim como os efeitos na segurança e na saúde do trabalhador. O *design* de postos de trabalho, equipamentos, ambiente, e a preocupação com a manipulação e manuseio das cargas é realizado tendo em conta as capacidades físicas, fisiológicas,

biomecânicas e psicológicas do ser humano por forma de reduzir a quantidade de lesões e consequentes taxas de absentismo, melhorando e aumentando a produtividade a qualidade e a confiabilidade (Botti, et al, 2017).

2.6.1 Manuseamento de cargas e fatores de risco

Agarrar, segurar, girar ou trabalhar de qualquer outra forma manual movendo cargas manualmente é considerado como manuseamento de cargas de forma individual (Cheung, et al, 2007). É o movimento de matérias-primas, produtos semiacabados e de artigos finais, durante as várias fases de produção e de armazenamento (Berlin & Adams, 2017).

Esta atividade é responsável por causar variadas lesões, sendo a principal relacionada com a parte inferior das costas que contribui para o absentismo. Tal como outras atividades, o manuseamento de cargas também tem fatores de risco, sendo que o *design* dos postos de trabalho e das linhas de montagem têm um impacto direto na saúde do trabalhador e na qualidade de produto (Berlin & Adams, 2017).

Os fatores de risco são definidos como ações ou condições que aumentam a probabilidade de lesões no sistema musculoesquelético (Jaffar, 2011).

Podem ser entendidos como fatores de risco, posturas inadequadas, como inclinar e torcer o tronco, movimentações repetidas de carregamento ou elevação de cargas, esforços energéticos realizados ao movimentar cargas pesadas, posturas estáticas resultantes de manter uma posição fixa durante um longo período de tempo (Cheung, et al, 2007). Também existem fatores de risco para os trabalhadores de escritório. Adotar posturas incorretas por não estar sentado de uma forma ergonómica ou ter o monitor mal colocado pode levar a problemas de saúde ao fim de um longo período de tempo (Jaffar, 2011).

Outro estudo descobriu que no caso de uma unidade de atendimento para que houvesse um desenvolvimento da ergonomia e da procura pelo bem-estar dos trabalhadores era necessário formar e treinar funcionários para que se tornassem especialistas na matéria, procurando sempre criar novas e melhores redes e métodos que ajudem a padronizar sistemas de bem-estar e de saúde dos trabalhadores assim como direcionar e alinhar a melhor forma para se implementar as iniciativas a ser tomadas (Penteado, 2012). A implementação de métodos e técnicas ergonómicas confere uma maior influência na saúde mental do ser humano ao dar maior satisfação e conforto no desempenho das suas funções laborais, melhorando a *performance*, a segurança e a saúde (Mustafa, et al, 2009).

2.6.2 Sinergia entre ergonomia e *lean*

As técnicas *lean* nas indústrias são implementadas para aprimorar os processos, criando valor e minimizando desperdícios (Botti, et al, 2017). Assegurar a implementação da ergonomia no local de trabalho pode ser dispendioso inicialmente, mas para além de zelar pela segurança e saúde dos trabalhadores também previne a ocorrência de perdas monetárias futuramente em seguros e planos de saúde. Estudos recentes têm vindo a demonstrar uma correlação entre técnicas *lean* com a ergonomia, a saúde ocupacional e os fatores de risco relacionados. É uma preocupação crescente das organizações dado que trabalhadores com lesões não são produtivos, aumentam o absentismo e quem os substitui não é tão eficiente a realizar as mesmas tarefas. Por este motivo taxas elevadas de lesões nos trabalhadores levam a resultados indesejados nos processos *lean*.

Evidências de que cada vez mais as empresas começam a pensar em *lean* e ergonomia como duas metodologias que têm de trabalhar lado a lado provêm de um caso de estudo conduzido numa linha de montagem de caixas de ferramentas em que a ergonomia do trabalhador é um fator tão chave tal como qualquer outro parâmetro *lean* como o *takt time*, *cycle time* e *work in process* (Botti, et al, 2017).

2.6.3 Método Rapid Upper Limb Assessment (RULA)

Esta técnica, desenvolvida por McAtamney and Corlett (1993), ajuda a avaliar as posturas de trabalho, uso muscular e esforço necessário para exercer as funções laborais. São gerados quatro resultados para o lado esquerdo e direito do corpo.

- Resultado A: Pontuação de postura de membro superior que inclui o braço, o antebraço, o punho e a rotação do punho;
- Resultado B: Pontuação da postura do pescoço, tronco e pernas;
- Resultado C: Soma do resultado A com a pontuação relativa ao uso do músculo e de força utilizada;
- Resultado D: Soma do resultado B com a pontuação relativa ao uso do músculo e de força utilizada;

O resultado final é atribuído por uma tabela que cruza o resultado C com o D (Yuan, 2015). Com base no resultado final existem 4 níveis de ações diferentes, a de nível 1 indica que a postura é aceitável se não for mantida por longos períodos de tempo obtida com uma pontuação de 1 ou 2. Nível 2 requer uma investigação mais detalhada, mas não significa que sejam necessárias mudanças imediatas, nos casos de pontuação de 3 ou 4. O nível 3

atingido através da pontuação 5 ou 6 indica que são necessárias investigações mais detalhadas e alterações à postura dentro de pouco tempo. Por fim para o nível de ação número 4 são necessárias investigações e mudanças imediatas.

Este método foi desenvolvido para fornecer uma avaliação rápida das cargas no sistema musculoesquelético dos trabalhadores, devido à postura, função muscular e forças que exerce. É uma técnica que permite considerar rapidamente um número elevado de operadores, e com o sistema de pontuação avaliar o nível de carga a que uma parte individual do corpo do trabalhador está exposta (McAtamney & Nigel Corlett, 1993).

2.7 Six-sigma

Six-sigma ou seis *sigma* é uma metodologia rigorosa, focada e eficaz na implementação de princípios e técnicas de qualidade comprovada. A metodologia incorpora elementos importantes da temática de qualidade, e tem como foco na sua atividade uma metodologia praticamente livre de erros (Pyzdek & Keller, 2014).

Sigma é um conceito proveniente da área estatística e é assim denominada sempre que existe qualquer desvio padrão da variável aleatória em torno do valor médio. Seis *sigma* significa seis vezes a distância do desvio padrão, para se alcançar o seis *sigma* um processo não pode produzir mais de 3,4 defeitos por milhão de oportunidades. Um defeito pode ser entendido como algo que está fora das especificações do cliente.

Através desta metodologia foram desenvolvidas muitas ferramentas estatísticas e de negócio que visaram a redução de custos, defeitos, tempo de produção aumentando ao mesmo tempo a participação das organizações no mercado. É uma metodologia que pode ser utilizada em todas as etapas do processo produtivo e administrativo. (Smetkowska & Mrugalska, 2018).

2.7.1 Ferramenta Seis Sigma

A metodologia Seis Sigma inclui duas principais metodologias que se dividem em 5 fases diferentes, a de definir, medir, analisar, implementar e controlar denominada por DMAIC que é utilizada para um processo já existente. Já a outra metodologia passa por definir, medir, analisar *design* e verificar apelidada de DMADV, utilizada na conceção de um novo produto ou processo.

A metodologia DMAIC consiste em 5 fases (Tabela 1) que estão conectadas entre elas que visam fomentar a eficácia do sistema ou do processo alvo de intervenção e ainda ter a capacidade de reagir a eventuais problemas que possam surgir.

Tabela 1 - Metodologia DMAIC
Adaptado de (Pyzdek & Keller, 2014)

Definir	Iniciar um projeto definindo as metas e os objetivos das atividades a realizar.
Medir	Estabelecer métricas para monitorizar o progresso das atividades e verificar se estão a ir de encontro aos objetivos definidos no passo anterior.
Analisar	Analisar o processo de maneira a identificar métodos para eliminar os desperdícios e obter o desempenho idealizado. O uso de ferramentas estatísticas ajudam a orientar a análise.
Implementar	Utilizar técnicas criativas para melhorar o processo. Utilizar métodos estatísticos para validar a melhoria.
Controlar	Controlar o novo processo. Ferramentas estatísticas podem ser utilizadas para monitorizar a padronização do sistema.

Uma das mais comuns ferramentas utilizadas na metodologia seis sigma é a análise ou gráfico de *Pareto* (Koripadu & Subbaiah, 2014). O gráfico de *Pareto* é um gráfico de barras utilizado geralmente para indicar a frequência de defeitos e o impacto dos mesmos por acumulação. A ferramenta é baseada num princípio que afirma que 80% dos resultados são determinados por 20% das causas. Um estudo conduzido numa indústria têxtil, identificou através da análise de *Pareto* que pequenas paragens e paragens por avaria contribuíram para 89,3% do total de perdas por paragem dos fios que usam algodão (Hossen, et al, 2017).

Outra ferramenta também importante é a *5w's 1h* ou *2h*. Esta técnica consiste em realizar questões e é utilizada como uma ferramenta para recolher informações, estruturar e organizar estratégias visando a resolução de problemas.

Inicialmente as questões foram inicialmente utilizadas na área de jornalismo de investigação, estando a ser cada vez mais adaptadas para a área industrial (Tse, et al, 2015).

As questões são *what, why, who, where, when, how*, e em face das exigências do mundo industrial a última questão a *how much*, está a ganhar mais importância.

As questões e aquilo a que se referem está apresentado na tabela 2.

Tabela 2 - 5w's2h

Adaptado de (Maxim, et al, 2019) (Stirn, et al, 2011)

O quê?	O projeto em si. O que é que se vai tratar.
Porque?	O motivo pelo qual se vai realizar o projeto. Explicar os objetivos.
Quem?	Os envolvidos no projeto.
Onde?	Local onde vão ser desenvolvidas as atividades.
Quando?	Período temporal em que o projeto vai decorrer.
Como?	As atividades a realizar que permitam alcançar os objetivos.
Quanto custa?	Qual o custo total do projeto.

Um estudo realizado no âmbito de questões multicritério concluiu que a técnica *5w's 1h* foi bem-sucedida para estabelecer o peso de cada critério na tomada de decisões (Cancer, 2012). Outro caso de estudo, relacionado com o teste de um *software* em nuvem ou *cloud* concluiu que o uso desta técnica pode contribuir para os investigadores definirem um conjunto de questões de investigação sistemáticas, genéricas e complementares (Tse, et al, 2015).

3. DESCRIÇÃO E ANÁLISE DE CASO

O presente trabalho de dissertação tem como propósito a implementação de um sistema de abastecimento sincronizado em duas linhas de produção piloto. Todas as movimentações de materiais são um desperdício (Womack and Jones, 1996), sendo então essencial diminuir ao máximo todo o tipo de atividades que não acrescentem valor. No decorrer deste capítulo será apresentada a empresa, a descrição do processo atual e a contextualização da problemática do estudo, assim como as técnicas utilizadas para a implementação de um novo método de abastecimento.

3.1 Apresentação da empresa

O grupo *Ficosa International* foi fundado em Barcelona no ano de 1949 por *Josep Maria Pujol* e *Josep Maria Tarragó*, denominando a pequena oficina de “Pujol i Tarragó”, dedicando-se desde esta altura, até aos dias de hoje ao fabrico de componentes para a indústria automóvel. Em 1987 foi renomeada para *Ficosa Internacional*. Hoje em dia a organização conta com centros de engenharia, produção e escritórios comerciais em 16 países, distribuídos Europa, América do Norte, América do Sul e Ásia (figura 4), afirmando-se como fornecedor oficial e parceiro tecnológico de uma grande parte das empresas produtoras de veículos em todo o mundo, sendo líder na conceção e fabrico de muitos componentes da indústria automóvel. O grupo *Ficosa* formou uma aliança com a *Panasonic*, tendo em vista garantir um lugar no novo mercado tecnológico emergente. Primeiramente a *Panasonic* adquiriu 49% do grupo, tendo posteriormente, em 2017 adquirido 69%, tornando-se assim no principal acionista.



Figura 4 - Presença global do grupo Ficosa
(Ficosa, 2020)

O *Ficosa Manufacturing System* (FMS) é o sistema pela qual a *Ficosa* se rege, de forma a alcançar a qualidade global e altos níveis de serviço, garantindo assim uma imagem de marca “*made by Ficosa*”. O FMS assenta em quatro princípios: *Just-in-Time*, Foco na Qualidade, Melhoria Contínua, Compromisso e Alta Performance das equipas.

Em Portugal é representada pela *Fico Cables, Lda* e dedica-se ao fabrico de componentes para a indústria automóvel, nomeadamente cabos de comando e sistemas de conforto. A empresa iniciou a sua atividade em 1971 numa garagem em Vila nova de Gaia, com três funcionários e gerida pelo Eng^o Franco Dias, sendo denominada de Teledinâmica. Em 1972 a Teledinâmica associou-se à *Pujol e Tarragó* com sede em Barcelona e atual líder do grupo *Ficosa internacional*. Em 1980 começou a exportar para o mercado externo, nomeadamente para a *Fiat* italiana e para vários construtores europeus, iniciando assim a sua expansão. Em virtude do seu crescimento para o mercado exterior, surgiu a necessidade de a empresa mudar de instalações e assim o fez em 1981 para a Maia, onde ainda se localiza nos dias de hoje. Foi em 1993 que a empresa alterou a sua designação para *Fico Cables, Lda.*, contando atualmente com cerca de 1000 colaboradores.

3.1.1 Instalações da *Fico Cables, Lda*

A organização divide-se em cinco módulos, denominados de unidades autónomas de produção (UAP) e dois armazéns, o de expedição e de componentes (Tabela 3 e 4).

Tabela 3 - Módulos de produção da Fico Cables

UAP 1	Módulo responsável por produzir e revestir a espiral utilizada para o fabrico de cabos. É ainda o local onde é feito o corte e revestimento dos arames laterais para os sistemas de conforto.
UAP 2	Módulo onde se localiza a área de sobre injeção de espiral e cabo. Aqui também se localizam diversas linhas de montagem de produto final.
UAP 3	Módulo onde se localizam linhas de montagem de produto final.
UAP 4	Módulo onde se localizam as máquinas de corte e conformação de arame, bem como equipamentos de injeção de plástico.
UAP 5	Módulo onde se encontram as linhas de montagem de pequenas séries. São consideradas pequenas séries as linhas que contêm no máximo um turno de ocupação diária, normalmente são projetos de baixo volume ou em fim de vida.

Tabela 4 - Armazéns da Fico Cables

Armazém de expedição	Armazém para onde é enviado o produto acabado e se prepara o mesmo para o expedir.
Armazém de componentes	Pequeno armazém que recebe produtos e embalagens de pequeno volume com grande rotação. Podemos considerar este armazém como o supermercado da organização. Responsável por abastecer as linhas de montagem.

3.2 Método de abastecimento

Os módulos UAP2 e UAP3 têm mais de 40 linhas de montagem, dedicadas a diversos tipos de produtos relacionados com componentes para a indústria automóvel, sendo todas elas abastecidas de matéria-prima para desenvolver o seu trabalho através do comboio logístico, que inicia a sua rota no armazém de componentes, local onde estão armazenados os materiais que são adquiridos a fornecedores, podemos entender o armazém de componentes como o supermercado da *FicoCables*.

A unidade fabril trabalha 24h por dia em 3 turnos, das 6h às 14h, das 14h até às 22h, terminando assim o último turno pelas 6h., sendo que por norma no último turno estão menos linhas a laborar. O armazém de componentes também opera durante 24h, tendo uma equipa mais reduzida no último turno fruto da menor carga de trabalho.

O primeiro comboio inicia a sua rota de entrega às 6h50 da manhã, tendo 40 minutos para fazer todas as entregas e preparar o próximo abastecimento, visto que o segundo comboio tem de sair passados 40 minutos e assim sucessivamente até às 12h55, hora do último comboio do turno. No segundo turno o funcionamento é o mesmo, sendo que a primeira viagem é realizada pelas 14h50 e a última pelas 20h50. Por fim no terceiro turno, devido ao menor número de linhas a operar, o comboio só faz quatro viagens, a primeira pelas 23h30 e a última pelas 4h30.

O processo de abastecimento de materiais de fabrico não está bem definido na organização, este tipo de materiais é armazenado em *racks*, alguns deles encontram-se junto à linha, outros estão localizados em frente à zona das máquinas de corte, tanto de espiral como de cabo. O material é depois transportado em caixas de forma manual ou com recurso a um carrinho de mão por um operário do centro de trabalho ou por um *Team Leader*.

O processo de requisição dos insumos de componentes é efetuado da seguinte forma, a *Team Leader* do UAP, após verificar as necessidades das linhas, emite a guia de requisição do material necessário para o centro de trabalho respetivo através de uma aplicação interna da

empresa. O *team leader* do armazém de componentes, imprime a guia, e junto com o responsável por operar o comboio logístico coloca o material nos *wagons*. Na hora devida o *mizusumashi* inicia o seu trajeto, abastecendo o material requisitado nas linhas devidas.

3.3 Descrição das linhas de montagem

As linhas de montagem são constituídas por um conjunto de equipamentos organizados em postos de trabalhos dispostos sequencialmente, ligados por um fluxo contínuo de movimentação de materiais.

Em cada posto de trabalho é permitido apenas um trabalhador, tendo por norma uma média de três a quatro trabalhadores por linha de montagem. A quantidade de operários oscila de acordo com a complexidade do cabo de comando que é produzido.

Semanalmente é estabelecido o plano de produção pelo qual toda a fábrica se rege. O plano é elaborado tendo em conta os pedidos dos clientes. Daqui nascem as ordens de produção para as linhas de montagem. Contudo esta informação é importante não só para os centros de trabalho, mas também para os responsáveis por adquirir os componentes necessários para o fabrico dos produtos.

A quantidade produzida é algo variável, devido a vários fatores, tais como a inexperiência do operador na linha em questão, ou a existência de alguma avaria num posto de trabalho, ou ainda por falta de algum material. Todas estas condicionantes levam a reduções na produção, podendo mesmo obrigar a paragens na linha de montagem.

4. DESENVOLVIMENTO DO NOVO MÉTODO DE ABASTECIMENTO

4.1 Proposta de trabalho

O aumento da concorrência na indústria automóvel, obriga a que a organização procure desenvolver e melhorar as suas metodologias de trabalho de forma a ser mais eficiente e conseguir fazer mais com menos recursos.

Um dos processos que a logística interna, departamento no qual se desenvolveram as atividades de estágio, identificou como passível de melhoria foi o processo de abastecimento das linhas de produção. Este projeto visou abastecer os centros de trabalho de uma forma sincronizada, e acima de tudo de acordo com o plano de produção.

Neste contexto, o projeto envolveu o estudo do processo de abastecimento existente na *Fico Cables* e a implementação do novo método de abastecimento na linha de teste GL3 I e II.

Numa primeira fase foi necessário compreender e descrever os processos atuais. De seguida foi utilizada a ferramenta *six sigma* que serviu de auxílio para o desenvolvimento do novo método de abastecimento. A metodologia DMAIC consiste em 5 fases: definir, medir, analisar, melhorar e controlar estando elas conectadas entre si (Smetkowska & Mrugalska, 2018). As diferentes fases foram utilizadas para dividir o projeto, detalhando os pontos a desenvolver em cada uma das fases (ver Figura 5).

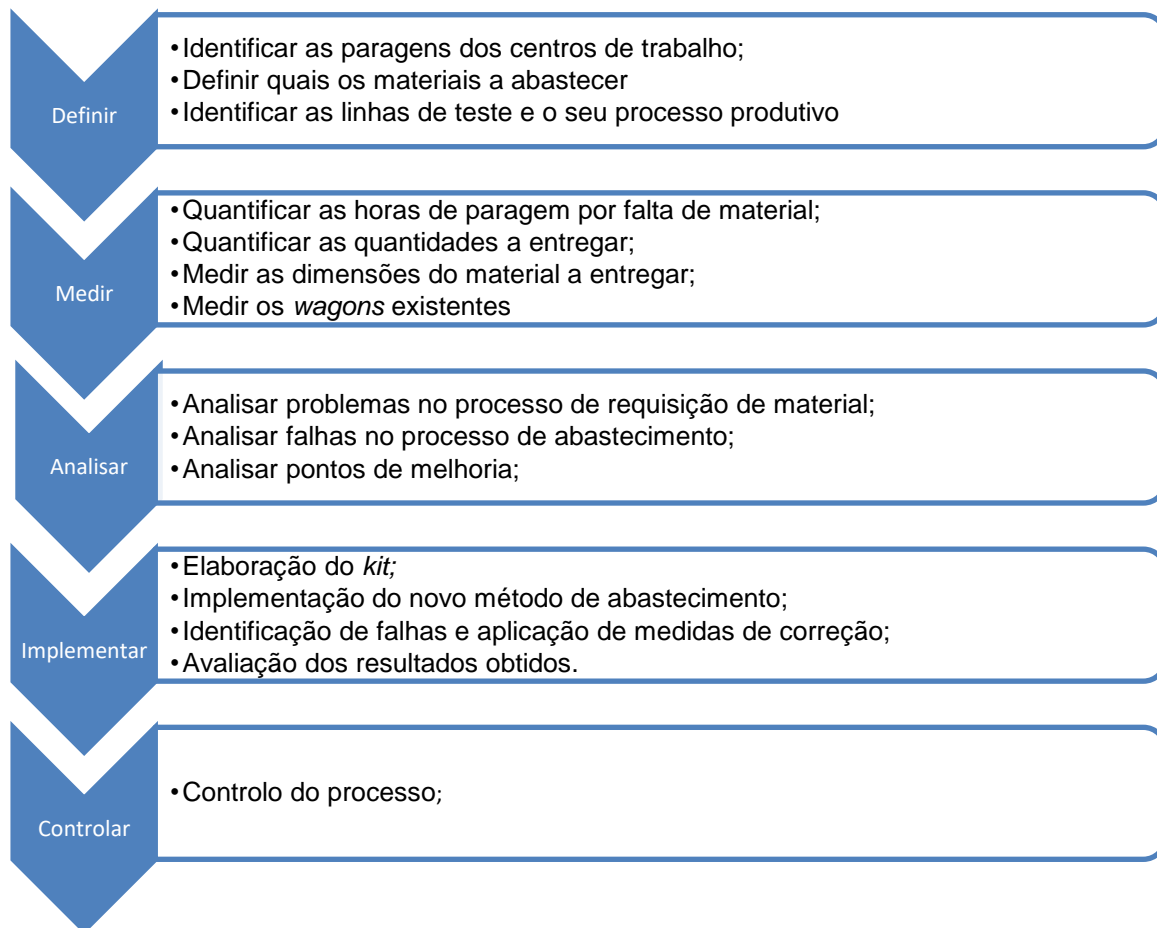


Figura 5 - Aplicação da metodologia DMAIC

Em síntese, o objetivo deste estudo é o de estudar a viabilidade e o impacto positivo que teria um novo método de abastecimento nas paragens de linha por falta de material.

Foram definidos os objetivos do projeto, visando a entrega dos materiais de componentes e de fabrico pelo armazém de componentes com recurso ao comboio logístico.

Foram definidos três objetivos principais, tendo cada um deles vários objetivos auxiliares que eram necessários cumprir para se atingirem as metas principais que contribuiriam para o sucesso do projeto.

Os objetivos principais definidos foram os seguintes:

- 1. Automatizar o método de abastecimento;
- 2. Organização do centro de trabalho;
- 3. Eliminar a emissão das guias de requisição por parte do *Team Leader* ou chefe de equipa de produção.

Os objetivos auxiliares definidos foram os seguintes:

- 1.1. Ajustar o abastecimento ao plano de produção e de acordo com necessidades reais da linha – Definição da quantidade de material a entregar por *kit*;
- 1.2. Terminar com falhas de material nos centros de trabalho, ou seja, o número de horas de paragem por falta de material deve ser igual a zero;
- 1.3. Menor intervenção humana no processo de abastecimento, visando a redução da probabilidade de ocorrência de erros e desperdícios;
- 2.1. Definição da localização do kit e dos materiais que nele estarão alocados – maior mobilidade e diminuição do risco de acidentes;
- 2.2. Diminuição do stock na linha – materiais disponíveis em armazém para abastecer outros centros de trabalho.
- 3.1. Abastecimento coordenado pelo armazém de componentes;
- 3.2. Alívio no controlo do material por parte de *Team Leader* permitindo que se foquem em funções com maior valor agregado para a organização.

De forma a organizar e a planear as atividades a realizar para se cumprir com os objetivos definidos, recorreu-se à ferramenta *5w's2h*.

4.2 Definição do Projeto

4.2.1 Perdas por paragens nas linhas de montagem

As paragens das linhas de montagem constituem grandes perdas para as organizações e a *Fico Cables* não é exceção. No âmbito do projeto era importante fazer um levantamento das paragens ocorridas, e seus diversos tipos e realizar um estudo de forma a averiguar qual o impacto económico das mesmas. Só assim seria possível identificar os principais desperdícios e onde se deveriam alocar os recursos e o foco do estudo.

Sempre que existe alguma paragem nos centros de trabalho, a mesma deve ser averiguada, justificada e categorizada. Um trabalho prévio efetuado na organização tinha identificado os diferentes tipos de paragens, contudo não havia uma descrição explicando cada uma delas, tendo sido realizada na presente dissertação. Podemos ver os diferentes tipos de paragem na Tabela 5.

Tabela 5 - Tabela referente aos tipos de paragens existentes e os motivos pelos quais acontecem

Tipo de Paragem	Explicação
Falta de material	Sempre que falte algum material seja ele de componentes, fabrico ou embalagem que leve à paragem do centro de trabalho.
Problemas de qualidade	Elevado número de defeitos que leve à paragem da linha de montagem para verificar inconformidades;
Manutenção preventiva	Manutenção periódica previamente definida;
Reparações no molde	Inconformidades no molde que necessitem da intervenção da equipa de manutenção.
Mudanças de molde	Mudança de molde devido à alteração da referência de produto final a produzir.
Ensaio na linha de montagem	Testes realizados para início de projeto.
Falta de pessoas	Absentismo que leve a que não haja mão de obra suficiente para o posto de trabalho laborar.
Falta de ordens de produção	Falha na emissão de ordens de produção por parte do departamento de logística interna, não permitindo iniciar a produção.
Avaria de máquina	Avarias que levem à intervenção da equipa de manutenção e que impeçam a produção do centro de trabalho
Produção	Alteração na referência a produzir ou reuniões e formações

A paragem por falta de material foi a selecionada por se inserir no âmbito da logística interna e por representar desperdícios elevados para a organização. Este tipo de paragem foi alvo de estudo e de uma análise detalhada dos diferentes tipos de falhas inerentes tendo sido posteriormente aplicadas técnicas e mecanismos para se fazer face aos problemas detetados. Inicialmente, foram analisadas as diferentes falhas que existem de acordo com a Tabela 6.

Tabela 6 - Tabela relativa aos tipos de falhas inerentes à paragem por falta de material

Tipo de falha	Explicação
Materiais de componentes	Deve ser registada a paragem de linha por falha de materiais de componentes sempre que estes artigos estejam disponíveis em armazém e não seja realizado o abastecimento dos mesmos. Os motivos podem ser por lapso ou esquecimento ou ainda a entrega do material no centro errado.
Materiais de fabrico	Insumos fabricados na organização tais como espiral ou cabo cortado. Sempre que a produção pare por falta de um artigo deste tipo, deve ser registada a falha. As causas podem dever-se mais uma vez ao abastecimento do centro errado, ou até mesmo por não haver material caso a produção do mesmo não tenha sido feita em tempo útil sendo os <i>team leaders</i> os responsáveis por controlar esta produção.
Logística	Deve ser assim considerada nos casos em que a matéria-prima não é encomendada ou entregue em tempo útil tanto por parte da logística como do fornecedor. Um dos motivos que tem contribuído para o aumento desta falha é o da imprevisibilidade causada pela covid-19.
Consumíveis	Os motivos dizem respeito à falta de papel, cola e cartão que não permitam identificar o material. Importa esclarecer que materiais não identificados não podem seguir para as linhas.
Componentes para impressão	A falta de toner ou outro problema relacionado com a impressora que não permita ao responsável do armazém de componentes imprimir a guia com o pedido de material são as causas inerentes a este tipo de falha.
Embalagem	Sempre que a embalagem definida para um dado produto não esteja disponível por falta de abastecimento consideramos falha por falta de embalagem.

4.2.2 Definição dos materiais a abastecer na linha GL3 I

Realizou-se um levantamento dos materiais da linha GL3 I que fabrica o cabo de porta 973 procedendo-se assim à recolha da informação necessária de forma a desenvolver o trabalho (ver Tabela 7).

Tabela 7 - Tabela demonstrativa dos materiais utilizados na produção do cabo de porta 121912973

Materiais utilizados na produção de 121912973		
Referência	Descrição	Tipo
12236494	Borracha de Fole Preta	Material Componentes
12636502	Tubo de proteção	Material Componentes
12236491	Terminal Espiral Natural	Material Componentes
12236496	Borracha Vedante Preta	Material Componentes
12236495	Borracha Preta	Material Componentes
129215888	Subconjunto Terminal Espiral	Material Componentes
03000005A00	Zamak	Material Componentes
12636501	Espiral cortada	Material Fabrico
129215889	Subconjunto Terminal Sobreinjectado	Material Fabrico
12636500	Cabo Cortado	Material Fabrico
UAPXTA2A06	Caixa Cartão 600*400*150	Material Embalagem

4.2.3 Definição dos materiais a abastecer na linha GL3 II

Os materiais a abastecer na linha GL3 II são aqueles expostos na tabela 6 e ainda os que vemos na Tabela 8 referente ao cabo de porta 105.

Tabela 8 - Tabela demonstrativa dos materiais utilizados na produção do cabo de porta 121913105

Materiais utilizados na produção de 121913105		
Referência	Descrição	Tipo
12236494	Borracha de Fole Preta	Material Componentes
12636780	Tubo de proteção	Material Componentes
12236779	Terminal Espiral	Material Componentes
12236496	Borracha Vedante Preta	Material Componentes
12236495	Borracha Preta	Material Componentes
129215888	Subconjunto Terminal Espiral	Material Componentes
03000005	Zamak	Material Componentes
12636783	Espiral cortada	Material Fabrico
129216492	Subconjunto Terminal Sobre injetado	Material Fabrico
12636782	Cabo Cortado	Material Fabrico
UAPGAL2B08	Caixa Cartão 800*300*150	Material Embalagem

4.2.4 Constituição do cabo de porta 121912973

Na Figura 6 podemos ver o cabo de porta 973 com os componentes devidamente identificados e descritos na tabela 9.

Tabela 9 - Tabela representativa dos materiais que constituem o cabo de porta 121912973



Figura 6 - Cabo de Porta
121912973

Número	Descrição
1	Terminal de <i>Zamak</i>
2	Cabo Cortado
3	Borracha de Fole Preta
4	Subconjunto Terminal Espiral
5	Tubo de Proteção
6	Espiral Cortada
7	Terminal Espiral Natural
8	Borracha Preta
9	Borracha Vedante Preta
10	Subconjunto Terminal Sobre injetado

4.2.5 Constituição do cabo de porta 121913105

Na figura 7 podemos ver o cabo de porta 105 com os componentes devidamente identificados e descritos na tabela 10.

Tabela 10 - Tabela representativa dos materiais que constituem o cabo de porta 121913105



Figura 7 - Cabo de Porta
121913105

Número	Descrição
1	Terminal de <i>Zamak</i>
2	Cabo Cortado
3	Borracha de Fole Preta
4	Subconjunto Terminal Espiral
5	Espiral cortada
6	Tubo de Proteção
7	Terminal Espiral Azul
8	Borracha Preta
9	Borracha Vedante Preta
10	Subconjunto Terminal Sobre injetado

4.2.6 Identificação das linhas de teste

As linhas de teste selecionadas foram a GL3 I e II e pertencem ao projeto KIE GL3XXL1. A escolha deve-se à baixa complexidade destes centros visto que a GL3 I produz apenas um produto, e a GL3 II fabrica dois produtos. Para além disso é um projeto que conta com muitos pedidos, estando por norma a linha I a laborar em dois turnos durante 5 dias por semana.

A linha está localizada na unidade autónoma de produção 2 (UAP2), tendo 8 postos de trabalho com um operador responsável por 3 postos, e 5 responsáveis para cada um dos restantes postos. Os materiais utilizados nas duas linhas GL3 dividem-se em materiais de componentes, de embalagem e de fabrico. São considerados materiais de componentes toda a matéria-prima que é adquirida a um fornecedor e utilizada no processo de fabrico. Por materiais de embalagem entendemos todo o tipo de caixas que são utilizadas para armazenar o produto final. Por fim os materiais de fabrico, são como o nome indica fabricados pela própria empresa.

O cliente para o qual as linhas GL3 Portas I e II estão dedicadas é um fabricante de componentes para a indústria automóvel. O projeto associado é o KIE GL3XXL1, sendo que na linha de montagem GL3 I, é produzido um cabo de porta com a referência 121912**973** (Figura 8).



Figura 8 - Cabo de porta 121912973

Na GL3 II a sua produção é alternada entre a referência 121912**973** e a 121913**105** (Figura 9) também ela um cabo de porta.



Figura 9 - Cabo de porta 121913105

Devido ao volume de pedidos da referência **105** ser substancialmente menor que os do cabo de porta **973** não se justificava ter uma segunda linha inteiramente dedicada somente a um dos produtos. A competitividade do mercado obriga a que se faça o máximo com o mínimo dos recursos.

Na figura 10 é possível validar as quantidades produzidas entre ambas as referências num dado período do ano 2020.

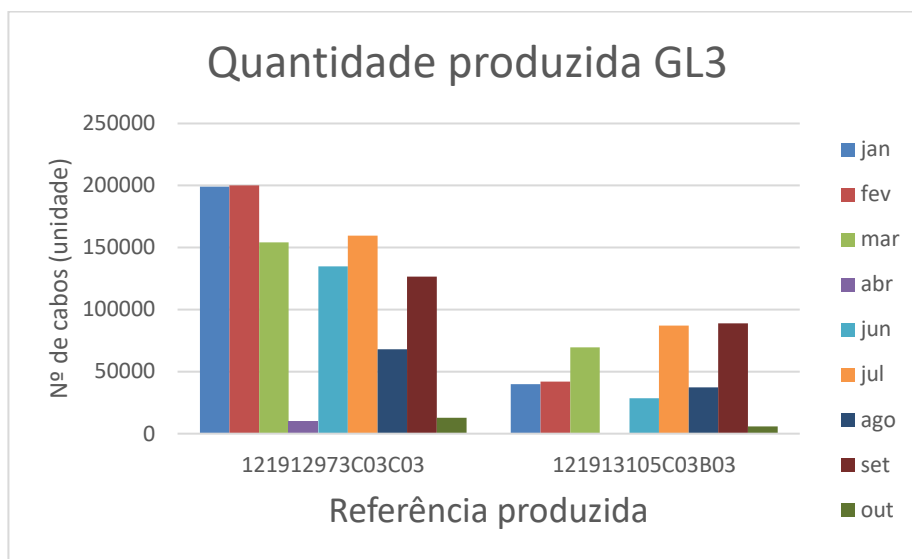


Figura 10 - Gráfico representativo das quantidades produzidas de produto final produzidas nos diferentes meses do ano de 2020

4.2.7 Processo produtivo da linha de montagem GL3 I

O processo de fabrico do cabo de porta da linha 1 é iniciado numa zona do UAP2, zona essa dedicada ao corte de espiral (figura 11), distante da linha de produção.

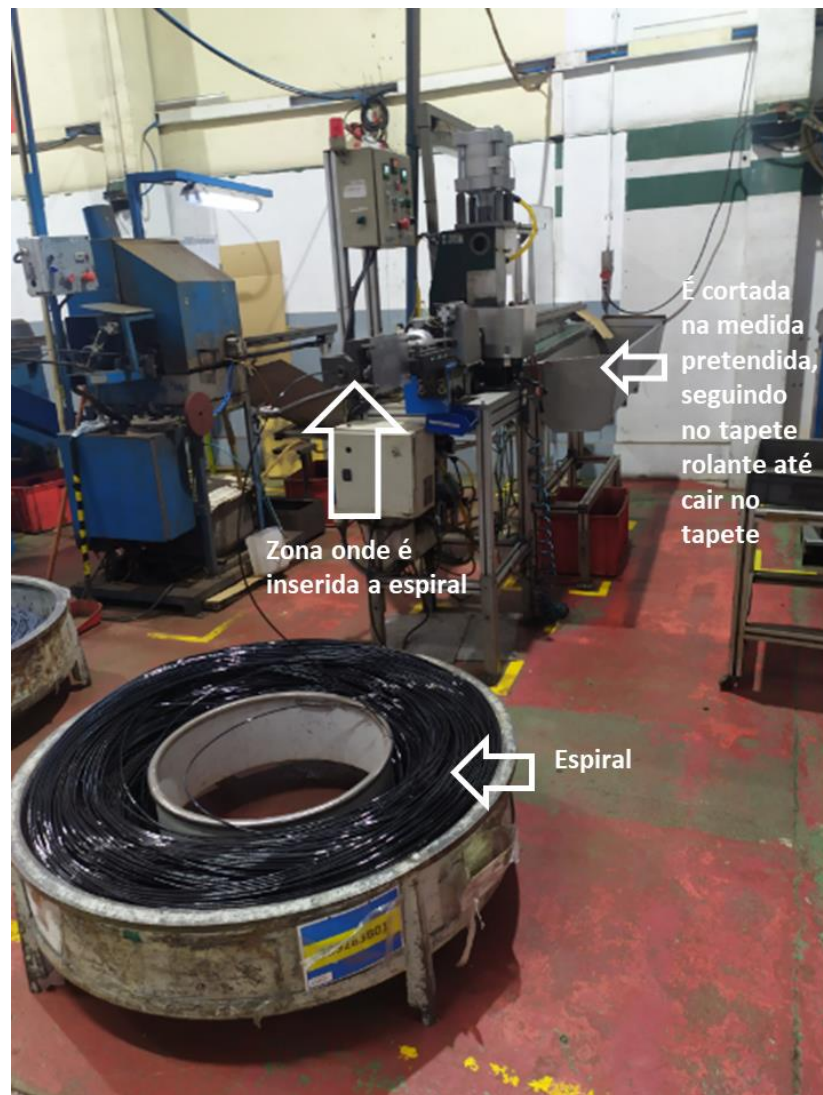


Figura 11 - Zona de corte de espiral

A espiral após ser cortada é depositada numa caixa que normalmente é transportada manualmente para a linha, ficando armazenada num *rack*. De seguida a espiral cortada é colocada na máquina de escarear e esmerilar (Figuras 12 e 13), passando a ter a referência 12636501B01.



Figura 12 - Máquina de escarear e esmerilar vista de frente. Por aqui coloca-se a espiral cortada

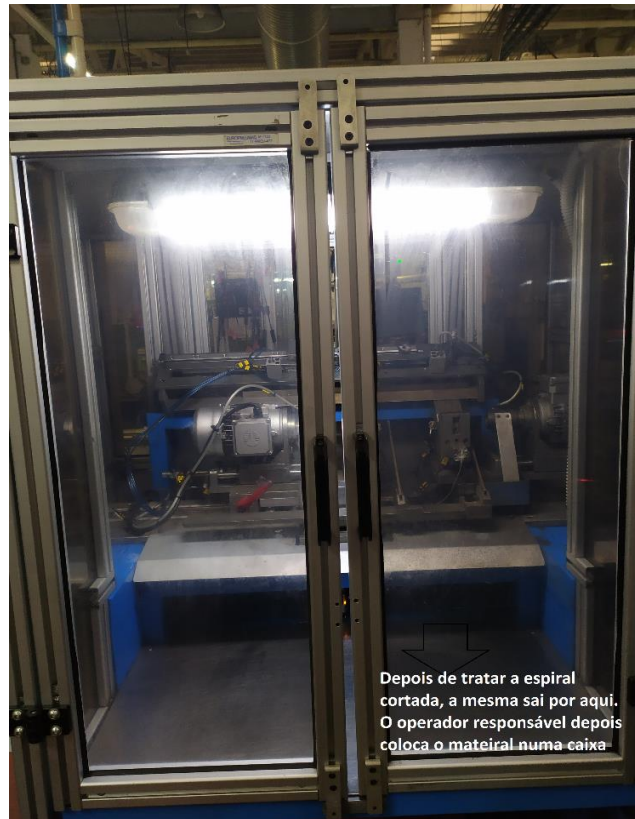


Figura 13 - Máquina de escarear e esmerilar vista de trás. Após ser tratada a mesma é retirada por aqui.

A caixa onde foi armazenada referência 12636**501** é colocada num posto de trabalho juntamente com o tubo de proteção. Este posto trata de inserir a espiral cortada tratada no tubo de proteção (Figura 14).



Figura 14 - Posto de trabalho responsável pela inserção da espiral cortada no tubo de proteção

Imediatamente do lado direito temos mais um posto de trabalho onde é inserido uma borracha de fole preta (12236494) no subconjunto de terminal de espiral (129215888) (Figura 15).



Figura 15 - Posto de trabalho encarregue de inserir a borracha de fole no subconjunto

Dos três postos de trabalho referenciados anteriormente, apenas um operador está dedicado a todos eles. Primeiramente coloca a espiral cortada dentro da máquina, enquanto a espiral é escareada e esmerilada, o operário monta o fole no subconjunto de terminal espiral e logo que a espiral esteja pronta pode montar a mesma no tubo de proteção e assim sucessivamente.

As montagens acabadas de mencionar são armazenadas numa caixa e seguem para o posto de trabalho à esquerda da montagem da espiral no tubo de proteção.

O posto apresentado na Figura 16 tem um operador dedicado cuja tarefa é a de injetar dois terminais na espiral montada com tubo de proteção. Os dois terminais são o terminal de espiral natural (12236491) e a montagem do fole com o subconjunto. Assim que a injeção esteja terminada, o cabo é colocado num tapete rolante que segue para o posto de trabalho seguinte.



Figura 16 - Posto de injeção do terminal de espiral natural e da montagem de fole com o subconjunto

Nas figuras 17 e 18 podemos observar o cabo após as injeções referidas e o caminho realizado através do tapete rolante.

Este novo posto trata de injetar a borracha preta (12236495) e a borracha vedante preta (12236496) no cabo.

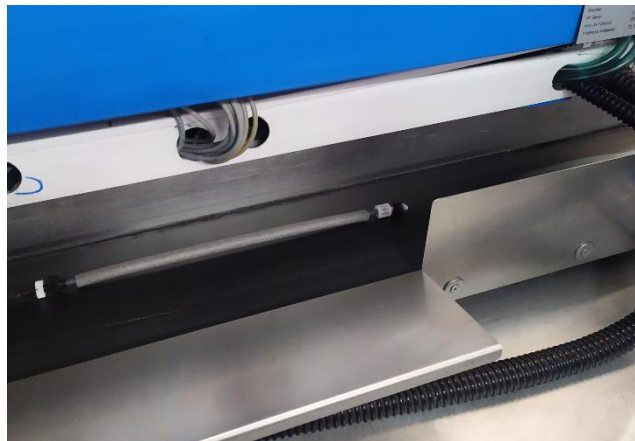


Figura 17 - Cabo colocado no tapete rolante existente no posto representado na figura 16



Figura 18 - Cabo segue para o posto seguinte por via do tapete rolante

Em duas máquinas localizadas na linha GL3 está-se ao mesmo tempo a injetar o subconjunto de terminal sobre injetado no cabo cortado. O cabo chega enrolado numa bobine tal como a espiral apresentada na figura 9 tendo vários metros de comprimento, seguindo diretamente para uma zona do UAP2 dedicada ao corte de cabo. Após cortado a sua referência é a 12636500 (Figura 19), e vai sendo colocado numa caixa, até a mesma estar completa, nesse momento é transportada para o centro de trabalho e armazenada num *rack*.



Figura 19 - Cabo cortado 12636500

As transformações seguintes são realizadas nas duas máquinas faladas anteriormente, a primeira transformação é realizada por um operário que injeta no cabo cortado um terminal de *Zamak* (Figura 20), que é a denominação genérica de diversas ligas metálicas, contendo zinco, alumínio, magnésio e cobre, a referência é a 129215890 (Figura 21).



Figura 20 - Máquina de injeção de Zamak



Figura 21 - Cabo cortado com terminal Zamak (129215890)

Por fim o cabo injetado segue para outra máquina denominada de *babyplast* (Figura 22) também ela operada por um funcionário que injeta plástico no terminal de zamak, dando origem ao subconjunto de terminal sobre injetado que conta com a referência 129215889 (Figura 23).

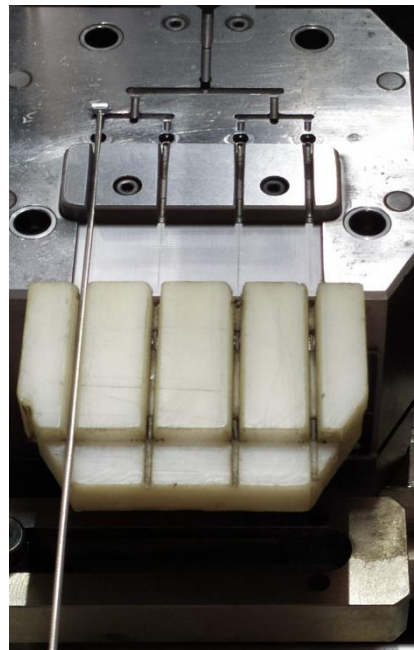


Figura 22 - Máquina de injeção de plástico babyplast



Figura 23 - Subconjunto de terminal sobre injetado (129215889)

O subconjunto de terminal sobre injetado (Figura 24) é armazenado numa caixa seguindo posteriormente para a linha de montagem, onde é injetado no cabo que chega no tapete rolante.



Figura 24 - Cabo injetado com o subconjunto de terminal sobre injetado

Após realizar esta injeção o cabo é colocado novamente no tapete rolante, seguindo até ao último posto, onde é injetado na outra extremidade outro terminal de *zamak*, com um *design* diferente. Após todas estas transformações temos o produto final cuja referência é 121912973C03 (Figura 25).



Figura 25 - Cabo de porta 121912973C03

4.2.8 Processo produtivo da linha de montagem GL3 II

O processo produtivo da linha 2 é o mesmo da linha 1, havendo apenas alterações em alguns componentes. A produção é iniciada através do corte de espiral que quando cortada segue para a máquina de escarear e esmerilar, dando origem à espiral cortada tratada (12636783), sendo a mesma colocada junto do tubo de proteção (12636780) para se efetuar a montagem e inserir a espiral no tubo.

O posto seguinte utiliza os mesmos componentes da linha 1 e o processo é exatamente o mesmo. A borracha de fole (12236494) é inserida no subconjunto terminal de espiral (129215888).

A próxima montagem também é igual à produção do cabo 973, diferindo apenas no terminal sendo este azul e com a referência 12636779. Este é injetado juntamente com a montagem do fole com o subconjunto na espiral com tubo de proteção.

O cabo segue pelo tapete rolante e as transformações e injeções que se seguem são exatamente as mesmas que são realizadas na linha 1, sendo também os componentes praticamente iguais, havendo apenas pequenas diferenças como por exemplo no formato do terminal de *zamak*. O cabo cortado conta com a referência 12636782, que após seguir para as máquinas e efetuar as primeiras injeções transforma-se no subconjunto de terminal de cabo 129216493, tratando-se de seguida de fazer a injeção de plástico que dá origem ao subconjunto de terminal sobre injetado 129216492. Este subconjunto é armazenado numa caixa, seguindo para um posto de montagem que trata de o injetar no cabo de porta seguindo depois o seu percurso pelo tapete rolante.

Por fim, no último posto é injetado outro terminal de *zamak*, que dá origem ao cabo de porta 121913105.

4.3 Medição do problema

A seguinte fase serviu para mensurar o problema, quantificando as horas de paragem das respetivas falhas bem como realizar a medição dos materiais a entregar e dos *wagons* existentes na organização.

4.3.1 Quantificação do desperdício

Sempre que existe uma paragem de linha, a mesma é registada juntamente com a causa que originou a paralisação, assim como o tempo de paragem. Os dados relativos ao tempo de paragem apresentados na Tabela 11 referem-se ao período de janeiro a dezembro de 2020. Com a informação recolhida foi construído o gráfico de *Pareto* como forma de determinar as falhas mais críticas (Figura 26).

Tabela 11 - Tabela com informação sobre horas de paragens e de auxílio para realizar o gráfico de Pareto

Paragens de linha por falta de material			
Falha	Horas de Paragem	% horas (acumulado)	% Falhas (acumulado)
Materiais de componentes	539,1	40,41%	14,29%
Materiais de Fabrico	457,42	74,69%	28,57%
Logística	308,11	97,79%	42,86%
Consumíveis	18,88	99,20%	57,14%
Componentes para impressão	7,18	99,74%	71,43%
Embalagem de produto final	2,4	99,92%	85,71%
Informática	1,04	100%	100%

O gráfico seguinte foi analisado de forma a compreendermos onde estavam as maiores perdas.

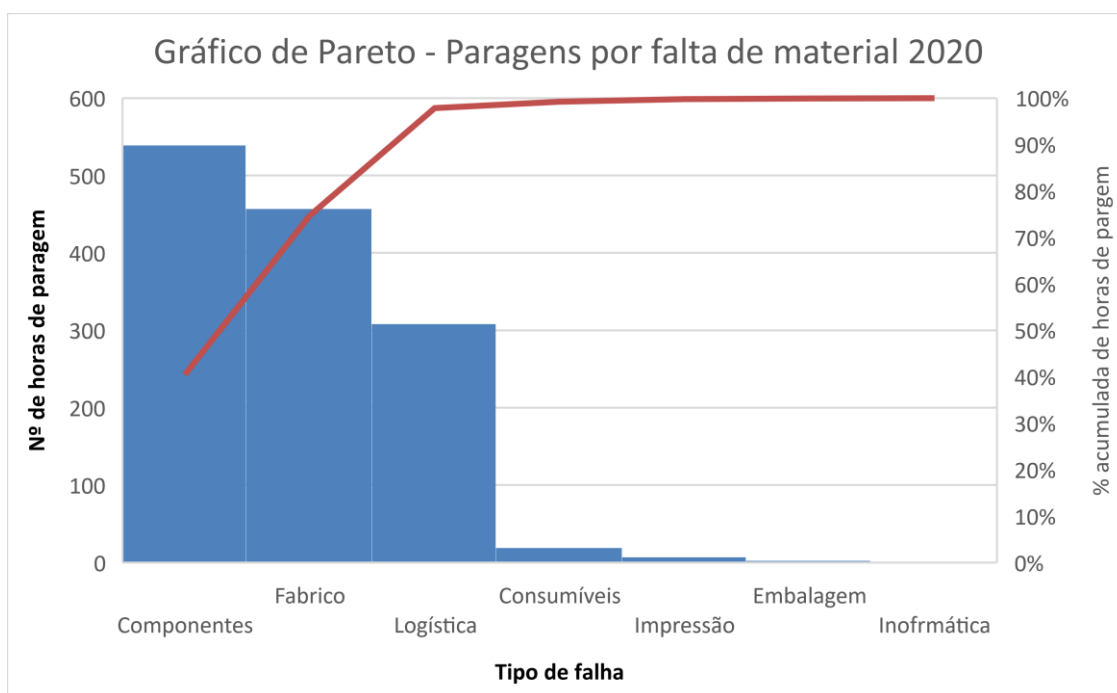


Figura 26 - Gráfico de Pareto

Concluimos que aproximadamente 75% das horas de paragens correspondem a 29% das falhas, entre as quais a falha de materiais de componentes e de fabrico. Ambas representam um desperdício anual de aproximadamente 1000 horas que em termos monetários se traduz em milhares de euros.

A falha logística também apresenta um valor elevado, contudo como já foi referido isto deve-se em grande parte à grande imprevisibilidade do mercado atual por conta da pandemia da Covid-19.

Após identificadas as falhas críticas, foi definido que o projeto iria visar a redução das horas de paragem por falhas de materiais de componentes e de fabrico, visto serem as principais causas de paragem.

Definido o foco do projeto e identificados os materiais, foi necessário determinar como entregar o material e em que quantidades.

4.3.2 Medição e definição de quantidades a entregar

Esta fase foi responsável por determinar o método de abastecimento e ainda medir e calcular as quantidades de material necessárias por turno, ou seja, 8 horas de trabalho. O primeiro passo foi o de verificar as quantidades produzidas por turno.

Na Tabela 12 está uma amostra representativa da produção real das linhas GL3 I e II. Na tabela estão representados 9 dias úteis, de 9 a 21 de setembro. Ao analisar os dados os principais valores que fogem à regra e a um valor aproximado de 3000 são os 5460 cabos realizados no dia 21 e os 780 e 720 dos dias 10 e 11 respetivamente. Relativamente ao valor mais elevado o motivo deveu-se ao facto de ambos os centros de trabalho estarem a trabalhar para a mesma referência. Já os valores mais reduzidos, pelo que foi possível apurar a causa foi a de não haver *stock* suficiente para suprir as ordens de produção. A produção é sempre variável dado que está sujeita a problemas como avarias de máquina, falta de material ou a inexperiência de um novo colaborador.

Tabela 12 - Tabela com a quantidade produzida dos cabos de porta 973 e 105 de 9 a 21 de Setembro

Quantidades produzidas										
Dias		09/09	10/09	11/09	14/09	15/09	16/09	17/09	18/09	21/09
Referência		121912973								
Turno	1	3640	3380	3120	3120	2860	2860	3380	3700	5460
	2	1300	780	3120	2860	2340	2340	3380	3640	3678
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Referência		121913105								
Turno	1	2880	2640	2880	3120	3360	3360	2880	1440	0
	2	2640	3360	720	2160	2400	1440	1920	0	1920
	3	0	0	0	0	240	240	0	0	0

Para o desenvolvimento do projeto foi tido em conta as quantidades produzidas, sempre que o centro de trabalho trabalhava para a capacidade máxima de produção, ou seja, sempre que não

havia nenhum dos constrangimentos enumerados anteriormente. Nesse caso o valor mínimo foi de 2340 e o máximo de 3700.

Definiu-se que a quantidade de 3000 unidades de material por referência era a quantidade ideal para abastecer. Não só por ser um valor médio aproximado, mas também porque é um valor múltiplo das quantidades por caixa de insumos.

4.3.3 Medição das embalagens a entregar – Preparação do *kit*

Assim que a quantidade a abastecer foi estabelecida, era necessário recolher dados para se iniciar a preparação do *kit*, para tal foi necessário medir as dimensões das embalagens bem como calcular quantas seriam necessárias tendo em conta a quantidade total definida anteriormente.

Os dados obtidos relativamente às dimensões das caixas e das quantidades a entregar, estão apresentados nas Tabelas 13 e 14.

Tabela 13 - Dados referentes aos materiais utilizados no processo produtivo do cabo de porta 973

Para fabricar 121912973					
Referências	Qt por caixa	Comprimento	Largura	Altura	Qt de caixas a entregar
12236494	6000	400	300	280	1
12236495	6000	400	300	280	1
12236496	10000	400	300	200	1
12636502	750	600	400	320	4
12236491	1500	300	140	140	2
3000005	1 barra	600	90	80	2
12636501	1000	600	400	120	3
12636500	3310	600	400	120	1
UAPXTA2A06	-	600	400	150	20

Tabela 14 - Dados referentes aos materiais utilizados no processo produtivo do cabo de porta 105

Para fabricar 121913105					
Referências	Qt por caixa	Compriment o	Largura	Altura	Qt de caixas a entregar
12236494	6000	400	300	280	1
12236495	6000	400	300	280	1
12236496	10000	400	300	200	1
12636780	500	600	400	320	6
12236779	1500	300	140	140	2
3000005	1 barra	600	90	80	2
12636783	1000	600	400	120	3
12636782	2680	600	400	120	2
UAPGAL2B08	-	800	300	160	

Relativamente às referências 12236494, 12236495, 12236496 entrou-se de imediato em contacto com o fornecedor para reduzir a quantidade por caixa para 3000 unidades. Já a referência 12636500 por se tratar de um material de fabrico, houve a possibilidade de se alterar de imediato a quantidade.

4.3.4 Medição dos *wagons* existentes

O passo seguinte foi a medição dos *wagons* existentes, por forma de estudar a melhor forma de alocar os materiais, e desta forma ser possível iniciar a implementação com os recursos existentes. Denominaram-se de *wagons* A (Figura 27) e B (Figura 28).



Figura 27 - Wagon A

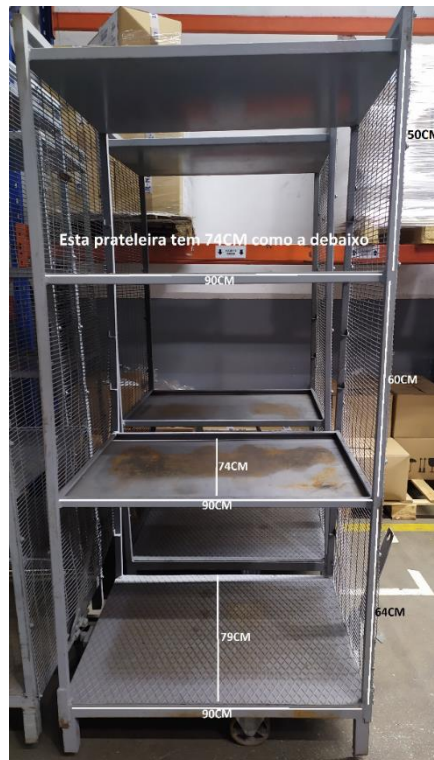


Figura 28 - Wagon B

4.4 Análise do processo e de pontos de melhoria

4.4.1 *Mudas* do processo de abastecimento atual

Através da teoria *Lean* dos 7 desperdícios ou *mudas* foram identificadas um conjunto de atividades que consomem tempo e recursos, mas não acrescentam valor ao processo de abastecimento das linhas de montagem (Mlkva, 2016).

O primeiro desperdício identificado foi o de inventário excessivo. O material é solicitado com recurso a uma aplicação interna, a qual permite emitir as guias de requisição para o armazém de componentes. O pedido é feito tendo em conta as ordens de produção, contudo por vezes de uma forma desregulada (ver figura 29) e descurando por exemplo o facto de ainda haver material existente nas linhas de montagem.



Figura 29 - Exemplo de inventário excessivo nas linhas de montagem GL3

Deste desperdício advêm várias consequências, de entre as quais a desorganização no centro de trabalho visto que o espaço limitado para alocar o material é excedido. Isto origina uma redução da mobilidade que por sua vez aumenta a probabilidade de ocorrência de acidentes e/ou lesões musculoesqueléticas. Outra dificuldade que gera é a incapacidade de perceber e verificar rapidamente quais os materiais em excesso ou em falta.

A requisição de matéria-prima de uma forma desregulada, no caso de materiais que são comuns a um ou mais centros de trabalho pode levar à paragem da linha de montagem. A paragem de linha dá origem ao segundo desperdício, o de espera, dado que os operários não podem laborar

sem os insumos. É uma situação que pode ocorrer com facilidade dado que muitos materiais não são exclusivos a apenas um centro de trabalho, conforme explicado anteriormente.

O terceiro desperdício identificado foi a movimentação desnecessária por parte dos funcionários do armazém de componentes. Esta *muda* resulta das outras duas, nomeadamente do inventário excessivo e da incorreta requisição de artigos que obriga a procurar o artigo em questão pelas várias linhas de montagem, tentando desta forma evitar paragens de produção. Em suma requer que um ou mais elementos realizem movimentações desnecessárias, para analisar estas movimentações recorreremos ao diagrama de *spaghetti* (ver figura 30) que é uma ferramenta que permite visualizar todas as movimentações realizadas.

As movimentações desnecessárias envolvem um elemento da equipa de abastecedores e um *team leader* da área de produção. O material em falta na linha GL3 1 é uma borracha de fole também utilizada nas linhas MQB1, B562 e C519.

No total são realizados 7 movimentos desnecessários, um por parte do *team leader* para se dirigir ao armazém de componentes para informar e questionar o motivo pelo qual não existe um dado material, ou então é o próprio abastecedor que informa que não tem mais *stock*.

O próximo passo é consultar quais são as linhas que também utilizam o artigo em questão, neste caso são as três referidas acima, havendo assim mais 3 deslocações a fim de verificar qual delas tem mais inventário. As deslocações são:

- Armazém de componentes para B562;
- B562 para MQB1;
- MQB1 para C519.

Caso haja material em excesso, é feita mais uma viagem para o armazém por forma de ou trazer um empilhador, ou um carrinho de mão ou até o comboio logístico dependendo das quantidades a carregar e da distância a percorrer, perfazendo assim 5 viagens. Ao retornar do armazém a viagem pode ser para uma das três linhas, sendo a escolhida a que tiver a maior disparidade entre inventário e necessidades de produção. Recolhido o material é necessário entregar o mesmo na linha de montagem GL3, contabilizando desta forma 7 movimentações desnecessárias no total. Através de um estudo realizado compreendemos que o tempo perdido para realizar estas movimentações era de aproximadamente 12 minutos.

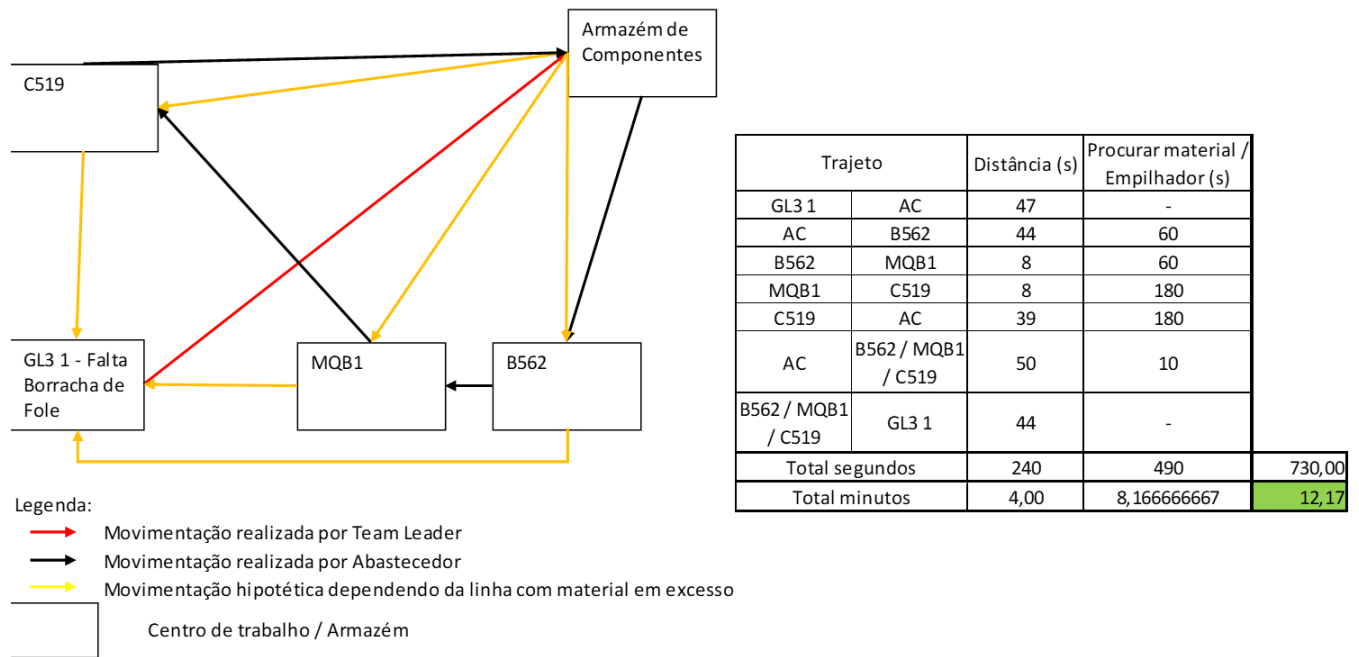


Figura 30 - Diagrama de spaghetti e tempo gasto relativo às movimentações sem valor no abastecimento dos centros de trabalho

4.4.2 5W'S 2H

De forma a organizar e a planear as atividades a realizar para se cumprir com os objetivos definidos, recorreu-se à ferramenta *5w's2h* cuja aplicação está apresentada na tabela 15.

Tabela 15 - Aplicação da metodologia 5w's 2h

5W					2H	
O que?	Porque?	Quem?	Onde?	Quando?	Como?	Quanto custa?
Terminar com as paragens das linhas por falta de material de componentes e de fabrico.	<ul style="list-style-type: none"> - Representam 75% das paragens por falta de material. - Representam um desperdício elevado - Paragens podem levar ao incumprimento da data de entrega com cliente que pode resultar na quebra do contrato 	Francisco Lima (estagiário logística)	Linhas de Montagem GL3 I e II	Março - Dezembro	Elaborar um novo método de abastecimento, diminuindo o erro humano inerente ao processo de abastecimento.	
Eliminar material em excesso nos centros de trabalho	<ul style="list-style-type: none"> - Não permite verificar rapidamente o material em falta existente na linha de montagem. - Menor mobilidade e maior risco de acidentes. - Materiais comuns a diferentes CT's podem levar à paragem de uma ou mais linhas de montagem. 	Francisco Lima (estagiário logística)	Linha de Montagem GL3 I e II.	Março - Dezembro	Elaboração de um <i>kit</i> com o propósito de entregar apenas o material necessário por turno, sendo os responsáveis pelo Armazém de Componentes encarregados por verificar as necessidades das linhas.	Um wagon custa 350€.
Diminuir risco de acidentes e de lesões musculoesqueléticas	<p>A saúde e segurança do trabalhador é um fator muito importante. A prevenção terá vantagens para o trabalhador e para a organização.</p> <p>Substituir o operário por outro menos rotinado e a despesas em seguros de saúde constituem custos evitáveis para a empresa.</p>	Francisco Lima (estagiário logística)	Linha de Montagem GL3 I e II.	Março - Dezembro	Definindo a localização do <i>kit</i> tendo em conta a segurança, a mobilidade e a saúde dos trabalhadores. Aplicação do método RULA para avaliar posturas de tarefas relacionadas com o projeto.	

4.4.3 Processo Brainstorming

Para elaborar o novo método de abastecimento, promover ideias e diferentes abordagens ou propostas foi realizada uma sessão de *brainstorming*. O tópico principal foi a sincronização do abastecimento logístico, havendo três subtópicos ou temas de discussão.

Esses temas eram:

- Qual o meio de transporte a utilizar para entregar o *kit* nas linhas de montagem;
- Método a utilizar de forma a integrar os materiais de fabrico no processo de abastecimento;
- Atividade passível de substituir a emissão das guias de requisição de material pelo *Team Leader* da equipa de produção.

Tendo em conta os tópicos a abordar foram convidados a participar o coordenador da logística interna, o diretor dos armazéns, o planificador e o diretor de produção do UAP 2, módulo onde se encontra a linha a testar.

A escolha das pessoas a participar na sessão de *brainstorming* foi feita considerando que seriam necessários elementos de áreas distintas dentro da logística interna para gerar conhecimento mais profundo do método de abastecimento implementado, o planificador e diretor de produção por possuírem um conhecimento pormenorizado do processo produtivo e por fim o coordenador da logística interna que tem um conhecimento abrangente de todo o processo, desde que o material dá entrada na organização até ao momento em que o produto acabado é expedido.

Primeiramente, foi apresentado o tema de projeto, a sincronização do abastecimento logístico. O conceito, objetivos e informações críticas foram explicados, de acordo com as diferentes fases do *six-sigma*.

De seguida foi explicado aquilo que era pretendido da sessão. A sessão tinha como objetivo gerar ideias práticas tendo em conta os prazos e os objetivos do projeto. Todas as ideias seriam registadas, não havendo sugestões melhores ou piores. Posteriormente, as mesmas seriam avaliadas e serviriam de base para a construção do novo método de abastecimento.

As perguntas para as quais se pretendia gerar ideias, foram explicadas detalhadamente. Relativamente ao tópico “meio de transporte a utilizar”, este tinha como propósito gerar soluções para o tipo de transporte ou equipamento a utilizar de forma a transportar os materiais desde o armazém de componentes até à linha em questão.

A integração dos materiais de fabrico no processo de abastecimento visava compreender que diferentes abordagens poderiam haver como forma de abastecer os materiais de fabrico da forma mais eficiente e eficaz possível, visto que estes materiais não se encontram no local de onde o equipamento ou meio de transporte saí com o material de componentes.

Por fim, pretendia-se uma geração de ideias e propostas para substituir a emissão das guias de requisição por parte de um elemento da equipa de produção. Ou seja, de que forma poderíamos fazer com que a equipa do armazém de componentes, fosse responsável por controlar a necessidade de abastecimento das linhas de montagem, ao invés de serem as *Team Leaders* as responsáveis. Na Tabela 16 estão sumariadas as ideias geradas na sessão.

Tabela 16 - Ideias registadas derivadas da sessão de *brainstorming* de sincronização do abastecimento logístico

Sincronização do abastecimento logístico		
Método de transporte a utilizar para entregar o <i>kit</i>?	Método a utilizar como forma de integrar os materiais de fabrico no processo de abastecimento?	Processo ou atividade passível de substituir a emissão das guias de requisição por parte do <i>Team Leader</i>?
Através do comboio logístico, já existente na organização.	Operador do <i>mizusumashi</i> , ou o robô móvel ao iniciar a viagem no armazém de componentes, deve estabelecer a sua rota de forma a passar nos locais de corte de cabo e de espiral. Aí para e abastece o kit, seguindo depois para a linha de montagem.	Uso da aplicação <i>Mapex</i> para alterar a cor do <i>andon</i> , indicando a necessidade de reabastecer o <i>kit</i> .
Por robôs móveis.	Armazenar o material de fabrico no atual armazém de componentes. Kit seria abastecido na totalidade no armazém de componentes, não tendo necessidade de efetuar paragens.	Ligar a aplicação <i>mapex</i> com a aplicação de emissão de requisições de materiais, para emitir uma requisição automaticamente.
		<i>Kanban</i> colocado no <i>kit</i> que indica a sua necessidade de abastecimento.
		Emissão da guia de requisição do <i>kit</i> completo de uma forma automática com recurso a um botão <i>iot</i> , que se trata de um botão programável.

4.4.4 Avaliação das ideias

Para se avaliar as ideias foi construída uma matriz onde foram atribuídos alguns critérios, como o tempo e o custo, considerados importantes para avaliar as diferentes ideias obtidas. Esses critérios têm um grau de importância entre 1 a 5 sendo 1 a pior pontuação e 5 a melhor.

Primeiramente procuramos avaliar qual a melhor forma de entregar o material, colocando na matriz as duas opções obtidas na sessão de *brainstorming*. A entrega do material através do comboio logístico, um processo já existente na organização que tem um bom funcionamento, pois permite atrelar vários vagões e assim levar o material para abastecer os dois módulos de produção. O processo que apresenta oportunidades de melhoria é a forma como o material é requisitado, visto que como vimos nem sempre vai de encontro às necessidades reais da linha. Já o uso de robôs móveis seria uma mudança de paradigma na organização, sendo necessário não só adquirir os robôs em questão, mas também evoluir tecnologicamente os módulos de produção, seria necessário haver sensores no chão de fábrica e nos centros de trabalho, para além da programação dos dispositivos. O operário do armazém de componentes, colocaria o material no robô programando-o para abastecer o centro de trabalho devido.

De seguida tratou-se de encontrar soluções para a integração dos materiais de fabrico no processo de abastecimento.

Uma das formas seria estabelecer a paragem junto das zonas de produção de material de fabrico, nomeadamente o corte de cabo e de espiral para guarnecer o comboio ou o robô e de seguida abastecer as linhas de montagem.

Outra das opções foi alterar o *layout* da unidade fabril e integrar a produção junto do armazém de componentes, desta forma os materiais com que as linhas são abastecidas (componentes, embalagem e fabrico) partiam todos do mesmo ponto, não havendo necessidade de efetuar paragens no trajeto.

Por último para substituir o processo de requisição existente surgiram 4 ideias.

A *Fico Cables*, utiliza uma aplicação denominada *Mapex*, que é uma ferramenta de controlo da produção, que permite uma gestão à distância e um acompanhamento em tempo real da produtividade.

Além da monitorização da produção, este *software* permite aos operadores das linhas dar entrada ou saída do seu posto de trabalho, conferindo assim a possibilidade de justificar paragens que ocorram.

Através desta aplicação seria determinado que no momento que fossem produzidos 2/3 (2000) da quantidade entregue por *kit* a cor da luz do *andon* seria alterada para azul indicando a

necessidade de reabastecer o *kit*. O espaço temporal para o fazer era de cerca de 100 minutos. O operador do *mizusumashi*, teria duas viagens para verificar o estado do *andon*, dado que demora 40 minutos em cada uma.

A segunda ideia também recorre ao *Mapex*. A aplicação estaria ligada diretamente com o programa de emissão de requisições, emitindo uma requisição automática assim que a quantidade produzida atingisse 2/3 da quantidade entregue por *kit*. Ao serem produzidas 3000 referências de produto final a aplicação faria um *reset*, reiniciando a contagem.

Era importante ter uma proposta onde não fosse necessária a intervenção do departamento de sistemas de informação, uma em que a logística interna dependesse apenas de si mesma. Então a proposta foi a de criar um *kanban* (Anexo IV) que ficaria disponível nos *wagons*, indicando a necessidade ou não de abastecer. O operário que retirasse a última caixa de uma dada referência deveria colocar a sinalética “abastecer” caso contrário deveria permanecer em “ok”. O operador ao realizar a sua rota deveria verificar o estado da sinalética dando o tratamento em conformidade com a mesma. Por fim, sempre que o vagão fosse reabastecido o abastecedor deveria colocar a sinalética “ok”

A última proposta seria a de utilizar um botão de *iot*, que se trata de um botão programável. O botão estaria inserido na linha de montagem e deveria ser pressionado pelo operário que retirasse a última caixa de uma dada referência. Isto emitiria uma requisição para o armazém de componentes indicando a necessidade de reabastecer o *kit*.

Os critérios considerados importantes para avaliar esta questão foram os seguintes: tempo, custo e a eficácia da proposta (ver Tabela 17).

Tabela 17 - Peso dos critérios

Crítérios	Tempo	Custo	Eficácia
Importância	4	4	5

O tempo refere-se ao período necessário para se executar determinada ideia. Atividades que dependam exclusivamente da logística interna vão demorar menos tempo a ser cumpridas. Já atividades que necessitem de ações e *inputs* de outros departamentos irão requerer mais aprovações, explicações e também a disponibilidade dos elementos.

Foi atribuída uma importância alta, de 4 visto que existem prazos para se realizar o estudo. Desta forma o menor período teria uma avaliação de 5 a melhor pontuação possível e o maior período a menor pontuação possível de 1.

O custo é sempre um aspeto muito importante para todas as organizações, pretende-se sempre obter os melhores resultados possíveis no menor tempo e com o menor custo. Por norma os recursos são limitados e ainda mais no atual estado pandémico que vivemos. A escala

estabelecida tem com valor 5 o custo que varie entre 0 a 100 euros. Já a menor pontuação é atribuída quando a implementação da ideia acarreta um valor superior a 900 euros.

A eficácia é o critério mais importante, visto que sem eficácia o projeto não terá sucesso. Todas as ideias que tivessem uma pontuação de 1 ou 2 neste parâmetro seriam automaticamente eliminadas, mesmo que nos outros dois critérios alcançassem a pontuação máxima.

Na Tabela 18 está apresentada a escala de pontuação.

Tabela 18 - Escala de pontuação dos diferentes critérios de avaliação

Escala de pontuação	Tempo	Custo	Eficácia
1	>12 meses	>901 €	Ineficaz
2	9 – 12 meses	600 € - 900 €	Pouco eficaz
3	6 – 9 meses	301 € - 600 €	Razoavelmente eficaz
4	3 – 6 meses	101 € - 300 €	Eficaz
5	0 – 3 meses	0 € - 100 €	Muito eficaz

4.4.5 Pontuações obtidas

O cálculo da matriz é simples e deve ser feito de acordo com a seguinte expressão:

(Valor da importância Tempo * Pontuação obtida) + (Valor da importância Custo * Pontuação obtida) + (Valor da importância eficácia * Pontuação obtida).

Para a primeira questão a pontuação mais alta foi obtida no comboio logístico (ver Tabela 19). Isto explica-se pelo facto de garantir as pontuações máximas nos parâmetros de tempo e custo, visto a empresa já possuir um comboio logístico e os operários já saberem o seu funcionamento, sendo ainda assim necessário uma adaptação de acordo com a exigência do projeto, contudo não existe uma completa mudança de paradigma como no caso dos robôs móveis. Por sua vez, o custo será inferior a 100€. Já no caso dos robôs móveis, os custos iam ser de alguns milhares de euros. Por fim, a eficácia do comboio logístico é boa, o risco está em porventura ao efetuar a rota não abastecer algum dos centros por lapso, algo que não aconteceria com o robô.

Tabela 19 - Matriz relativa ao tipo de transporte

Crítérios	Tempo	Custo	Eficácia	Total
Importância	4	4	5	
Comboio logístico	5	5	4	60
Robôs móveis	2	1	5	37

No que toca à integração dos materiais de fabrico no abastecimento (Tabela 20), a paragem do comboio logístico apresenta a pontuação máxima em todos os critérios, uma vez que as alterações a realizar podem ser feitas sem adquirir novos equipamentos e com um espaço temporal curto. Relativamente ao grau de eficácia fez-se um teste e foi possível realizar as entregas nos 40 minutos já pré-definidos por rota, não havendo constrangimentos.

No que toca à integração do material de fabrico no armazém de componentes (ver Tabela 20), o tempo para o fazer por indicação do departamento de manutenção seria de 5 a 6 meses considerando ainda a redefinição do *layout* fabril, e o custo superior a 901€ dada a quantidade de horas de mão-de-obra que seriam necessárias.

Tabela 20 - Matriz relativa à integração dos materiais de fabrico no processo de abastecimento

Crítérios	Tempo	Custo	Eficácia	Total
Importância	4	4	5	
Paragem do Comboio	5	5	5	65
Integração do material de fabrico no AC	4	1	4	40

Relativamente ao processo ou atividade que iria substituir o processo de requisição de material, (ver Tabela 21) foi possível verificar que a ligação do *Mapex* à aplicação de requisição de materiais seria aquela que levaria mais tempo para ser implementada, seguindo-se o botão *iot* e a alteração da cor do *andon*. O custo vai de acordo com a complexidade da programação sendo que as mais dispendiosas são; a ligação para emissão automática da guia e a implementação de um botão programável. A primeira mais eficaz por ser a que tem menor intervenção humana. A segunda tem o mesmo grau de eficácia do que a anterior visto que o risco de uma seria o operário não pressionar o botão enquanto a outra seria o abastecedor não verificar a cor do *andon*. A proposta que envolve o *andon* não é um processo de grande complexidade, ainda assim requer alguma disponibilidade do departamento de sistemas de informação.

Por fim a etiqueta ou *kanban* colocada no *wagon* foi a única proposta que não necessitava da intervenção de outros departamentos. Além disso teve a pontuação máxima nos critérios de tempo e custo. Contudo, teve o menor resultado no que toca à eficácia, já que está mais sujeita ao erro humano, visto que tem menos processos automáticos. No entanto, a classificação é bastante satisfatória para ser uma opção válida.

Tabela 21 - Matriz relativa ao processo ou atividade que visa substituir o processo de requisição de material

Crítérios	Tempo	Custo	Eficácia	Total
Importância	4	4	5	
Alteração da cor do <i>andon</i>	4	3	4	48
Ligação do <i>Mapex</i> com aplicação de requisição	1	1	5	33
Colocação de <i>kanban</i> no <i>wagon</i>	5	5	3	55
Implementação de um botão <i>iot</i> nas linhas	2	1	4	32

4.5 Implementação do novo método de abastecimento

4.5.1 Elaboração do *kit*

A elaboração do *kit* a entregar nas linhas de montagem GL3 I e II foi realizada confrontando as informações recolhidas nas fases de definição e medição, nomeadamente sobre o material e as respetivas quantidades a entregar e ainda com os *wagons* existentes. Com estes dados desenharam-se várias formas para alocar o material definido.

Verificou-se que o *vagão A* era o único que podia ser utilizado para servir de *kit*, pois no B não era possível alocar todo o material. Nas Figuras 31 e 32 podemos ver o desenho do *kit* visto de cima referente ao cabo de porta 121912973, ambos os *kits* podem ser vistos com detalhe nos anexos II e III.

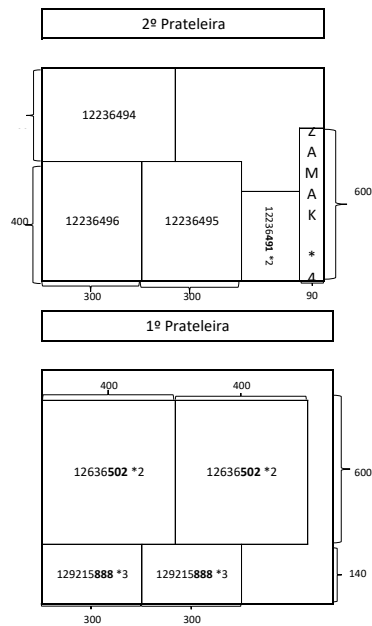


Figura 31 - Prateleira 1 e 2 do kit com perspectiva vista de cima

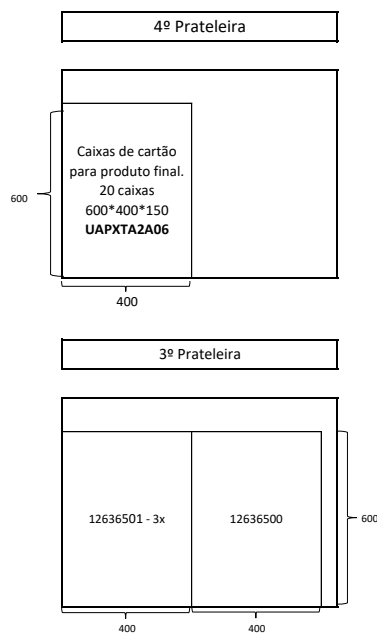


Figura 32 - Prateleira 3 e 4 do kit com perspectiva vista de cima

Como forma de evitar perdas de tempo desnecessárias, tanto para alocar os materiais no *wagon*, como para os operários das linhas recolherem a caixa necessária para colocar junto de si no seu posto de trabalho, tratou-se de delimitar e definir o espaço para cada referência ou material. Assim, sendo visualmente perceptível a localização de cada insumo, a probabilidade de ocorrerem erros de colocar o material errado, ou falhar a entrega de um dos insumos definidos, será muito baixa. Cada coisa tem o seu lugar e este está devidamente identificado.

O local onde seria colocado o *kit* foi limpo e demarcado no chão (Figuras 33 e 34), como forma de organizar e definir o seu espaço. Desta forma todos os operadores saberiam onde estaria o material assim que fosse necessário.

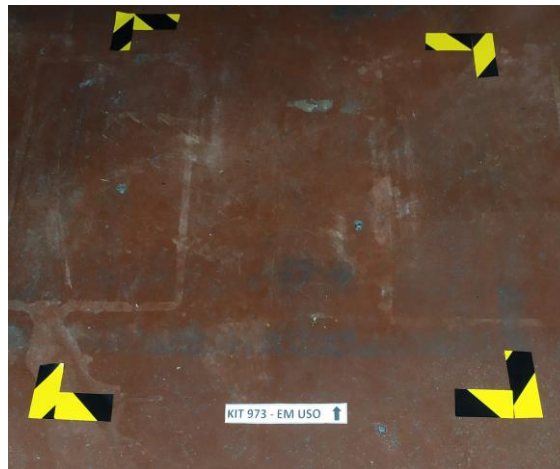


Figura 33 - Espaço devidamente identificado do kit da linha GL3 I

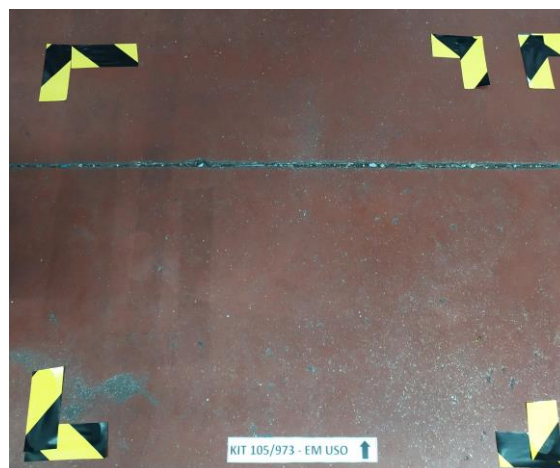


Figura 34 - Espaço devidamente identificado do kit na linha GL3 II

O local foi escolhido tendo em conta o *layout* da linha de montagem. Para a escolha foram tidas em conta várias condicionantes. A primeira seria a de que não se poderia obstruir a mobilidade dos trabalhadores no centro de trabalho, nem estar localizado em zonas perigosas como por exemplo em frente ao quadro elétrico da linha de montagem. Outra seria o facto de o *wagon* poder estar acessível pela frente e por trás, estando o *kanban* virado para a zona de passagem do comboio logístico e por fim a distância do posto mais distante ser a menor possível.

4.5.2 Avaliação de risco de lesões musculoesqueléticas

Para complementar a avaliação de potenciais riscos associados ao abastecimento foram escolhidas tarefas para aferir o risco de lesões musculoesqueléticas. As atividades selecionadas para avaliar o risco de lesões foram as que envolviam a intervenção dos operários das linhas de montagem. Sendo que o *kit* tem quatro níveis ou estantes, determinou-se que era importante calcular o risco através de cinco tarefas diferentes, a saber: a primeira tarefa envolve retirar a caixa sobrejacente do primeiro nível do *kit*. A segunda envolve retirar a caixa subjacente, estando ambas associadas às referências 502 e 888; a terceira tarefa diz respeito ao segundo nível onde estão alocados os materiais 494, 495 e 496. Por fim, as quarta e quinta tarefas remetem-nos para os níveis três e quatro, onde são alocadas as referências 501, 500 e a embalagem de produto final, respetivamente.

O método de avaliação de risco foi calculado baseado no método RULA (Mcatamney & Corlett, 1993), as tabelas e imagens relacionadas com a avaliação realizada podem ser consultadas no Anexo 1.

Foi possível concluir que os operários se encontram expostos a alguns riscos de lesões musculoesqueléticas, nomeadamente nas tarefas número 1,2 e 5. O nível de risco das tarefas foi o seguinte:

- Tarefa 1 – Nível de risco 6;
- Tarefa 2 - Nível de risco 6;
- Tarefa 3 - Nível de risco 3;
- Tarefa 4 - Nível de risco 3;
- Tarefa 5 - Nível de risco 6;

Foi possível aferir que as principais posturas e fatores de risco que motivaram as pontuações obtidas foram as respeitantes ao antebraço por vezes posicionado a mais de 90° e ao pescoço em extensão. Foi possível ainda concluir que as tarefas de nível de risco 3 requerem mais investigação embora não sejam necessárias alterações imediatas, já as de nível de risco 6 requerem uma investigação mais profunda e alterações a ser realizadas num futuro próximo.

Por serem necessárias alterações, foram sugeridas as seguintes medidas para melhorar a postura e reduzir o risco de lesões musculoesqueléticas:

- Ações de formação e de sensibilização para as posturas a adotar;
- Conferir às caixas uma pega para ser mais fácil carregar a mesma, evitando torcer tanto o pulso;
- Criar uma pequena estrutura (ver figura 35) em uma das laterais do *kit* ao nível dos níveis 2 e 3 de forma a transportar as embalagens de cartão de produto final.

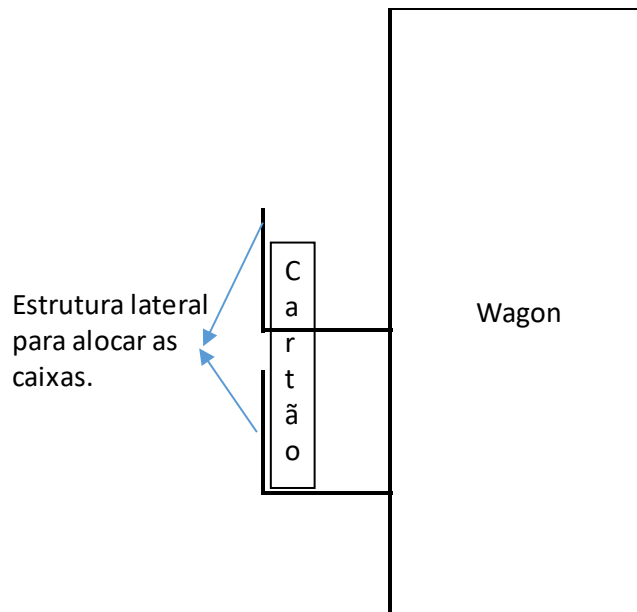


Figura 35 - Exemplo de uma estrutura que contribuisse melhorar a postura dos trabalhadores

Um estudo realizado em contexto industrial, na área de fabrico de móveis estudou o risco de lesões musculoesqueléticas através do método *RULA* e concluiu que as tarefas de pré-montagem manual indicavam um risco de nível B e requeriam por esse motivo uma investigação mais profunda. Já as tarefas de pré-montagem colaborativa representavam um risco de lesões musculoesqueléticas baixo, sendo que algumas tarefas eram de nível A e outras de nível B. A tarefa de paletização é aquela com a pior pontuação *RULA*. O resultado é agravado devido à postura dos trabalhadores ao transferir as ripas de madeira para as paletes, tendo sido sugerida uma adaptação ao posto de trabalho, nomeadamente a eliminação dos rolamentos laterais junto da paleta de saída (Colim et al. 2021).

Outro estudo utilizando o método *RULA* realizado no setor agrícola nomeadamente no cultivo de morangos em *Bali* analisou que a tarefa de fazer furos no plástico que envolvia o canteiro e o adubo tinha um risco de nível 7. Requereu assim mudanças e uma investigação imediata. Após realizar essa mesma investigação e alterar a postura de trabalho o resultado foi de nível 3. Podemos concluir que o método *RULA* é uma ferramenta muito importante para identificar o problema e realizar a avaliação de possíveis riscos de lesões musculoesqueléticas. Contudo, após realizada esta análise é necessário aplicar medidas, só desta forma será possível diminuir problemas relacionados com a fadiga e com a sobrecarga musculoesquelética. Estudos prévios demonstraram que a aplicação do método *RULA* é importante neste domínio (Yusuf et al, 2016).

4.5.3 Novo método de abastecimento

Antes de se iniciar a implementação do novo método de abastecimento, foi feito um fluxograma (Figura 36) como forma de esquematizar e ilustrar de uma forma descomplicada o processo. Este ficaria visível no *wagon* para poder ser consultado em caso de alguma dúvida.

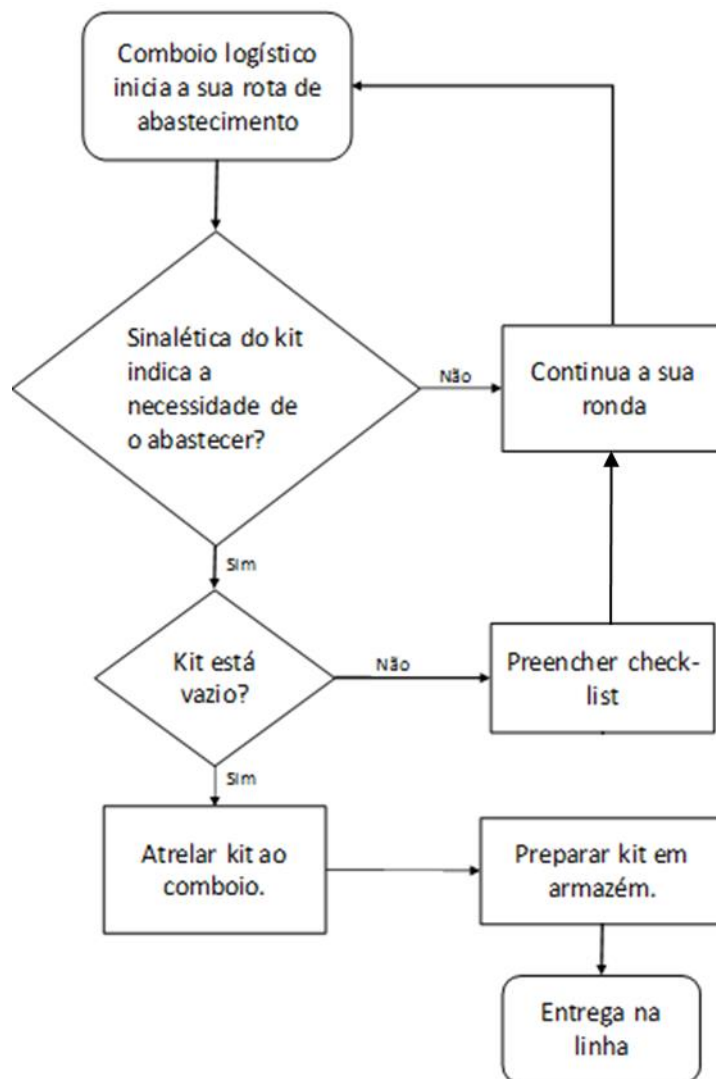


Figura 36 - Fluxograma do processo de abastecimento

Convém também referir que foi realizada uma formação tanto no armazém de componentes, como no centro de trabalho, para explicar os objetivos de uma forma sucinta, explicando as normas e o que se pretendia de cada um, de forma muito clara para que todos cumprissem as suas missões com facilidade.

As missões dos operários dos centros de trabalho eram as de retirar apenas uma caixa de cada referência do *wagon*, ou seja, não poderiam ter mais do que uma embalagem de uma dada referência no seu posto de trabalho, dado que a partir do momento em que fosse retirada a última caixa de uma dada referência o *kanban* deveria ser colocado em abastecer, para que o abastecedor ao efetuar a ronda visse a sinalização e tratasse de reabastecer o *kit*, sendo essa uma das missões dos operários do armazém de componentes. O outro dever que tinham era o de verificar o estado do *wagon* numa fase inicial, para garantir que não haveria falhas na produção, devido a algum funcionário não ter colocado a sinalética a indicar a necessidade de abastecimento. O próximo passo seria o de alertar a *Team Leader* e o responsável pelo projeto, o autor da dissertação.

A implementação do novo método de abastecimento foi iniciada com as referências referidas anteriormente que tinham quantidades superiores a 3.000, devido à demora de alteração da quantidade embalada. Este problema seria, entretanto, ultrapassado, sendo todos os materiais entregues na mesma quantidade.

4.5.4 Falhas e medidas de correção

Na tabela 22 estão apresentadas sucintamente as falhas medidas de correção aplicadas.

Tabela 22 - Falhas registadas e medidas de correção aplicadas

Falha ocorrida	Medida de correção aplicada
Mais do que uma caixa da mesma referência no posto de trabalho do operador.	<ul style="list-style-type: none"> - Criação de <i>checklist</i> para verificar duas vezes por turno se existe mais do que uma caixa no posto de trabalho e sinalizar o mesmo. - Sensibilização do operário e explicação do motivo pelo qual é importante ir retirando o material do <i>wagon</i> conforme vai necessitando. - Colocação de indicação visível de só se poder retirar uma caixa no <i>wagon</i>.
Paragem de linha por falta de abastecimento.	- Definição de rota inicial de passagem do comboio logístico pela linha GL3
Excesso de viagens de reabastecimento de <i>kit</i>.	- Definição de nova regra para colocação da sinalética “abastecer”

Relativamente à primeira falha, verificou-se que havia operadores que estavam a retirar várias caixas e a coloca-las junto de si evitando terem que se levantar tantas vezes para se dirigir ao *kit*. Foi explicado o motivo pelo qual só poderia ser retirada uma caixa e assim que o material

dessa terminasse, o operário deveria ir buscar outra para continuar a desempenhar as suas tarefas. Contudo estes tipos de situações continuaram a ocorrer esporadicamente, a maior parte das vezes devido a haver novos colaboradores a laborar no centro de trabalho.

Decidiu-se efetuar uma *checklist* para controlar duas vezes por turno se todos os postos de trabalho estavam em conformidade. Sempre que se registassem inconformidades, era assinalada a falha assim como o motivo da mesma. Foi também colocada uma indicação no *kit* alertando para o facto de só ser permitido retirar uma caixa de cada vez.

No segundo dia após serem aplicadas as medidas de correção foi identificada uma falha, sendo que o motivo foi distração por parte do colaborador. Durante as duas semanas seguintes não houve qualquer tipo de falha relativamente a esta questão, sendo que graças à indicação colocada os novos colaboradores cumpriram com o pretendido.

A segunda falha ocorreu apenas uma vez. Contudo por ser bastante grave, tomaram-se medidas urgentes e imediatas. A linha de montagem, parou por falta de material apenas por 10 minutos devido à rápida intervenção dos operários da linha e da *team leader* que tratou de solicitar o material com a máxima urgência.

Para garantir que esta falha não voltasse a ocorrer, foi definida uma rota inicial do comboio logístico (Figura 37), que visava passar de imediato pela linha GL3, contudo dado que neste trajeto o comboio percorria zona de abastecimento das linhas C519 interiores e exteriores, RG3 exterior e interior, MQB1 e B562 exterior foi definido que caso houvesse material a abastecer nessas linhas, o mesmo deveria ser feito, seguindo posteriormente para a linha GL3.

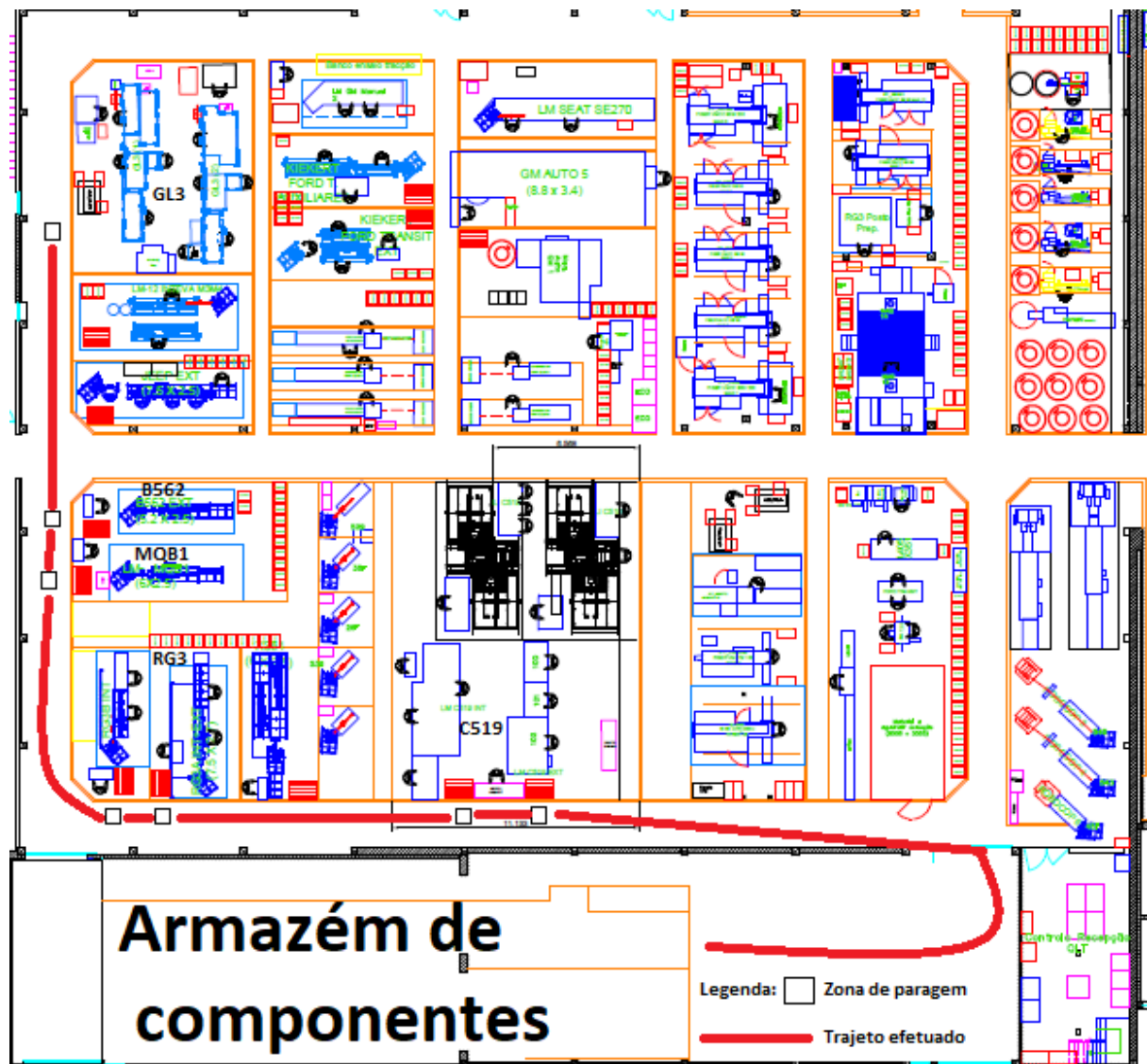


Figura 37 - Rota inicial do comboio logístico

Após a definição desta rota não se verificaram mais falhas deste tipo.

A terceira e última falha surgiu numa fase mais avançada no projeto. O *kit* estava a ser reabastecido mais vezes do que aquelas que eram necessárias. Isto deveu-se ao facto de as embalagens que vinham com 6.000 e 10.000 peças terem sido redimensionadas para 3.000. Ao contrário dos outros materiais de componentes, estes insumos estão alocados em apenas uma caixa. Por este motivo os colaboradores ao retirarem essa embalagem do *kit*, colocavam de imediato a sinalética a indicar a necessidade de reabastecer. Isto levou a que fossem feitas viagens desnecessárias dado que ainda havia material suficiente para muitas horas de trabalho. Foi criada outra *checklist* de forma a estudar se haveria algum material que terminasse sempre primeiro que os outros. Verificou-se que o primeiro espaço vazio era o do material **491**, dado

que se tratavam de duas embalagens com 1500 peças cada uma, pelo que no momento em estivesse a ser feito o cabo nº1501, ainda haveria pelo menos duas caixas da referência **888** e uma da **502**. Para colmatar esta situação foi definido que o momento de colocar a sinalética para abastecer deveria ser no momento de retirada da última caixa do terminal de espiral natural. Para além desta diretriz ter sido explicada a mesma foi ainda colocada de uma forma visível no *kit*, para ajudar os colaboradores, numa fase inicial.

Como forma de controlar o cumprimento desta nova regra, foi elaborada outra lista de verificação para se registar sempre houvesse alguma inconformidade relativamente à má colocação da sinalética.

4.5.5 Avaliação de resultados

Como forma de compreender se os objetivos foram cumpridos e se o projeto teve sucesso foi feita uma avaliação dos resultados obtidos (Tabela 23). Algumas metas poderão ser avaliadas com sucesso através de dados, tais como a redução das horas de paragem e outras com recurso ao conhecimento empírico e ainda com recurso a fotografias que comprovam uma mudança de paradigma como é possível observar relativamente à localização do material que antes da implementação do novo método de abastecimento era muitas vezes colocado em zonas perigosas como já falado anteriormente o exemplo do quadro elétrico. O seu local passou a ser devidamente sinalizado numa zona sem risco de acidente e que não perturbava a mobilidade dos operários.

Tabela 23 - Avaliação dos objetivos do projeto

Objetivos	Avaliação
Automatizar o método de abastecimento	- Objetivo alcançado parcialmente
Organização do centro de trabalho	- Objetivo alcançado
Eliminar a emissão das guias de requisição por parte do <i>Team Leader</i>	- Objetivo alcançado

Como referido anteriormente foram definidos três objetivos principais, tendo cada um deles objetivos mais específicos que sendo cumpridos iriam ajudar a alcançar o sucesso do projeto. Vamos então avaliar esses macro e micro objetivos.

Automatização do método de abastecimento

Relativamente à **automatização do método de abastecimento**, este objetivo foi alcançado parcialmente. O principal motivo para tal deve-se ao facto de que a intervenção humana ainda é considerável e como tal o risco de errar mantém-se o que pode levar a eventuais desperdícios. Ainda assim os resultados são favoráveis, dado que o método estabelecido simplificou significativamente o processo, facilitando o trabalho tanto dos operadores como dos abastecedores.

Inicialmente surgiram alguns problemas que foram ultrapassados através das medidas de correção aplicadas, não tendo sido registada mais nenhuma paragem por falta de material. Estas medidas foram também importantes para a melhoria das performances das equipas de trabalho, dado que foram conferidas mais responsabilidades tanto aos operários fabris como aos abastecedores que após o período de adaptação cumpriram com o que foi pedido com satisfação. Outra meta completada com sucesso foi a de ajuste das quantidades de material a entregar serem de acordo com as necessidades reais da linha através do estudo realizado na fase de medição.

Organização do centro de trabalho

O segundo objetivo, o da **organização do centro de trabalho**, foi considerado como alcançado na totalidade dado que foi definido o espaço de cada material a alocar no *kit* assim como a delimitação da área reservada para o mesmo. Por conhecimento empírico foi do entendimento de todos que a mobilidade dos operadores era superior, dado que não existem obstáculos ou objetos no corredor de passagem como por vezes se encontravam caixas de material. Graças à ação referida a probabilidade de acidente também diminuiu, não havendo embalagens colocadas em locais inapropriadas.

Através da definição das quantidades a entregar também foi possível diminuir o *stock* na linha de montagem.

Eliminar a emissão de guias de requisição por parte do *Team Leader*

Por último, através da implementação do novo método de abastecimento foi possível **eliminar a emissão das guias de requisição por parte do *Team Leader*** e alcançar deste modo o objetivo. A responsabilidade de coordenar o abastecimento conferida à equipa do armazém de componentes, com o sistema de sinalética indicativa da necessidade de abastecimento foi a ação que veio a substituir o método previamente utilizado concedendo ainda às *Team Leaders* a possibilidade de redirecionar o seu foco para a produção.

4.5.6 Estudo para implementação do novo método para todas as linhas de montagem

O estudo foi realizado no sentido de aferir a eficácia deste método de abastecimento em todas as linhas de montagem. Verificou-se que este método não seria tão eficaz em linhas muito complexas, por dois motivos, o custo necessário para a sua implementação e ainda o facto de sobrecarregar o armazém de componentes.

Vamos começar por explicar o que são consideradas linhas com um grau de complexidade elevado. São assim denominadas sempre que num centro de trabalho sejam produzidas mais de duas referências de produto final diferentes.

Como forma de aplicar este método é necessário haver dois *wagons* por cada referência de produto final produzida em cada centro de trabalho, um na linha de montagem e outro em armazém. Ora, para a linha II do GL3 foram necessários 4 vagões, dois para a referência 973 e dois para o cabo 105, tendo cada um o custo de 350€ o que perfaz um total de 1400€.

Dado que existem cerca de 160 referências de produto final diferentes, divididas entre o módulo de produção 2 e 3 o custo total relativo aos vagões seria no mínimo de 112000€. Este custo é muito elevado e seria por si só restritivo para a organização neste momento.

O outro motivo pelo qual este método não seria tão eficaz nas linhas complexas, seria devido ao tempo necessário pela equipa de abastecimento para verificar as necessidades de cada linha de montagem e ainda entregar o material. O tempo por ronda teria que ser de 1h ao invés de 40 minutos, algo que é considerado excessivo dado terem havido outras propostas que permitiriam manter o tempo de ronda atual. As duas soluções possíveis seriam aumentar a equipa do armazém de componentes ou automatizar o processo de requisição de material, sendo essa uma das ideias do processo *brainstorming* que evitava a necessidade de verificar o estado dos *kits*.

Dado este impedimento prosseguiu-se com outro estudo, tendo em vista as linhas com complexidade baixa com foco no ganho em número de horas de paragens *versus* o retorno do investimento.

A diminuição do número de horas de paragem por falta de materiais de componentes e de fabrico, relativamente às dezoito linhas com complexidade baixa seria de 1000 horas para 800 horas. Isto claro reduzindo as horas de paragem a zero como foi conseguido no centro GL3. O custo seria de cerca de 25000€, sendo previsível o retorno de investimento em 2 meses.

Um caso de estudo sobre o abastecimento de uma linha de montagem identificou seis atividades diferentes que não traziam valor agregado para o processo e para a organização. Eram eles, o excesso de *stock*, transporte e movimentos desnecessários, produtos defeituosos, recursos não

utilizados e negligenciados. Concluiu ainda que estas atividades resultavam em 88% do esforço total utilizado (Andersson & Holmgren, 2015).

O estudo descrito avaliou que para combater o inventário excessivo a organização devia adotar políticas de armazenamento diferenciadas, políticas essas que foram alteradas no que toca ao *stock* nas linhas, sendo feito um estudo das quantidades produzidas, entregando o material para a média do consumo em valor que fosse múltiplo das quantidades por caixa, como forma de combater o inventário excessivo. O outro desperdício em comum com a investigação e com o caso de estudo apresentado foi o de utilizar 3 das 5 fases da técnica 5's de forma a eliminar o que não era necessário, rotular os materiais e os meios de transporte do material, e ainda *standardizar* os processos, com regras e instruções claras. A investigação utilizou o método *six sigma* de forma a acompanhar todas as fases do projeto, considerando que a utilização das fases dos 5's também seria uma boa solução. Foram também tomadas medidas de organização, identificando o *wagon* e os materiais a transportar no mesmo, assim como a localização do mesmo, prevenindo falhas ao nível de carregar o material errado.

Outro estudo revelou que a aplicação da metodologia PDCA no plano de abastecimento logístico ajudou a alcançar um aumento superior a 12% na eficácia geral do equipamento (Vyas, 2019). Podemos concluir que a implementação de ferramentas básicas *lean* e *kaizen* são metodologias a utilizar para se desenvolverem estratégias e planos de abastecimento das linhas de montagem.

4.5.7 Controlar o impacto do novo método

Como forma de controlar o processo a fim de verificar se as regras e os resultados esperados estavam a ser cumpridos e alcançados foram criadas duas listas de verificação diferentes apresentadas nos Anexo V e VI.

A primeira para controlar o número de caixas presentes no posto de trabalho, como forma de controlar se a nova regra, que apenas permitia que apenas fosse retirada uma caixa do *kit* estava a ser cumprida. Inicialmente a lista era preenchida diariamente duas vezes por turno ao verificar os postos de trabalho. Após duas semanas sem infrações a verificação passou a ser realizada duas vezes por semana e a eficácia manteve-se não sendo detetadas inconformidades.

A segunda lista de verificação serviu para aferir qual o material que terminava primeiro. Este registo demonstrou que o insumo que se esgotava primeiro era a terminal de espiral natural. A verificação foi importante para posteriormente definir o momento em que se devia sinalizar o *kit* com a necessidade de abastecer.

Por fim, a última *checklist* tinha o intuito de verificar se a sinalética no *wagon* estava a ser colocada corretamente e no momento devido. Este controlo foi inicialmente realizado diariamente e uma vez por turno. Concluiu-se que não houve dificuldade de adaptação a esta nova norma, a partir desse momento a verificação foi realizada duas vezes por semana.

Após a fase de testes ter sido dada como terminada, definiu-se que deveria ser feita uma auditoria duas vezes por mês (com datas aleatórias) por forma de assegurar que as regras continuavam a ser cumpridas. Os pontos a avaliar na auditoria seriam:

- A utilização de apenas uma embalagem de material por posto de trabalho;
- Colocação correta da sinalética;
- Colocação do *kit* na zona delimitada para o efeito;
- Abastecimento correto do *kit*.

5. CONCLUSÕES

Neste último capítulo são apresentados os contributos e limitações do estudo realizado. São, ainda apresentadas algumas sugestões sobre investigações e projetos que poderão ter lugar no futuro, assim como algumas considerações finais.

5.1 Contributos do estudo

Através da realização deste estudo foi possível identificar e mensurar uma atividade com deficiências e passível de ser melhorada. Para tal foram utilizadas várias técnicas umas com recurso ao conhecimento obtido através do percurso académico do autor, outras com a experiência prática obtida no contexto industrial. O conhecimento teórico e empírico aliado à experiência do mundo de trabalho dos intervenientes do projeto foi uma sinergia muito importante para alcançar os objetivos propostos.

O contributo da dissertação para a organização foi importante pelas diferentes dinâmicas implementadas culminando na uniformização do fluxo de abastecimento de dois centros de trabalho que envolveu um trabalho de investigação de forma a definir um *kit* com todo o material necessário para realizar o abastecimento de acordo com planos de produção e necessidades reais da linha de uma forma prática e intuitiva. Este processo permitiu reduzir desperdícios entre os quais o de espera por paragem do centro de trabalho por falta de material. O de desorganização, que em simultâneo aumentou o espaço disponível melhorando as condições de trabalho e a diminuição do risco de acidente. Por fim, a redução de movimentos desnecessários para abastecer a linha de montagem.

Um dos principais contributos do estudo foi o de identificar os *pain points* ou desperdícios do método de abastecimento existente na organização. Com este contributo tornar-se à mais fácil no futuro realizar projetos no âmbito da otimização do abastecimento das linhas de montagem, usufruindo de uma análise profunda a esta investigação.

A investigação através do processo *brainstorming* revelou que existem sempre várias abordagens para um mesmo objetivo, o que permite concluir que consoante a criatividade e as ferramentas existentes é possível encontrar melhores soluções, mais eficazes e rentáveis.

No entanto a contribuição mais importante foi a criação e implementação do novo método de abastecimento em duas linhas de montagem, permitindo apresentar e demonstrar que uma mudança de paradigma tem as suas vantagens e desvantagens.

O projeto permitiu dissecar o processo de abastecimento em toda a sua extensão efetuando uma avaliação das perdas que a organização estava a sofrer.

Foi possível concluir que na maioria das vezes poderá não existir um modelo perfeito, ou seja um modelo pode ser eficiente num dado contexto ou numa dada linha de montagem e não o ser em outras indústrias automóveis, dado que cada organização, cada centro de trabalho tem especificidades próprias, seja no *layout* da linha de montagem, seja no tipo de embalagens utilizadas, entre outros. Por este motivo, embora os objetivos possam ser os mesmos, a estratégia e o plano de ação deve sempre ser delineado tendo em conta o contexto organizacional.

5.2 Limitações do estudo

O facto de a investigação ser realizada num contexto de pandemia e de *lay-off* e numa grande organização constituiu uma limitação acrescida dado que ao longo do projeto foram sendo envolvidos vários elementos como o coordenador do armazém de componentes, o coordenador da logística interna e ainda outros departamentos como no caso do de sistemas de informação. O projeto dependia destes intervenientes, sendo necessário consultar e informar os mesmos sobre as tarefas e as estratégias a realizar, tendo as mesmas que ser aprovadas. Ora com o *lay-off* e com o teletrabalho esses elementos nem sempre estavam disponíveis o que criou impasses e impediu que as atividades fossem realizadas de uma forma mais célere. Ainda assim foi possível cumprir os objetivos propostos. Porventura sem este contexto epidémico, haveria mais apoio e disponibilidade que poderia permitir aprofundar a investigação de forma a colocar em prática mais alguma das ideias geradas na sessão de *brainstorm*, que certamente iria enriquecer a investigação.

5.3 Trabalhos futuros

Com o aumento da concorrência e com a necessidade de reduzir custos e maximizar os lucros a automatização e robotização dos processos é uma temática crescente na indústria automóvel. Por este motivo seria interessante que investigações futuras fossem capazes de aplicar os conceitos resultantes do *brainstorm*, ou outros criando uma sinergia entre a logística interna e os sistemas de informação para garantir previsibilidade, confiabilidade ao processo, reduzindo tanto os custos em termos de mão-de-obra como em paragens nas linhas de montagem. Conforme referido acima as propostas de abastecimento que foram apresentadas podem todas ser alvo de estudo e de investigação, de forma a retirar-se conclusões de qual terá o melhor rácio entre custo e benefício ou qual garante o retorno do investimento mais rapidamente,

cabendo depois à organização avaliar qual o indicador mais importante e escolher o método com base nesse ou nesses indicadores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CSCMP. (2015). *CSCMP Supply Chain Management Council of Supply Chain Management Professionals* (CSCMP).
- Porter, M.E. (1985). *Competitive Advantage: creating and Sustaining Competitive Performance*, New York: Free Press
- Christopher M. (2011). *Logistics and supply chain management. Creating Value-Adding Networks* (UK). (4ed). Pearson.
- Imai, M. (1986). *Kaizen: the key to Japan's Competitive Success*, New York: McGrawHill.
- Womack, J. P., Jones D. T., & Roos, D. (1990). *The Machine that Changed the Works: The Story of Lean Production*. New York, EUA: Rawson Associates.
- Wyrwicka M, Mrugalska B. (2017). *Towards Lean Production in Industry 4.0*, Procedia Engineering.
- Bittencourt, W., Alves A., Arezes P. (2011). *Revisão bibliográfica sobre a sinergia entre lean production e ergonomia*.
- Coimbra, A., E. (2013). *Kaizen logistics & Supply Chains*.
- Battini, D., Boysen, N., Emde, S. (2012). *Just-in-time supermarkets for part supply in the automobile industry*.
- Nomura, J. & Takakuwa, S. (2006). *Optimization of a number of containers for assembly lines: the fixed-course pick-up system*
- Saunders, M., Lewis, P., Thornhill, A., (2009). *Research methods for business students*. Prentice Hall.
- Zunic, E., et al. (2018) *Smart Warehouse Management System Concept with Implementation*.
- Yerpude, S., Singhal T. K., (2018) *Smart Warehouse with Internet of Things supported Inventory Management System*. International Journal of Pure and Applied Mathematics (Vol.118).
- Hompel, M., Schmidt, T., (2005) *Automation and Organisation of Warehouse and Order Picking Systems*. Dortmund, Springer.
- Berg, J. P. & Zijm, W.H.M. (1999) *Models for warehouse management: Classification and examples*. Int. J. Production Economics, 59, 519-528.
- Ong, J. O. & Joseph, D. T. (2014) *A review of order picking improvement methods*. Industrial Engineering Department, Faculty of Engineering President University.
- Rouwenhorst, B., et al. (2000) *Warehouse design and control: Framework and literature review*. European Journal of Operational Research, 122, 515-533.
- Milkva, M., et al. (2016) *Standardization * one of the tools of continuous improvement*. Procedia Engineering, 149, 329-332.
- Pereira, A. et al. (2016) *Reconfigurable Standardized Work in a Lean Company – a case study*. Procedia CIRP, 52, 239-244.
- Puvanasvaran, A.P., Kerk, R.S.T., Ismail, A.R. (2010) *A case study of kaizen implementation in SMI*. National Conference in Mechanical Engineering.

Dugger, J., (2001) *A kaizen Based Approach for Cellular Manufacturing System Design: A Case Study*. Journal of Technology Studies.

Hey, J.H.G., (2009) *Putting the Discipline in Interdisciplinary: Using Speedstorming to Teach and Initiate Creative Collaboration in Nanoscience*. Journal of Nano Education Vol. 1, 75-85.

Marksberry, P. & Parsley, D. (2011) *Managing IE (Industrial Engineering) Mindset: A quantitative investigation of Toyota's practical thinking shared among employees*. Journal of Industrial Engineering and Management.

Hossen, J., All, S.M., Ahmad, N. (2017) *Na application of Pareto analysis and cause-and-effect diagram (CED) to examine stoppage losses: a textile case from Bangladesh*. Journal of the Textile Institute.

Kruger, J., Lien, T.K., Verl, A. (2009) *Cooperation of human and machines in assembly lines*. CIRP Annuals – Manufacturing Technology, 58, 628-646.

Coyne, K.P. & Coyne S.T. (2011) *Seven steps to better brainstorming*. McKinsey Quarterly.

Andersson, E. & Holmgren, L. (2015) *Improving Efficiency of the Material Supply in Assembly Line*. School of engineering Jonkoping University.

Vikas, D., (2015) *Lean Manufacturing: Na Approach for Waste Elimination*. Journal of Engineering & Technology Sciences.

Dickson, E.W., et al. (2009) *Application of lean manufacturing techniques in the emergency department*. The Journal of Emergency Medicine. Vol. 37, 177-182.

Smetkowska, M. & Mrugalska, B. (2018) *Using Six Sigma DMAIC to improve the quality of the production process: a case study*. Procedia – Social Behavioral Sciences, 238, 590-596.

Pyzdek, T. & Keller, P. (2014) *The Six Sigma Handbook*, McGrawHill.

Jaffar, N., et al. (2011) *A Literature Review os Ergonomics Risk Factors in Construction Industry*. Procedia Engineering, 20, 89-97.

Cheung, Z., et al. (2007) *Manual Material Handling*. California Department of Industrial Relations.

Botti, L., Mora, C., Regattieri, A., (2017) *Integrating ergonomics and lean manufacturing principles in a hybrid assembly line*. Computers & Industrial Engineering, 111, 481-491.

Penteado, E., et al. (2012) *Implementation of ergonomics in a service unit: challenges and advances*. Shared services, Petróleo Brasileiro D.A., Av República do Chile 65, 17°, CEP 20031-912.

Mustafa, S., Othman, Z., Kamaruddin, S., (2009) *The effect of ergonomics applications in work system on mental health of visual display terminal workers*. European Journal of Scientific Research.

Yusuf, M., et al. (2016) *The Improvement of Work Posture Using RULA (Rapid Upper Limb Assessment) Analysis to Decrease Subjective Disorders of Strawberry Farmers in Bali*. International Reserach Journal of Engineering, IT & Scientific Research (IRJEIS).

Yuan, L., (2015) *Reducing ergonomic injuries for librarians using a participatory approach*. International Journal of Industrial Ergonomics.

Tse, T.H. & Cai, Y., (2015) *5W+1H Pattern: A Perspective of Systematic Mapping Studies and a Case Study on Cloud Software Testing*. Journal of Systems and Software.

Cancer, V., (2012) *Criteria weighting by using the 5W's & H technique*. Business Systems Research Journal.

Maxim, A., et al. (2019) *The 5W's for Control as Part of Industry 4.0: Why, What, Where, Who, and When – A PID and MPC Control Perspective*. Inventions.

Stirn L., et al. (2011) *Proceedings of the 11th International Symposium on Operational Research*. Slovenian Society Informatika – Section for Operational Research.

Colim , A., et al. (2021) *Lean Manufacturing and Ergonomics Integration: Defining Productivity and Wellbeing Indicators in a Human-Robot Workstation*. Sustainability.

Thangarajoo, Y., (2015) *Lean Thinking: An Overview*. Journal of Industrial Engineering and management.

Womack, J. P. & Jones, D. T., (1996) *Beyond Toyota: How to Root Out Waste and Pursue Perfection*. Harvard Business Review.

Jones, D. T., (1996) *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Journal of the Operational Research Society.

McAtmney, L. & Corlett, E.N. (1993). *Rula: a survey method for the investigarion of work-related upper limb disorders*. Butterworth-Heinemann Ltd.

Mercado, Ed C., (2017) *Hands-on Inventory Management*. Auerbach Publications.

Wild, T. (2002) *Best Practice in Inventory Management*. Butterworth-Heinemann.

Berlin, C. & Adams C. (2017) *Production Ergonomics: Designing Work Systems to Support Optimal Human Performance*. Ubiquity Press.

Ohno, T. (1988) *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. New York: Productivity Press.

Chopra, S. & Meindl, P. (2016) *Supply Chain Management: strategy, planning and operation*. Pearson.

Vyas, V. V. (2019) *Continuous Improvement of Overall Equipment Effectiveness in Production unit of Automotive Industry*.

FICOSA (2020) Retrieved from <https://www.ficosa.com>

- Koripadu, M. & Subbaiah, V. (2014) *Problem Solving Management Using Six Sigma Tools & Techniques*. International Journal of Scientific & Technology Research Volume 3, Issue 2.
- Gundlach, T. G., et al. (2006) *The changing landscape of supply chain management, marketing channels of distribution, logistics and purchasing*. Journal of Business & Industrial Marketing.
- Seitz, K. & Nyhuis P. (2015) *Cyber-Physical Production Systems Combined with Logistic Models – A Learning Factory Concept for an Improved Production Planning and Control*. Procedia CIRP.
- Liker, J. K. & Meier, D. (2004) *The Toyota Way – 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGrawHill
- Heragu, S. S. et al (2011) *Analytical models for analysis of automated warehouse material handling systems*. International journal of production research: American Institute of Industrial Engineers; Society of Manufacturing Engineers. London: Taylor & Francis.
- Taylor, G. D (2008) *Introduction to Logistics Engineering*. CRC Press.
- Saif, U., et al (2014) *Survey of Assembly Lines and its Types*. Frontiers of Mechanical Engineering.
- Ciano, et al (2021) *One-to-one relationships between Industry 4.0 technologies and Lean Production techniques: a multiple case study*. International Journal of Production Research Vol. 59.

APÊNDICE 1 – AVALIAÇÃO DO MÉTODO RULA



Figura 38 - Operário a retirar a caixa sobrejacente do 1º nível do kit (1ª tarefa)

Tabela 24 - Tabela de avaliação do método RULA segundo a figura 38

Grupo	Membro	Posição e avaliação	Valor
A	Braço	Extensão superior a 90° com inclinação	3
A	Antebraço	Flexão de 0° a 60°	2
A	Pulso	Flexão ou expansão entre 0° a 15° e pulso dobrado desde a linha média	3
A	Pulso torcido	Pulso torcido até um intervalo médio	1
A		Tabela A	4
A	Uso do músculo	Postura é mantida por poucos segundos e só é repetida novamente dentro de algumas horas	0
A	Uso de força	O peso da carga é inferior a 2kg	0
B	Pescoço	Em extensão	4
B	Tronco	Flexão entre 20° a 60°	3
B	Pernas	Pernas e pés apoiados	1
B		Tabela B	6
B	Uso do músculo	Postura é mantida por poucos segundos e só é repetida novamente dentro de algumas horas	0
B	Uso de força	O peso da carga é inferior a 2kg	0
C		Tabela C	6



Figura 39 - Operário a retirar a caixa subjacente do 1º nível do kit (2ª tarefa)

Tabela 25 - Tabela de avaliação do método RULA segundo a figura 39

Grupo	Membro	Posição e avaliação	Valor
A	Braço	Extensão entre 45° a 90° com inclinação	2
A	Antebraço	Flexão de 0° a 60°	2
A	Pulso	Flexão ou expansão entre 0° a 15° e pulso dobrado desde a linha média	3
A	Pulso torcido	Pulso torcido até um intervalo médio	1
A		Tabela A	4
A	Uso do músculo	Postura é mantida por poucos segundos e só é repetida novamente dentro de algumas horas	0
A	Uso de força	O peso da carga é inferior a 2kg	0
B	Pescoço	Em extensão	4
B	Tronco	Flexão superior a 60°	4
B	Pernas	Pernas e pés apoiados	1
B		Tabela B	7
B	Uso do músculo	Postura é mantida por poucos segundos e só é repetida novamente dentro de algumas horas	0
B	Uso de força	O peso da carga é inferior a 2kg	0
C		Tabela C	6



Figura 40 - Operário a retirar a caixa do 2º nível do kit (3ª tarefa)

Tabela 26 - Tabela de avaliação do método RULA segundo a figura 40

Grupo	Membro	Posição e avaliação	Valor
A	Braço	Extensão entre 20° a 45°	2
A	Antebraço	Flexão entre 60° a 100°	1
A	Pulso	Flexão superior a 15° e pulso dobrado desde a linha média	4
A	Pulso torcido	Pulso torcido até um intervalo médio	1
A		Tabela A	4
A	Uso do músculo	Postura é mantida por poucos segundos e só é repetida novamente dentro de algumas horas	0
A	Uso de força	O peso da carga é inferior a 2kg	0
B	PESCOÇO	Flexão entre 10° a 20°	2
B	Tronco	Flexão entre 0° a 20°	2
B	Pernas	Pernas e pés apoiados	1
B		Tabela B	2
B	Uso do músculo	Postura é mantida por poucos segundos e só é repetida novamente dentro de algumas horas	0
B	Uso de força	O peso da carga é inferior a 2kg	0
C		Tabela C	3



Figura 41 - Operário a retirar a caixa do 3º nível do kit (4ª tarefa)

Tabela 27 - Tabela de avaliação do método RULA segundo a figura 41

Grupo	Membro	Posição e avaliação	Valor
A	Braço	Extensão superior a 90°	4
A	Antebraço	Flexão entre 0° a 60°	2
A	Pulso	Flexão entre 0° a 15° e pulso dobrado desde a linha média	3
A	Pulso torcido	Pulso torcido até um intervalo médio	1
A		Tabela A	4
A	Uso do músculo	Postura é mantida por poucos segundos e só é repetida novamente dentro de algumas horas	0
A	Uso de força	O peso da carga é inferior a 2kg	0
B	Pescoço	Flexão entre 0° a 10°	1
B	Tronco	Flexão entre 0° a 10°	1
B	Pernas	Pernas e pés apoiados	1
B		Tabela B	1
B	Uso do músculo	Postura é mantida por poucos segundos e só é repetida novamente dentro de algumas horas	0
B	Uso de força	O peso da carga é inferior a 2kg	0
C		Tabela C	3



Figura 42 - Operário a retirar a caixa do 4º nível do kit (5ª tarefa)

Tabela 28 - Tabela de avaliação do método RULA segundo a figura 42

Grupo	Membro	Posição e avaliação	Valor
A	Braço	Extensão superior a 90° e ombro elevado	5
A	Antebraço	Flexão superior a 100°	2
A	Pulso	Flexão entre 0° a 15° e pulso dobrado desde a linha média	3
A	Pulso torcido	Pulso torcido até um intervalo médio	1
A		Tabela A	6
A	Uso do músculo	Postura é mantida por poucos segundos e só acontece uma vez	0
A	Uso de força	O peso da carga é inferior a 2kg	0
B	Pescoço	Em extensão	4
B	Tronco	Flexão entre 0° a 10°	1
B	Pernas	Pernas e pés apoiados	1
B		Tabela B	5
B	Uso do músculo	Postura é mantida por poucos segundos e só é repetida novamente dentro de algumas horas	0
B	Uso de força	O peso da carga é inferior a 2kg	0
C		Tabela C	6

APÊNDICE 2 – KIT DE MATERIAL REFERENTE AO CABO DE PORTA 121912973

Wagon materiais de Fabrico + Componentes GL3- 973

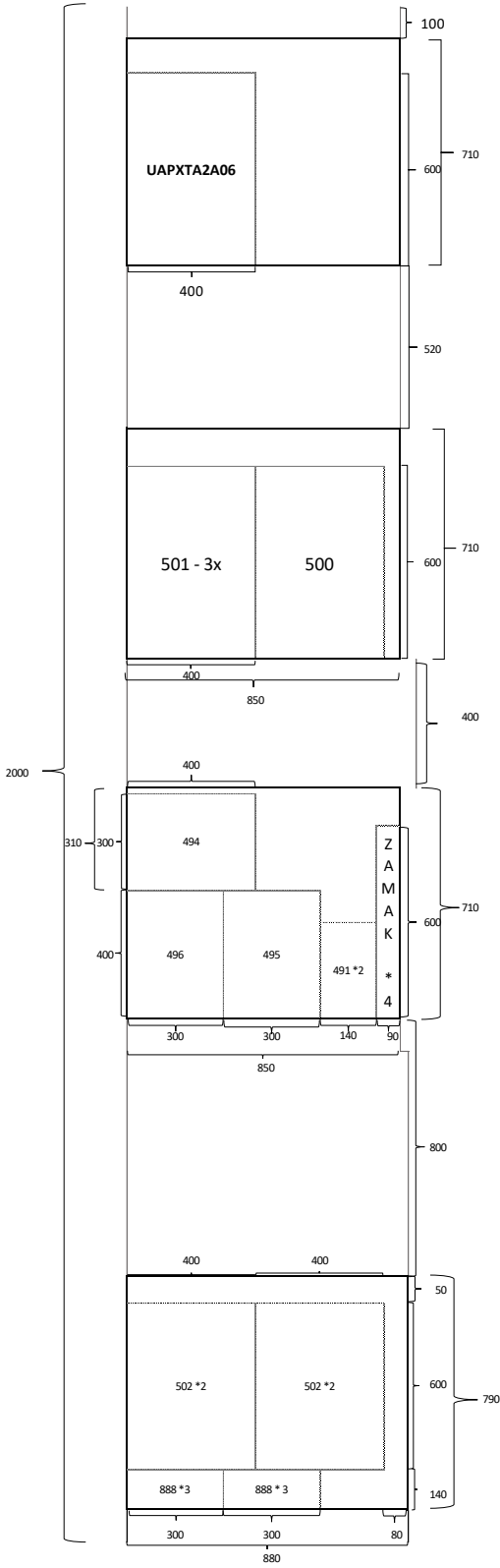


Figura 43 - Perspetiva do kit com todos os materiais referentes ao cabo de porta 973

APÊNDICE 3 – KIT DE MATERIAL REFERENTE AO CABO DE PORTA 121913105

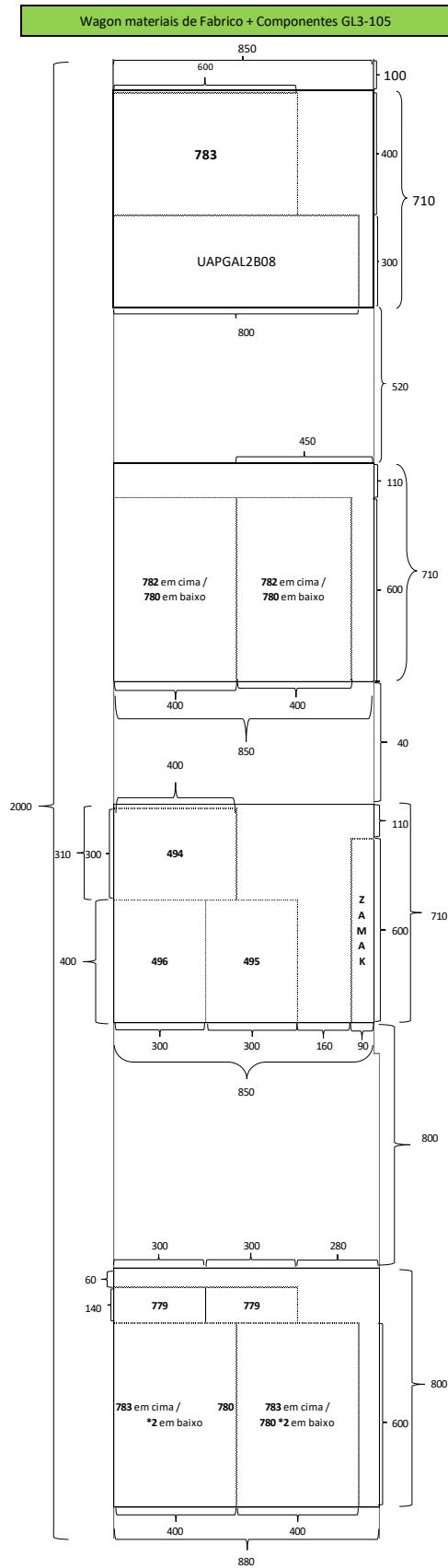


Figura 44 - Perspetiva do kit com todos os materiais referentes ao cabo de porta 105

APÊNDICE 4 – *KANBAN* RELATIVO AO NOVO MÉTODO DE ABASTECIMENTO

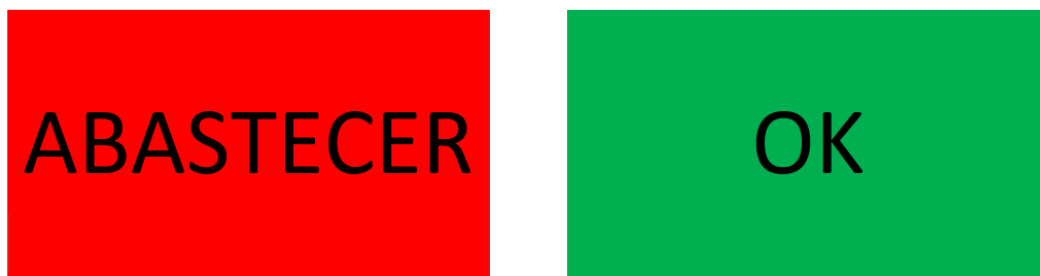


Figura 45 - Kanban utilizado para indicar a necessidade de abastecimento do kit

APÊNDICE 5 – LISTA DE VERIFICAÇÃO DE MATERIAL EM EXCESSO

Check-List Controlo Material Posto Trabalho - Projeto GI3 - 105								
____/____/2020		Turno _____		____/____/2020		Turno _____		
Hora Verificação	____:____				Hora Verificação	____:____		
Mais do que uma caixa no posto de trabalho?	S <input type="checkbox"/>	N <input type="checkbox"/>			Mais do que uma caixa no posto de trabalho?	S <input type="checkbox"/>	N <input type="checkbox"/>	
Posto de trabalho com material em excesso	779 <input type="checkbox"/>	780 <input type="checkbox"/>	491 <input type="checkbox"/>		Posto de trabalho com material em excesso	779 <input type="checkbox"/>	780 <input type="checkbox"/>	491 <input type="checkbox"/>
	494 <input type="checkbox"/>	495 <input type="checkbox"/>	496 <input type="checkbox"/>			494 <input type="checkbox"/>	495 <input type="checkbox"/>	496 <input type="checkbox"/>

____/____/2020		Turno _____		____/____/2020		Turno _____		
Hora Verificação	____:____				Hora Verificação	____:____		
Mais do que uma caixa no posto de trabalho?	S <input type="checkbox"/>	N <input type="checkbox"/>			Mais do que uma caixa no posto de trabalho?	S <input type="checkbox"/>	N <input type="checkbox"/>	
Posto de trabalho com material em excesso	779 <input type="checkbox"/>	780 <input type="checkbox"/>	491 <input type="checkbox"/>		Posto de trabalho com material em excesso	779 <input type="checkbox"/>	780 <input type="checkbox"/>	491 <input type="checkbox"/>
	494 <input type="checkbox"/>	495 <input type="checkbox"/>	496 <input type="checkbox"/>			494 <input type="checkbox"/>	495 <input type="checkbox"/>	496 <input type="checkbox"/>

____/____/2020		Turno _____		____/____/2020		Turno _____		
Hora Verificação	____:____				Hora Verificação	____:____		
Mais do que uma caixa no posto de trabalho?	S <input type="checkbox"/>	N <input type="checkbox"/>			Mais do que uma caixa no posto de trabalho?	S <input type="checkbox"/>	N <input type="checkbox"/>	
Posto de trabalho com material em excesso	779 <input type="checkbox"/>	780 <input type="checkbox"/>	491 <input type="checkbox"/>		Posto de trabalho com material em excesso	779 <input type="checkbox"/>	780 <input type="checkbox"/>	491 <input type="checkbox"/>
	494 <input type="checkbox"/>	495 <input type="checkbox"/>	496 <input type="checkbox"/>			494 <input type="checkbox"/>	495 <input type="checkbox"/>	496 <input type="checkbox"/>

____/____/2020		Turno _____		____/____/2020		Turno _____		
Hora Verificação	____:____				Hora Verificação	____:____		
Mais do que uma caixa no posto de trabalho?	S <input type="checkbox"/>	N <input type="checkbox"/>			Mais do que uma caixa no posto de trabalho?	S <input type="checkbox"/>	N <input type="checkbox"/>	
Posto de trabalho com material em excesso	779 <input type="checkbox"/>	780 <input type="checkbox"/>	491 <input type="checkbox"/>		Posto de trabalho com material em excesso	779 <input type="checkbox"/>	780 <input type="checkbox"/>	491 <input type="checkbox"/>
	494 <input type="checkbox"/>	495 <input type="checkbox"/>	496 <input type="checkbox"/>			494 <input type="checkbox"/>	495 <input type="checkbox"/>	496 <input type="checkbox"/>

____/____/2020		Turno _____		____/____/2020		Turno _____		
Hora Verificação	____:____				Hora Verificação	____:____		
Mais do que uma caixa no posto de trabalho?	S <input type="checkbox"/>	N <input type="checkbox"/>			Mais do que uma caixa no posto de trabalho?	S <input type="checkbox"/>	N <input type="checkbox"/>	
Posto de trabalho com material em excesso	779 <input type="checkbox"/>	780 <input type="checkbox"/>	491 <input type="checkbox"/>		Posto de trabalho com material em excesso	779 <input type="checkbox"/>	780 <input type="checkbox"/>	491 <input type="checkbox"/>
	494 <input type="checkbox"/>	495 <input type="checkbox"/>	496 <input type="checkbox"/>			494 <input type="checkbox"/>	495 <input type="checkbox"/>	496 <input type="checkbox"/>

____/____/2020		Turno _____		____/____/2020		Turno _____		
Hora Verificação	____:____				Hora Verificação	____:____		
Mais do que uma caixa no posto de trabalho?	S <input type="checkbox"/>	N <input type="checkbox"/>			Mais do que uma caixa no posto de trabalho?	S <input type="checkbox"/>	N <input type="checkbox"/>	
Posto de trabalho com material em excesso	779 <input type="checkbox"/>	780 <input type="checkbox"/>	491 <input type="checkbox"/>		Posto de trabalho com material em excesso	779 <input type="checkbox"/>	780 <input type="checkbox"/>	491 <input type="checkbox"/>
	494 <input type="checkbox"/>	495 <input type="checkbox"/>	496 <input type="checkbox"/>			494 <input type="checkbox"/>	495 <input type="checkbox"/>	496 <input type="checkbox"/>

____/____/2020		Turno _____		____/____/2020		Turno _____		
Hora Verificação	____:____				Hora Verificação	____:____		
Mais do que uma caixa no posto de trabalho?	S <input type="checkbox"/>	N <input type="checkbox"/>			Mais do que uma caixa no posto de trabalho?	S <input type="checkbox"/>	N <input type="checkbox"/>	
Posto de trabalho com material em excesso	779 <input type="checkbox"/>	780 <input type="checkbox"/>	491 <input type="checkbox"/>		Posto de trabalho com material em excesso	779 <input type="checkbox"/>	780 <input type="checkbox"/>	491 <input type="checkbox"/>
	494 <input type="checkbox"/>	495 <input type="checkbox"/>	496 <input type="checkbox"/>			494 <input type="checkbox"/>	495 <input type="checkbox"/>	496 <input type="checkbox"/>

Figura 46 - Lista de verificação de material em excesso relativa ao cabo de porta 105

Check-List Controlo Material Posto Trabalho - Projeto G13 - 973									
____/____/2020		Turno _____			____/____/2020		Turno _____		
Hora Verificação		____:____			Hora Verificação		____:____		
Mais do que uma caixa no posto de trabalho?		S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>			Mais do que uma caixa no posto de trabalho?		S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>		
Posto de trabalho com material em excesso		888	<input type="checkbox"/>	502	<input type="checkbox"/>	491	<input type="checkbox"/>	Posto de trabalho com material em excesso	
		494	<input type="checkbox"/>	495	<input type="checkbox"/>	496	<input type="checkbox"/>		

____/____/2020		Turno _____			____/____/2020		Turno _____		
Hora Verificação		____:____			Hora Verificação		____:____		
Mais do que uma caixa no posto de trabalho?		S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>			Mais do que uma caixa no posto de trabalho?		S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>		
Posto de trabalho com material em excesso		888	<input type="checkbox"/>	502	<input type="checkbox"/>	491	<input type="checkbox"/>	Posto de trabalho com material em excesso	
		494	<input type="checkbox"/>	495	<input type="checkbox"/>	496	<input type="checkbox"/>		

____/____/2020		Turno _____			____/____/2020		Turno _____		
Hora Verificação		____:____			Hora Verificação		____:____		
Mais do que uma caixa no posto de trabalho?		S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>			Mais do que uma caixa no posto de trabalho?		S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>		
Posto de trabalho com material em excesso		888	<input type="checkbox"/>	502	<input type="checkbox"/>	491	<input type="checkbox"/>	Posto de trabalho com material em excesso	
		494	<input type="checkbox"/>	495	<input type="checkbox"/>	496	<input type="checkbox"/>		

____/____/2020		Turno _____			____/____/2020		Turno _____		
Hora Verificação		____:____			Hora Verificação		____:____		
Mais do que uma caixa no posto de trabalho?		S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>			Mais do que uma caixa no posto de trabalho?		S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>		
Posto de trabalho com material em excesso		888	<input type="checkbox"/>	502	<input type="checkbox"/>	491	<input type="checkbox"/>	Posto de trabalho com material em excesso	
		494	<input type="checkbox"/>	495	<input type="checkbox"/>	496	<input type="checkbox"/>		

____/____/2020		Turno _____			____/____/2020		Turno _____		
Hora Verificação		____:____			Hora Verificação		____:____		
Mais do que uma caixa no posto de trabalho?		S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>			Mais do que uma caixa no posto de trabalho?		S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>		
Posto de trabalho com material em excesso		888	<input type="checkbox"/>	502	<input type="checkbox"/>	491	<input type="checkbox"/>	Posto de trabalho com material em excesso	
		494	<input type="checkbox"/>	495	<input type="checkbox"/>	496	<input type="checkbox"/>		

____/____/2020		Turno _____			____/____/2020		Turno _____		
Hora Verificação		____:____			Hora Verificação		____:____		
Mais do que uma caixa no posto de trabalho?		S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>			Mais do que uma caixa no posto de trabalho?		S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>		
Posto de trabalho com material em excesso		888	<input type="checkbox"/>	502	<input type="checkbox"/>	491	<input type="checkbox"/>	Posto de trabalho com material em excesso	
		494	<input type="checkbox"/>	495	<input type="checkbox"/>	496	<input type="checkbox"/>		

____/____/2020		Turno _____			____/____/2020		Turno _____		
Hora Verificação		____:____			Hora Verificação		____:____		
Mais do que uma caixa no posto de trabalho?		S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>			Mais do que uma caixa no posto de trabalho?		S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>		
Posto de trabalho com material em excesso		888	<input type="checkbox"/>	502	<input type="checkbox"/>	491	<input type="checkbox"/>	Posto de trabalho com material em excesso	
		494	<input type="checkbox"/>	495	<input type="checkbox"/>	496	<input type="checkbox"/>		

Figura 47 - Lista de verificação de material em excesso relativa ao cabo de porta 973

APÊNDICE 6 – LISTA DE VERIFICAÇÃO DE ENTREGA DE KIT

Check-List Controlo Material Kit / Sinalização Kanban - GL3 - 105						
Data: / /					Notas	
Hora Verificação Kit ____:____			Kanban			
Hora Recolha Kit ____:____			OK <input type="checkbox"/> Abastecer <input type="checkbox"/>			
Hora Entrega Kit ____:____						
Quantidade de caixas		779 <input type="checkbox"/>	502 <input type="checkbox"/>	491 <input type="checkbox"/>	494 <input type="checkbox"/>	495 <input type="checkbox"/> 496 <input type="checkbox"/>
Kanban colocado corretamente?		Sim <input type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>		

Data: / /					Notas	
Hora Verificação Kit ____:____			Kanban			
Hora Recolha Kit ____:____			OK <input type="checkbox"/> Abastecer <input type="checkbox"/>			
Hora Entrega Kit ____:____						
Quantidade de caixas		779 <input type="checkbox"/>	502 <input type="checkbox"/>	491 <input type="checkbox"/>	494 <input type="checkbox"/>	495 <input type="checkbox"/> 496 <input type="checkbox"/>
Kanban colocado corretamente?		Sim <input type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>		

Data: / /					Notas	
Hora Verificação Kit ____:____			Kanban			
Hora Recolha Kit ____:____			OK <input type="checkbox"/> Abastecer <input type="checkbox"/>			
Hora Entrega Kit ____:____						
Quantidade de caixas		779 <input type="checkbox"/>	502 <input type="checkbox"/>	491 <input type="checkbox"/>	494 <input type="checkbox"/>	495 <input type="checkbox"/> 496 <input type="checkbox"/>
Kanban colocado corretamente?		Sim <input type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>		

Data: / /					Notas	
Hora Verificação Kit ____:____			Kanban			
Hora Recolha Kit ____:____			OK <input type="checkbox"/> Abastecer <input type="checkbox"/>			
Hora Entrega Kit ____:____						
Quantidade de caixas		779 <input type="checkbox"/>	502 <input type="checkbox"/>	491 <input type="checkbox"/>	494 <input type="checkbox"/>	495 <input type="checkbox"/> 496 <input type="checkbox"/>
Kanban colocado corretamente?		Sim <input type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>		

Data: / /					Notas	
Hora Verificação Kit ____:____			Kanban			
Hora Recolha Kit ____:____			OK <input type="checkbox"/> Abastecer <input type="checkbox"/>			
Hora Entrega Kit ____:____						
Quantidade de caixas		779 <input type="checkbox"/>	502 <input type="checkbox"/>	491 <input type="checkbox"/>	494 <input type="checkbox"/>	495 <input type="checkbox"/> 496 <input type="checkbox"/>
Kanban colocado corretamente?		Sim <input type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>		

Data: / /					Notas	
Hora Verificação Kit ____:____			Kanban			
Hora Recolha Kit ____:____			OK <input type="checkbox"/> Abastecer <input type="checkbox"/>			
Hora Entrega Kit ____:____						
Quantidade de caixas		779 <input type="checkbox"/>	502 <input type="checkbox"/>	491 <input type="checkbox"/>	494 <input type="checkbox"/>	495 <input type="checkbox"/> 496 <input type="checkbox"/>
Kanban colocado corretamente?		Sim <input type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>		

Figura 48 - Lista de verificação de entrega de kit e de respetivo material relativo ao cabo de porta 105

Check-List Controlo Material Kit / Sinalização Kanban - GL3 - 973												
Data: / /						Notas						
Hora Verificação Kit ____:____				Kanban								
Hora Recolha Kit ____:____				OK	<input type="checkbox"/>	Abastecer	<input type="checkbox"/>					
Hora Entrega Kit ____:____												
Quantidade de caixas	888	<input type="checkbox"/>	502	<input type="checkbox"/>	491	<input type="checkbox"/>	494	<input type="checkbox"/>	495	<input type="checkbox"/>	496	<input type="checkbox"/>
Kanban colocado corretamente?		Sim	<input type="checkbox"/>	Não	<input type="checkbox"/>							

Data: / /						Notas						
Hora Verificação Kit ____:____				Kanban								
Hora Recolha Kit ____:____				OK	<input type="checkbox"/>	Abastecer	<input type="checkbox"/>					
Hora Entrega Kit ____:____												
Quantidade de caixas	888	<input type="checkbox"/>	502	<input type="checkbox"/>	491	<input type="checkbox"/>	494	<input type="checkbox"/>	495	<input type="checkbox"/>	496	<input type="checkbox"/>
Kanban colocado corretamente?		Sim	<input type="checkbox"/>	Não	<input type="checkbox"/>							

Data: / /						Notas						
Hora Verificação Kit ____:____				Kanban								
Hora Recolha Kit ____:____				OK	<input type="checkbox"/>	Abastecer	<input type="checkbox"/>					
Hora Entrega Kit ____:____												
Quantidade de caixas	888	<input type="checkbox"/>	502	<input type="checkbox"/>	491	<input type="checkbox"/>	494	<input type="checkbox"/>	495	<input type="checkbox"/>	496	<input type="checkbox"/>
Kanban colocado corretamente?		Sim	<input type="checkbox"/>	Não	<input type="checkbox"/>							

Data: / /						Notas						
Hora Verificação Kit ____:____				Kanban								
Hora Recolha Kit ____:____				OK	<input type="checkbox"/>	Abastecer	<input type="checkbox"/>					
Hora Entrega Kit ____:____												
Quantidade de caixas	888	<input type="checkbox"/>	502	<input type="checkbox"/>	491	<input type="checkbox"/>	494	<input type="checkbox"/>	495	<input type="checkbox"/>	496	<input type="checkbox"/>
Kanban colocado corretamente?		Sim	<input type="checkbox"/>	Não	<input type="checkbox"/>							

Data: / /						Notas						
Hora Verificação Kit ____:____				Kanban								
Hora Recolha Kit ____:____				OK	<input type="checkbox"/>	Abastecer	<input type="checkbox"/>					
Hora Entrega Kit ____:____												
Quantidade de caixas	888	<input type="checkbox"/>	502	<input type="checkbox"/>	491	<input type="checkbox"/>	494	<input type="checkbox"/>	495	<input type="checkbox"/>	496	<input type="checkbox"/>
Kanban colocado corretamente?		Sim	<input type="checkbox"/>	Não	<input type="checkbox"/>							

Data: / /						Notas						
Hora Verificação Kit ____:____				Kanban								
Hora Recolha Kit ____:____				OK	<input type="checkbox"/>	Abastecer	<input type="checkbox"/>					
Hora Entrega Kit ____:____												
Quantidade de caixas	888	<input type="checkbox"/>	502	<input type="checkbox"/>	491	<input type="checkbox"/>	494	<input type="checkbox"/>	495	<input type="checkbox"/>	496	<input type="checkbox"/>
Kanban colocado corretamente?		Sim	<input type="checkbox"/>	Não	<input type="checkbox"/>							

Figura 49 - Lista de verificação de entrega de kit e de respetivo material relativo ao cabo de porta 973