



ANÁLISE DE FLUXOS LOGÍSTICOS DE ABASTECIMENTO NA BUSINESS UNIT: ?CABOS DE ABERTURA DE PORTA?

ANA CAROLINA MATTOS DE LIMA

novembro de 2020

ANÁLISE DE PERDAS POR PARAGENS NA BUSINESS UNIT: “CABOS DE ABERTURA DE PORTA”

Ana Carolina Mattos de Lima

2020

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

ANÁLISE DE PERDAS POR PARAGENS NA BUSINESS UNIT: “CABOS DE ABERTURA DE PORTA”

Ana Carolina Mattos de Lima

Estudante n.º 1180149

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação do Doutor Francisco José Gomes da Silva.

2020

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

AGRADECIMENTOS

A realização desta tese de mestrado veio contribuir com o meu desempenho pessoal e contou com relevantes apoios e incentivos sem os quais não se teria tornado uma realidade.

Primeiramente o meu agradecimento à Deus por guiar-me.

Ao Professor Doutor Francisco José Gomes da Silva, pela orientação e disponibilidade cedida a mim, pelo saber que transmitiu, pelas opiniões e críticas, pelo esclarecimento de dúvidas, que contribuíram de modo assertivo para concluir este trabalho.

Aos meus familiares no Brasil, mesmo com a distância se fazem presente na minha vida. Em especial a minha irmã Dra. Nathália e família, pelas conversas, pelos conselhos e boas risadas.

Ao meu namorado Jaime Costa, por incentivar-me, e por estar ao meu lado quando eu mais preciso sendo meu companheiro.

Por último um agradecimento aos meus Pais, por serem modelos de coragem e persistência, pelo apoio incondicional, incentivo, amizade e paciência demonstrados, que acreditaram em mim, tendo cedido total apoio financeiro que tornaram meu sonho em realidade. A eles dedico este trabalho.

página propositadamente em branco

RESUMO

No contexto industrial, a indústria automóvel é essencial para o crescimento económico, sendo a produção de componentes um dos destaques que será abordado ao longo deste trabalho.

Esta dissertação foi desenvolvida na empresa Ficocables durante o período de estágio a pedidos da equipa da logística interna, que teve por base em coletar dados internos de todo o processo de fabrico, para ter em conta todo o tipo de classificação de perdas de produção da linha de produção chamada C519.

Os cabos de abertura de porta são cabos mecânicos que são desenvolvidos para estabelecer o funcionamento da porta ao ser acionado pelo manípulo, podendo ser feita pelo exterior e pelo interior. Estes cabos são denominados por cabos exteriores e cabos interiores.

Neste estudo, serão explícitos os passos de fabrico, como são produzidos, tendo em conta as suas características e particularidades de acordo com cada a referência, até a produção final de um cabo de porta.

Após a coleta de dados internos, os mesmos foram analisados e descritos de acordo com a literatura *Lean Manufacturing* e através de ferramentas da Qualidade. E para a análise da eficácia da produção, estes dados serão explorados através do indicador OEE por meio de cálculos de custos das perdas associadas a linha do C519, que faz se essencial para desenvolver melhorias ao serem aplicados.

Do presente estudo, foi possível concluir que a Ficocables tem perdas expressivas em vários setores, no que diz respeito ao processo de fabrico até a entrega ao cliente. Foram necessárias mudanças no produto em complemento a exigência do cliente Brose. Face a pandemia, as melhorias sugeridas neste trabalho não foram aplicadas, sendo sugeridas para um trabalho futuro.

PALAVRAS-CHAVE

Análise de fluxos, Fabrico de Cabos, Componentes, Fabrico de Espiral, Montagem de Cabos de Porta, Linha de Produção C519.

página propositadamente em branco

ABSTRACT

In the industrial context, the automotive industry is essential for economic growth, and the production of components is one of the highlights that will be addressed throughout this work.

This dissertation was developed in the company Ficocables during the internship period at the request of the internal logistics team, which was based on collecting internal data of the entire manufacturing process, to take into account all kinds of production losses classification of the production line called C519.

Door opening cables are mechanical cables that are developed to establish the operation of the door when activated by the handle and can be done from the outside and from the inside. These cables are called exterior and interior cables.

In this study, the manufacturing steps will be explicit, as they are produced, taking into account their characteristics and particularities according to each reference, until the final production of a door cable.

After collecting internal data, they were analyzed and described according to Lean Manufacturing literature and through Quality tools. And for the analysis of production efficiency, these data will be explored through the OEE indicator through cost calculations of losses associated with the C519 line, which is essential to develop improvements when applied.

From this study, it was possible to conclude that Ficocables has significant losses in several sectors, with regard to the manufacturing process until delivery to the customer. Changes in the product were necessary to complement the customer's requirement Brose. In face of the pandemic, the improvements suggested in this work were not applied, being suggested for future work.

KEYWORDS

Flow Analysis, Cable Manufacturing, Components, Spiral Manufacturing, Door Cable Assembly, C519 Production Line.

página propositadamente em branco

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS.....	5
RESUMO	I
ABSTRACT	III
ÍNDICE.....	I
ÍNDICE DE FIGURAS	I
ÍNDICE DE TABELAS	I
LISTAS DE SIGLAS E SÍMBOLOS.....	III
1. INTRODUÇÃO	7
1.1. Enquadramento e pertinência	7
1.2. Questão e objetivos de investigação.....	9
1.3. Opções metodológicas	9
1.4. Apresentação da empresa.....	11
1.5. Resultados esperados.....	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1. Melhoria da eficiência de linhas de produção	13
2.2. Lean Manufacturing	14
2.3. Ferramentas Lean Manufacturing em aplicação ao estudo.....	16
2.3.1. 5S.....	17
2.3.2. SMED.....	18
2.3.3. 5W2H	19
2.3.4. 8 Desperdícios.....	21
2.3.5. Análise SWOT	22
2.3.6. Value Stream Mapping.....	22
2.4. Ferramentas da Qualidade	23
2.4.1. Histograma	25
2.4.2. Diagrama de Pareto	26
2.4.3. Diagrama de Causa e efeito	26
2.5. Cadeia de Abastecimento.....	27
2.5.1. Modos de abastecimento às linhas.....	30
2.5.2. Interface/Linha abastecimento.....	31
2.5.3. Estudos de Otimização em logística interna	33
3. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA, DO PRODUTO, DO PROCESSO E DO PROBLEMA	35
3.1. Descrição da Empresa	35
3.1.1. Fluxo de materiais e de subproduto	38

3.2. Descrição do Produto	44
3.2.1. Caracterização da Linha C519	46
3.2.2. <i>Layout</i> da linha C519	50
3.3. Descrição do Processo.....	52
3.3.1. Fabricos de Espiral Laminada e Espiral Aramada	54
3.3.2. Revestimento de Cabo e de Espiral.....	60
3.3.3. Cortes de Espiral, Cabo, e Tubo Estrela	61
3.3.4. Injeção de <i>Zamak</i> Manual e <i>Zamak Robocop</i>	64
3.3.5. Sobreinjeção de Plástico – Terminal de Cabo	69
3.3.6. Linha de Montagem de Cabos Exteriores	70
3.3.7. Linha de Montagem de Cabos Interiores.....	75
3.4. Descrição do Problema.....	79
3.4.1. Perdas na Produção	82
3.4.2. Perdas na Qualidade	84
3.4.3. Perdas com Transportes Urgentes.....	88
3.4.4. Perdas nas Vendas	88
4. IDENTIFICAÇÃO DE ASPETOS A MELHORAR.....	90
5. IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS.....	92
5.1. 5S	92
5.2. Modificação do produto e alterações no equipamento	97
6. ANÁLISE CRÍTICA	99
7. CONCLUSÕES.....	101
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	103
ANEXO A - DOCUMENTAÇÃO DA LINHA DOS CABOS INTERIORES	107
ANEXO B - DOCUMENTAÇÃO DA LINHA DOS CABOS EXTERIORES	108
ANEXO C - FORMAÇÃO – FOLHA DE PRESENÇA.....	109
ANEXO D - TEMPLATE DAS ETIQUETAS KANBAN	111
ANEXO E - ESPAÇO DE CAIXAS REDEFINIDOS NO LAYOUT.....	112

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - <i>The Total Flow Management System</i> (Coimbra, 2009).....	8
Figura 2 - Características da <i>Action Research</i> (Adaptado de Tripp, 2005).....	10
Figura 3 - Aplicabilidades do OEE.....	13
Figura 4 - Atividades durante o <i>lead-time</i> (Adaptado de Ficocables, 2016).....	14
Figura 5 - Objetivos dos "5S".....	17
Figura 6 - Aplicação do SMED.....	19
Figura 7 - 5W2H.....	20
Figura 8 - Os 8 desperdícios Lean (Adaptado de <i>Lean Enterprise Institute, 2019</i>).....	21
Figura 9 - Definição SWOT.....	22
Figura 10 - Metodologia VSM (Adaptado de Juan M. Araya, 2015).....	23
Figura 11 - As sete ferramentas da qualidade (Adaptado de Sokovic <i>et al</i> , 2009).....	24
Figura 12 - Histograma (Ficosa, 2010).....	25
Figura 13 - Diagrama de Pareto (Ficosa, 2010).....	26
Figura 14 - Exemplo do Diagrama de Causa e Efeito (Dicionário Financeiro, 2017).....	27
Figura 15 - Design da Cadeia de Valor (Adaptado de Misni <i>et al</i> , 2017).....	27
Figura 16 - Metodologia Kaizen.....	29
Figura 17 - Exemplo de Supermercado (Kaizen Institute, 2015).....	30
Figura 18 - Exemplo de Trem logístico (Kaizen Institute, 2015).....	30
Figura 19 - Conceito de Milk-Run (Coimbra, 2009).....	31
Figura 20 - Bordos de Linha (Adaptado de Coimbra, 2009).....	32
Figura 21 - Nova Unidade com 7.800 m ² (Ficosa, 2018).....	35
Figura 22 - Organigrama Equipa <i>Supply Chain</i>	36
Figura 23 - Planta da Unidade de Aprovisionamento 2 (Ficocables, 2020).....	37
Figura 24 - Conversão do Fluxo de Processo para Fluxo do Produto (Adaptado de Ficocables, 2013)	38
Figura 25 - Mapa das principais sequências operatórias (Adaptado de Ficocables, 2013).....	39
Figura 26 - Critérios de Integração e Constituição de Módulos de Montagem (Adaptado de Ficocables, 2013).....	39
Figura 27 - Simplificação do fluxo → Fluxo de Produto (Ficocables, 2012).....	43
Figura 28 - Circuito Logístico do Módulo de Injeção e subfluxos (Ficocables, 2012).....	43
Figura 29 - Diferentes aplicações de cabos de comando no interior de um automóvel (Brose, 2020)	44
Figura 30 - Vista Explodida do Exterior/Interior da porta (Adaptado de ffguide.net).....	45
Figura 31 - Exemplo do modelo Ford Focus onde os cabos da Brose fabricados na Ficocables são aplicados.....	46
Figura 32 - Módulo de trava (Brose, 2020).....	47
Figura 33 - Vista do Cabo Exterior (Ficocables, 2019).....	47
Figura 34 - Vista do Cabo Interior (Ficocables, 2019).....	49
Figura 35 - <i>Layout</i> de blocos dos cabos exteriores.....	51
Figura 36 - <i>Layout</i> de blocos dos cabos interiores.....	51
Figura 37 - Máquina Chinesa de Fabrico de Espiral Laminada (Ficocables, 2018).....	54

Figura 38 - Máquina Chinesa a conformar a espiral laminada (Ficocables, 2020).....	55
Figura 39 - Ilustração da Espiral Laminada, em que o tubo de plástico já se encontra revestido pelo arame da espiral.....	56
Figura 40 - Arame fosfatado com 1,2 mm de diâmetro.....	56
Figura 41 - Extrusora EXP-007F	57
Figura 42 - Contentor com espiral aramada revestida.....	57
Figura 43 - Máquina Planetária	58
Figura 44 - Bobinas no interior da Máquina Planetária	59
Figura 45 - Arame a ser entrelaçado	59
Figura 46 - Imagem ilustrativa de um cabo metálico (Fonte: Adaptado de CMACABLE, 2015)	60
Figura 47 - Máquina de Revestir Cabo (Ficocables, 2020)	61
Figura 48 - Máquina de Corte de Espiral.....	62
Figura 49 - Máquina de Corte de Cabo	63
Figura 50 - Máquina de Corte de Tubo	63
Figura 51 - Barra de <i>Zamak</i> na linha de injeção (Ficocables, 2020).....	64
Figura 52 - Ilustração da Injeção Manual Cabos Exteriores (Ficocables, 2020)	65
Figura 53 - Primeira injeção de <i>Zamak</i> (Ficocables, 2020).....	66
Figura 54 - Máquina automática de corte e injeção de <i>Zamak</i> (Ficocables, 2020)	67
Figura 55 - Primeira injeção de <i>Zamak</i> (Ficocables, 2020).....	67
Figura 56 - Segunda injeção de <i>Zamak</i> cabos Interiores (Ficocables, 2020).....	68
Figura 57 - Cabo com segunda injeção de <i>Zamak</i> (Ficocables, 2020).....	68
Figura 58 - Modelo <i>Babyplast</i> 6/12V localizadas na LM Exteriores e Interiores (Ficocables, 2020) 70	
Figura 59 - Processo da Linha de Cabos Exteriores: modelação 3D em CATIA® (Ficocables, 2019) 74	
Figura 60 - Processo da Linha de Cabos Interiores: modelação 3D em CATIA® (Ficocables, 2019). 78	
Figura 61 - Diagrama de Ishikawa sobre as causas das perdas do C519.....	79
Figura 62 - Ecrã de entrada do <i>Software</i> BPCS.....	80
Figura 63 - Diagrama de Pareto relativo às perdas em horas por paragens na LM.....	82
Figura 64 - Evolução das Perdas em Euros na Produção ligada aos Subconjuntos Interiores.....	83
Figura 65 - Evolução das Perdas por Sucatas, Subconjuntos Interiores	84
Figura 66 - Histograma de Incidências na Linha de Fabrico do produto C519.....	84
Figura 67 - Quota de verificação de reclamações no ano de 2019	85
Figura 68 - Quota de verificação dos problemas ocorridos no ano de 2019 relativas ao produto C519	85
Figura 69 - Custos relacionados com a falta de Qualidade	87
Figura 70 - Gastos com Transportes Urgentes.....	88
Figura 71 - Decréscimo nas vendas relacionado a Eficiência	89
Figura 72 - Perdas das Vendas em Percentagem.....	89
Figura 73 - Linha de montagem de cabos interiores antes da aplicação dos "5S"	92
Figura 74 - Caixas com identificação manual afixadas nas caixas.....	93
Figura 75 - Resultado da aplicação dos "5S" na linha de montagem.....	94
Figura 76 - Etiqueta de Identificação Manual, mostrando as lacunas de preenchimento	94
Figura 77 - <i>Racks</i> de Cabos Exteriores com identificação manual	95
Figura 78 - <i>Racks</i> das referências com etiquetas Kanban	95
Figura 79 - Etiqueta Kanban afixada na caixa.....	96

Figura 80 - <i>Layout</i> de blocos de caixas de cabos interiores após redefinição	96
Figura 81 - <i>Clip</i> Modificado	97
Figura 82 - Modificação no corte de Espiral.....	97
Figura 83 - Modificação da agulha para os cabos interiores.....	98
Figura 84 - Agulhas para conformar o material sobreinjetado	98

página propositadamente em branco

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Sistema de Gestão	8
Tabela 2 - Conceitos relacionados com o <i>Lean Manufacturing</i>	14
Tabela 3 - Análise Crítica	15
Tabela 4 - Estudos realizados acerca do tema <i>Lean Manufacturing</i>	15
Tabela 5 - Os princípios das práticas 5S (Adaptado de <i>Creative Safe Supply</i>)	18
Tabela 6 - Passos da metodologia 5W2H	20
Tabela 7 - Os 8 desperdícios.....	21
Tabela 8 - Construção do Histograma	25
Tabela 9 - Níveis de tomada de decisão na cadeia de abastecimento.....	28
Tabela 10 - Dois métodos de abastecimento de linha (Adaptado de Coimbra, 2009)	32
Tabela 11 - Constituição dos módulos e necessidade de máquinas (Adaptado de Ficocables, 2013)	41
Tabela 12 - Identificação das Peças.....	45
Tabela 13 - Componentes auxiliares – Cabo Exterior	48
Tabela 14 - Componentes auxiliares – Cabo Interior	50
Tabela 15 - Cálculo de previsão de ocupação em cada processo de fabrico	53
Tabela 16 - Lista de Operações e Lista de <i>Poka-Yokes</i> !	71
Tabela 17 - Lista de Montagem e Posto de Preparação Exteriores	72
Tabela 18 - Simbologia das Linhas de Montagens	73
Tabela 19 - Ocupação da linha de Sobreinjeção de Cabos Exteriores	73
Tabela 20 - Lista de Operações – Cabos Interiores	75
Tabela 21 - <i>Poka-Yokes</i> na Sobreinjeção de Cabos Interiores e na Linha de Montagem de Cabos Interiores.....	76
Tabela 22 - Ocupação da linha de Sobreinjeção de Cabos Interiores.....	76
Tabela 23 - Posto de Preparação de Cabos Interiores	77
Tabela 24 - <i>Software's</i> Internos - Ficocables.....	80
Tabela 25 - Perdas na Produção.....	83
Tabela 26 - Causas das oito reclamações.....	86
Tabela 27 - Identificação de Causas I	90
Tabela 28 - Identificação de Causas II	90
Tabela 29 - Identificação de Causas III	91
Tabela 30 - Identificação de Causas IV	91
Tabela 31 - Análise SWOT	99

página propositadamente em branco

LISTAS DE SIGLAS E SÍMBOLOS

Lista de Siglas

5S	<i>Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke</i>
5W2H	<i>What, Why, Where, When, Who, How, How much</i>
AFIA	Associação de Fabricantes para a Indústria Automóvel
C519	Linha de Montagem da Ficocables de Cabos de abertura de porta
FMS	<i>Ficosa Manufacturing System</i>
IATF	<i>International Automotive Task Force</i>
IED	<i>Internal Exchange of Die</i>
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
JIT	<i>Just-in-Time</i>
LM	Linha de Montagem
MEGI	Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial
MOD	Mão de Obra
OED	<i>Outer Exchange of Die</i>
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
OEM	<i>Original Equipment Manufacturer</i>
P.Porto	Instituto Politécnico do Porto
PP	Polipropileno
PVC	Policloreto de Vinilo
PY	<i>Poka-Yokes</i>
SCM	<i>Supply Chain Management</i>
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
SWOT	<i>Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats</i>
TFM	<i>Total Flow Management</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
TU	Transportes Urgentes
UAP	Unidade de Aprovisionamento
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>

Lista de Unidades

<i>C</i>	Celsius
<i>kg</i>	Quilograma
<i>m</i>	Metros
<i>mm</i>	Milímetros
<i>sec</i>	Segundos

Lista de Símbolos

€	Euros
%	Porcentagem
=	Igual a
≤	Menor ou igual
≥	Maior ou igual
+	Adição
×	Multiplicação
/	Divisão

página propositadamente em branco

1. INTRODUÇÃO

Nesta primeira parte engloba-se a importância do estudo e sua significativa influência no mercado europeu de componentes para a indústria automóvel. Encontram-se nos subcapítulos, enquadramento e pertinência, questão e os objetivos de investigação, opções metodológicas, apresentação da empresa e resultados esperados.

1.1. Enquadramento e pertinência

O setor automóvel apresenta uma forte dinâmica a nível mundial. A maior parte das ideologias de gestão industrial foram desenvolvidas no âmbito do setor automóvel e a sua aplicação influenciou diversos setores (Coimbra, 2003).

O setor dos componentes é o mais representativo na indústria automóvel, pois o seu crescimento constante gera cada vez mais empregos, fomentando a economia. Segundo a AFIA (2015), o setor de produção de componentes para a indústria automóvel é “o mais significativo, agregando cerca de 200 empresas, o que representa 42.000 postos de trabalho”.

Em 2015, o setor de produção de componentes exportou 84 por cento da sua produção, sendo que entre 2007 e 2015 as exportações aumentaram 20 por cento” (Aicep Portugal Global, 2016) É de notar que o avanço tecnológico dos processos no setor industrial se baseia em grande parte na logística e na gestão da cadeia de valor, representando uma escolha assertiva de investimento.

“O setor recebe frequentemente investimentos para a implementação de projetos inovadores e novos produtos, o que demonstra a confiança dos investidores na indústria automóvel portuguesa. O investimento promovido no setor da produção das componentes assenta na inovação ao nível da engenharia de processos e de produtos, contribuindo assim para a produtividade nacional, a criação de emprego e o aumento das exportações” (Aicep Portugal Global, 2016)

Para que haja uma integração dos componentes produzidos e sua gestão, deve-se ter o controlo dos fluxos de materiais e de produção. Assim, existe a necessidade de conhecer profundamente todas as fases que constituem o processo. Este plano de ação é conhecido em inglês como *supply chain*, que significa cadeia de abastecimento.

Na cadeia de abastecimento, devemos ter em conta a organização de fluxos de materiais, fluxos de produção e fluxos de informações relativamente à produção. O conceito chamado *pull flow* (fluxo puxado) leva em consideração a procura dos clientes, o que significa que a produção só deve produzir de acordo com o consumo ou ordens do cliente, evitando *stock*. Entende-se que um sistema de gestão de fluxo total abrange toda a cadeia de abastecimento de uma determinada unidade fabril. Este modelo de gestão de fluxo total (TFM – *Total Flow Management*) é representado na Figura 1 e estruturado na Tabela 1 (Coimbra, 2009).

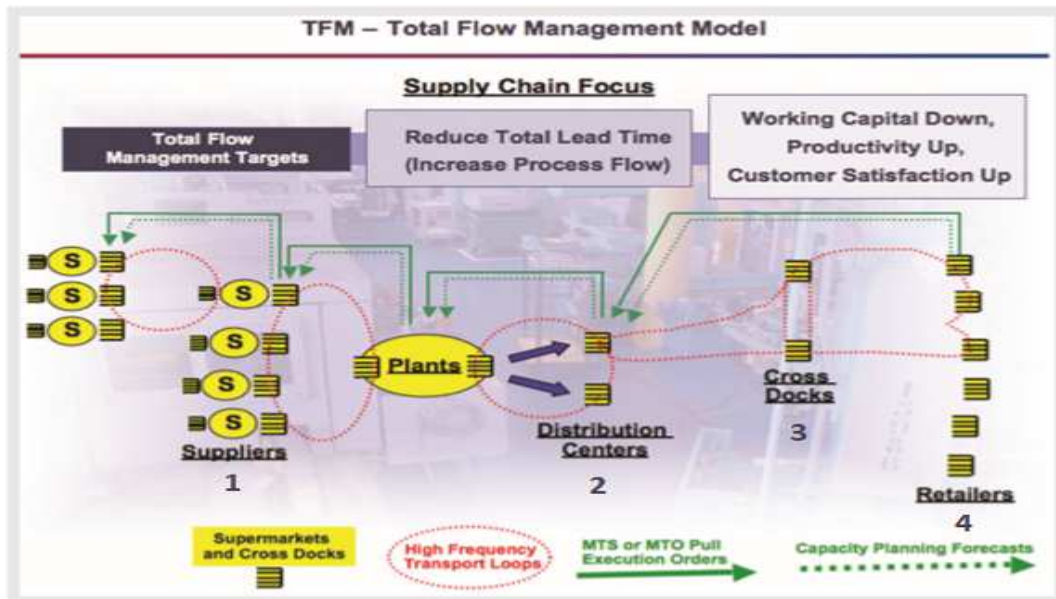


Figura 1 - *The Total Flow Management System* (Coimbra, 2009)

Tabela 1 - Sistema de Gestão

① **Fornecedores**

Os fornecedores distribuem com a matéria-prima e os componentes para a unidade fabril. Este fornecimento possui alta frequência, estando sinalizado pelos *loops*¹ a vermelho.

② **Centro de Distribuição**

A mercadoria é recebida num armazém e é preparada para o carregamento e distribuição.

③ **Cross Docking (Sistema de distribuição)**

Sistema de redistribuição no qual a mercadoria que é recebida não é armazenada.

④ **Revendedores**

Estabelecimento que compra um item e depois revende ao cliente.

Ainda segundo (Coimbra, 2009), o objetivo é reduzir a espera de tempo total na gestão da cadeia de abastecimento. Considera-se que o *lead time* é o tempo que leva uma unidade de um produto a percorrer todo o processo da cadeia. A redução do tempo de espera ajuda a eliminar o que chamamos de *muda* (desperdício) e cria-se um fluxo de material.

Sistemas, processos e padrões rigorosos são absolutamente necessários para criar e manter esse fluxo e garantir (Coimbra, 2009):

- custo reduzido;

¹ Do termo inglês, seu significado é circuito. No contexto traduz: um circuito de repetição dentro de um programa.

- redução do capital em circulação;
- aumento da produtividade;
- melhoria da qualidade;
- níveis mais elevados de atendimento ao cliente e satisfação.

De acordo com (Ohno, 1997), existem dois tipos de fluxos: um fluxo contínuo de materiais e um fluxo de informações. A estratégia é eliminá-los, pois o tempo de espera não agrega valor e gera desperdícios. Ao longo deste trabalho, será estudado todo o processo da cadeia de gestão de uma linha de montagem e ações que envolverão a melhoria da mesma.

1.2. Questão e objetivos de investigação

A indústria moderna sofre uma intensa pressão em relação ao fabrico de materiais, e aumentar a competitividade é essencial. (Rosa *et al*, 2017). Assim, encontrar os meios para otimizar os processos internos, faz parte da adaptação às mudanças exigidas pelo mercado, por forma a atender à procura de forma eficiente, cumprir cronogramas, minimizar *stocks*, investir na melhoria contínua e eliminar os desperdícios.

Deste modo, de acordo com o tema em estudo na presente dissertação, «Análise de perdas por paragens na *Business Unit*²: “Cabos de abertura de porta”», podemos questionar: como eliminar os desperdícios de produção através da análise das perdas por paragens na linha?

O presente trabalho tem como objetivo identificar e implementar melhorias, principalmente na área de injeção e respetiva linha de produção C519, de forma a encontrar novas soluções que visem não só a otimização dos fluxos, mas também a eliminação dos desperdícios, através do correto cumprimento das ordens de produção.

Com base na questão de investigação acima citada, são considerados como principais objetivos deste estudo os seguintes pontos:

- Comprometer toda a equipa, em atribuir metas e objetivos alcançáveis;
- Mapear e identificar os fluxos da linha de produção;
- Medir e analisar as perdas em termos efetivos, e detetar o seu impacto financeiro;
- Implementar novos métodos de trabalho e treinar convenientemente toda a equipa de apoio;
- Minimizar os desperdícios de produção não-planeados;
- Projetar e implementar melhorias.

1.3. Opções metodológicas

O método científico escolhido para desenvolver o estudo é o hipotético-dedutivo, no qual a sua estrutura envolve fazer observações, organizar as hipóteses de resolução do problema, validá-las através da teoria, reorganizar, se necessário, e testar as conclusões. Este método é, de acordo com (Marcos & Marcos, 1999), um dos mais frequentes na investigação empírica, possivelmente porque “permite hipóteses precisas e quantificáveis” (Bresser-Pereira, 2009).

² Do termo inglês, seu significado é Unidade de Negócio.

A abordagem utilizada será a investigativa-quantitativa, na qual serão extraídos dados numéricos de um sistema, num intervalo de tempo de seis meses de recolha de informação, e após serem postas em prática as ações de melhoria, serão reavaliados os referidos dados e comparados para uma análise *a posteriori*.

A metodologia deste trabalho fundamenta-se no método “*Action Research*” (Pesquisa de Ação). Ao implementar *action-research*, um determinado grupo de pessoas identificam o problema, planeiam ações para os solucionar, implementam, monitorizam e avaliam a sua eficácia. Do termo literário, a pesquisa de ação é identificada em quatro processos diferentes: diagnóstico, participante, empírico e experimental (Chein *et al*, 1948).

No seu artigo (Tripp, 2005) propõe como definição de *action research*: “forma de investigação de ação que emprega técnicas de pesquisa reconhecidas para informar as ações tomadas para melhorar a prática”. Este método, de aplicação multidisciplinar, apresenta diversas vantagens relativamente a outros métodos, tal como demonstra a Figura 2.

Action Research

- Inovadora.
- Contínua: não é apenas uma observação ocasional.
- Estrategicamente pró-ativa: induz mudanças conforme os resultados da pesquisa.
- Participativa: inclui todos os envolvidos no fenómeno em causa.
- Intervencionista: experimental no cenário em estudo.
- Problematizada: focada num dado fenómeno em estudo.
- Deliberada.
- Documenta o progresso da pesquisa.
- Centra-se na compreensão de fenómenos.
- Conhecimento disseminado através do ensino.

Figura 2 - Características da *Action Research* (Adaptado de Tripp, 2005)

1.4. Apresentação da empresa

O grupo Ficosa Internacional nasceu em 1949, através da junção de ideias concebidas pelas famílias Pujol e Tarragó. A área de negócio deste grupo reside no fabrico de componentes para a indústria automóvel. Atualmente, a Ficosa Internacional está presente em três continentes (Ásia, América e Europa) e em dezoito países, sendo líder na conceção e fabrico de vários componentes para a indústria automóvel. Um fator de sucesso para garantir qualidade global e altos níveis de serviço é o sistema pelo qual a Ficosa se rege, o FMS (*Ficosa Manufacturing System*), que lhe permite ter a imagem de marca “made by Ficosa”. Este sistema assenta em quatro princípios: *Just-In-Time*, Foco na Qualidade, Melhoria Contínua e Compromisso e Alta *Performance* das Equipas (Ficocables, 2006).

A atividade da Ficocables, Lda. foi iniciada em Portugal pela Teledinâmica, numa garagem em Vila Nova de Gaia, com três funcionários e gerida pelo Eng.º Franco Dias. A Ficocables, Lda. é uma empresa de fabrico de componentes para a indústria automóvel, tendo iniciado a sua atividade em 1971.

Em 1972, a Teledinâmica associou-se à firma Pujol e Tarragó, atual líder do grupo Ficosa Internacional, com sede em Barcelona. De facto, a Ficocables, Lda. foi então o primeiro investimento na Europa do Grupo Ficosa. Em 1980, começou a exportar para a Fiat Italiana e para vários construtores europeus, iniciando assim o seu processo de expansão, vendendo para o mercado externo. Em 1981, a empresa mudou as suas instalações na Maia, fruto do seu crescimento para o mercado exterior.

A unidade fabril da Maia possui duas unidades de negócio: Sistemas de Conforto e Sistemas de Porta e Assentos, unidade na qual é desenvolvido este projeto. Na unidade de negócio Sistemas de Porta e Assentos são produzidos cabos de acionamento mecânico para aplicação em sistemas de elevadores de janela, travão de mão, acelerador, abertura de porta, *capot* e mala. Na unidade de negócio Sistemas de conforto, são produzidos sistemas lombares de conforto para as costas e banco de assento (*cushion*³). A Ficocables recebeu vários prémios nos últimos anos, como reconhecimento do seu *know-how* e produtos de qualidade. Isso inclui o prémio *Toyota Motor Europe* de 2015, que reconhece a excelência das soluções fornecidas.

1.5. Resultados esperados

Este trabalho será feito pela recolha e análise de informação sobre:

- Os principais fluxos;
- *Design* da Linha de Montagem;
- Área disponível (produção, logística, manutenção);
- Processos produtivos e respetivos equipamentos;
- Família de produtos;
- Volumes de produção (grandes séries).

³ É um sistema de assento flexível, situado por baixo dos estofos inferiores do banco do automóvel.

O intuito deste trabalho será traçar diretrizes no setor da linha de montagem da unidade fabril da Ficocables. A aplicação da ferramenta Diagrama de *Ishikawa* e Diagrama de Pareto irá trazer muitos benefícios para a organização em termos de desperdícios. Exemplificando, no contexto: evitar paragens da linha de produção, evitar incumprimentos das ordens de produção, eliminar os desperdícios da linha de montagem, consciencializar os colaboradores no que toca à sua função, evitar atrasos nas entregas de encomendas ao cliente e estipular o tempo de ciclo correto em função da produção. Efetivamente, são inúmeros os benefícios gerados pela aplicação desta ferramenta.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo é realizada uma revisão bibliográfica tendo por base o tema, com vista à criação do suporte teórico para o desenvolvimento desta dissertação. Para a avaliação da linha de montagem será estudada a importância da ferramenta VSM⁴ numa visão *Lean Manufacturing*, tendo em vista analisar e reestruturar seus processos.

2.1. Melhoria da eficiência de linhas de produção

Para uma análise da eficiência das linhas de produção, é importante saber o que é o Sistema de Produção Toyota (TPS – *Toyota Production System*): “O TPS é uma sequência de operações com o objetivo de melhorar a produtividade, reduzindo atividades desnecessárias, irracionais e irregulares, diminuindo assim os custos de produção” (Warren, 2017).

Ao pensar no contexto industrial, é relevante mensurar como os equipamentos (máquinas) são conduzidos, e de que forma contribui diretamente com o desempenho, ou até mesmo, com o sucesso da empresa, e para isto ser aplicável, usa-se o indicador nomeado por OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) (Dias *et al*, 2019). Este indicador influencia a produtividade, a eficiência da mão-de-obra, favorece o nível da qualidade de produção e satisfação do cliente. É considerado um indicador “tridimensional”, pois tem por características (Silva J. P., 2009):

- Disponibilidade: quanto tempo útil o equipamento tem para funcionar/produzir;
- Eficiência: expressa durante o funcionamento do equipamento, isto é, a capacidade de produzir à cadência nominal;
- Qualidade: em produzir o produto, obtida pelo processo em que o equipamento está inserido.

Na figura 3 Ilustra-se aplicações adicionais ao indicador OEE.



Figura 3 - Aplicabilidades do OEE

⁴ Da literatura: *Value Stream Mapping*. Tradução: “Mapeamento do Fluxo de Valor”.

Na Figura 4 é esquematizado o *lead time*⁵, o qual contém tarefas de valor acrescentado e desperdícios, mostrando que é necessário eliminar os desperdícios e fazer prevalecer atividades de valor acrescentado.

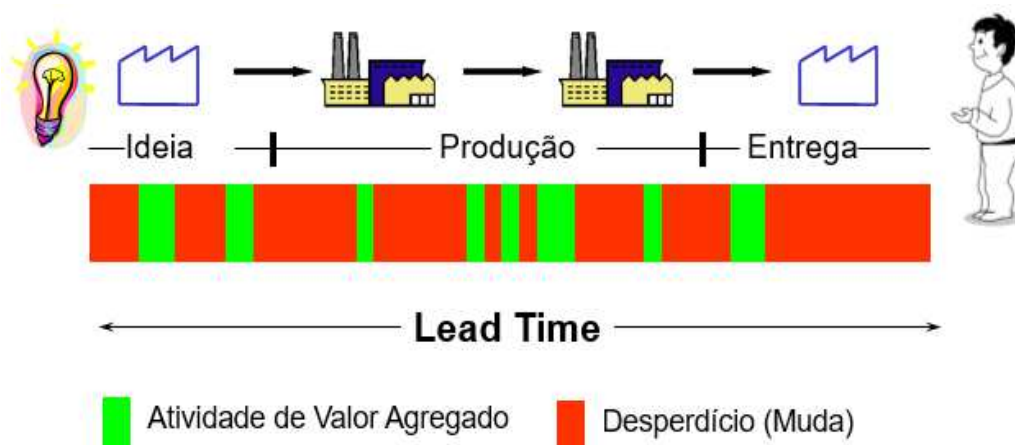


Figura 4 - Atividades durante o *lead-time* (Adaptado de Ficocables, 2016)

2.2. Lean Manufacturing

Poderá considerar-se para o *Lean Manufacturing* a seguinte definição: “conjunto abrangente de técnicas que, quando combinadas e amadurecidas, permitirão reduzir e, em seguida, eliminar os desperdícios normalmente encontrados nas atividades produtivas. Este sistema não só tornará a empresa *Lean*, mas também mais flexível e ágil, reduzindo o desperdício” (Wilson, 2010).

Na Tabela 2 são apresentados alguns conceitos relacionados com o *Lean* na visão de diferentes autores.

Tabela 2 - Conceitos relacionados com o *Lean Manufacturing*

Referências bibliográficas	Definição
(Feld, 2001)	De acordo com o autor, é necessário possuir uma visão holística, isso quer dizer, olhar o processo no seu contexto por partes e na sua totalidade. Estabelece cinco elementos-chave associados ao fabrico, sendo eles: fluxo de fabrico, organização, controlo do processo, métricas e logística.
(Ohno, 1997)	Define que a melhor maneira de trabalhar uma linha de produção é ter todas as peças para montar o produto junto a linha, este conceito chama-se <i>just-in-time</i> (momento exato).
(Jeffrey, 2006)	Baseia-se nas decisões de gestão a longo prazo, criando um fluxo de processo contínuo, usando sistemas “ <i>pull</i> ” para evitar produção excessiva. Caracteriza a relação entre o fluxo e o

⁵ Do termo inglês, seu significado é “Tempo de espera”.

	processo. Primeiramente, deve-se compreender o propósito e, a partir deste, tentar eliminar os desperdícios.
(Schipper & Swets, 2010)	Ser <i>Lean</i> é utilizar um método padrão e repetível. Este princípio define um forma de pensar eficiente, através do exemplo a ser seguido.

Tabela 3 - Análise Crítica

A análise da literatura consultada permite concluir que, ao definir *Lean*, se deve pensar no seu contexto global. A prioridade é eliminar todo e qualquer tipo de desperdício, sendo eles: em termos de qualidade, preço, entrega, ou conformidade com a variação da procura. Caracteriza-se por ser uma filosofia de melhoria contínua utilizada na ótica industrial. O pensamento *Lean* vai também para além da produção, sendo aplicável no dia-a-dia, tendo em conta a relação do tempo e o que é desperdiçado em tarefas que não acrescentem algo de significativo.

Existem imensos artigos relacionados com o *Lean Manufacturing* desenvolvidos por estudiosos sobre o tema. Essas ferramentas *Lean* são abordadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Estudos realizados acerca do tema *Lean Manufacturing*

Autores	Descrição dos trabalhos
(Antoniolli et al, 2017)	Este artigo refere-se sobre a metodologia chamada <i>Standard Work</i> ⁶ , seus conceitos e aplicação numa empresa cujo a linha de produção são componentes automotivos. Foram analisados os parâmetros coletados e a real situação, com objetivo de aprimorar a eficiência, produtividade e capacidade da LM estabelecendo operações padronizadas e ajustando o fluxo de produção de acordo com as estações de trabalho. Esta ferramenta reduziu a diferença nos tempos de operação de cada turno de trabalho, maximizando o indicador OEE ⁷ (<i>Overall Equipment Effectiveness</i>).
(Guariente et al, 2017)	O trabalho foi desenvolvido numa empresa do setor automóvel, na área da manutenção. O trabalho visou a aplicação de ferramentas 5S, Manutenção Total da Produção e Gestão Visual. O objetivo do trabalho visou a redução das paragens por falhas nos equipamentos. Após a aplicação das ferramentas selecionadas, verificou-se um aumento em 10% na disponibilidade da máquina e um aumento de 8% na eficácia global do equipamento OEE..

⁶ É um meio de estabelecer procedimentos padronizados e precisos para produzir produtos de maneira mais segura, fácil e eficaz.

⁷ Indicador de eficiência que mede a relação de tempo real e tempo teórico, considerando Disponibilidade, Eficiência e Qualidade.

(Rosa et al, 2018)

O estudo refere-se a ferramentas de otimização no processo produtivo com o objetivo de mapear as atividades e o tempo gasto em cada atividade. Analisa-se as ineficiências através das ferramentas de melhoria *Lean*, sendo elas, Ciclo PDCA, 5S, SMED, Gestão Visual e *Standard Work*. Este trabalho permitiu otimizar os processos numa linha de montagem, eliminando as tarefas que não agregavam valor, tendo em conta a produção real e a procura estabelecida.

(Correia et al, 2018)

Neste trabalho, pretendeu-se proceder à otimização das linhas de montagem usando a ferramenta *Value Stream Mapping*, compreendendo as operações e a forma como as tarefas estão organizadas no contexto temporal, para identificar os gargalos e atividades que não agregam valor às operações. Com o estudo realizado, foi obtido um acréscimo de aproximadamente 10% na eficiência, através da modificação dos postos de trabalhos e aplicação de novas metodologias para se realizar cada tarefa.

(Rosa et al, 2017)

Este trabalho apresentou a abordagem realizada para a redução do *lead time* como forma de aumentar a produtividade e melhorar a competitividade numa linha de montagem. Foram implementadas as metodologias SMED (*Single Minute Exchange of die*), 5S, gestão visual e trabalho padrão (*standard work*). O SMED promoveu a redução no tempo de troca das ferramentas (*setups*). Após a aplicação da metodologia foi obtida uma redução de 58,3% na troca de moldes na injeção *Zamak*⁸, a qual correspondeu à redução a 210 min. Os resultados foram significativos e implementação foi realizada neste projeto e em outros em curso.

2.3. Ferramentas Lean Manufacturing em aplicação ao estudo

No contexto de *Lean Manufacturing* irão ser estudadas algumas ferramentas de apoio a gestão que serão descritas ao longo deste subcapítulo. As ferramentas selecionadas para a elaboração desta dissertação foram:

- 5S;
- SMED (*Single Minute Exchange of Die*);
- 5W2H;
- 8 desperdícios;
- VSM (*Value Stream Mapping*).

⁸ É composta por ligas metálicas, Zinco-Alumínio-Magnésio-Cobre. Na indústria são utilizadas para diferentes finalidades, no contexto em estudo é usado como puxador de maçanetas.

2.3.1. 5S

O conceito geral da metodologia 5S é que se pretendem eliminar desperdícios (Osada, 1993). Os 5S enfatizam o uso de uma mentalidade e ferramentas específicas para criar eficiência e valor. Para que esta ferramenta seja desenvolvida, é preciso analisar o meio onde deverá ser aplicado e todos os aspectos relacionados com a pesquisa de desperdícios que possam interferir nesse processo. Após a sua identificação, estes devem ser eliminados. Na figura 5 podemos referir este conceito tendo em conta três diretrizes.



Figura 5 - Objetivos dos "5S"

Para (Suzaki, 2013) “uma das melhores formas para determinar a atitude de desenvolvimento numa empresa é simplesmente passear pela fábrica e observar o nível de *“housekeeping”* da área produtiva. Se formos observadores, dirá mais sobre a empresa do que qualquer relatório financeiro”.

Entre os principais benefícios da implementação do 5S estão (International Trade Center, 2012):

- o local de trabalho torna-se mais limpo, mais seguro, bem organizado e agradável;
- a utilização da área útil é aprimorada;
- o fluxo de trabalho torna-se mais suave e as atividades mais sistemáticas e as atividades de valor não-agregado são reduzidas;
- o tempo para encontrar ferramentas, materiais e documentos são minimizado;
- as falhas das máquinas são reduzidas, pois os equipamentos limpos e bem cuidados avariam com menos frequência, torna-se mais fácil diagnosticar e reparar antes que ocorram falhas, prolongando assim a vida útil do equipamento;
- os erros são minimizados, levando à fabricação de produtos sem defeitos;
- os desperdícios do consumo de materiais são minimizados;
- a moral e a satisfação dos funcionários melhoram;
- a produtividade da organização melhora, assim como a qualidade dos produtos e serviços.

Os 5S referem-se a cinco siglas em japonês que traduzidas começam com a letra S e são usadas para descreverem os passos a serem praticados.

Tabela 5 - Os princípios das práticas 5S (Adaptado de *Creative Safe Supply*)

Termo em Japonês	Termo em Inglês	Tradução	Definição
SEIRI	Sort	Organização	Ordenar os materiais, manter apenas os itens essenciais e necessários para completar tarefas. Esta ação envolve analisar todo o conteúdo do espaço de trabalho para determinar quais são os necessários e, os que não são usados, devem sair da área de trabalho.
SEITON	Set in Order	Ordenação	Verificar que todos os itens estão organizados/arrumados no local próprio. Organizar o posto de trabalho de forma lógica para facilitar a conclusão das tarefas. Isto envolve frequentemente colocar itens em locais ergonómicos onde as pessoas não precisarão de se dobrar ou fazer movimentos extras para os alcançar.
SEISO	Shine	Limpeza	Esforços proactivos para manter as áreas de trabalho limpas e ordenadas, para garantir a correta realização do trabalho. Isto significa limpar e manter o espaço de trabalho recém-organizado. Pode envolver tarefas rotineiras como esfregar, limpar, ou, realizar manutenção em máquinas, ferramentas e outros equipamentos.
SEIKETSU	Standardize	Uniformização	Criam-se um conjunto de práticas padronizadas de trabalho. Exemplo: ajudas visuais para entender e manter a norma, regularizar tudo que seja fácil de detetar em situações anómalas, assegurar que tudo é posto no seu devido lugar, etc. Aplicando na prática as metodologias anteriores.
SHITSUKE	Sustain	Disciplina	Sustentar novas práticas e realizar auditorias para manter a disciplina. Isto significa que os quatro "S" anteriores devem ser continuados ao longo do tempo. É uma forma de autodisciplina imposta aos colaboradores, que a devem entender como um hábito .

2.3.2. SMED

A metodologia SMED (*Single-Minute Exchange of Die*) dada a conhecer por Shigeo Shingo foi desenvolvida em 1969 durante uma averiguação de melhoria na Toyota Motors. SMED é diminuição do tempo gasto na troca do molde (*setup*) que se faz na máquina.(...)“cortou o tempo de configuração numa prensa de 1.000 toneladas, de quatro horas para três minutos” (Shingo, 1985).

Foi descrito na literatura que há dois tipos de *Setup*:

- Setup interno (*Internal setup - IED*): montagem ou remoção de moldes, que só é realizado quando a máquina não está em uso.
- Setup externo (*Outer setup - OED*): transporte de moldes antigos para o armazém e transporte de novos moldes para a máquina, podendo ser realizados quando a máquina está em uso.

De acordo (Mahoney, 1997) núcleo do JIT-*Just-in-Time*⁹ é a redução dos tempos de Setup. Torna a empresa mais flexível e capaz de responder a alterações de mercado ou de produção.

Para (Wilson, 2010), SMED é uma das principais armas para combater a produção em lotes e, conseqüentemente, a existência de stock.

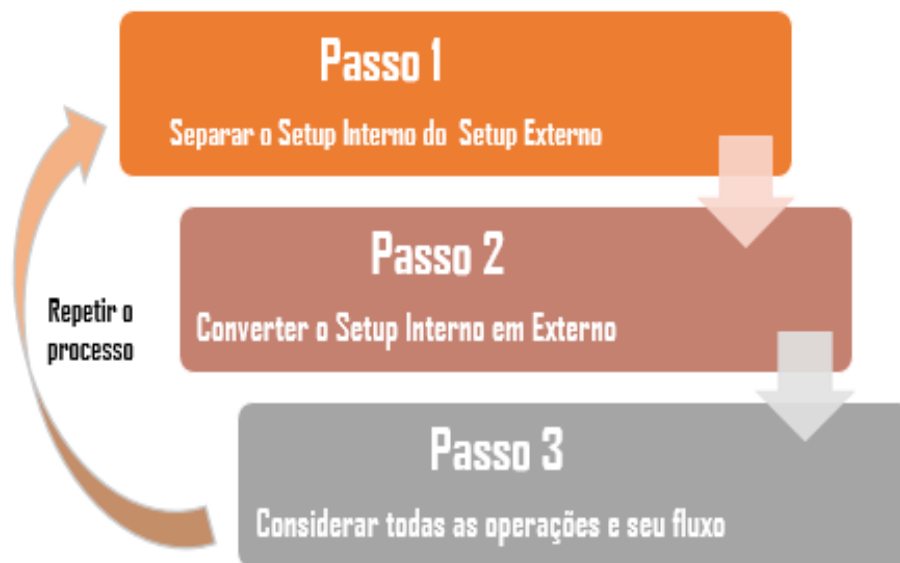


Figura 6 - Aplicação do SMED

A diminuição de tempo é de grande importância na produção *Lean*, pois influencia na eficácia e na produtividade. Este método permite minimizar o tempo necessário para trocar o molde de uma referência a outra para se produzir, isto é, encurtar o processo de trocas de moldes, para evitar qualquer tipo de perda, inclusive atrasos na linha de produção.

2.3.3. 5W2H

É um método de resolução de problemas para um plano efetivo de ação, sendo considerado também uma ferramenta de gestão simples e de fácil uso.

Para (Veyrat, 2016), o “5W2H foi criado, para garantir que não ocorram perdas. Esclarece completamente todas as questões possíveis que possam surgir sobre quaisquer processos de negócios em torno de uma empresa”.

São compostas de sete perguntas listadas a seguir: *What?* (O que); *Why?* (Por quê); *Where?* (Onde); *When?* (Quando); *Who?* (Quem); *How?* (Como); *How much?* (Quantos).

⁹ É um termo inglês, que significa literalmente “na hora certa” ou “momento certo”.

Na figura 7 estão ilustradas as perguntas e logo após na Tabela 7 verificam-se as questões.

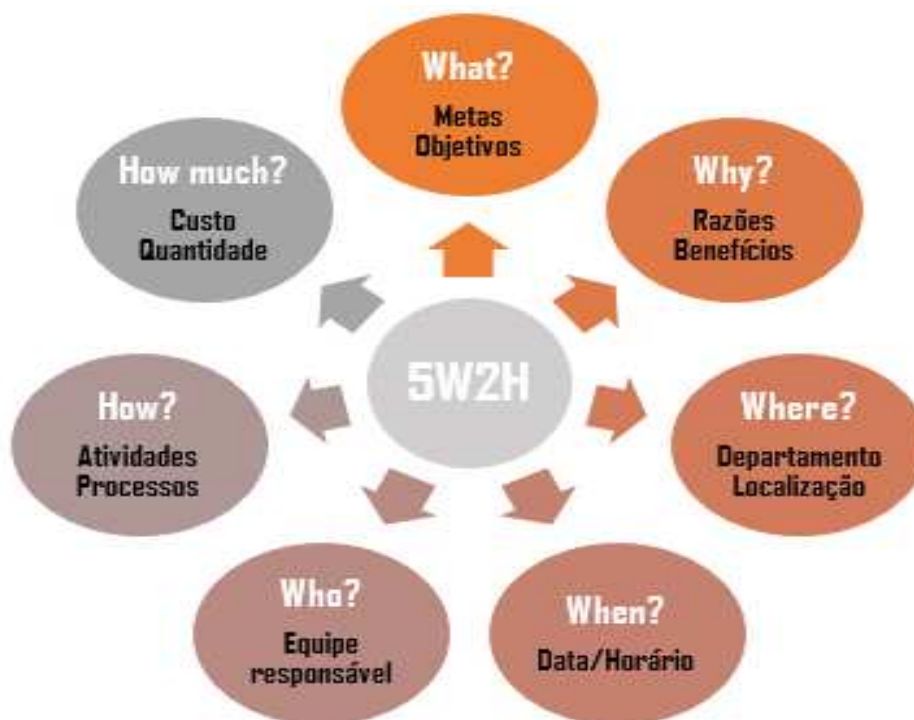


Figura 7 - 5W2H

Tabela 6 - Passos da metodologia 5W2H

O quê?	Qual é o problema nas definições operacionais?
Porquê?	Porquê? Indicar quaisquer explicações conhecidas do problema.
Onde?	Identificar a localização do defeito, geograficamente ou por peça.
Quando?	Identificar a hora em que o problema começou e o histórico anterior.
Quem?	Identificar o cliente (usuário) que está reclamando.
Como?	Identificar a situação ou o modo de operação quando ocorreu o problema.
Quantos?	Quantificar a extensão e a gravidade do problema.

Segundo (Ávila, 2015), o “5W2H é usado quando a empresa deseja executar tarefas com mais eficiência e agilidade, aumentando assim a produtividade como um todo”.

Apresentam-se algumas ações nas quais a ferramenta pode ser utilizada.

- Incrementar os ganhos da empresa;
- Aumentar a carteira de clientes;
- Reduzir os custos;
- Definir a estratégia de vendas;
- Planear a manutenção de equipamentos num dado setor.

2.3.4. 8 Desperdícios

Segundo (Gunjan & Desai, 2016), existem oito tipos de desperdícios na cultura *Lean Manufacturing*. Sabe-se que, inicialmente, haviam sete desperdícios relacionados com a produção, e o oitavo desperdício está diretamente ligado à capacidade de gerir a utilização de pessoas. (Silva & Ferreira, 2019).

Após a adoção do oitavo desperdício, talento não utilizado, foi determinado um acrónimo, "DOWNTIME" (tempo de inatividade), para ajudar a lembrar os tipos de desperdícios (Cunningham, 2020).

D	Defeito (Defects)
O	Sobreprodução (Overproduction)
W	Espera (Waiting)
N	Negligência do Talento Humano (Neglect of Human Talent/Unused Talent)
T	Transporte (Transport)
I	Inventário (Inventory)
M	Movimento (Motion)
E	Produção Excessiva (Excess Processing - Over/Extra Processing)

Figura 8 - Os 8 desperdícios Lean (Adaptado de *Lean Enterprise Institute, 2019*)

Na Tabela 7 temos a definição dos conceitos do *DOWNTIME*.

Tabela 7 - Os 8 desperdícios

Defeito	Podem causar retrabalho, gera o uso adicional de mão-de-obra e ferramentas.
Sobreprodução	Produz-se mais do que o necessário, gerando stocks que envolvem o custo de recursos gastos sem necessidade, e ainda o custo posterior de armazenamento.
Espera	Sempre que bens ou tarefas não são transferidos de posto para posto, o desperdício ocorre. É de fácil percepção, pois é detetado através do tempo perdido.
Negligência do talento humano	Subaproveitamento da criatividade, utilização ineficiente dos colaboradores em relação ao seu potencial, falta de investimento na formação do colaborador.
Transporte	Movimentação de recursos (materiais) e esta não agrega valor ao produto. Frequentemente, o transporte pode forçá-lo a pagar taxas extras por tempo, espaço e maquinário.
Inventário	Incremento do stock para suprir eventuais necessidades de um cliente. Consome recursos e representa custos.
Movimento	Inclui movimentações de funcionários (ou equipamento) que são complicados e desnecessários. Aumenta-se o tempo de produção.
Produção Excessiva	Reflete o trabalho que não agrega valor ou que traz mais valor do que é exigido. Produção para além do necessário..

2.3.5. Análise SWOT

Consiste num modelo de avaliação de uma organização no mercado e promove uma visão que diferencia o ambiente interno e externo da organização, tornando os planos em estratégias competitivas (Phadermrod, Crowder, & Wills, 2016).

Pode-se afirmar que para (Gürel & Tat, 2017), “o planeamento estratégico é uma forma de ajudar uma organização a ser mais produtiva, ajudando a orientar a alocação de recursos para alcançar metas”.

É considerada uma ferramenta estratégica de melhoria contínua, facilita a análise global de um estado ou processo. Sua sigla em inglês determina quatro diretrizes de atuação, as quais são apresentadas na Figura 9:



Figura 9 - Definição SWOT

A matriz SWOT propõe uma observação das oportunidades e ameaças, as quais são descritas como fatores internos e externos, simultaneamente. Podem interferir no plano de ação da organização, o que significa que poderão interferir com os objetivos da mesma, levando em consideração a sua missão, visão e valores (Chiavenato & Sapiro, 2009).

- São descritos como fatores internos aqueles sobre os quais a organização tem controlo, sendo considerados como diretrizes e estratégias de atuação que dependem da atuação dos próprios colaboradores e membros da organização.
- São descritos como fatores externos os que não dependem da organização. Assim sendo, as ações serão baseadas no mercado e dependerá de terceiros. O conhecimento será um aliado, as oportunidades serão alicerçadas com base nas experiências e *know-how*, objetivando diminuir os riscos e ameaças.

2.3.6. Value Stream Mapping

Ao combinarmos as ferramentas *Lean*, mapear um processo e visualizar todo o seu funcionamento numa visão global representa uma enorme vantagem. Assim, essa metodologia constitui uma oportunidade de melhoria no âmbito industrial (Araya, 2015).

O VSM (*Value Stream Mapping*) é uma das ferramentas mais importantes para os estudos relacionados com *Lean Manufacturing*. A sua aplicação é realizada através da análise de todo o processo, considerando todas as ações necessárias, tanto as de valor acrescentado como as de não-valor acrescentado, descrevendo os fluxos essenciais do produto, desde a chegada da matéria prima até que o produto chegue ao cliente final (Rother & Shook, 1999).

Ainda para o autor (Shook, 2012), o VSM “constitui um processo para alinhar uma equipe em torno de uma condição de destino, um “Estado Futuro”, para esse fluxo de valor e planejar atingi-lo”.

A metodologia proposta para a implementação do VSM numa empresa acompanha as seguintes características apresentadas na Figura 10.



Figura 10 - Metodologia VSM (Adaptado de Juan M. Araya, 2015)

A ferramenta VSM será aplicada na melhoria de Linha de Montagem (LM) em estudo. Irá ser feito o mapeamento geral, o qual inclui todo o procedimento de execução da peça na linha de montagem que, neste caso, serão os cabos de abertura de porta. O primeiro diagrama será realizado através do fluxo de materiais e fluxo de informações, em segundo lugar será selecionada a família dos produtos tendo em conta as etapas de montagem e equipamentos e, por último, será incluído o gestor responsável pelo fluxo de valor. Após realizado o levantamento de informações, será dado início ao mapeamento do fluxo atual do processo da linha de montagem. O desenho primeiramente será realizado em papel, recomendando-se uma folha A3.

2.4. Ferramentas da Qualidade

Com o passar dos anos, muitas organizações sentiram-se pressionadas em relação ao mercado competitivo internacional. Isso induziu que as mesmas redefiniram seus negócios, investindo em novas tecnologias para criarem produtos e serviços de valor a serem oferecidos ao mercado.

Para (Godfrey, 1998) “são fundamentais os conceitos de gestão da qualidade (melhoria contínua, foco do cliente e valor de cada membro da organização)”, sendo o objetivo da organização é gerir estas três áreas fundamentais.

Na conceção da indústria automóvel, esse conceito fundamenta-se no desempenho, conforto, adequação ambiental e acessibilidade, conhecidos como "qualidade de produção", relacionado com a capacidade desenvolver um desempenho melhor, e "qualidade de propriedade", que está diretamente relacionado com a satisfação do cliente (Ishizaka, 1998).

As ferramentas da qualidade são utilizadas na melhoria dos processos e resolução de problemas operacionais, e podem ser utilizadas pela totalidade do pessoal da empresa. Adaptam-se ao trabalho em grupo uma vez que são visualizadas e consensualmente aceites.

Segundo os autores (Sokovic *et al*, 2009), as "ferramentas de melhoria são simples e eficazes, sendo amplamente usadas como métodos gráficos para a solução de problemas e como ferramentas gerais de gestão em todos os processos, entre o *design* e a entrega do produto ao cliente final

São sete as ferramentas básicas da qualidade (Ishikawa, 1990)

- Folha de verificação;
- Histograma;
- Gráfico de controle;
- Diagrama de causa e efeito (Espinha de peixe);
- Diagrama de Pareto;
- Gráfico de dispersão;
- Fluxograma.

A abordagem atual para o uso das ferramentas da qualidade é apresentada na Figura 11 abaixo.

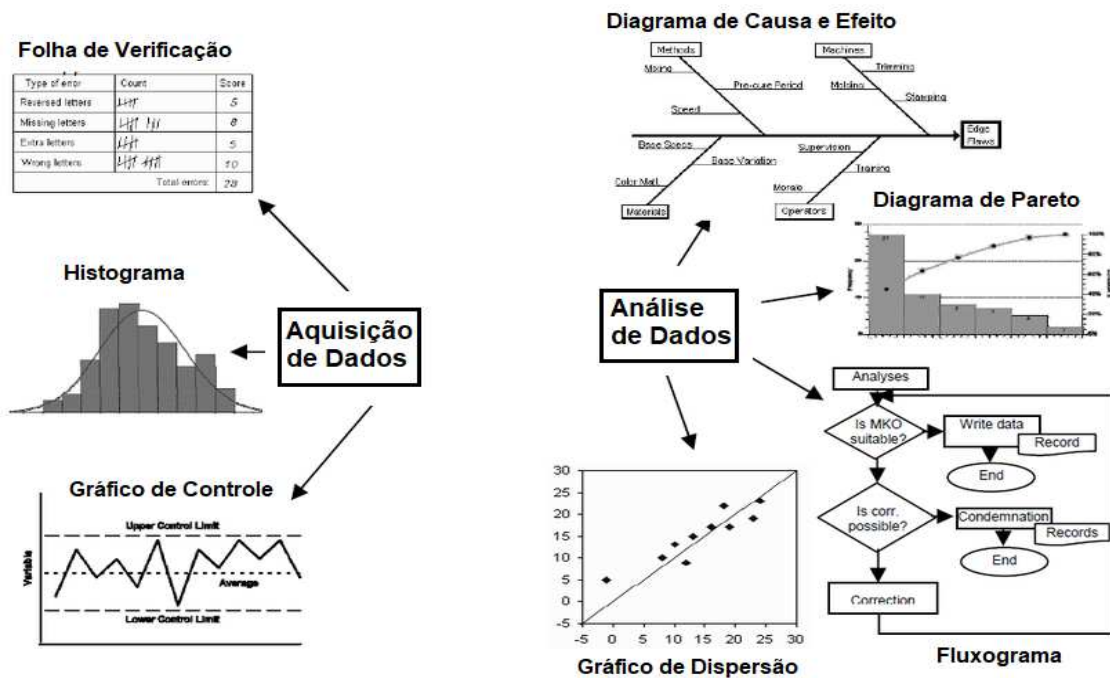


Figura 11 - As sete ferramentas da qualidade (Adaptado de Sokovic *et al*, 2009)

O processo de aquisição de dados inclui três ferramentas (folha de verificação, histograma e gráfico de controlo), enquanto o processo de análise utiliza outras quatro ferramentas (Diagrama de Pareto, Diagrama de Causa e Efeito, Gráfico de Dispersão e Fluxograma). No desenvolvimento deste estudo serão abordadas apenas três destas ferramentas, as quais possuem relevância para a temática deste estudo. Essas ferramentas serão: Diagrama de Pareto, Histograma e Diagrama de causa e efeito (*Ishikawa*).

2.4.1. Histograma

O termo "histograma" foi estabelecido pelo famoso estatístico Karl Pearson para se referir a uma "forma comum de representação gráfica" (Ioannidis, 2003).

O histograma tem o propósito de exibir graficamente o padrão de variação de uma variável de interesse para o processo, uma amplitude de desempenho ou características de qualidade mensuráveis. A sua construção é feita pelos seguintes passos (Ficosa, 2005):

Tabela 8 - Construção do Histograma

1. Recolher os dados (mínimo de trinta leituras)
2. Calcular os dados (dados maiores menos dados menores)
3. Decidir o número de intervalos (escolher arbitrariamente o número de intervalo; tipicamente entre 8 e 12)
4. Calcular a largura do intervalo (dividir o alcance pelo número de intervalos)
5. Desenhar o Histograma (contar e contabilizar o número de leituras em cada intervalo; desenhar a gama de valores de dados ao longo do eixo horizontal; desenhar a escala de frequência ao longo do eixo vertical; para cada intervalo, desenhe uma barra vertical cuja altura corresponda ao número de pontos de dados que caem entre os limites das células)

Na figura 12 observa-se um exemplo de Histograma.

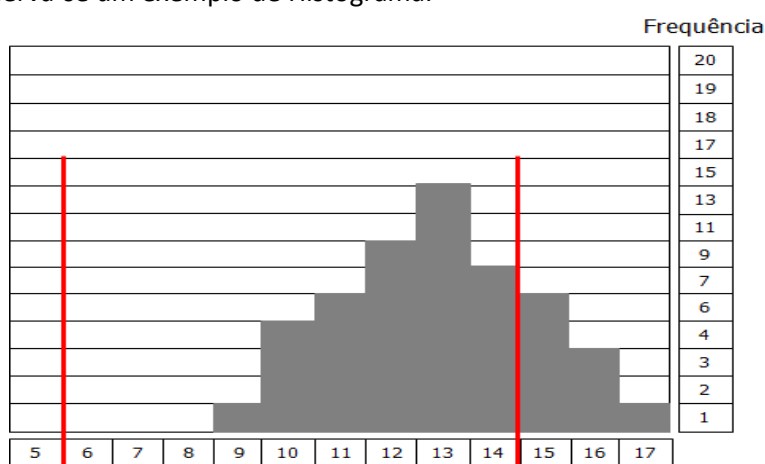


Figura 12 - Histograma (Ficosa, 2010)

2.4.2. Diagrama de Pareto

O diagrama de Pareto tem por objetivo determinar a importância relativa das informações para fixar as prioridades do estudo.

É realizado através da identificação da frequência a que ocorrem os problemas de uma organização, sendo estabelecida uma escala do problema relacionada com o período temporal do acontecimento. Esta ferramenta tem grande utilidade para este tipo de classificação, pois apresenta visualmente e de forma clara os resultados da análise (Zasadzien, 2014) Na figura 13, apresenta um exemplo simplificado de Diagrama de Pareto.

Tipo de circuito: X22C64	Data: 12 Jan 1999
Numero de lote: 22602	Secção: B12
Tamanho da amostra: 1025	Controlador: Pedro Reis
Tipo de Defeitos	Numero de não conformidades
Teste visual	8
Teste funcional	22
Defeito de soldadura	6
Outros	5
Total	41

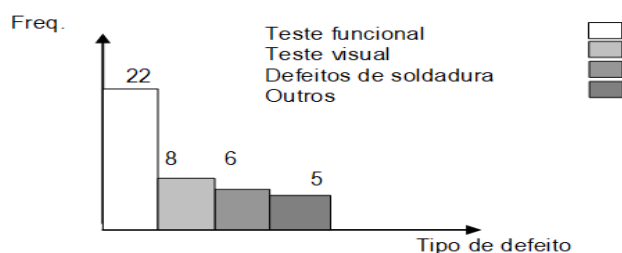


Figura 13 - Diagrama de Pareto (Ficosa, 2010)

A aplicação desta ferramenta indicará os parâmetros e suas interações tendo como objetivo descrever graficamente as possíveis razões que causam os desvios. Serão recolhidos dados obtidos a partir de uma aplicação informática interna da Ficocables para análise. Essa aplicação será descrita no desenvolvimento do estudo da LM do produto com a referência C519.

2.4.3. Diagrama de Causa e efeito

O diagrama Causa-Efeito foi também designado por diagrama de *Ishikawa*, pelo facto de ter sido inventado por um Japonês. Também é conhecido como diagrama de Espinha de Peixe, devido à sua forma, depois de construído.

Este diagrama é representado por uma figura formada por diferentes linhas que servem para representar de uma forma organizada as relações entre um efeito observado e as suas possíveis causas. (Ishikawa, 1990) A sua metodologia consiste em fazer uma análise que envolve os “6 M”, os quais correspondem à mão-de-obra, matéria prima, máquinas, métodos e materiais e meio ambiente (Martins, 2015). O propósito é determinar a importância relativa das informações recolhidas, para assim fixar as prioridades de estudo. Apresenta-se na Figura 14 um exemplo.

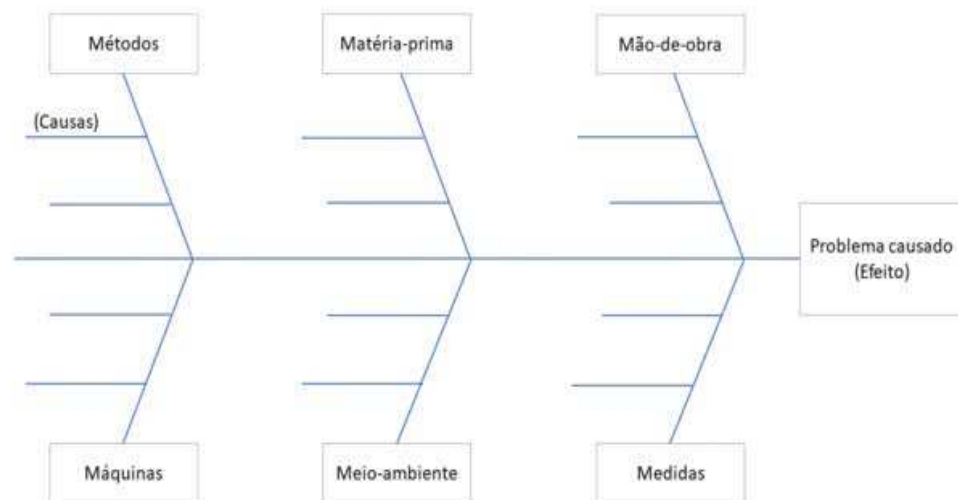


Figura 14 - Exemplo do Diagrama de Causa e Efeito (Dicionário Financeiro, 2017)

- CAUSAS: são variáveis ou fatores que contribuem para o problema em estudo (efeito) e podem ser, entre outras, matéria-prima, mão-de-obra, máquinas, métodos, materiais e meio ambiente.
- EFEITO: é o problema em estudo, o que queremos eliminar. Tem relação com a frequência com que ocorre.

2.5. Cadeia de Abastecimento

A cadeia de abastecimento (*supply chain*), é um sistema complexo pelo facto de ser um sistema único e, ao mesmo tempo, ter um *design* dinâmico. É modelado de acordo com a sua hierarquia, possui múltiplos objetivos e é gerido através das interações entre as entidades. É classificado devido às suas características próprias de uma rede de abastecimento (Figura 15). A sua rede é constituída por fornecedores, fabricantes, armazéns, distribuidores e revendedores, que partilham informações através de atividades, com o objetivo de converter matéria-prima em produto acabado (Chandra & Grabis, 2007).

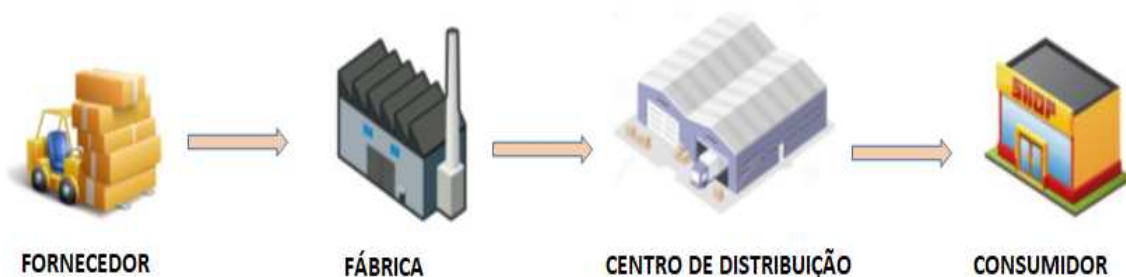


Figura 15 - Design da Cadeia de Valor (Adaptado de Misni *et al*, 2017)

O termo *Supply Chain Management* (SCM) envolve várias abordagens utilizadas para integrar eficazmente todos os processos, nos locais certos e no momento certo, para cumprir o nível de serviço exigido com o mínimo custo. É gerida através de atividades que envolvem o planeamento, coordenação e controlo de materiais, peças e produto acabado entre o fornecedor e o cliente final (Simchi-Levi *et al*, 2003).

De acordo com Misni e Lee (2017), os níveis de planeamento são categorizados em três níveis: decisão estratégica, decisão tática e decisão operacional. Na tabela 9 são apresentados os três níveis, de acordo com o nível de decisão, a linha do tempo e a escolha de decisão em relação ao processo de gestão (Chandra & Grabis, 2007).

Tabela 9 - Níveis de tomada de decisão na cadeia de abastecimento

Nível de Decisão	Linha do Tempo	Escolha de decisão
Estratégico	3 – 10 anos	✓ Investimento na fábrica
		✓ Introdução de novos produtos
		✓ Criação de redes logísticas
Tático	3 meses – 2 anos	✓ Criação de políticas de inventário
		✓ Aquisição e implementação de novas políticas
		✓ Adoção estratégica de transporte
Operacional	Dia-a-dia	✓ Agendamento de recursos
		✓ Rotina de matéria-prima e produto acabado
		✓ Solicitação de licitações e quotas

De acordo com Vonderembse *et al.* (2006), uma cadeia de abastecimento *Lean* “é apoiada pela redução dos tempos de *setup*, para permitir a produção económica de pequenas quantidades, alcançando assim a redução de custos, flexibilidade e capacidade de resposta interna desejadas. Não tem a capacidade de produzir em massa e pode ser facilmente adaptável às necessidades futuras do mercado”.

Tendo em conta a integração *Kaizen* e *Lean*, foi desenvolvido o conceito TFM - *Total Flow Management* e foi classificado por Coimbra (2009) como “um modelo detalhado que permite a implementação suave do Sistema de Produção Toyota, não só dentro das fábricas, mas também em toda a cadeia de abastecimento”.

Kaizen significa "mudança para melhor". Este conceito é inserido no contexto das organizações até aos dias de hoje, baseando-se em toda e qualquer melhoria que possa ser introduzida nessa organização (Jain, Lad, & Tandel). Na Figura 16 abaixo apresenta-se a sua metodologia.

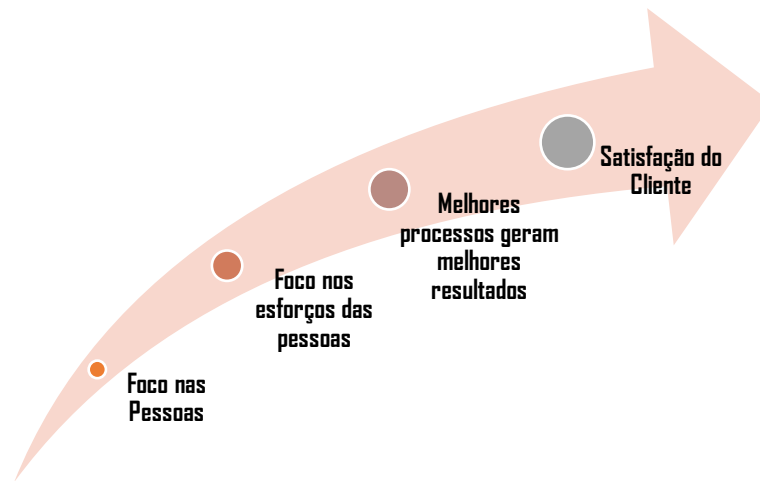


Figura 16 - Metodologia Kaizen

Na cadeia de abastecimento as organizações são baseadas no sistema *Kaizen pull flow* (fluxo puxado), através das ordens de encomenda reais dos clientes. Para por em prática a filosofia deve existir um comprometimento de todos os envolvidos através dos princípios que são (Coimbra, 2009):

- Qualidade em primeiro lugar;
- Orientação Gemba¹⁰;
- Eliminação de desperdícios;
- Desenvolvimento de pessoas;
- Padrão Visual;
- Processos e Resultados;
- Pensamento *pull flow*.

Para muitas organizações, as ferramentas da cadeia de abastecimento são a resolução de muitos problemas da fábrica. Uma reflexão citada por (Coimbra E. A., 2013) descreve “Como poderemos entregar os produtos necessários com o menor atraso possível, considerando um nível de 100% de atendimento ao cliente, minimizando ao mesmo tempo o *stock* global de toda a cadeia logística?”. Para isso, são descritos abaixo alguns modelos de abastecimento às linhas em termos teóricos.

É no armazém que se encontra a matéria-prima (armazém de matéria-prima) e o produto acabado (armazém de expedição) e, através deles, são feitos os fluxos de distribuição dentro e fora da fábrica. Um armazém deve ser constituído por uma estratégia adequada, um *layout* bem definido, sistemas de controlo de peças/componentes (controlo de entrada e saída), informação necessária para os colaboradores consultarem, operações bem definidas e claras, definição de como manusear os materiais, equipamento de segurança, etc. A movimentação é feita através de comboio logístico, através da recolha/distribuição dos materiais e correspondente encomenda. A sua definição está descrita no parágrafo seguinte.

O termo *picking* (recolha), traduzido de acordo com o contexto literário significa: a recolha de encomendas deve ser realizada através de uma lista de materiais, a qual inclui o seu destino. Este

¹⁰ Do termo japonês, seu significado é “o local real”.

processo destina-se a encontrar o produto e retirá-lo do armazém, em função das ordens dos clientes (Murray, 2019).

2.5.1. Modos de abastecimento às linhas

Os supermercados são considerados o primeiro elemento que compõe a logística interna. Estão localizados normalmente junto à produção e sua função é “alimentar” as linhas, abastecendo-as. Com o objetivo de criar um maior fluxo, são considerados unidades internas de transporte e a sua atividade é essencial para colocar em pleno funcionamento as linhas de produção. A sua área de armazenamento cumpre algumas regras, tais como: facilitar o acesso em operações de *picking* (opta-se por armazenamento junto ao nível do chão); possuir uma boa visualização dos materiais (gestão visual); permitir que a reposição seja acionada pelo consumo. Em função do manuseio de materiais, as referências podem ser armazenadas de diferentes formas no supermercado, quer em estantes dinâmicas, quer em contentores móveis (*Trolleys*) (Kaizen Institute, 2015). Na Figura 17, encontra-se um exemplo de supermercado.

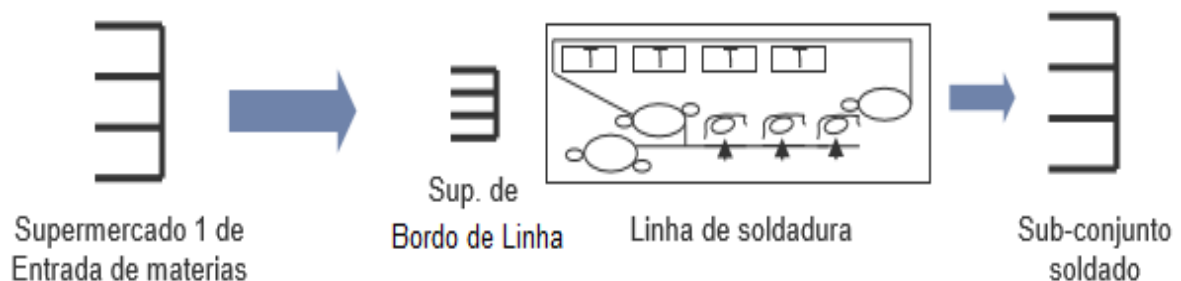


Figura 17 - Exemplo de Supermercado (Kaizen Institute, 2015)

O comboio logístico que executa as operações de abastecimento das linhas dentro da produção é normalmente designado por *Mizusumashi*¹¹ ou *Milk-run* (Tellini *et al.*, 2019) (Figura 18). A sua função é abastecer as linhas e recolher produto acabado, incluindo a informação necessária e as ordens de produção. O objetivo é maximizar a eficiência (Coimbra, 2009).

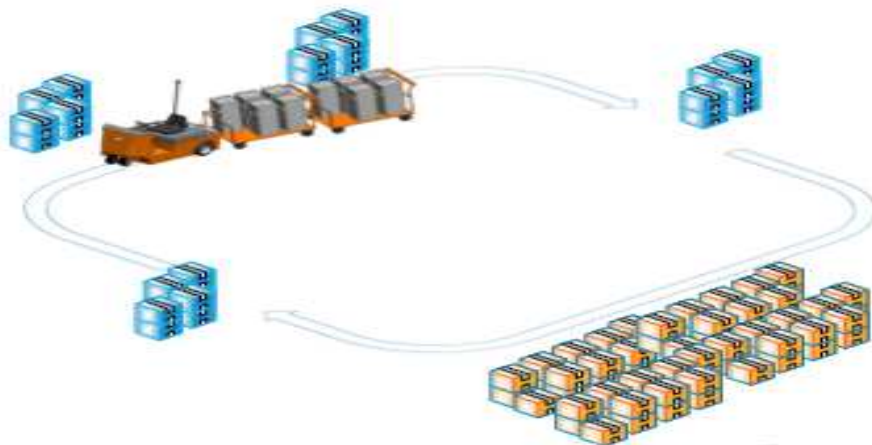


Figura 18 - Exemplo de Trem logístico (Kaizen Institute, 2015)

¹¹ De origem japonês, seu significado é “aquele que se desloca facilmente”.

Na Figura 19 está ilustrado um exemplo de *milk-run*.

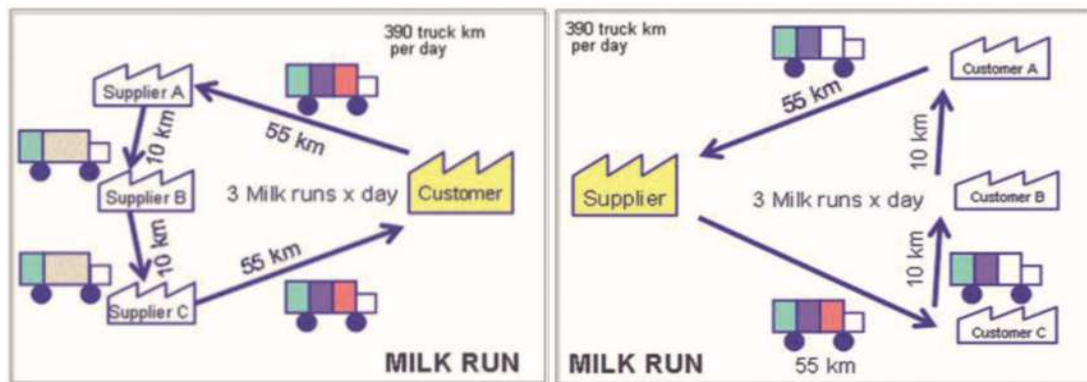


Figura 19 - Conceito de Milk-Run (Coimbra, 2009)

2.5.2. Interface/Linha abastecimento

Bordo de linha é considerado um tipo de supermercado que pode sofrer abastecimento contínuo (Kanban¹²) ou sequencial (Junjo¹³), e em que o seu espaço é disponibilizado para as peças que vão ser consumidas diretamente pela linha de montagem. A sua localização deverá ser escolhida em função do espaço (dimensão, altura, etc.) e ser bastante acessível aos operadores que dele necessitam.

De acordo com (Coimbra, 2009) o bordo de linha é “o ponto de interface entre os processos logísticos e a produção. Compete à logística interna fornecer o material certo, na qualidade certa, no momento certo, no local certo e com o método de apresentação certo”.

O melhor *layout* supõe que cada posto de trabalho deve ser feito considerando os termos ergonómicos para o uso do colaborador e o manuseio das peças deve estar ao seu alcance. Portanto, a maioria dos materiais localizam-se no supermercado de bordo de linha, e os materiais como menos frequência de uso são fornecidos através de *picking*. São considerados dois tipos de bordo de linha: fornecimento contínuo e fornecimento sequenciado (Coimbra, 2009). São representados na Tabela 10 a seguir:

¹² De origem Japonesa, seu significado é “cartão”. Representa uma ordem de material do cliente para o fornecedor.

¹³ De origem Japonesa, seu significado é “sequência”. É um cartão com um número que especifica uma ordem de material do cliente para o fornecedor.

Tabela 10 - Dois métodos de abastecimento de linha (Adaptado de Coimbra, 2009)

	Fornecimento Contínuo	Fornecimento Sequenciado
Exemplo de formato	aaaaaaaaaaaaaaaa bbbbbbbbbbbbbb	aaabbaaabbaabb
Fornecimento Frontal	Sempre a mesma peça	As peças mudam de acordo com o tipo de produto
Tipo de Localização	1 localização para cada número de peça individual	1 localização compartilhada para todos os números de peças
Produtividade da estação de trabalho	Ponto de recolha variável (depende do tipo de produto)	Ponto de recolha fixo

Bordo de linha refere-se a conceção da localização e contentorização de todas as matérias-primas e componentes necessários para toda a linha de fluxo de uma peça, este domínio se faz interface direta com a logística interna (Coimbra, 2013).

Para a melhoria do fluxo de produção, o bordo de linha está localizado junto à LM e deve usar contentores para colocação de todas as matérias-primas e componentes necessários ao abastecimento da linha de montagem. O conceito de bordo de linha pode considerar-se bem definido quando cumpre quatro critérios (Coimbra, 2003)

- 1) Diminuir os movimentos de *picking* dos operadores;
- 2) Diminuir os movimentos dos abastecedores as linhas;
- 3) O tempo necessário para trocar as peças de um produto para outro deve ser próximo de zero
- 4) Decidir reabastecer ou repor componentes deve ser intuitiva e automática.

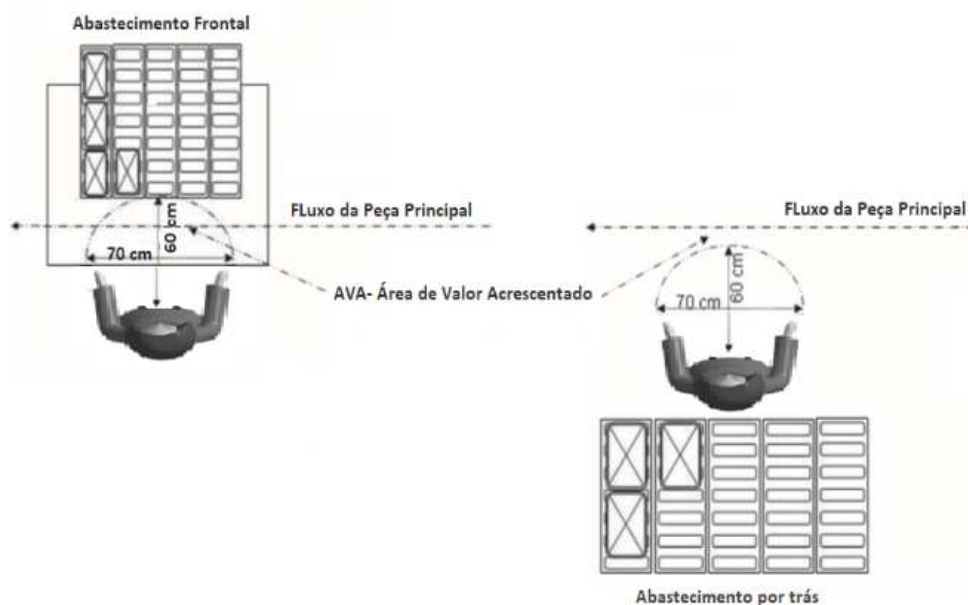


Figura 20 - Bordos de Linha (Adaptado de Coimbra, 2009)

Para atender a todos esses critérios, a localização das peças, o tipo de contentor e o fluxo do contentor na linha (cheio e vazio) precisa ser cuidadosamente planejado. O objetivo do

alinhamento destes critérios é minimizar os movimentos dos colaboradores evitando esforços e eliminando o tempo de valor não acrescentado (Coimbra, 2013).

2.5.3. Estudos de Otimização em logística interna

De acordo com (Tomelin & Colmenero, 2010) o “*layout* de instalações industriais é a definição da disposição de recursos de produção e sua interação num espaço delimitado”.

A otimização do *layout* é a “chave” da questão e este é um dos desafios da Engenharia Industrial. Deve ser pensado de forma a criar um adequado fluxo de material. A aplicação deste tipo de conceito é importante em questões da produtividade, a qual é expressa através de KPIs (*Key Performance Indicator*), *WIP (Work in Progress)*, *Lead Time* (Tempo de Espera) e Qualidade. Por vezes, há necessidade de modificar o *layout* funcional e redesenhá-lo para que se torne um *layout* de processo, isto é, ter uma linha de montagem otimizada e que produz com altos índices de desempenho (Coimbra, 2013).

O objetivo do *layout* da fábrica é facilitar o processo de fabricação dos componentes/referências. Este objetivo inclui (Muther & Hales, 2015):

- Minimizar o manuseio de materiais, reduzindo as deslocações e o tempo gasto;
- Tornar o *layout* da LM flexível, caso houver necessidade de mudança;
- Promover e manter um elevado volume de negócios;
- Manter o investimento em equipamentos;
- Fazer uso correto do espaço de chão da fábrica;
- Promover a utilização eficaz do tempo de trabalho;
- Proporcionar a segurança, conforto e comodidade dos colaboradores.

Para estudar uma forma de otimização, pode-se utilizar a Logística Alternativa, a qual se baseia no princípio *Kaizen* - eliminação do desperdício (*muda*). O método de aplicação desta metodologia começa por observar a linha de montagem. Verifica-se se existem deslocações excessivas do colaborador (perceber os passos dados); se há posicionamento desfavorável e que não seja ergonómico em relação aos contentores no bordo de linha; se há diminuição de atividade entre os postos de trabalhos; se há manuseio de ferramentas e componente em excesso e perdas (em tempo, considera-se os minutos) de balanceamento entre os postos de trabalhos (Coimbra, 2003).

O produto e a quantidade são elementos básicos considerados para o problema de dimensionamento do *layout*. O produto baseia-se no material ou serviço, e a quantidade é relativa ao volume de produção. Através destas informações, definem-se elementos que ajudam a definir passos para alcançar a otimização.

De acordo com o autor (Coimbra, 2013), são listados vinte princípios de *layout* considerados importantes para o *design* da linha de produção. São eles:

1. *Design* das linhas com base nos tipos, volumes e ciclos de vida dos produtos;
2. *Design* da linha com base no processo e fluxo da peça;
3. Projetar equipamentos pequenos e em linha que sejam fáceis de manobrar;

4. Ter em conta o *takt time* dos clientes;
5. Dizer "Não" à *muda*¹⁴ de transporte e minimizar o uso de transportadores;
6. Tentar eliminar tempos de *setup*;
7. Não permitir ilhas isoladas de colaboradores (processos desligados);
8. Separar o trabalho manual do trabalho realizado pelos equipamentos;
9. Combinar pontos de entrada de matérias primas e saída das peças produzidas;
10. Verificar se o equipamento é estreito e otimizado;
11. Colocar apenas os materiais necessários ao alcance dos braços;
12. Os trabalhos devem fluir da direita para a esquerda (no sentido contrário ao dos ponteiros do relógio);
13. Lembrar que *karakuri*¹⁵ é importante;
14. Balanceamento dos postos de trabalho em relação a capacidade aumentada ou, diminuída da máquina, ajustando-se o número de pessoas a sua velocidade;
15. As máquinas devem parar quando ocorrerem anomalias (sistemas de segurança);
16. Uma abordagem mecânica é preferível a uma abordagem elétrica ou eletrónica, pois os dispositivos mecânicos geralmente são mais confiáveis do que seus homólogos;
17. Não automatizar a alimentação de peças sem uma análise cuidadosa;
18. Não trabalhar em várias peças num único processo ao mesmo tempo;
19. Simular novos equipamentos antes de os instalar;
20. Organizar o *layout* por processos e mantê-los limpos.

Através dos estudos de *layout* acima descritos, serão definidos os planos a serem utilizados no desenvolvimento desta dissertação. Este tema irá ser citado nos próximos capítulos.

¹⁴ Muda é uma palavra japonesa, seu significado é "desperdício".

¹⁵ Karakuri é uma palavra japonesa para um boneco que usa dispositivos mecânicos para realizar muitos movimentos usando a força da gravidade.

3. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA, DO PRODUTO, DO PROCESSO E DO PROBLEMA

No âmbito da estratégia Industrial, a integração de operações de Fabrico na Secção de Sistemas de Conforto e Montagem de Cabos tem crescido e desenvolvido com o avanço da tecnologia. A Ficosa Internacional cria e desenvolve tecnologias próprias com patentes e registo de sistemas e peças que depois integram as mais prestigiadas marcas de automóveis. Observou-se a necessidade de elaborar um estudo na área de cabos de porta e, ao longo deste capítulo, será descrito a apresentação do *layout* da empresa, fluxo de materiais e subprodutos. De seguida serão tratados alguns temas, tais como: sistemas de cabos de abertura de porta, linha de produção C519 da Ficocables, apresentação do *layout* da produção e da respetiva linha de montagem em estudo (o processo de fabrico), e os componentes que os compõem e sua funcionalidade.

3.1. Descrição da Empresa

A Ficosa Internacional, fornecedora global de primeira linha dedicado à investigação, desenvolvimento, fabrico e comercialização, segurança, conectividade e eficiência de alta tecnologia para os setores automóvel e mobilidade, com uma nova unidade de 7.800 m² inaugurada em dezembro de 2018. Este novo espaço, no qual a empresa investiu 5 milhões de euros, é uma ampliação que anteriormente tinha mais de 17.000 m². Estas novas instalações respondem à necessidade da Ficosa de reforçar as suas capacidades em Portugal, reorganizando as suas instalações para aumentar a competitividade, eficiência e produtividade, bem como proporcionar um melhor local de trabalho a todos os seus colaboradores.

Neste sentido, o novo edifício, apresenta espaços recém-criados equipados com tecnologia de última geração que cumprem os mais elevados padrões de eficiência energética. Incluem escritórios técnicos, salas de engenharia e laboratórios, com uma imagem atualizada, mais atual e moderna. Da mesma forma, aumenta significativamente os espaços sociais à disposição dos colaboradores, nomeadamente refeitório com restauração, refeitórios, prontos-socorros, novo parque de estacionamento e espaços verdes exteriores. (Ficosa Internacional SA , 2018).



Figura 21 - Nova Unidade com 7.800 m² (Ficosa, 2018)

A Ficocables (figura 21), como já mencionado, produz alta gama de materiais e a localização destes diferentes processos de produção estão subdivididos em:

- UAP 1 - Fabrico de espiral, revestimento de cabo e arame;
- UAP 2 - Módulo de Injeção de plástico (cabos);
- UAP 3 - Módulo de grandes séries;
- UAP 4 - Sobre Injeção de plástico/Conforto, corte e conformação de arame, linhas automáticas de *Suspension Mat*¹⁶;
- UAP 5 - Módulo de pequenas séries (cabos, *Suspension Mat*, protótipos).

Este caso de estudo enquadra-se no departamento de *Supply Chain*, especificamente na logística interna da empresa. Em termos de hierarquia, a figura 22 apresenta o organigrama geral de *Supply Chain*, onde estão especificados cada departamento.

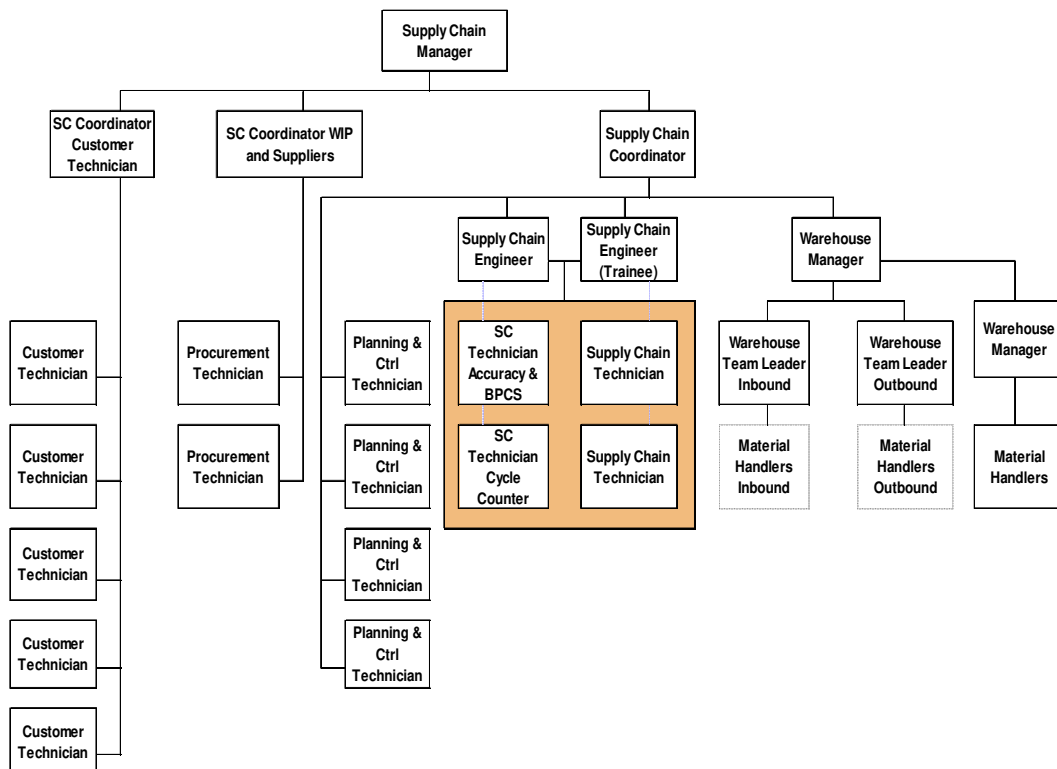


Figura 22 - Organigrama Equipa *Supply Chain*

O prosseguimento deste estudo será desenvolvido numa linha de montagem localizada no UAP2 (Unidade de Aproveitamento 2), representado pelo *layout* na figura 23 onde encontram-se as linhas de montagens das diferentes referências, e sinalizado em vermelho o C519, onde são produzidos os cabos de porta.

¹⁶ É um sistema de suporte lombar integrado no interior do encosto do assento do automóvel.

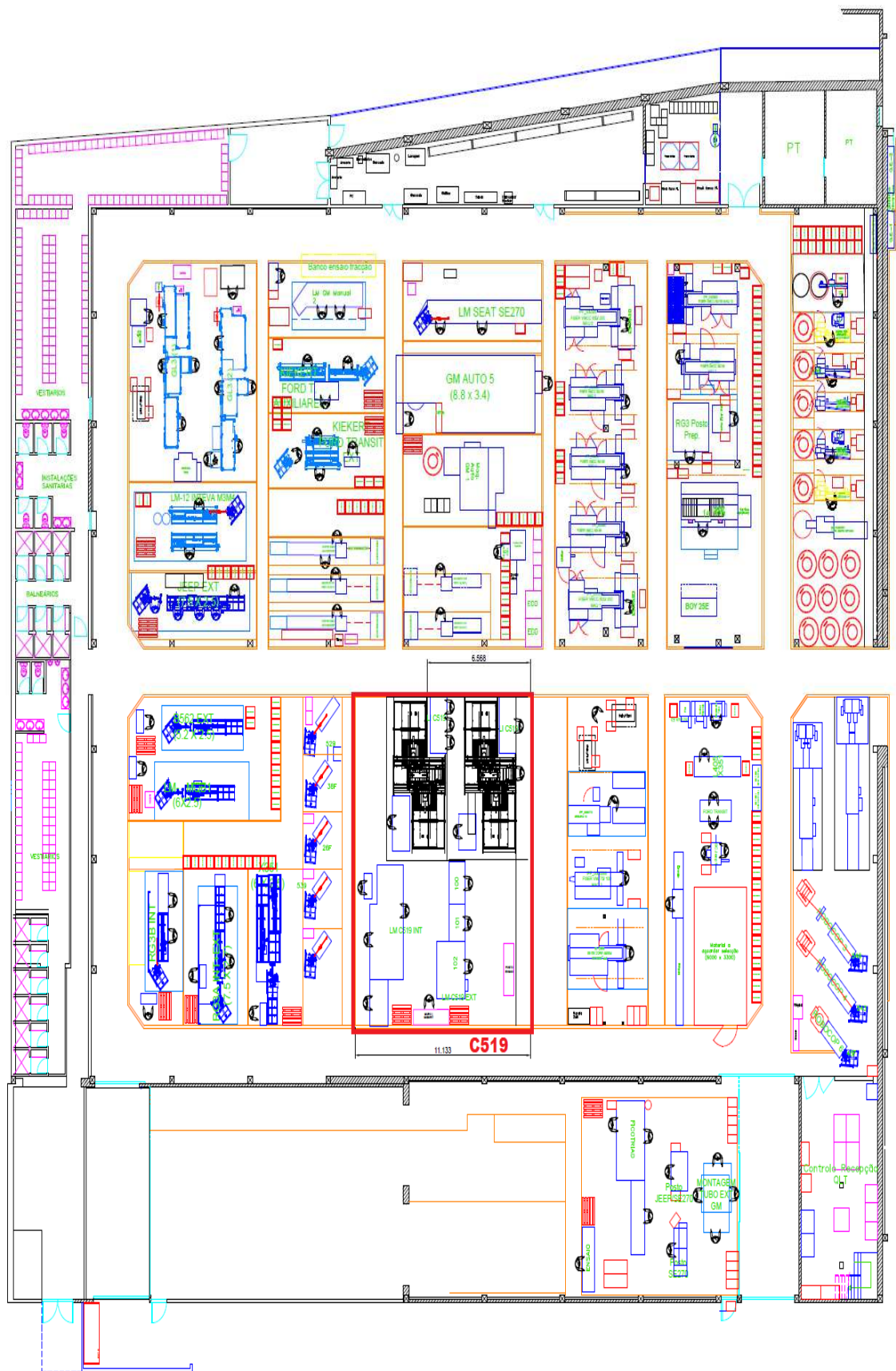


Figura 23 - Planta da Unidade de Aprovisionamento 2 (Ficocables, 2020)

3.1.1. Fluxo de materiais e de subproduto

Um fluxo contínuo, é considerado um dos grandes desafios da produção *Lean*. Seu objetivo principal é aprimorar a capacidade global nas operações. A Ficocables é responsável pela maioria da produção dos subprodutos. Ao longo dos anos, desenvolveu maquinário suficiente para produzir seus próprios componentes, obtendo grande competitividade e liderança no mercado. Suas patentes fazem parte da maioria dos cabos mecânicos usados nos automóveis. Com esta tecnologia, constatou a necessidade de haver uma intervenção na orientação dos fluxos. Esta integração faz parte da sequência do processo produtivo.

Para uma melhor estruturação destes processos, primeiramente foram feitas divisões por grupos de componentes de fabricação. O processo de integração da produção de cabos de porta, são descritos através do Fluxograma abaixo.

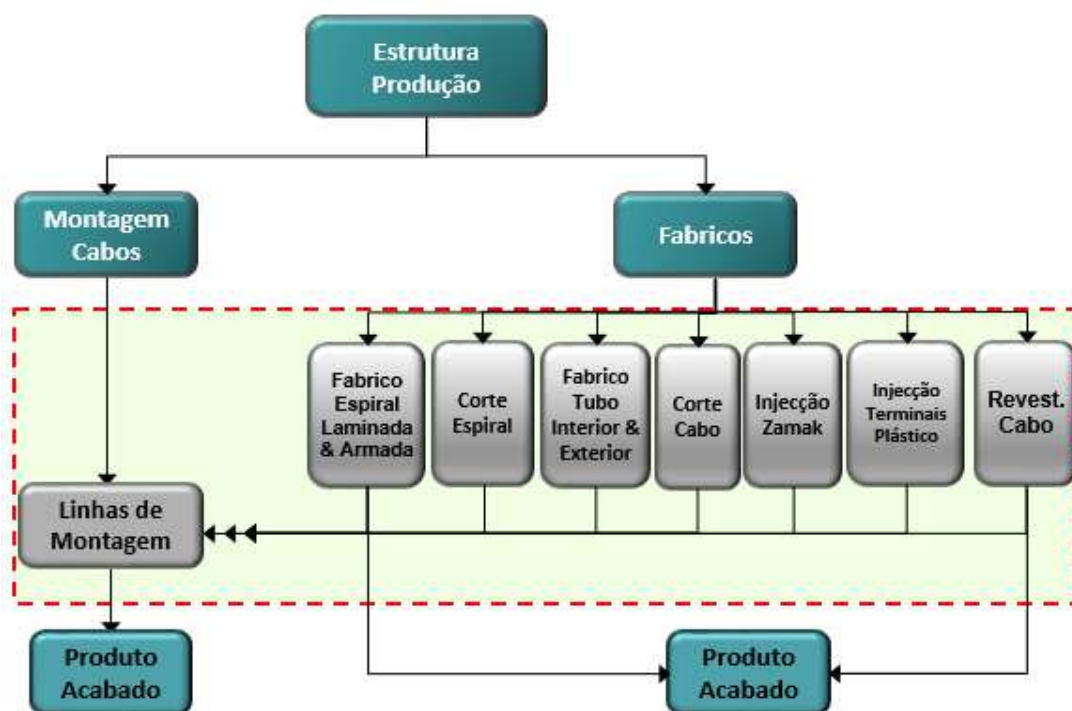


Figura 24 - Conversão do Fluxo de Processo para Fluxo do Produto (Adaptado de Ficocables, 2013)

Como inferido na figura 24 acima, observou no interior da linha tracejada a ordem de estruturação dos principais componentes de um cabo mecânico. Todos estes itens referidos, são fabricados nas Unidades de Fabrico da Ficocables.

Estas operações de pré-montagens, não são integradas diretamente à respetiva linha de montagem, por motivos de restrições: sendo tecnológicas, de arranjo, inviável dedicar-se a uma única linha em específico, dentre outras objeções. Contudo, devem estar localizados próximo à linha de montagem.

Na figura 25, foram identificados alguns fluxos de processos, onde destacam-se nove, representados por toda a extensão longitudinal.

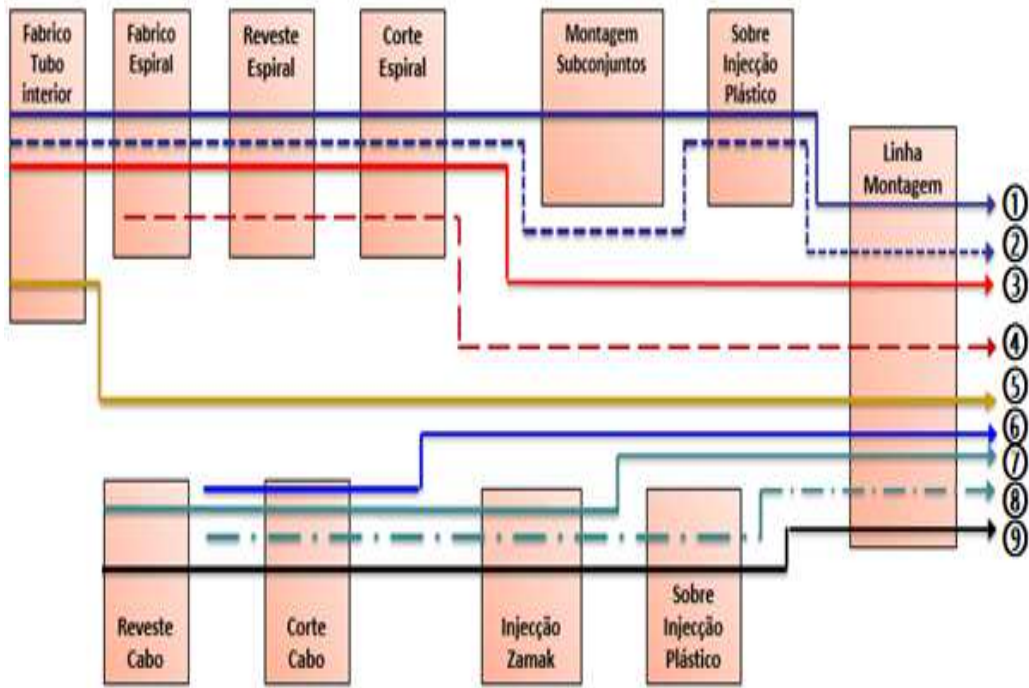


Figura 25 - Mapa das principais seqüências operatórias (Adaptado de Ficocables, 2013)

Retrata-se na figura 25 nove diferentes fluxos processuais expressos por setas, e detetou-se a necessidade de integrar as operações de fabrico na constituição de diferentes módulos de acordo com a necessidade do processo. Os processos são compostos por: autonomia processual, tecnológicos, dimensional e volume de produção. São discriminados na Figura 26 abaixo.

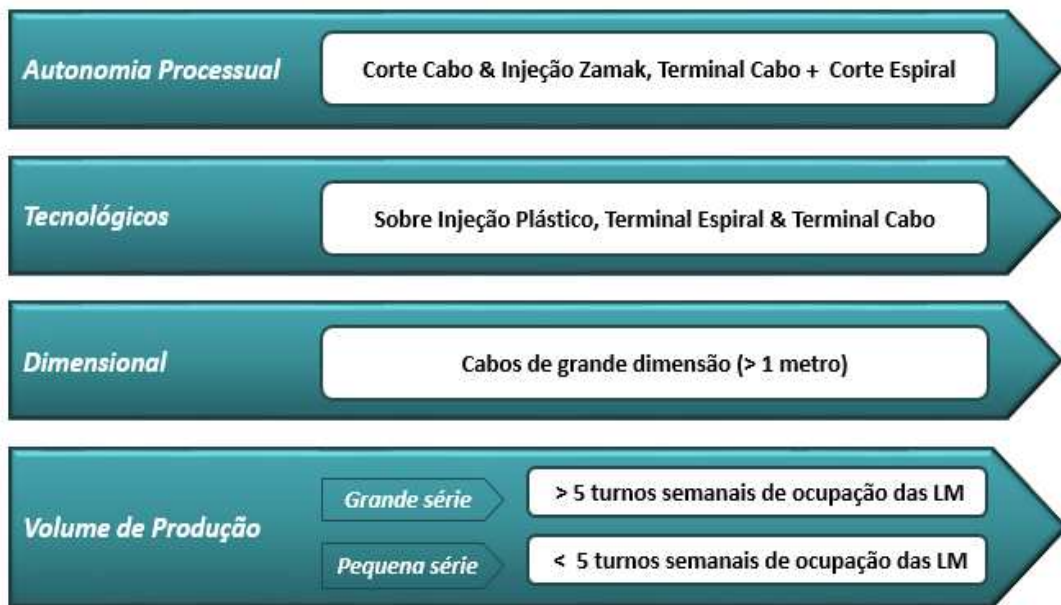


Figura 26 - Critérios de Integração e Constituição de Módulos de Montagem (Adaptado de Ficocables, 2013)

Estes nove fluxos processuais são classificados em grande e médio volume de produção, e baseiam-se em três possíveis soluções de acordo com a tecnologia de “Sobre Injeção de Plástico”, atribuídos por:

1. Criar um único grande módulo com todas as Linhas de Montagem que possuem referência de produto acabado;
2. Criar dois módulos:
 - 2.1. Agregar à linha de montagem somente as referências de produto acabado com “Sobre Injeção de Espiral (ESI)”;
 - 2.2. Agregar à linha de montagem somente as referências de produto acabado com “Sobre Injeção de Terminal de Cabo (CSI)”;
3. Combinar os critérios por meio de Tecnologia de Injeção de Plástico em comparação com Volume de Produção em comparação com Dimensão do Produto.

Na primeira solução, previu-se a necessidade de máquinas para o módulo que integra todas as máquinas de sobre injeção de plásticos (ESI e CSI). Considerou-se que não era viável retirar das linhas de montagem as referências que não necessitam de sobre injeção de plástico. Este módulo iria dispor de vinte e sete Linhas de Montagem e vinte e oito máquinas de suporte e constituído por vários fluxos dentro de um mesmo módulo.

Na segunda solução, calculou-se a necessidade de máquinas para dois módulos separados, módulo de ESI e CSI. Lembrou-se que, também nesta solução, não era viável retirar das linhas de montagem as referências. A partir deste módulo, originou-se dois módulos menores. O módulo ESI com dezassete máquinas de suporte, e com dezoito linhas de montagens. Já o módulo CSI com oito máquinas de suporte e dez linhas de montagens.

Na terceira e última solução, foi sugerido a implantação de quatro módulos menores, para uma equilibrada distribuição entre as linhas de montagem.

- ✓ Módulo de “Grande Série”, com dois grupos tecnológicos distintos que são: Elevadores de Janelas e Cabos de Porta;
- ✓ Módulo de “Grandes Cabos”, com dois grupos tecnológicos distintos: Cabos de Porta e Cabos de Travão.

Após a recolha dos dados foi feito um *brainstorming*, no qual foram analisadas as propostas planeadas de acordo com a necessidade da Ficocables e, portanto, a última sugestão foi a mais apropriada. A sumarizar estas informações, conseguiu contabilizar o número de máquinas disponíveis a integrar as linhas de montagens. Na tabela 11 retrata a relação entre a especificidade de cada máquina e a necessidade de ocupação nos diferentes módulos.

Tabela 11 - Constituição dos módulos e necessidade de máquinas (Adaptado de Ficocables, 2013)

Número de Linhas de Montagem		16	16	9	14- 15	Total	Delta
Tipo de Máquinas	Nº Máquinas Disponíveis	Módulo de Injeção Plástico	Módulo Grande Série	Módulo Grandes Cabos	Módulo Pequenas Séries		
Corte de Cabo - Elétrico	8	2	3	2	1	8	0
Corte Cabo - Cisalha	1	1				1	0
Injeção Zamak - Simples	8	1	4	2	2	9	-1
Injeção Zamak - Duplo	4	1	1			2	1
Robocops	6	4	2			6	0
Corte Abrasivo Seco	7	2	6		1	9	-2
Corte Abrasivo Água	7			1		1	+6
Reveste & Corta Abrasivo	3			3		3	0
Injeção de Plástico - Terminal Espiral	7	7				7	0
Injeção Plástico - Terminal Cabo	2	2	1			2	0

Para a compreensão do fluxo logístico da Ficocables, foram realizados os seguintes *layouts* como mostram as figuras 27 e 28. Neles estão representados os circuitos logísticos de acordo com o fluxo do produto. Estes *layouts* apresentam os vários elementos que compõe a cadeia de valor (equipamentos, materiais, colaboradores, informação, transporte e segurança), sendo eles distribuídos entre a fabricação até o abastecimento da linha de montagem.

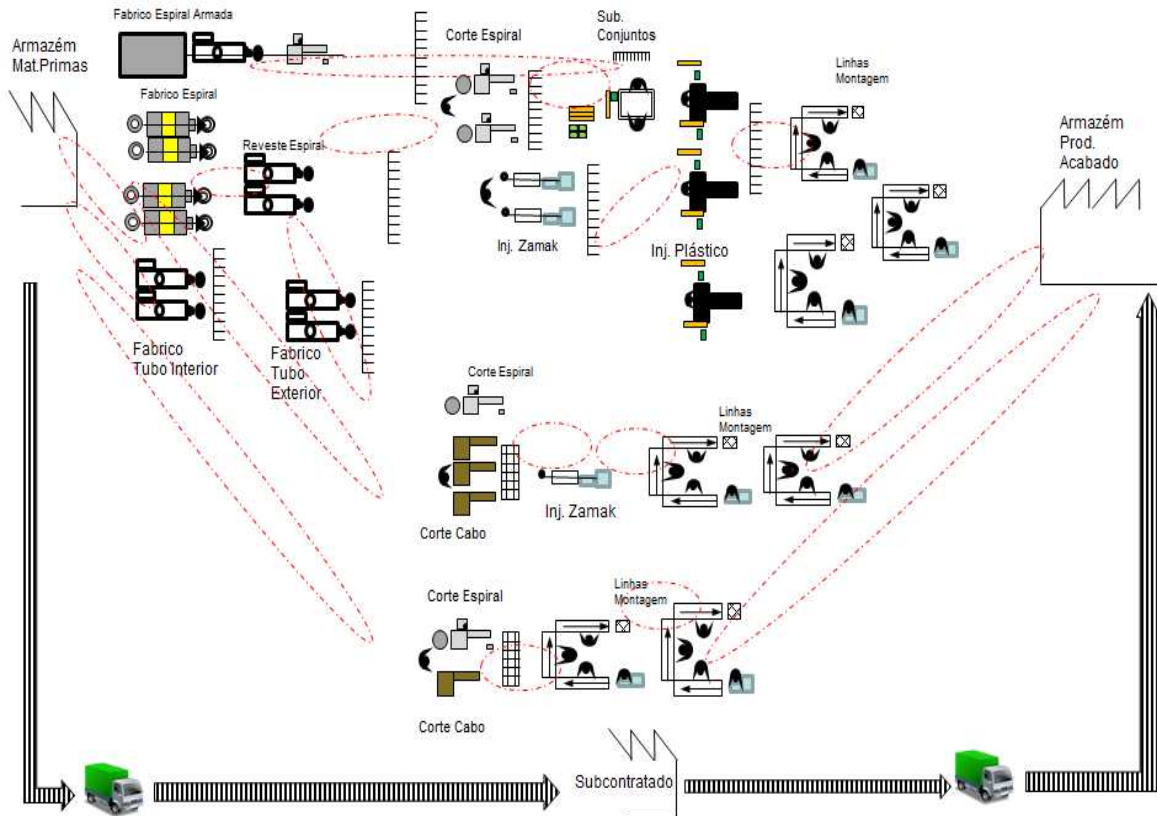


Figura 27 - Simplificação do fluxo → Fluxo de Produto (Ficocables, 2012)

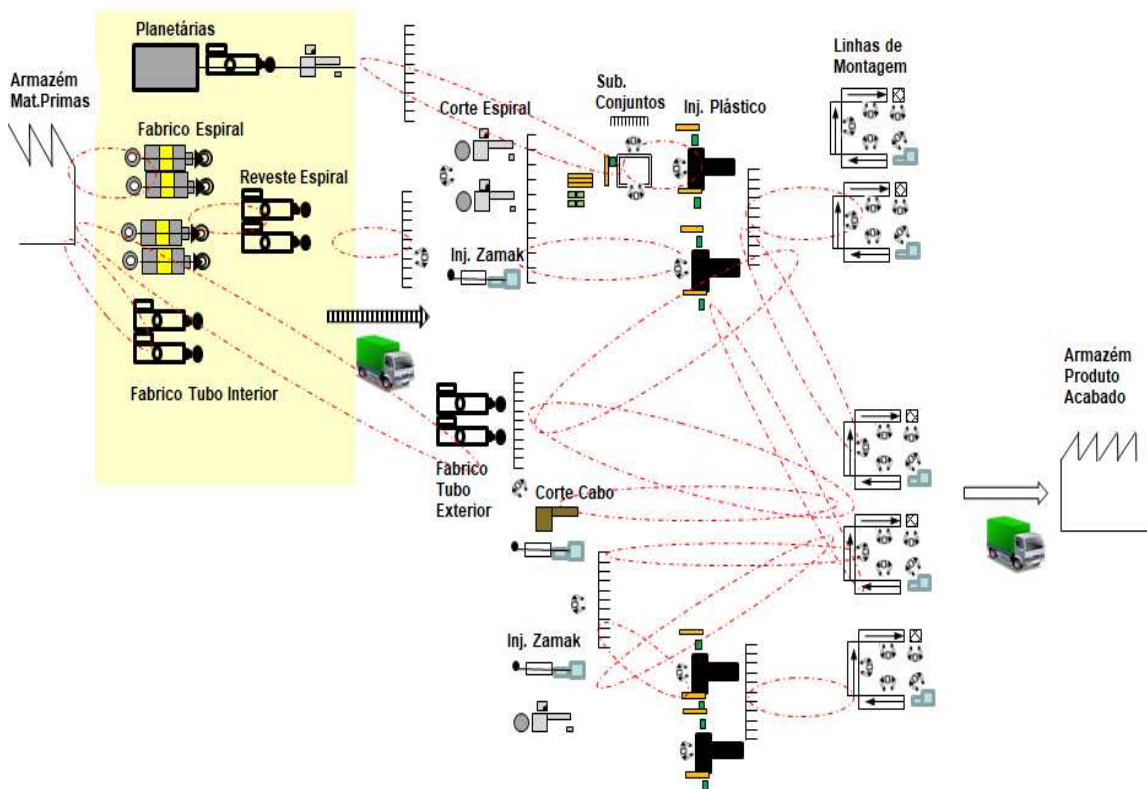


Figura 28 - Circuito Logístico do Módulo de Injeção e subfluxos (Ficocables, 2012)

3.2. Descrição do Produto

Portas são partes essenciais de um veículo automóvel. A sua função básica é dar acesso ao habitáculo do automóvel e desempenhar a função de barreiras protetoras para o condutor e passageiro. Perceber a forma como uma porta funciona é implica conhecer a integração de diferentes cabos e conectores no interior da mesma.

Os cabos de aço são instrumentos extremamente resistentes que têm como função principal proporcionar a suspensão, movimentação e amarração de cargas pesadas ou de pesos diversificados. São os grandes responsáveis por garantir a elevação e a movimentação de grandes estruturas e máquinas, além de serem muito utilizados como suporte em construções. Por proporcionar tamanha qualidade, eficiência e flexibilidade, estão presentes em diversos tipos de segmentos, desde o âmbito desportivo até à construção civil.

Os cabos de comando são um meio mecânico de transmissão de movimentos entre dois ou mais sistemas, sendo estes subdivididos em sistemas atuadores e sistemas recetores, resultante das forças de acionamento que são aplicadas. As forças de acionamento são aplicadas nos sistemas atuadores que, por intermédio de um ou mais cabos, vão ser transmitidas aos sistemas recetores. A figura 29 mostra a aplicação de vários tipos de cabos de comando no interior de um automóvel, possuindo características diferentes em função do tipo de atuação que promovem.



Figura 29 - Diferentes aplicações de cabos de comando no interior de um automóvel (Brose, 2020)

Após verificarmos na figura 29 os diferentes cabos de comando, podemos descrever os cabos que serão apresentados nesta dissertação. Na linha de montagem em estudo, são fabricados os cabos de abertura de porta, sendo eles os cabos exteriores e os cabos interiores. A função de ambos é a mesma: transmitir o acionamento feito no manípulo (exterior ou interior) da porta, até à fechadura, de modo a destrancar a mesma e poder proceder à abertura da porta.

Em resumo, o processo de acionamento através de uma chave do carro com abertura elétrica serve-se de um sistema que incorpora uma pequena placa eletrónica. Ao pressionar os botões de controlo da chave, o chip da placa cria um código com diferentes combinações numéricas, certificando-se que a chave não aciona a abertura de outro veículo. Este impulso gerado por um minúsculo transmissor localizado na placa eletrónica da chave é captado pelo carro. Outro código designado como “função”, desempenha a ação de travar ou destravar as portas. A combinação destes dois códigos torna o sistema ainda mais seguro. A figura 30 mostra a montagem numa porta do sistema de travamento/abertura de uma porta de um carro e a tabela 12 descreve os componentes assinalados na figura 30.

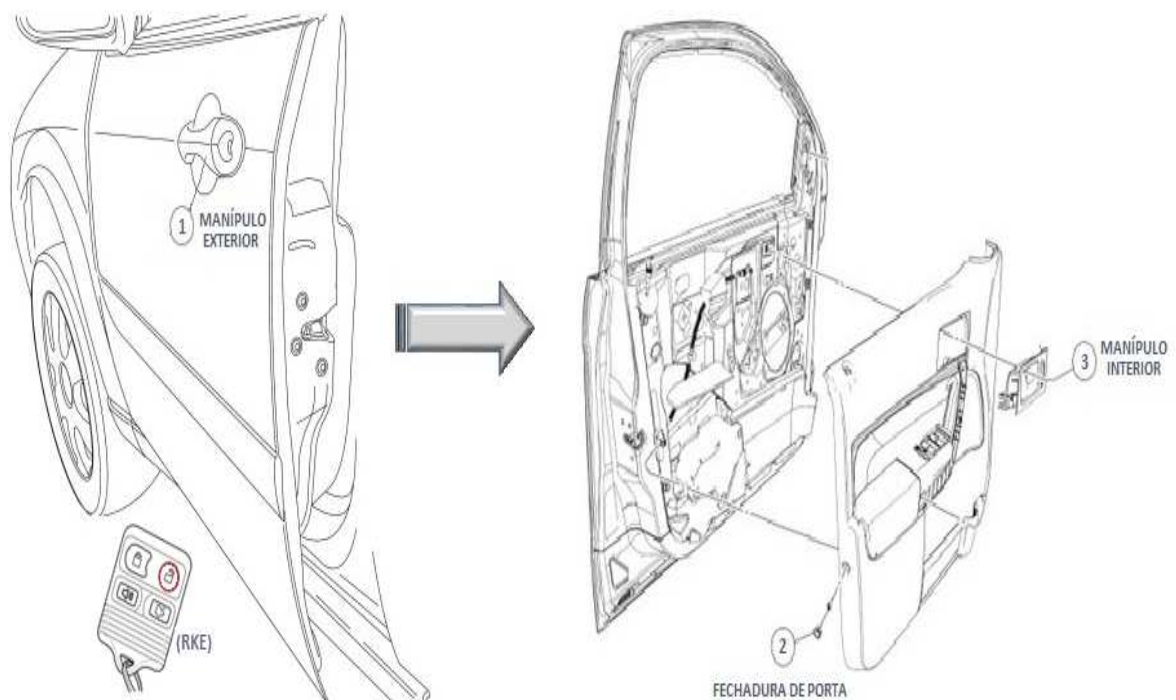


Figura 30 - Vista Explodida do Exterior/Interior da porta (Adaptado de ffguide.net)

Tabela 12 - Identificação das Peças

① Manípulo Exterior

Através do recurso de desbloqueio inteligente (RKE - *Remote Keyless Entry*) acionado diretamente através do controlo de abertura da porta (sinalizado a vermelho) ocorrerá o destravamento e o manuseio do manípulo abrirá a mesma.

② Fechadura de porta

Destrava/Trava a porta

③ Manípulo Interior

O manípulo, quando acionado internamente, sendo do tipo puxa/empurra, a sua função é abrir/fechar a porta (cabo de abertura da porta - identificado em preto)

Esses códigos, ao saírem do transmissor através de ondas de rádio, propagam-se pelo ar até serem captadas por um sistema de receção. Esse equipamento fica na central elétrica do carro, geralmente localiza-se atrás do painel. Por intermédio de fios, o alarme conecta-se a outra peça, a Centralina, do termo inglês *ECU-Engine Control Unit* (Unidade de Controlo Motor), cuja função é fazer a interface com diferentes componentes eletrónicos do automóvel, tratando-se de um processador que traduz o código recebido e gera um impulso elétrico.

3.2.1. Caracterização da Linha C519

Uma linha de produção contínua é caracterizada pela fabricação em série, onde os meios de produção se dedicam a executar a fabricação de cabos de abertura de porta. Os operadores atuam em funções específicas, ao manipular equipamentos de alta complexidade. Executam-se tarefas de sequências repetitivas, e com pouca variedade de artigos. O seu objetivo é transformar a matéria-prima em produto acabado, para ser comercializado e consumido exclusivamente no setor automóvel.

A linha de montagem C519 produz exclusivamente para a empresa Alemã Brose, que vende para a produtora Ford (um produto OEM) cabos específicos do modelo *Ford Focus* (ver figura 31). Esta linha de montagem recebe 12 mil pedidos de cada referência (cabos exteriores e interiores) por semana. A linha de montagem precisa manter o ritmo de produção de acordo com a procura do cliente.



Figura 31 - Exemplo do modelo Ford Focus onde os cabos da Brose fabricados na Ficocables são aplicados

As diferentes referências da linha de montagem C519 são produzidas por lotes diários, divididas em três equipas, cada uma a trabalhar por turnos de oito horas (24 horas no total). De acordo com a procura diária, produz-se um grande volume de cabos e, garantir que o fornecimento esteja de acordo com os requisitos necessários, é um desafio para os gestores. A sua produção é caracterizada por dois tipos de cabos, já citados anteriormente (cabos exteriores e interiores), os quais são mostrados nas figuras 32 e seguintes.

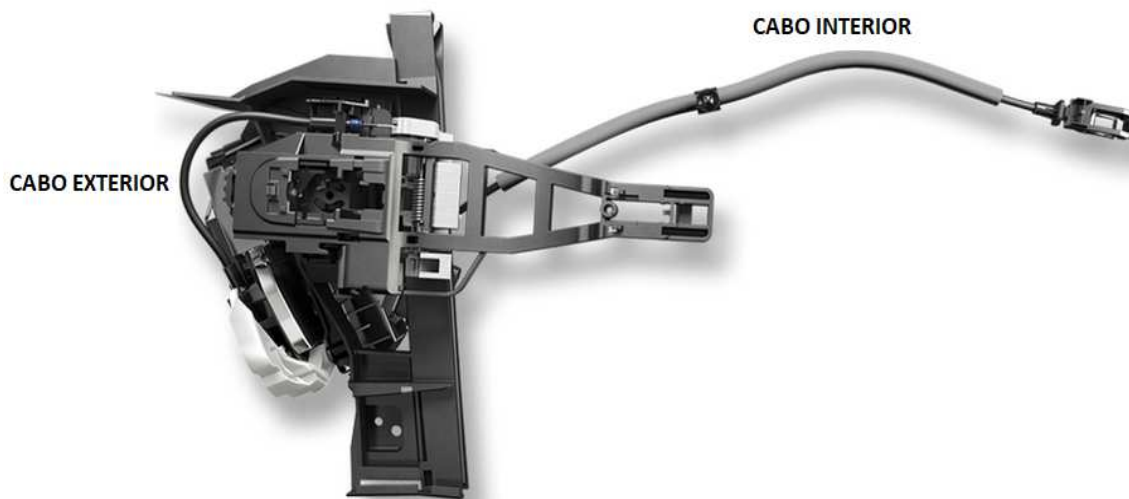


Figura 32 - Módulo de trava (Brose, 2020)

Para compreender melhor a dinâmica de atuação, serão apresentadas as vistas dos cabos do C519 e suas respectivas funcionalidades. Primeiramente, será apresentado o cabo exterior, de seguida o cabo interior. A vista do cabo exterior C519 está representada na figura 33, e a respetiva legenda dos diferentes componentes poderá ser vista na tabela 13.

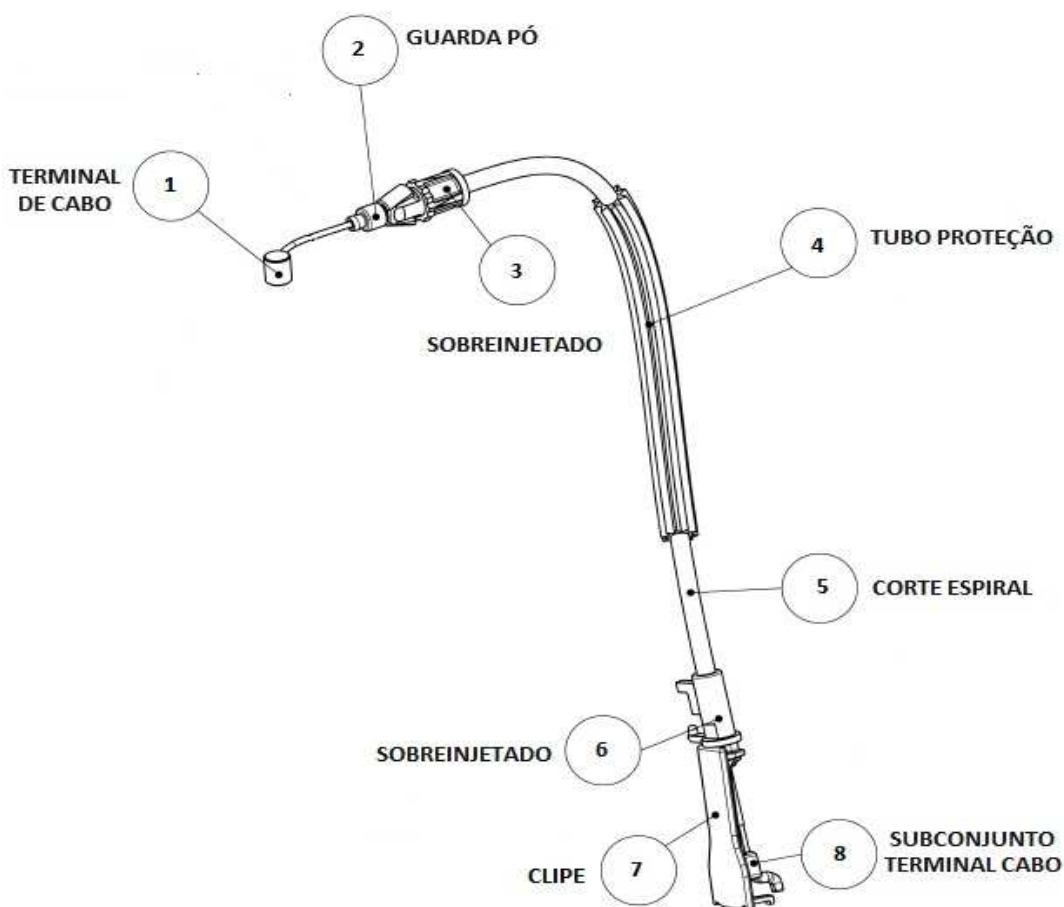










Figura 33 - Vista do Cabo Exterior (Ficocables, 2019)

Tabela 13 - Componentes auxiliares – Cabo Exterior

Ilustração	Componentes Auxiliares	Composição
	① Terminal de Cabo	Terminal <i>Zamak</i> sobre cabo metálico em aço
	② Guarda Pó	Borracha com pó lubrificante
	③ Sobreinjetado	Polímero sobreinjetado
	④ Tubo Proteção	Tubo Estrela – atenuar ruído
	⑤ Corte Espiral	Espiral revestida
	⑥ Sobreinjetado	Polímero sobreinjetado
	⑦ Clipe	Terminal conectado na extremidade
	⑧ Subconjunto Terminal Cabo	Terminal <i>Zamak</i> sobre cabo metálico em aço

Os cabos de abertura exterior são denominados como mais simples, pois situa-se totalmente do lado molhado da porta. O interior da porta está normalmente dividido numa parte húmida e numa parte seca, separadas somente por um painel, que pode ser de metal ou de plástico. A parte húmida está junto à parede exterior da porta, que é onde se encontra montado o vidro e para onde este recolhe quando é aberto, enquanto a parte seca está do lado da parede da porta que se encontra do lado do habitáculo.

Os cabos exteriores C519 (porta da frente e porta traseira), estando inteiramente do lado húmido, contêm um vedante no terminal de espiral que fica virado para cima, de modo a evitar que entre água para dentro da espiral e possa bloquear o movimento do cabo, caso congele.

Um dos terminais de espiral (encontrado nas extremidades) fixa-se à estrutura do manípulo respetivo (exterior ou interior), enquanto o outro terminal de espiral se prende à estrutura/caixa da fechadura. Por sua vez, o terminal de cabo liga-se à alavanca ou mecanismo de acionamento, enquanto o terminal oposto se liga à alavanca existente dentro da fechadura. Atuando de um lado, o cabo transmite o movimento ao outro lado e a espiral permite guiar esse movimento através de um percurso que não é linear.

Uma enorme vantagem deste tipo de dispositivos é o facto de permitir transmitir movimento de uma forma não linear, através de *layouts* complexos. O retorno é assegurado por molas existentes nos mecanismos das alavancas (e quando insuficiente, é adicionada uma mola no cabo para ajudar, como acontece nos cabos interiores C519).

Na figura 34 está reproduzida a vista do cabo interior e seus componentes, com as suas características, e respetiva legenda na tabela 14.

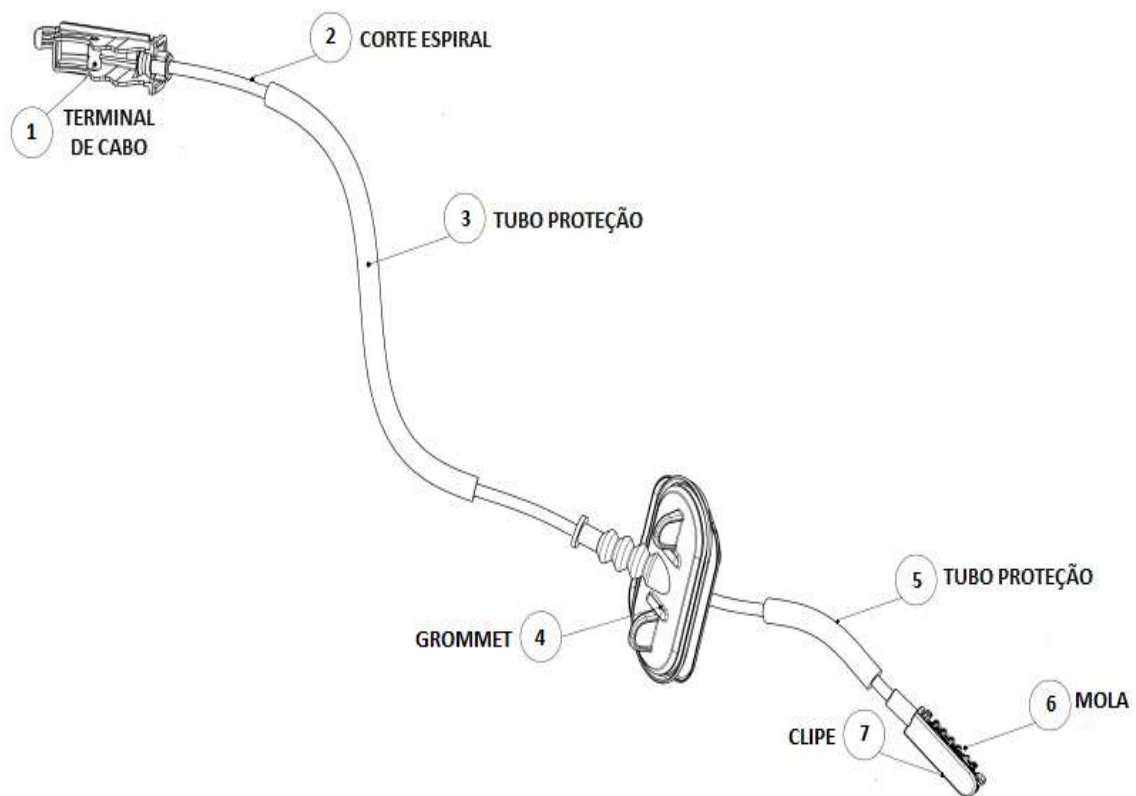


Figura 34 - Vista do Cabo Interior (Ficocables, 2019)

Tabela 14 - Componentes auxiliares – Cabo Interior

Ilustração	Componentes Auxiliares	Composição e Função
	① Terminal de Cabo	Terminal <i>Zamak</i> sobre cabo metálico em aço
	② Corte Espiral	Espiral aramada revestida
	③ Tubo Proteção	Tubo esponja maior – (atenuar ruídos provocados pela oscilação do cabo)
	④ <i>Grommet</i>	Borracha vedante (barreira entre a zona húmida e zona seca)
	⑤ Tubo Proteção	Tubo esponja menor – (atenuar ruídos provocados pela oscilação do cabo)
	⑥ Mola	Em aço inoxidável
	⑦ Clipe	Clipado na extremidade (posicionar a espiral no mecanismo)

Já os cabos interiores atravessam da parte seca (onde está o manipulo de abertura do lado de dentro do carro) para a parte húmida, onde se encontra montada a fechadura e, portanto, atravessa o tal painel que separa as duas zonas da porta. Por esse motivo, existe montado na espiral um passa-muros (*grommet*), que permite fazer a vedação e impedir que a humidade passe.

Adicionalmente, as espirais têm montado um tubo-estrela e/ou um tubo-espuma que permite atenuar ruídos de contacto entre o cabo e outros componentes da porta, e mesmo providenciar alguma proteção mecânica da espiral, no caso de contacto com componentes que possam ter arestas mais agressivas.

3.2.2. Layout da linha C519

Os projetos de *layouts* estão relacionados com o processo produtivo, estando sujeitos às propriedades dos produtos e do tipo de operações. No caso da LM da referência C519, este *layout* é baseado no produto. Isto significa que um produto, ou um conjunto de produtos muito semelhantes, são fabricados em grande escala e, as máquinas inseridas na LM seguem a ordem em que o processo produtivo é realizado. Para determinar uma configuração adequada, deve haver uma previsão de conjuntos de tarefas/operações, a serem executadas em cada estação (Tavares, 2000)

O *layout* do produto C519 tem por característica abranger várias famílias desse produto, sendo um conjunto de máquinas que estão relacionadas de acordo com a sequência operatória de produção.

Este conjunto de máquinas agrupadas, são denominadas células de fabrico, estando subdivididas em dois grupos a produzir as referências 074 e 075 (cabos exteriores), e as referências 076 e 077 (cabos interiores).

Na figura 35 e 36 são apresentados os *layouts* onde se produzem os cabos exteriores e os cabos interiores, respetivamente. Estes *layouts* encontram-se à disposição dos colaboradores (inseridos em capas) e, cada linha de montagem tem a sua, onde há a ilustração de cada posto de trabalho.

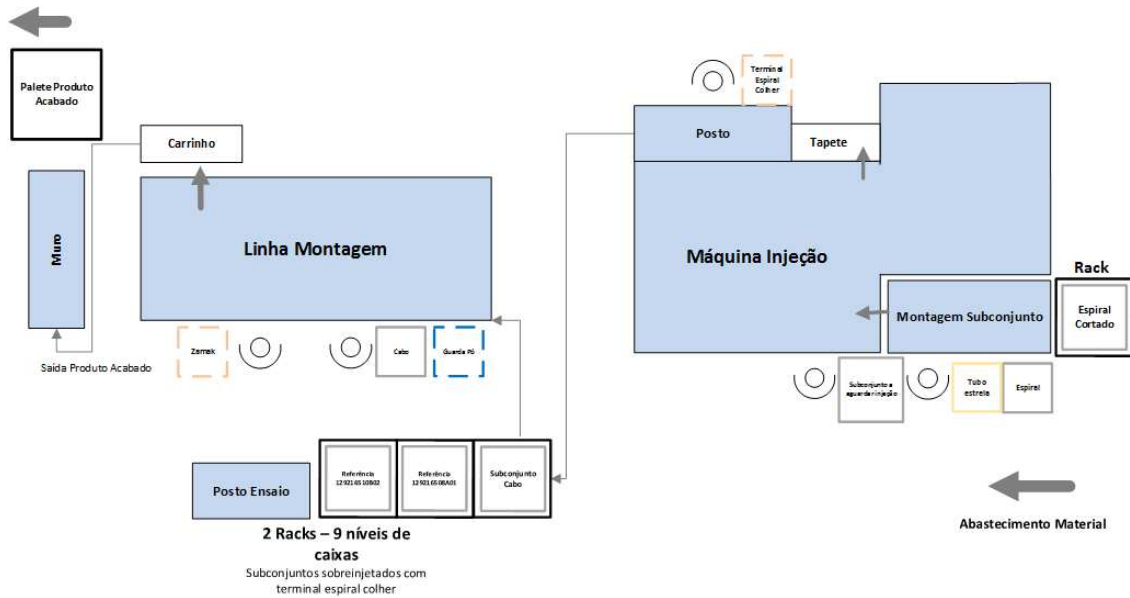


Figura 35 - *Layout* de blocos dos cabos exteriores

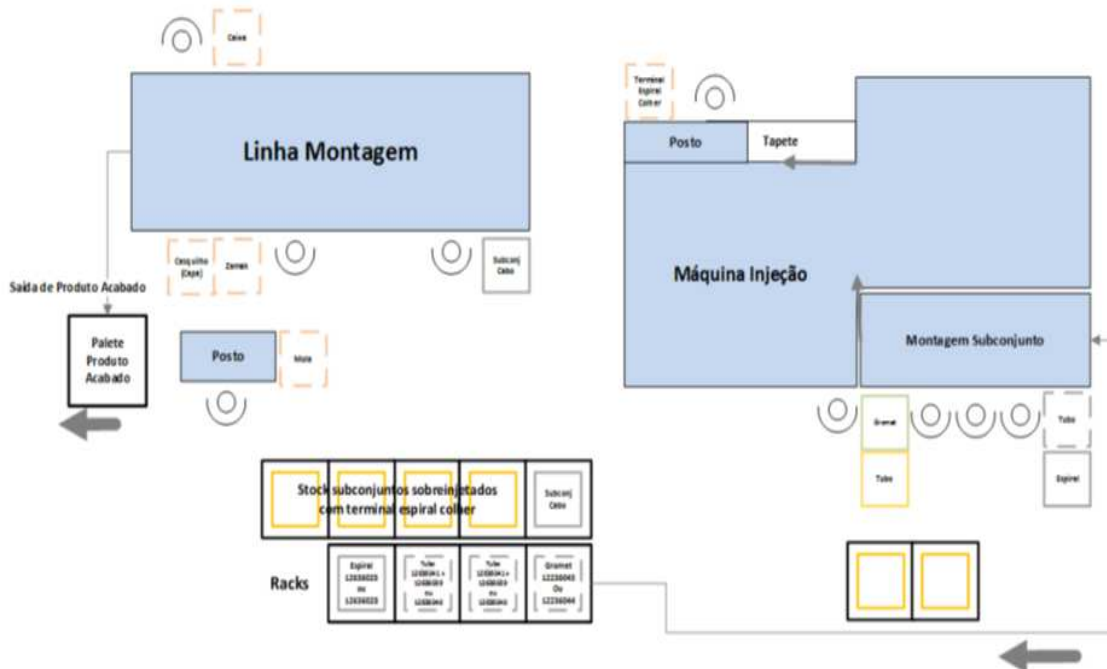


Figura 36 - *Layout* de blocos dos cabos interiores

3.3. Descrição do Processo

Para iniciar o fabrico e a montagem dos componentes do produto C519, há a necessidade de descrever as fases precedentes, em que a matéria-prima é transformada para obter a referência requerida em cada processo. Nas alíneas seguintes, serão pormenorizados os processos de fabrico de um cabo mecânico, sendo descritos em ordem sequencial de consumo, compreendendo a fase de pré-montagem até ao produto final.

Para este projeto, foram feitos acordos comerciais que abrangem um grande volume de produção e foram feitas previsões de distribuição para a Europa e NAFTA (*North American Free Trade*), considerando o volume de 2 844 600 peças/ano.

Há também a necessidade de calcular a taxa de ocupação da máquina e, para isso, deve ser feita a previsão do OEE de cada fase do processo. Para tal, foi usada uma fórmula para calcular esta ocupação, retratada na equação 2.

$$\frac{N^{\circ} \text{ de peças ao ano (previsto pelo cliente)}}{235 \text{ dias (dias trabalhados)}} \div \left(\frac{\text{Quantidade por Metros}}{\text{Por hora na linha de montagem}} \times OEE \right)$$

Equação 1 - Fórmula para o cálculo de previsão de Ocupação da Máquina em horas

Esta equação será retratada nas tabelas 15, 19 e 22 de cada processo de fabrico, e serão pormenorizados através das taxas de previsões de venda do cliente para os próximos anos (expressas entre o ano de 2018 até 2024) e a ocupação da máquina (horas/dia).

Tabela 15 - Cálculo de previsão de ocupação em cada processo de fabrico

Taxa de Ocupação das Máquinas							
Ano	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Fabrico Espiral Laminada (120 m/h)	13,6	17,7	17,7	17,7	17,7	17,7	4,0
Fabrico Espiral Aramada (550 m/h)	15,6	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	6,8
Revestimento de Espiral (1200 m/h)	1,4	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	0,4
Revestimento de Cabo (1400 m/h)	2,9	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	0,9
Corte de Espiral Laminada (1094 cortes/h)	5,2	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	1,8
Corte de Espiral Aramada (1047 cortes/h)	19,8	28,1	28,1	28,1	28,1	28,1	8,3
Corte de Cabo (938 cortes/h)	12,2	15,9	15,9	15,9	15,9	15,9	3,6
Corte Tubo Estrela (749 cortes/h)	7,5	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	2,3
Injeção Manual (900 peças/h)	10,6	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	10,6
Injeção Robocop (900 peças/h)	6,4	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	6,4

De acordo com a produção interna da Ficocables, cada processo de fabrico tem a sua sequência de produção e montagem de cabos. Para a linha do produto C519, estes processos foram classificados e estão listados a seguir, onde são feitos:

- Fabrico de Espiral Laminada e Espiral Aramada;
- Revestimento de Espiral e de Cabo;

- Cortes de Espiral, de Cabo, e Tubo Estrela;
- Injeção de *Zamak* Manual e *Zamak* Robocop;
- Sobreinjeção Plástico – Terminal Cabo.

3.3.1. Fabricos de Espiral Laminada e Espiral Aramada

No produto C519, os processos de fabrico de espirais são levados a cabo de duas formas distintas. Primeiramente para o fabrico destes materiais, é necessária a aquisição de bobinas de arame fosfatado, para ser usado nas máquinas que serão seguidamente descritas: Chinesas e Planetárias.

As bobinas são adquiridas a um fornecedor externo, sendo estas armazenadas diretamente no UAP1 para serem transformadas. O arame vem em bobinas de grandes dimensões, com cerca de 400 kilos cada, possuindo arame com diâmetro compreendido entre 1,00 mm e 1.2 mm. De seguida são laminados e fracionados em bobinas menores (figura 37. O diâmetro do arame é escolhido em função do tipo de espiral que vai ser produzida (Ficocables, 2018)



Figura 37 - Máquina Chinesa de Fabrico de Espiral Laminada (Ficocables, 2018)

Para o fabrico de espiral metálica laminada, usam-se máquinas de origem chinesa, sendo necessário que haja uma pré-laminagem inicial realizada pelos laminadores e, posteriormente, quando as bobinas são colocadas dentro destas máquinas, o arame é novamente conformado pela fieira.

Nas alíneas seguintes serão referidos os revestimentos através da ilustração da figura 38, com a produção de Espiral Laminada a uma cadência de 1200 m/hora. Os componentes são:

- 1) Bobina de Tubo que ficará no interior da espiral, após realizada;
- 2) Bobina de Arame;
- 3) Espiral laminada já no contentor;
- 4) Bobina reserva de Arame.

Observa-se na figura 39 o arame fosfatado (tratamento anticorrosivo) em processo de conformação através de uma fieira, e na figura 40 um exemplo de como é feita a laminagem do arame que acaba

por cobrir o cabo, formando um conjunto flexível, como é requerido pelas exigências de layout dentro das portas de um automóvel.

Assim, o arame é laminado e enrolado em torno do tubo branco de plástico (Figura 41), seguindo depois para o processo de revestimento, onde é extrudido plástico pelo exterior da espiral. O contentor de espiral laminada é inserido na extrusora de plástico, denominada EXP-0007F (ver figura 41) para o revestimento, e de seguida é depositada enrolada num contentor, ver figura 42.



Figura 38 - Máquina Chinesa a conformar a espiral laminada (Ficocables, 2020)

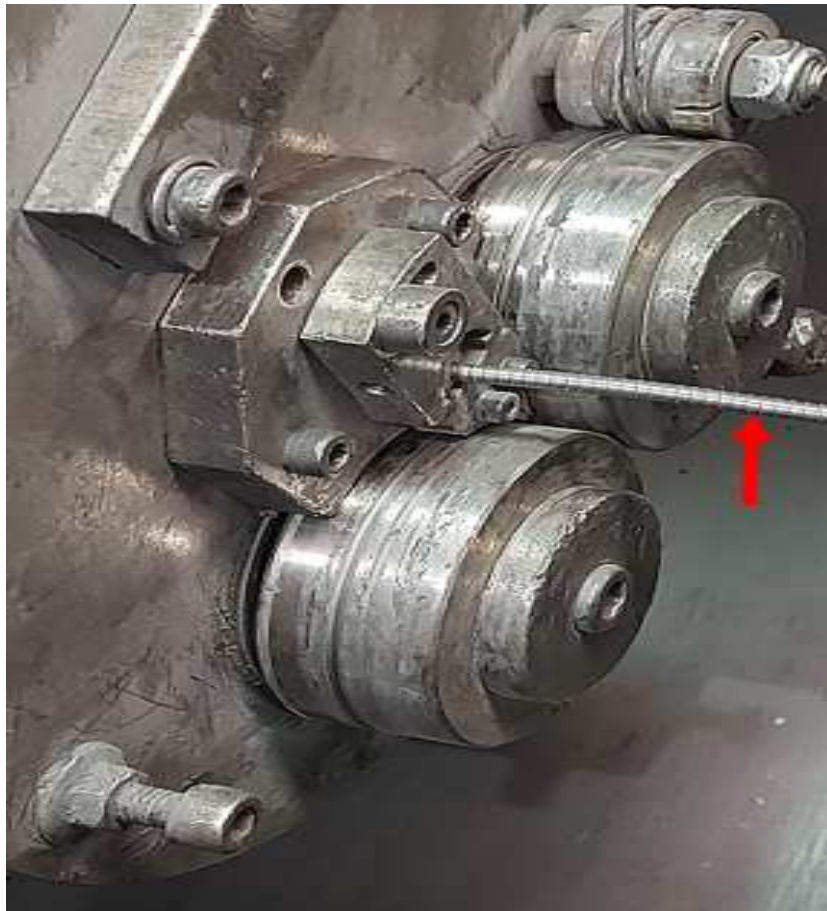


Figura 39 - Ilustração da Espiral Laminada, em que o tubo de plástico já se encontra revestido pelo arame da espiral

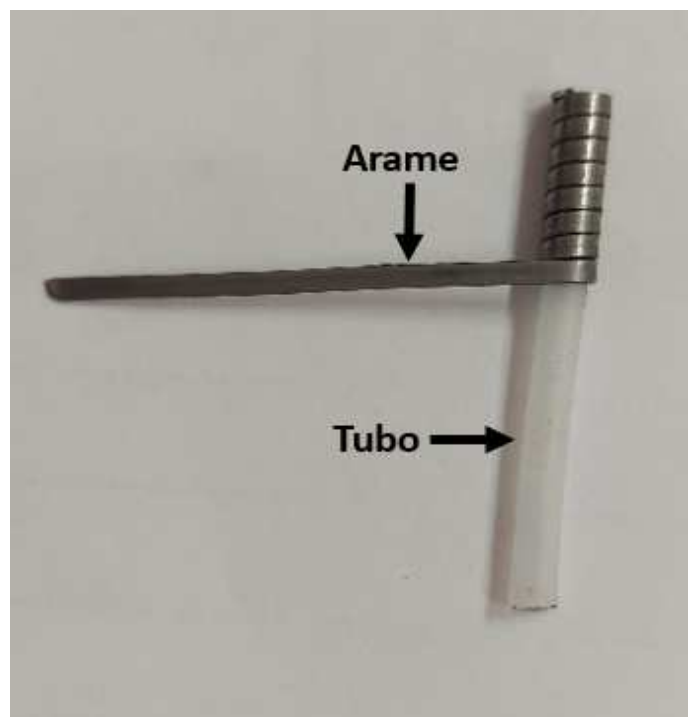


Figura 40 - Arame fosfatado com 1,2 mm de diâmetro



Figura 41 - Extrusora EXP-007F

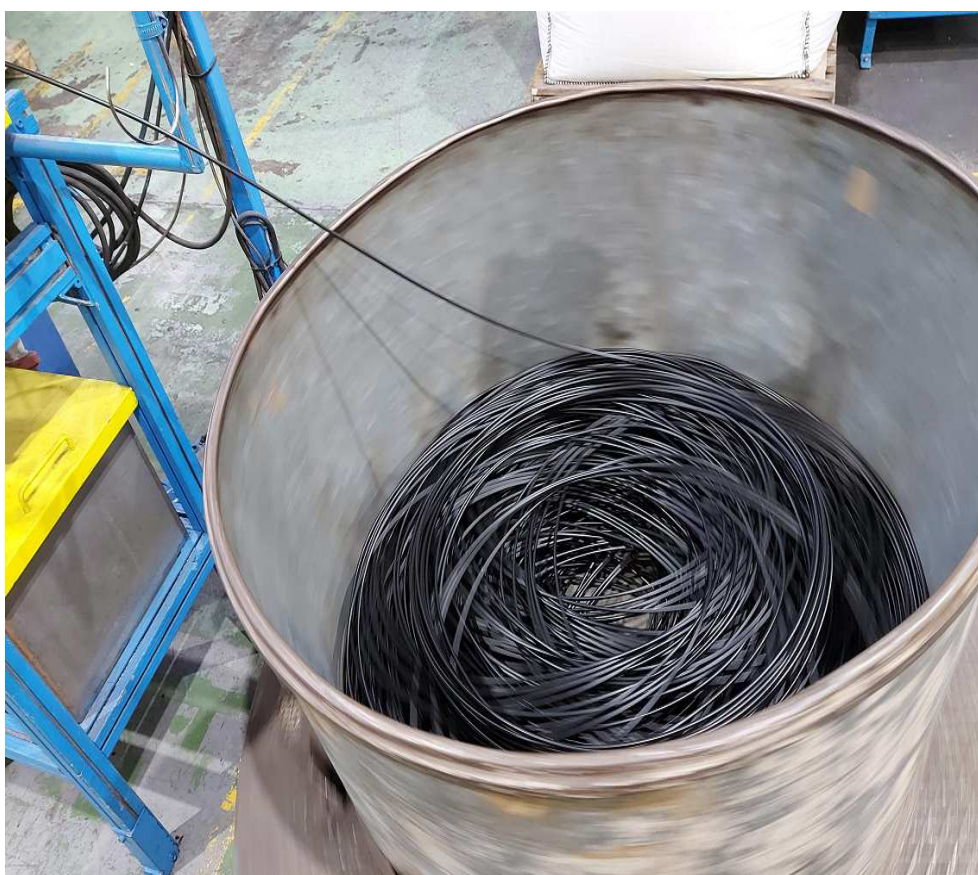


Figura 42 - Contendor com espiral aramada revestida

O fabrico da espiral armada é idêntico ao anteriormente descrito, mas as funções serão exatamente as mesmas. No caso do fabrico da espiral armada, a máquina possui maiores dimensões e complexidade, sendo nomeada por Planetária (ver figura 43).



Figura 43 - Máquina Planetária

As planetárias são máquinas responsáveis pelo revestimento armado, conhecido também por *“braided”*. Nestas máquinas, podem ser utilizados cinco tipos de tubo interior, em união com os dois tipos de arame, os quais perfazem as combinações existentes no fabrico de espiral metálica armada. A máquina é composta por oito bobinas em cada um dos tambores, tendo dois tambores, totalizando dezasseis bobinas, mas neste caso utilizando arame fosfatado com um diâmetro de 0,28 mm, e em que cada bobine possui autonomia para enrolar o arame 7.500 vezes em torno dela mesma.

O fabrico da espiral armada está dividido em duas etapas: na primeira etapa são enrolados oito fios de arame sobre o eixo principal (ver figura 44) da espiral, e na segunda etapa são entrelaçados os outros oito fios de arame (ver figura 45), que desta vez ficam sobrepostos aos oito que já se encontravam aplicados, perfazendo na sua totalidade a espiral entrelaçada (Ficocables, 2015).



Figura 44 - Bobinas no interior da Máquina Planetária

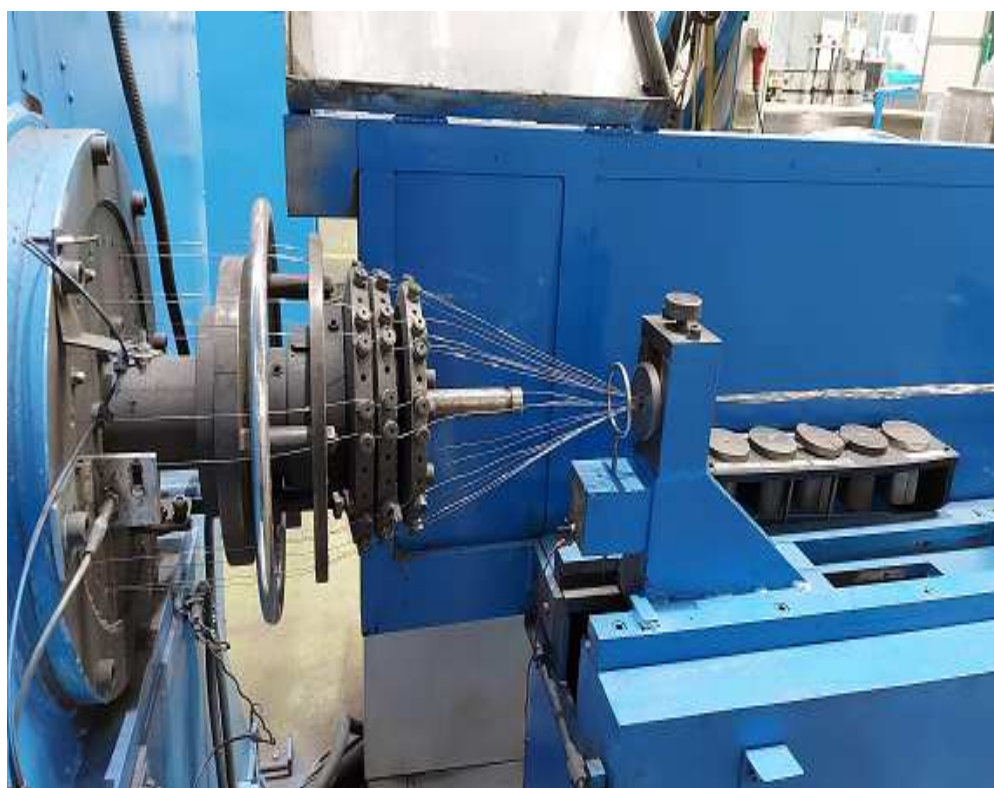


Figura 45 - Arame a ser entrelaçado

O processo de revestir espiral é feito de formas diferentes conforme cada referência final de cabo: 074, 076 e 077 são constituídas por espiral armada e revestida por PP (polipropileno) e a referência final 075 é a única que leva espiral laminada e revestimento a PVC, pois é necessária maior flexibilidade desta espiral, devido ao percurso com uma curva “apertada” que o cabo possui quando montado na porta do automóvel.

3.3.2. Revestimento de Cabo e de Espiral

Para perceber o processo de revestimento, deve-se entender como é feito este recurso. Um cabo metálico é manufaturado com base em vários filamentos, através de enrolamento sob a forma helicoidal, de modo a que quando conformados e enrolados, permaneçam com os seus filamentos unidos e imóveis.

Posteriormente, os cabos metálicos são providos de um revestimento, que que no caso do C519 é feito em polipropileno (PP) ou policloreto de vinilo (PVC). A principal finalidade do revestimento consiste em garantir que o cabo metálico não venha a sofrer oxidação e, conseqüentemente, não perca a sua resistência devido à humidade que este possa reter

Os requisitos a ter em consideração para cabos metálicos são (Ficocables, 2015):

- Diâmetro do arame;
- Espessura do arame;
- Tipo de arame;
- Passo do enrolamento;
- Co-axialidade entre o arame e o cabo propriamente dito.

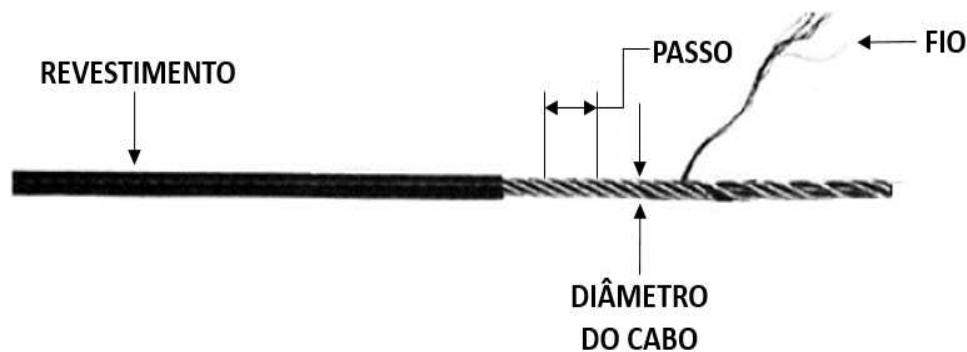


Figura 46 - Imagem ilustrativa de um cabo metálico (Fonte: Adaptado de CMACABLE, 2015)

Na linha do C519, o arame designado para o cabo é adquirido em fornecedores externos. Na figura 47, ilustra-se o equipamento que reveste o cabo, com capacidade de produção de 550 m/hora.



Figura 47 - Máquina de Revestir Cabo (Ficocables, 2020)

3.3.3. Cortes de Espiral, Cabo, e Tubo Estrela

O corte de espiral laminada para a referência 075 efetua 1094 cortes/hora. Após o corte de espiral laminada, a mesma será posteriormente esmerilada/escareada nas ações posteriores. Os cortes de espiral aramada destinam-se às referências 074, 076 e 077, com cadências respectivamente de: 1110, 1005 e 1025 cortes/hora (Figura 48). Já os cortes de cabo revestido são para as referências 074 e 075, e apresentam cadências de 946 e 929 cortes/hora (Figura 49). Em relação aos cortes de tubo estrela, são realizados a uma cadência de 749 cortes/hora (Figura 50). O tubo esponja não necessita de cortes, por ser um componente de compra, vindo já cortado do fornecedor com a medida correta.



Figura 48 - Máquina de Corte de Espiral



Figura 49 - Máquina de Corte de Cabo



Figura 50 - Máquina de Corte de Tubo

3.3.4. Injeção de *Zamak* Manual e *Zamak Robocop*

Os terminais de *Zamak* são responsáveis por receber e transmitir a força que é exercida numa das extremidades do cabo, e provoca efeito na outra. Os terminais representam a ligação do cabo ao sistema que efetua efetivamente a força em cada uma das extremidades do produto, ou seja, que executam a função à qual o cabo se destina. Estes terminais são injetados diretamente sobre o cabo, eliminando assim as operações de prensagem e de zincagem. Para além da proteção conferida pelo Zinco, o Alumínio possui o atributo de formar uma camada de óxidos à sua superfície, que impedirá a corrosão progressiva do restante material. Na LM do C519, há diferentes máquinas que são usadas para a injeção de *Zamak*, caracterizadas por serem manuais (cabos exteriores) e automáticas (cabos interiores).

Na figura 51, poderá ser observado sinalizado em vermelho um exemplo ilustrativo de uma barra de *Zamak* suportada por uma grua, quando é inserida na máquina de injeção.



Figura 51 - Barra de *Zamak* na linha de injeção (Ficocables, 2020)

A injeção de *Zamak* manual é realizada quando o colaborador manuseia o cabo e o insere na máquina. Esta operação possui uma cadência de 900 peças/hora. Este processo está representado nas figuras 52 e 53, onde os números assinalados na imagem representam:

- 1) Decapar o cabo;
- 2) Cabo decapado;
- 3) Mecanismo de flor;
- 4) Primeira injeção de *Zamak*;
- 5) Cabo injetado já sem o gito.



Figura 52 - Ilustração da Injeção Manual Cabos Exteriores (Ficocables, 2020)



Figura 53 - Primeira injeção de Zamak (Ficocables, 2020)

Após este processo, os cabos finalizados e arrefecidos são colocados no posto de verificação, onde são observados. A sua análise é feita de acordo com o *poka-yoke*.

Por outro lado, as injeções de *Zamak* realizadas nos equipamentos *Robocop*, como apresentado na figura 54 (nomeada internamente como *Robocop*, por ter todas as operações automatizadas), são somente feitas nas linhas dos cabos interiores e são executadas pela máquina com cadência de 900 peças/hora. A própria coleta o cabo posicionado na bobina, faz o corte, decapa, e injeta o terminal *Zamak*, sem a necessidade de o colaborador intervir naquele momento (ver figura 55). Logo após o término, o colaborador pega no contentor com os cabos e insere-os nos respetivos *racks* da linha de montagem, onde estão localizados os bordos de linha. São armazenadas duas caixas com 2500 mil cabos de cada referência para suprir a demanda de consumo de um turno e início do próximo.



Figura 54 - Máquina automática de corte e injeção de *Zamak* (Ficocables, 2020)



Figura 55 - Primeira injeção de *Zamak* (Ficocables, 2020)

Na figura 56 observa-se a ilustração do processo da segunda injeção de *Zamak*. Neste processo há a necessidade de atuação do colaborador, de acordo com a sequência do processo listado abaixo:

- 1) Decapar o cabo;
- 2) Inserir o terminal *clip*;
- 3) Fazer flor e realizar a segunda injeção de *Zamak*.

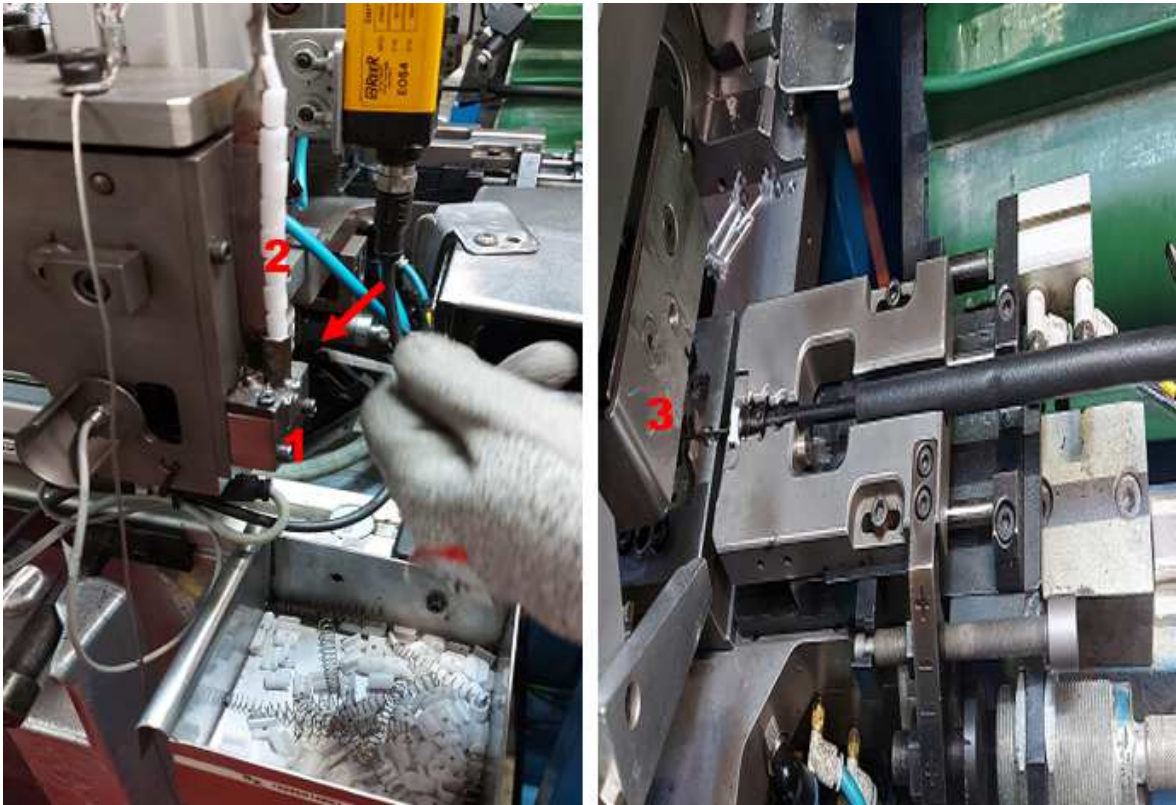


Figura 56 - Segunda injeção de *Zamak* cabos Interiores (Ficocables, 2020)

Na figura 57 é apresentado o cabo já finalizado, com o *clip* alojado em torno da injeção de *Zamak*.



Figura 57 - Cabo com segunda injeção de *Zamak* (Ficocables, 2020)

3.3.5. Sobreinjeção de Plástico – Terminal de Cabo

Após o cabo percorrer todos os percursos precedentes, a fase de sobreinjetar plástico é considerado o estágio final. Deve-se ter a percepção que o acoplamento do terminal plástico na espiral pode ser feito usando dois processos tecnológicos:

- 1) Através da prensagem – considera-se que o acoplamento é mecânico;
- 2) Através de sobreinjeção – formação da peça plástica na espiral.

No produto C519 usam-se máquinas para sobreinjetar em cabos de acordo com a referência a serem produzidas naquele momento, designadas por *Babyplast* modelo 6/12V (ver figura 58), as quais possuem as seguintes características:

- Segundo a configuração atual, estas máquinas possuem todos os movimentos hidráulicos, e são comandadas por um grupo motobomba de elevado rendimento, instalado no tanque do óleo, e que pode ser facilmente inspecionado;
- Possuem acionamento pneumático para abertura e fecho da porta de proteção do molde;
- A conceção dos planos da máquina permite a montagem simples e rápida. Em alguns casos, com pequenas modificações, é possível utilizar moldes previamente existentes;
- A máquina possui dois microprocessadores que controlam os movimentos, tempos e as temperaturas do ciclo de produção;
- Possuem hidráulica proporcional, pelo que as pressões durante as fases de ciclo são geridas e memorizadas pela máquina;
- Apresentam máxima segurança com Certificação CE (produto comercializado conforme as diretivas legais vigentes na Europa);
- Possuem segurança acrescida do molde, com aproximação em baixa pressão.
- Gestão de arrefecimento: a capacidade do líquido de arrefecimento, nos vários pontos da prensa, inclusive o molde, pode ser regulada através de um regulador de fluxo. Para temperaturas de molde até 90°C, existe disponível um termorregulador específico para *Babyplast* (0,7 kW);
- Em temperaturas do molde até 200°C, a máquina dispõe de duas zonas de aquecimento a 230 Volt para o molde ou câmara quente. Para o condicionamento do molde, é possível inserir resistências no cartucho e controlar o aquecimento em % ou em °C (utilizando termopares), sendo ainda possível utilizar um bico ou uma câmara quente controlando o aquecimento diretamente na máquina;
- Injeção possível em três posições diversas: o grupo de injeção, posicionado na horizontal, possui três posições de injeção - 45 mm, 70 mm e 95 mm - em relação ao plano inferior da máquina.



Figura 58 - Modelo *Babyplast 6/12V* localizadas na LM Exteriores e Interiores (Ficocables, 2020)

3.3.6. Linha de Montagem de Cabos Exteriores

Como já foi referido, existem duas linhas que atuam em simultâneo, sendo que ambas se dedicam à produção de cabos. Na linha de montagem dos cabos exteriores são necessários cinco postos de trabalho, conforme o exibido na Figura 59 (P01, P02, P03, P04 e P05).

Para uma melhor perceção da figura 59, são precisas quatro tabelas informativas (Tabela 16 a Tabela 19), explicando os acrónimos e a simbologia do *layout* da linha do produto C519 - cabos exteriores, correspondendo as mesmas a:

- 1) Lista de Operações – Cabos Exteriores e Posto de Sobreinjeção de Cabos Exteriores (*PY – Poka Yoke*¹⁷);
- 2) Linha de Montagem de Cabos Exteriores (*Poka-Yoke*) e Posto de Preparação de Cabos Exteriores;
- 3) Simbologia das Linhas de Montagens;
- 4) Ocupação da linha de Sobreinjeção de Cabos Exteriores.

¹⁷ De origem Japonesa, seu significado é ser um dispositivo a prova de erros a evitar a ocorrência de defeitos em processos de fabricação na linha de montagem.

Na primeira coluna da tabela 16 observa-se uma lista de números, iniciados por 100, os quais correspondem à numeração atribuída a cada operação, sendo estas seguidas por uma sequência de montagem do cabo – segunda coluna. Na terceira coluna, segue uma lista com letras e números, as letras *PY* significam *Poka-Yokes*. São postas nas linhas de montagens fichas com identificação da peça e fotos, para que o colaborador identifique possíveis não conformidades de cada unidade produzida. Esta análise permite um controlo de qualidade e exclusão de futuros “erros” de produção.

Tabela 16 - Lista de Operações e Lista de *Poka-Yokes*

Lista de Operações - Exteriores		Posto de Sobreinjeção Exteriores (<i>Poka-Yokes</i>)	
100	- Montar Tubo Exterior 121 913 074	PY1	- Medição Comprimento de Espiral
100+101/101	- Escarear / Esmerilar (Ref. 074) - Montar Tubo Exterior (Ref. 075) - Posicionar Subconjunto no <i>Gabarit</i> .	PY2	- Existência de Tubo Exterior
102	- Injeção 1º Terminal de Espiral - Injeção 2º Terminal de Espiral - Clipar Colher	PY3	- Existência de Massa (sequência de Operações)
103	- Injeção de Massa + Medição de Comprimento de Espiral - Embalagem Intermédia - Montar Guarda-Pó	PY4	- Recipiente de Massa Vazio
		PY5	- Correta Colher
104	- Montar Cabo - Aparar - Decapar -Fazer Flor -Injeção de 2ºTerminal de cabo - Ensaio	PY6	- Colher corretamente Clipada
		PY7	- Comprimento entre terminais de espiral
105	- Medição - Laser Tampa - Embalagem	PY33	- Sequência de Operações – Escareado (Ref. 075)

Na tabela 17 encontra-se uma listagem dos *Poka-Yokes* e do erro que cada um pretende controlar nas LM e Postos de Preparação dos Cabos para Exteriores.

Tabela 17 - Lista de Montagem e Posto de Preparação Exteriores

Linha de Montagem de Cabos Exteriores	
PY8	- Presença/Correta montagem guarda-pó
PY9	- Correta Posição do 1º Terminal de Cabo
PY10	- Presença Guarda-Pó - <i>Zamak</i>
PY11	- Ensaio
PY12	- Medição
PY13	- Validação de Código Data Matrix
Posto de Preparação de Cabos Exteriores	
A	- Montar Tubo Exterior
B	- Manipulador automático
C	- Máquina Injeção Plástico " <i>Baby Plast</i> "
D	- Máquina Injeção Plástico " <i>Baby Plast</i> "
E	- Clipar Colher
F	- Injeção de Massa
G	- Corte
H	- Ensaio
I	- Medição
J	- Máquina de <i>Zamak</i>
K	- Decapar
L	- Laser Fibra
M	- Corte Gito

Na Tabela 18 estão os símbolos inseridos na figura 59 que identificam uma ação a ser realizada na LM. Esta tabela será empregue nas linhas de Cabos Exteriores e de Cabos Interiores. Na tabela 19 estão identificadas as previsões de ocupação das LM.

Tabela 18 - Simbologia das Linhas de Montagens















Simbologia das Linhas de Montagens			
	- Stock Intermediário		- Iniciar Máquina/Equipamento
	- PY (<i>Poka-Yoke</i>)		- Parada de Emergência
	- Medição		- Contentor para Componentes OK
	- Verificação		- Contentor para Componentes NOK
	- Documentação/Ficha		- Movimentos de Componentes OK
	- Saúde e Segurança		- Movimentos de Componentes NOK
	- Zona de Embalagem		- Movimentos de Componentes OK

Tabela 19 - Ocupação da linha de Sobreinjeção de Cabos Exteriores

Ocupação da linha de Sobreinjeção de Cabos Exteriores							
Ano	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Referência 074 (700 peças/h)	4,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	2,4
Referência 075 (550 peças/h)	5,6	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	2,4
Total Horas Dia:	9,8	11,9	11,9	11,9	11,9	11,9	4,8

Na figura 59 é referido o layout do processo de produção da linha de montagem dos exteriores desenvolvido pelo *Software* CATIA® V5.

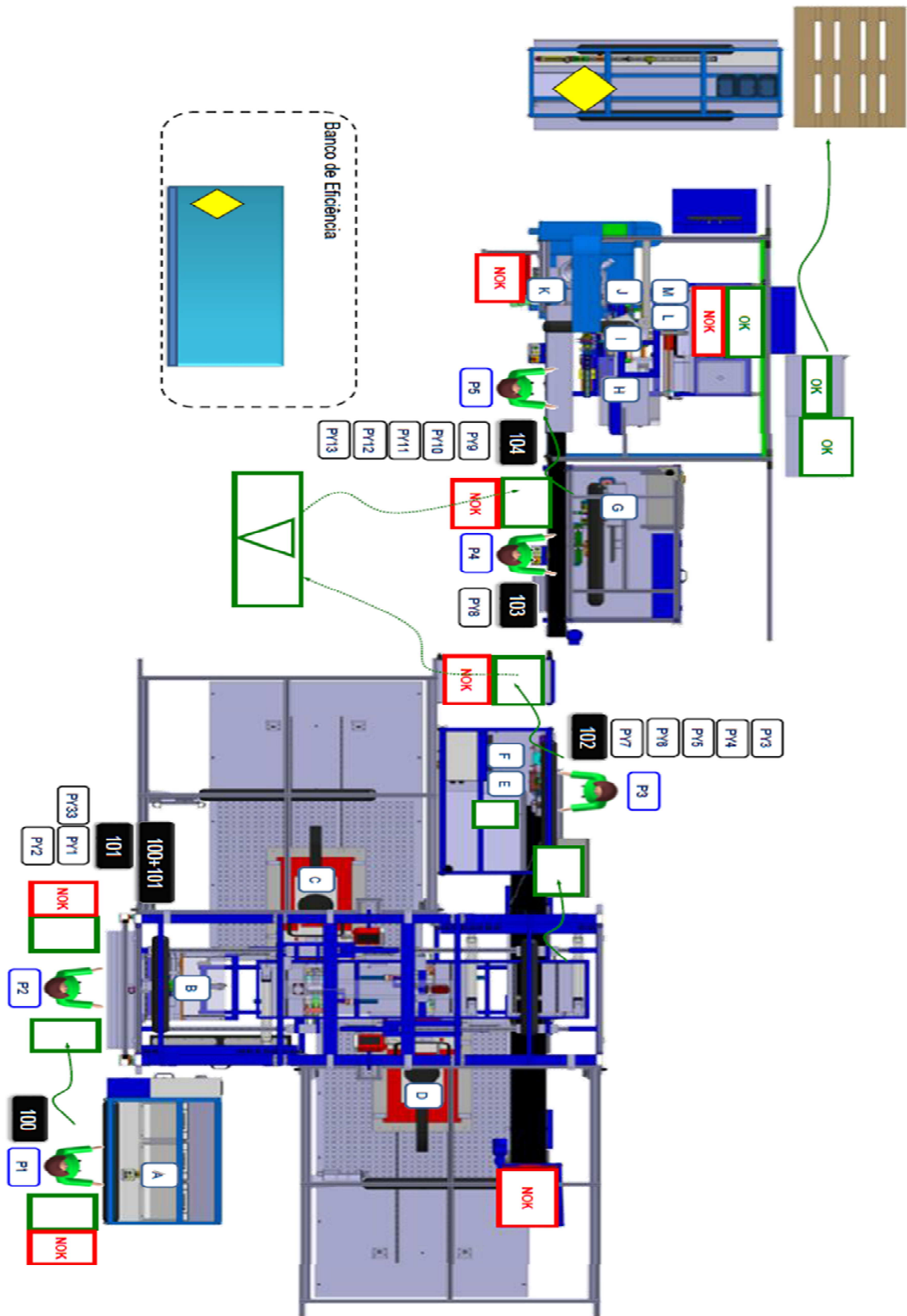


Figura 59 - Processo da Linha de Cabos Exteriores: modelação 3D em CATIA® (Ficocables, 2019)

3.3.7. Linha de Montagem de Cabos Interiores

Na linha de montagem dos cabos interiores, são necessários nove postos de trabalho, designados na Figura 60 por: P06, P07, P08, P09, P10, P11, P12, P13 e P14, possuindo funções bem definidas e específicas na LM. De forma a sintetizar o conteúdo representado na figura 60, são necessárias quatro tabelas identificadas por Tabela 20 a 23 para descreverem a simbologia, correspondendo as mesmas a:

- 1) Lista de Operações – Cabos Interiores;
- 2) Posto de Sobreinjeção de Cabos Interiores e Linha de Montagem de Cabos Interiores;
- 3) Ocupação da linha de Sobreinjeção de Cabos Interiores;
- 4) Posto de Preparação de Cabos Interiores.

Tabela 20 - Lista de Operações – Cabos Interiores

Lista de Operações	
100	- Montar Tubo Exterior Pequeno
101	- Montar <i>Grommet's</i>
102	- Montar Tubo Exterior Grande
103	-Escarear / Esmerilar - Posicionar Subconjunto no <i>Gabarit</i> - Injeção 1º Terminal de Espiral - Injeção 2º Terminal de Espiral
104	- <i>Clipar</i> Colher - Injeção de Massa + Medição de Comprimento de Espiral -Embalagem Intermédia
105 (A)	- Desembaraçar Molas -Montar Mola no Cabo
105 (B)	-Introdução e Aparar Cabo
106	-Montar Capa + Flor -Injeção 2º Terminal de Cabo + Ensaio + Medição
107	-Injeção de Massa na Caixa -Montar Caixa -Teste Mola -Laser Tampa
108	-Embalagem

Tabela 21 - Poka-Yokes na Sobreinjeção de Cabos Interiores e na Linha de Montagem de Cabos Interiores

Posto de Sobreinjeção de Cabos Interiores (Poka-Yokes)			
PY14	- Medição de Comprimento de Espiral	PY18	- Recipiente de Massa Vazio
PY15	- Existência de tubos exteriores	PY19	- Colher corretamente <i>Clipada</i>
PY16	- Existência e Invertido e Correto <i>Grommet</i>	P20	- Comprimento entre terminais de espiral
PY17	- Existência de Massa sequência de Operações	PY34	- Sequência de operações Escareado
Linha de Montagem de Cabos Interiores			
PY21	- Correta Posição do 1º Terminal de Cabo	PY27	- Mola Montada
PY22	- Ensaio	PY28	- Apenas uma mola montada
PY23	- Medição	PY29	- Mola Invertida
PY24	- Existência de Massa no Contentor (Sequência)	PY30	- Ângulo de Terminal de Cabo
PY25	- Existência / Correta montagem da capa	PY31	- Validação Código Data Matrix
PY26	- Caixa Montada	PY32	- Posicionamento e comprimento Mínimo tubo exterior (refª. 076)

Tabela 22 - Ocupação da linha de Sobreinjeção de Cabos Interiores

Ocupação da linha de Sobreinjeção de Cabos Interiores							
Ano	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Referência 076 (545 peças/h)	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4
Referência 077 (545 peças/h)	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4
Total Horas Dia:	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8

Tabela 23 - Posto de Preparação de Cabos Interiores

Posto de Preparação Interiores	
N	- Montar Tubo Exterior
O	- Montar <i>Grommet</i>
P	- Montar <i>Grommet</i>
Q	- Montar Tudo Exterior
R	- Escareador
S	- Escareador
T	- Manipulador Automático
U	- Máquina Injeção Plástico " <i>Baby Plast</i> "
V	- Máquina Injeção Plástico " <i>Baby Plast</i> "
X	- <i>Clipar</i> Colher
Z	- Injeção de Massa
AA	- Injeção de Massa
AB	- Introdução de Cabo
AC	-Corte elétrico
AD	- Ensaio
AE	- Medição
AF	- Máquina de <i>Zamak</i>
AG	- Alimentador de Capas
AH	- Corte de Gito
AI	- Laser Fibra
AJ	- <i>Clipar</i> caixa

Na figura 60 é referido o layout do processo de produção da linha de montagem dos Interiores desenvolvido pelo *Software* CATIA® V5.

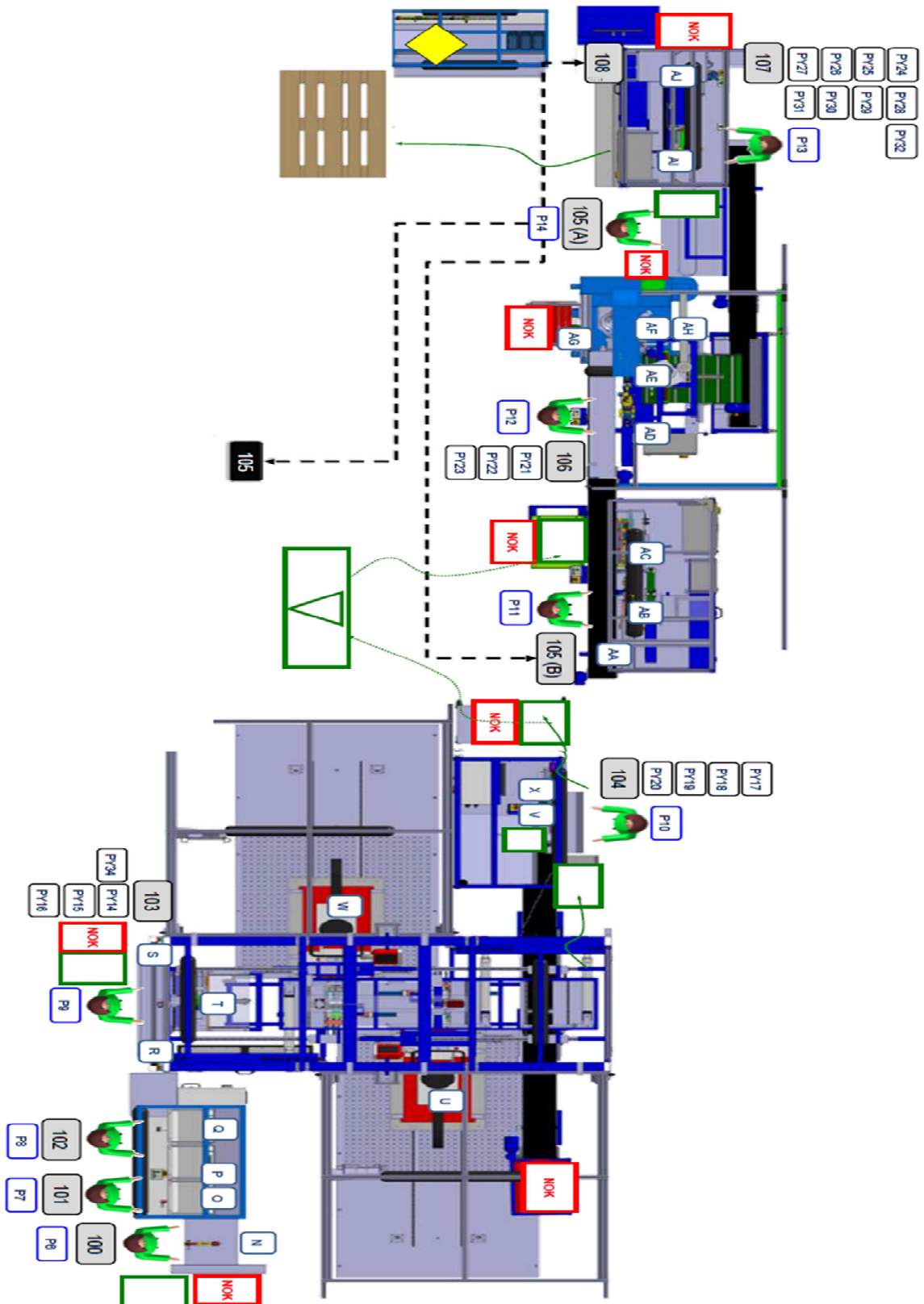


Figura 60 - Processo da Linha de Cabos Interiores: modelação 3D em CATIA® (Ficocables, 2019)

3.4. Descrição do Problema

A linha do produto C519 é caracterizada por ser uma linha de produção com altos níveis de produção e, para cumprir com as encomendas e datas de entrega, deve haver uma preocupação acrescida em nivelar à produção de acordo com a procura do cliente. O incumprimento destas ordens, é um fator de grande relevância nesta linha de montagem, tendo altos índices de desperdício na produção. O objetivo deste trabalho é reduzir e/ou, eliminar as paragens desnecessárias da linha de produção, sendo classificadas como “Perdas de Produção”

É usual ter atrasos na produção, tendo como causa a falta de materiais e componentes, falta de abastecimento à LM, erros de planeamento, avarias de máquinas/moldes. No geral, a síntese das perdas da linha do produto C519 levou à necessidade de explorar os fatores que causam essas perdas. Em termos literários, serão descritas as análises para constatar as perdas e, para tal efeito, serão usadas ferramentas da qualidade que irão identificá-las e classificá-las.

O diagrama de *Ishikawa* é uma ferramenta prática e, como ilustrado na figura 61, é utilizado para identificar as causas que estão na raiz do problema desta linha e permitir elaborar o raciocínio a seguir para este projeto, focando a atenção da investigação nos fatores que interferem e diminuem a produtividade da linha de produção.



Figura 61 - Diagrama de Ishikawa sobre as causas das perdas do C519

Após a análise do uso da ferramenta da figura 61, foi necessário coletar dados para a plataforma interna da Ficocables. Esta transferência de dados ocorreu dentro do intervalo entre outubro de 2019 a setembro de 2020. Para o uso destes dados, foram realizadas pesquisas em diferentes plataformas da Ficocables, denominadas por: ERP, BPCS e BOM e que estão descritas na Tabela 24 Na Figura 62 é ilustrada a plataforma BPCS da Ficocables.

Tabela 24 - *Software's* Internos - Ficocables

Ferramenta	Utilidade
ERP (<i>Enterprise Resource Planning</i>)	É um <i>software</i> de gestão de processos de negócio que encadeia as atividades de finanças, cadeia de fornecimento, operações, relatórios, fabrico e recursos humanos de uma empresa. Este <i>software</i> está inserido diretamente na plataforma descrita abaixo, o BPCS.
BPCS (<i>Business Planning and Control System</i>)	O BPCS é uma sigla em inglês para Sistema de Planeamento e Controlo de Negócios, sendo um <i>software ERP</i> . (Planeamento de Recursos Empresariais). O BPCS foi desenvolvido para o sistema operativo de programação chamado OS / 400, sendo estes equipamentos de média e alta gama destinados às empresas, desenvolvidos pela empresa IBM <i>Power Systems</i> , ver figura 60
BOM (<i>Bill of materials</i>)	<i>Software</i> interno que contém informações de materiais em geral (componentes, matéria-prima, quantidade de material, descrição completa do material, incluindo origem, sua composição, etc.). Sendo um meio de comunicação interna e externa entre clientes e fornecedores, a sua utilização é extremamente útil e eficaz, sendo mais uma ferramenta de controlo interno.



Figura 62 - Ecrã de entrada do *Software* BPCS

Após a coleta dos dados através dos *software's* de controlo, foram selecionadas as incidências de fatores que causam as perdas nas linhas de produção, e foram feitas análises de acordo com a literatura descrita nesta dissertação para a verificação das avarias e perdas da produção.

Após a verificação e análise da Figura 59, houve necessidade de perceber as causas dos problemas que afetam as perdas, sendo a linha de montagem responsável pela quota mais influente nessas perdas. Realizou-se um *Brainstorming* com as equipas que atuam indiretamente/diretamente nestas linhas, sendo responsáveis por gerir uma parte do que diz respeito ao produto C519, nomeadamente:

- Diretor de Produção;
- Diretor da Logística;
- Gerente de Produção do UAP2;
- Planificador do UAP2.

No período inicial de análise, houve a necessidade de acompanhamento da linha de produção e, através destas observações, destacaram-se fortemente alguns aspetos quando se trata do produto C519. Assim, concluiu-se que as incidências mais habituais que ocasionam e caracterizam as perdas na linha, são as listadas abaixo:

- Desorganização da LM;
- Fluxo de materiais e informações sem definição;
- *Layout* da linha desatualizado;
- Embalagens sem definição;
- Avarias;
- Acondicionamento errado de material;
- Perdas em geral na produção.

Em complemento à figura 61, para constatar as análises feitas anteriormente foi necessário determinar as causas que influenciam as perdas, como mostra o Diagrama de Pareto na Figura 63.

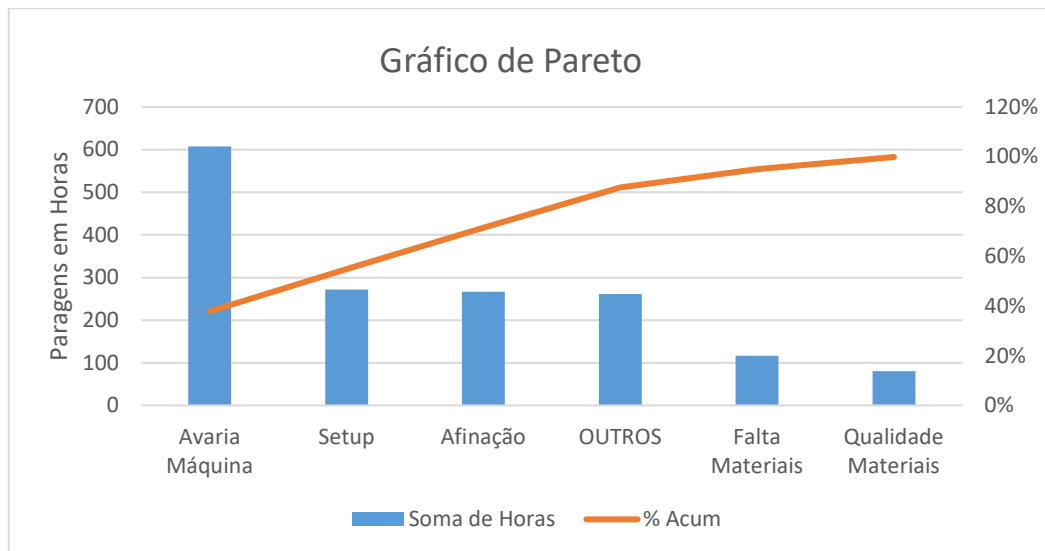


Figura 63 - Diagrama de Pareto relativo às perdas em horas por paragens na LM

Como exposto no diagrama da Figura 63, existem diferentes atribuições relacionada com as paragens do produto C519. Portanto, destacam-se algumas que ocorrem com maior frequência nesta linha, estando listadas abaixo:

- Avaria de Máquina;
- *Setup*;
- Falta de Materiais;
- Qualidade dos Materiais.

Para uma maior compreensão das causas listadas acima, será preciso medir o desempenho dos equipamentos que se encontram nesta linha de montagem. É de extrema importância para a produtividade desta linha de produção avaliar-se o processo produtivo, o qual afeta diretamente a mão-de-obra, é um verdadeiro contributo para a qualidade do produto e satisfação do cliente. Para estas verificações, usou-se um indicador chave para observar os fatores relacionados as perdas, o OEE. Este indicador irá representar os fatores determinantes para a competitividade, estando relacionado com os resultados económicos obtidos e sendo conseguido através da maximização da operacionalidade, eficiência e qualidade. Para um melhor entendimento, foram pormenorizadas nos seguintes tópicos as perdas que interferem diretamente no rendimento, no sucesso, e até mesmo na sobrevivência desta linha dentro da Empresa.

3.4.1. Perdas na Produção

Através da análise do OEE, foi constatado que os subconjuntos da linha dos cabos interiores são originam mais perdas na produção, como mostra a análise representada pela Tabela 26, em perdas de milhares de euros. Tendo em conta o gráfico da figura 64, é possível verificar a relação entre o OEE retratado pela linha azul e as perdas em milhares de euros representado pela linha verde. Observa-se nos gráficos das figuras 64 e 65, uma quebra entre os meses de março e maio decorrente a pandemia global denominada por Covid 19, que ocasionou a paralisação obrigatória

das Empresas, inclusive da Ficocables. No gráfico da figura 65 mostra-se o custo de sucatar material sobreinjetado.

Tabela 25 - Perdas na Produção

Perdas	Média
OEE Real	72,8 %
Horas Trabalhadas	102,2 h
OEE Alvo	84 %
Total de Perdas em Euros	19.414,5 €

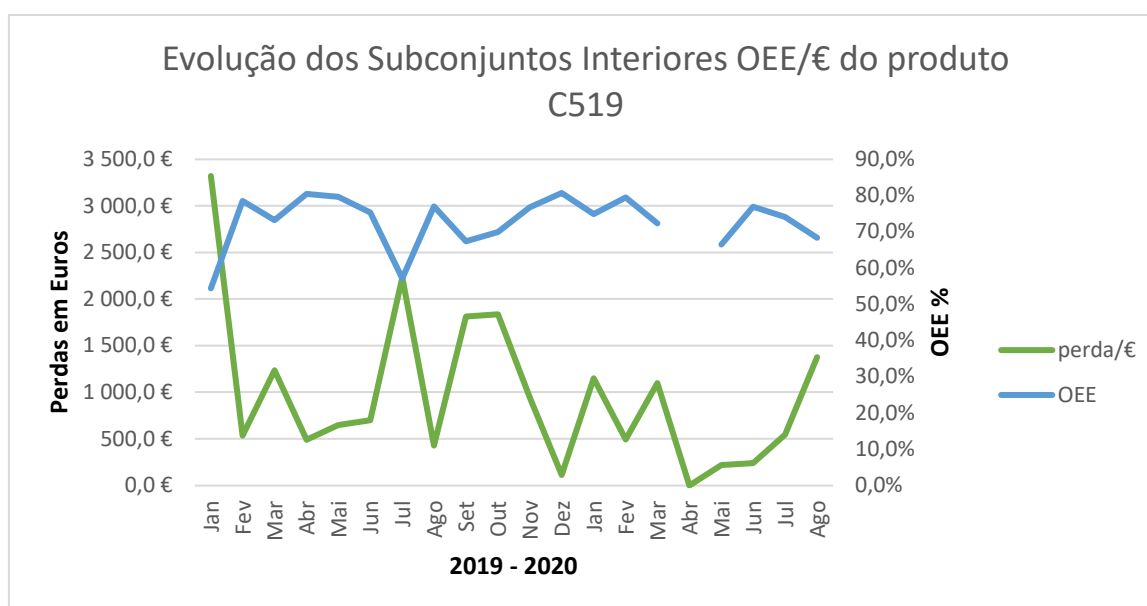


Figura 64 - Evolução das Perdas em Euros na Produção ligada aos Subconjuntos Interiores

Como descrito no subcapítulo 3.3.5, as máquinas *Babyplast* possuem seis pistões injetores, os quais devem estar a uma temperatura de até 200°C. Mas, se por acaso aquecerem em demasia, chegando a uma temperatura de 250°C, a injeção feita no cabo torna-se ineficaz, gerando um produto que irá para a sucata. Para uma melhor percepção, o produto C519 envia cabos para a sucata essencialmente por dois motivos:

- 1) Arranque da máquina: toda as vezes que é realizado o arranque da máquina, são desperdiçados oito cabos injetados. Isto quer dizer que, até que haja uma homogeneização do material sobreinjetado, são necessários estes descartes;
- 2) Sobreaquecimento dos pistões injetores: quando os pistões ultrapassam a temperatura ideal para injetar sobre o cabo, a sobreinjeção sai danificada, e a sua superfície irá sair rugosa e com resquícios do gito, sendo o produto inaceitável por parte do cliente, conduzindo-o para a sucata.

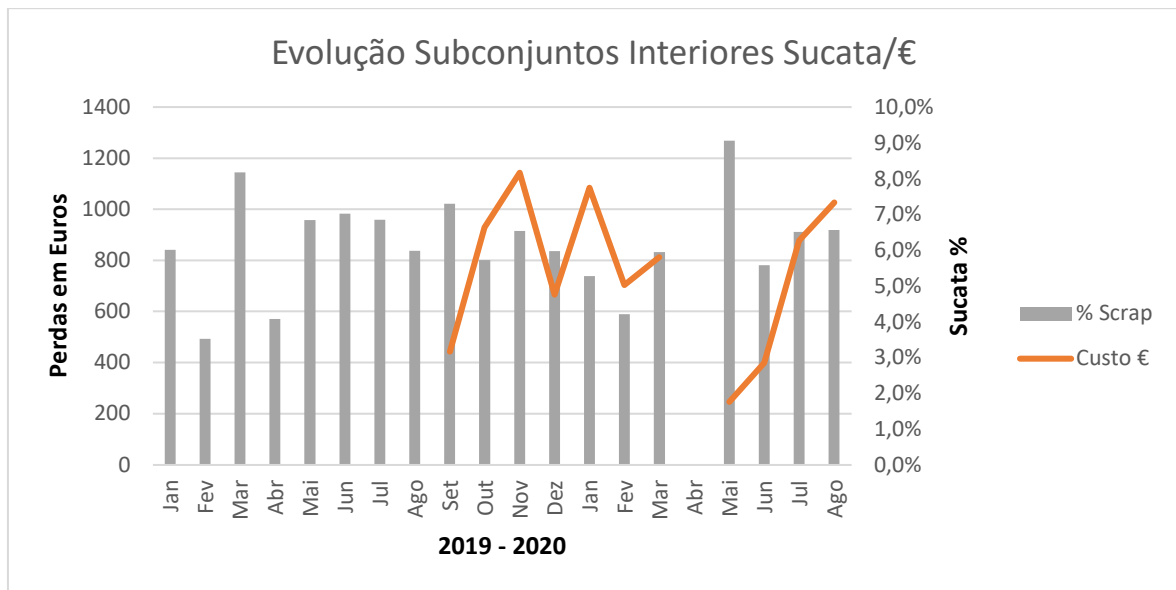


Figura 65 - Evolução das Perdas por Sucatas, Subconjuntos Interiores

3.4.2. Perdas na Qualidade

Após a coleta dos dados de reclamações efetuadas pelos clientes, as incidências foram contabilizadas e classificadas através do número de reclamações que o cliente (Brose) havia reportado à Ficocables, sendo que o objetivo é não ter reclamações.

No gráfico da figura 66, relaciona-se a quantidade de reclamações relativamente à qualidade no ano de 2019.

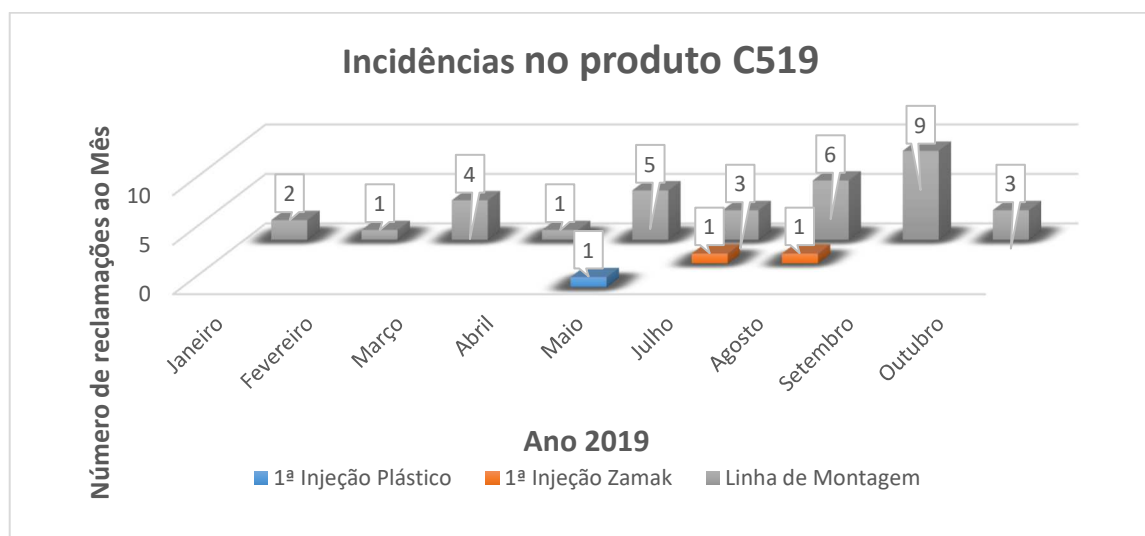


Figura 66 - Histograma de Incidências na Linha de Fabrico do produto C519

Em relação ao gráfico da figura 66, percebe-se que entre os meses de julho e setembro houve reclamações para além do habitual, e que as mais significativas se relacionavam com a linha de montagem do produto C519. As origens das reclamações estão ilustradas no gráfico da figura 68.

No gráfico circular da figura 67, evidenciam-se as ocorrências em termos de percentagem em relação ao problema relatado pelo cliente em relação à linha do produto C519, destacando-se suas origens no ano de 2019.

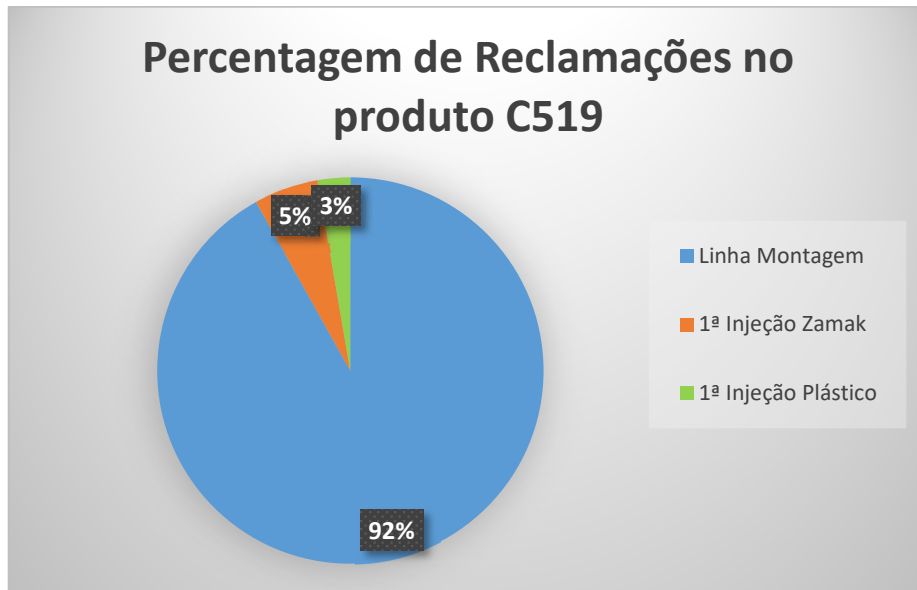


Figura 67 - Quota de verificação de reclamações no ano de 2019

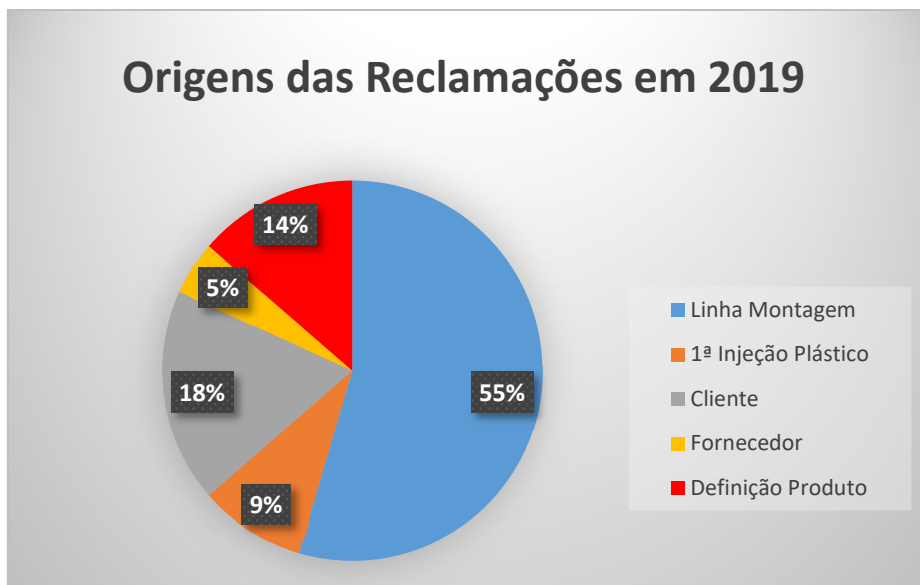


Figura 68 - Quota de verificação dos problemas ocorridos no ano de 2019 relativas ao produto C519

Mediante a origem dos problemas, na Tabela 26 são verificadas as categorias entre as causas que fundamentaram as reclamações. As causas incidem essencialmente sobre a montagem dos cabos.

Tabela 26 - Causas das oito reclamações

Problemas Relacionados no ano de 2019			
1. Referência 077 - Subconjuntos encontrados com <i>container</i> dobrado.			
Custo Administrativo	Custo de Seleção	Custos de Devolução	Custo Total
87,5 €	11.300 €	3,47 €	11.391 €
2. Onze cabos da referência 077 que provocam ruído quando é realizado o acionamento da abertura da porta.			
Custo Administrativo	Custo de Seleção	Custos de Devolução	Custo Total
87,5 €	1.117,05 €	-	1204,55 €
3. Vinte e dois cabos com ângulo entre terminais do cabo incorreto (o 2º terminal do cabo foi mal montado no <i>container</i>).			
Custo Administrativo	Custo de Seleção	Custo de Devolução	Custo Total
175 €	16.115 €	-	16,290 €
4. Cinco cabos da referência 077 que provocavam ruído quando do acionamento da abertura da porta. Cliente informa que ao analisar o cabo, encontrou rebarbas no interior da espiral.			
Custo Administrativo	Custo de Seleção	Custo de Devolução	Custo Total
750 €	34.414,1 €	11.288,3 €	46452,4 €
5. Terminal de espiral saiu da espiral, não foi sobreinjetado (Injeção de Plástico).			
Custo Administrativo	Custo de Seleção	Custos de Devolução	Custo Total
87,5 €	149,5 €	-	237,00 €
6. Dois cabos com marcação ilegível			
Custo Administrativo	Custo de Seleção	Custos de Devolução	Custo Total
87,5 €	580,75 €	7,16 €	675,41 €
7. Vinte e um cabos de porta reportados pelo cliente com rebarba no terminal de cabo da manivela.			

Custo Administrativo	Custo de Seleção	Custos de Devolução	Custo Total
87,5 €	692,14 €	10 €	789,64 €
8. Dois cabos com o tubo estrela fora de posição. O cliente pediu a inspeção ao stock dele de 15.644 peças, mais 900 peças em trânsito.			
Custo Administrativo	Custo de Seleção	Custos de Devolução	Custo Total
87,5 €	2.175,25 €	358,2 €	2620,95 €

Devido aos contratemplos de produção, no gráfico da figura 69 estão ilustrados os fatores que contribuíram para a perda de qualidade.

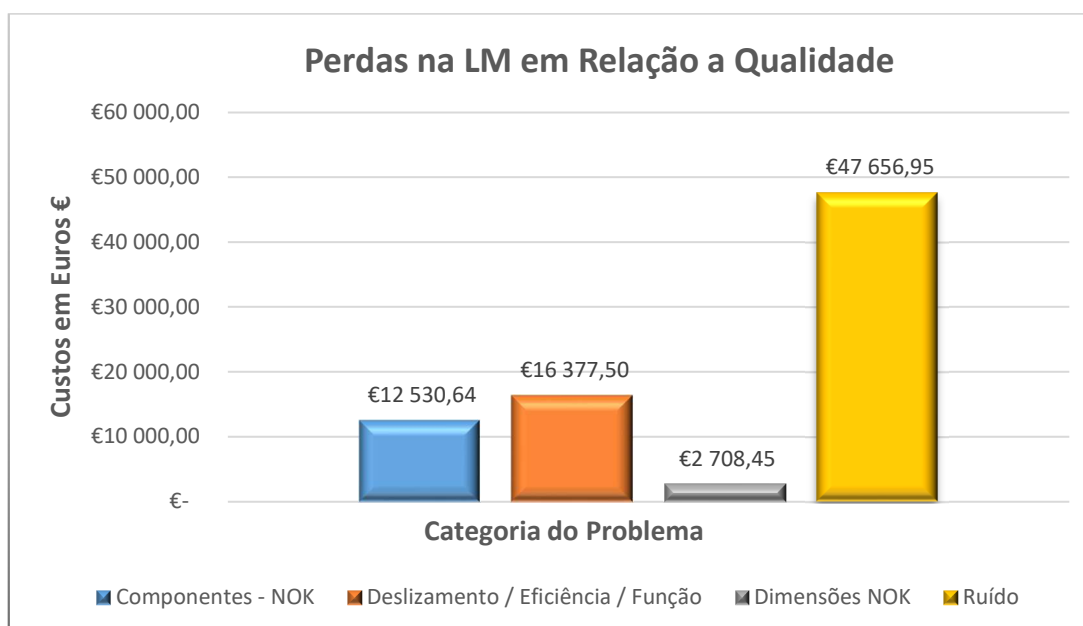


Figura 69 - Custos relacionados com a falta de Qualidade

As perdas referentes aos componentes e ruídos estão relacionadas com os cabos internos, com a referência final 077. Foi constatado que os cabos interiores cuja referência final é a 077, depois de inseridos no interior da porta, emitiam um ruído durante o seu funcionamento, e no outro caso, foram diagnosticados subconjuntos com o contentor dobrado. No que se refere ao ruído identificado pelo cliente, houve a necessidade de coletar o material e verificá-los, e todos os cabos correspondentes a este lote de produção foram selecionados e analisados um por um. O cliente exigiu que o stock de cabos ainda na fábrica deveria ser analisado também, gerando um custo de seleção.

Em relação ao deslizamento/eficiência/função do cabo, foram vinte e dois cabos no contentor com ângulos entre os terminais de cabo montados incorretamente. Por último, em relação às dimensões, foram detetados dois cabos com o tubo estrela fora de posição. No que se refere ao custo da 1ª Injeção de *Zamak* e 1ª Injeção de Plástico, não serão expressos no gráfico pelo facto do

seu valor ser bastante baixo, respetivamente de 87,50 euros e 237,00 euros, totalizando 324,50 euros de custo total. Somando todos estes gastos, obteve-se um valor de 80.886,45 mil euros que a Ficocables teve de suportar. No desenvolvimento desta tese, a Ficocables recebeu outra reclamação do cliente a referir que o diâmetro do material sobreinjetado do cabo exterior de porta não tinha as especificações requeridas pelo cliente, alegando ter trinta e dois mil cabos que não vão ser usados, associando à Ficocables um encargo de 150.000 mil euros, mas a Ficocables não assumiu a responsabilidade.

3.4.3. Perdas com Transportes Urgentes

Os atrasos de produção geram transtornos e incumprimentos das ordens. Portanto, quando isto ocorre, há a necessidade de acionar os transportes urgentes (TU). A Ficocables torna-se responsável pela entrega da mercadoria, e isso acarreta um custo não programado. Foram coletadas as informações entre os anos de 2019/2020, as quais estão expressas no gráfico da figura 70, relativamente aos custos de envio de mercadoria por incumprimentos, totalizando um custo de 32.751,07 mil euros.

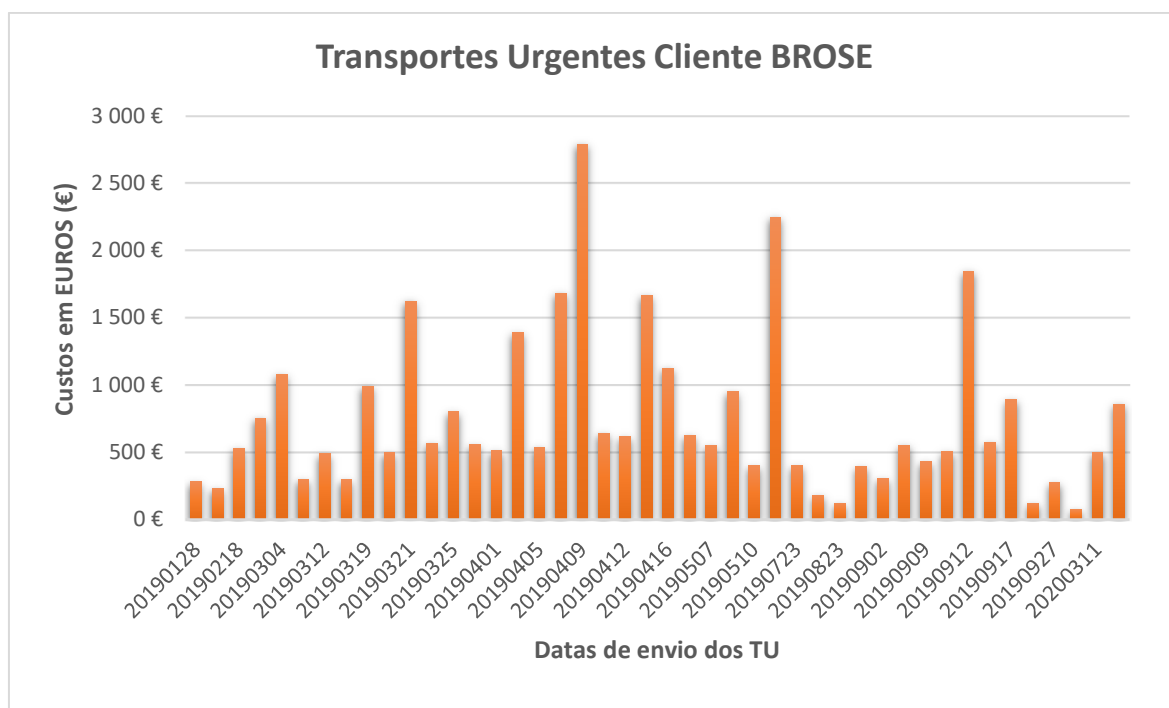


Figura 70 - Gastos com Transportes Urgentes

3.4.4. Perdas nas Vendas

A venda do produto (escala em azul) é proporcionalmente afetada devido aos transtornos descritos nos subtópicos anteriores. Tendo em conta este fator na análise do gráfico da figura 71, foram recolhidos os dados entre horas trabalhadas e horas disponíveis através do OEE. A escala em cinza, representa a perda mínima baseada no OEE de 85% relacionado com o gasto a mais em mão-de-obra para cumprir a demanda do cliente.

Neste caso, é de pelo menos 85%. Para o gráfico da figura 72, é esboçada a queda das vendas relacionada com as perdas. Nota-se que nos meses entre março e abril estão relacionados com a situação global atribuída ao vírus COVID-19¹⁸, onde a fábrica ficou encerrada durante este intervalo de tempo tendo interrompido bruscamente a produção. Gastos com MOD além do previsto 64.200 mil euros e com sucata de matéria-prima 8.585 mil euros.

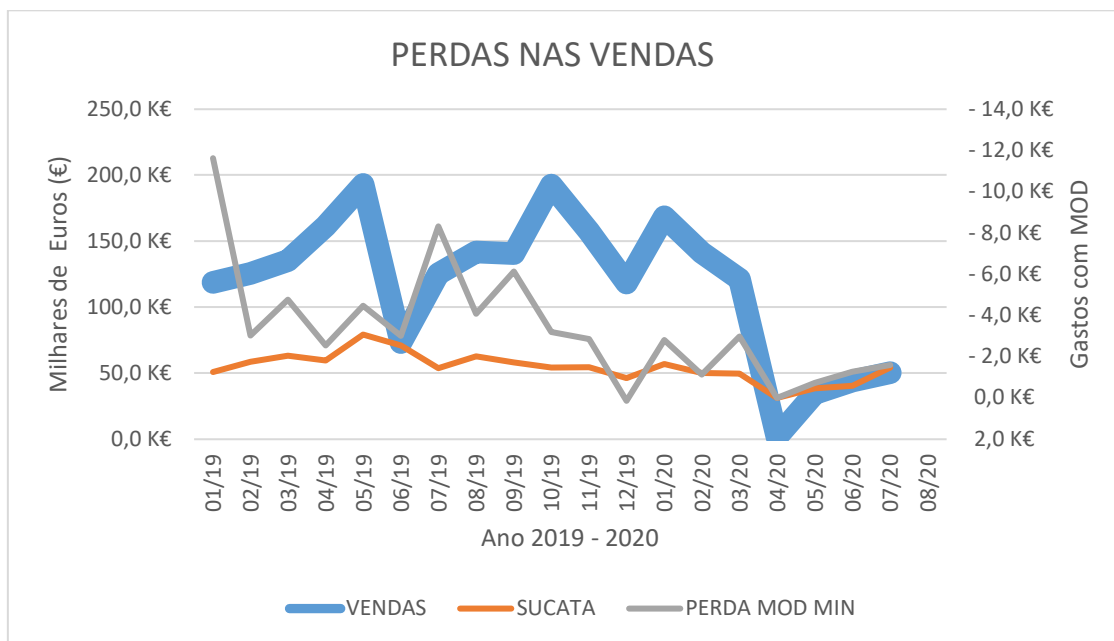


Figura 71 - Decréscimo nas vendas relacionado a Eficiência

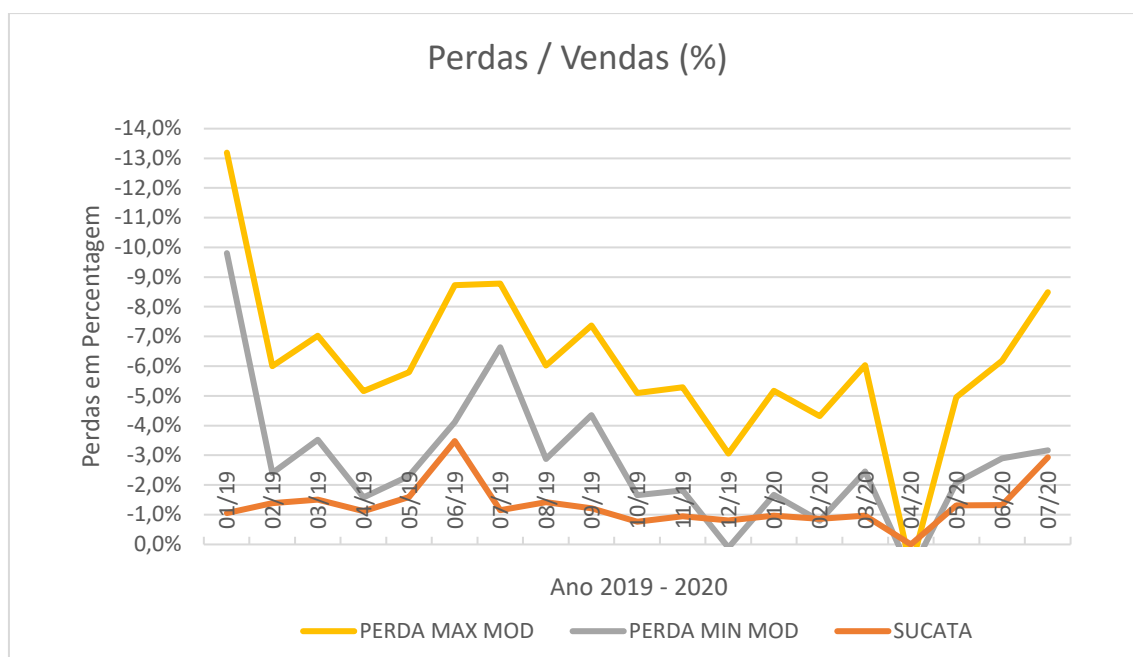


Figura 72 - Perdas das Vendas em Percentagem

¹⁸ É uma doença infecciosa causada por um novo vírus denominado coronavírus, sua transmissão é feita por gotículas de saliva. Após o contágio, a infeção atinge diretamente o aparelho respiratório, havendo uma taxa alta de mortalidade.

4. IDENTIFICAÇÃO DE ASPETOS A MELHORAR

Para iniciar este estudo, foi usado o parâmetro de perdas por paragens na linha do C519 que teve um declínio considerável a começar no ano interior. Após a identificação das perdas descritas no tópico 3.4, o total em custo somam-se um valor de 205.837 mil euros, e uma queda negativa próxima aos 12% relacionado as vendas. É importante referir, de forma a clarificar o leitor, que no quesito qualidade, cabos com diâmetros fora de especificação, e cabos com ruídos serão elucidados no próximo capítulo. Foi requerido ajuda de colegas da manutenção em colaboração com a produção criar uma ação de forma a eliminar estas causas.

Este subcapítulo abordará as causas que resultam estas perdas da linha do C519, e as identificações que foram necessárias para suprimir estas perdas. Para esta análise foi utilizado a ferramenta dos 5W2h para as Tabelas 27, 28, 29 e 30 seguintes.

Tabela 27 - Identificação de Causas I

Problema:	Desorganização da linha de montagem
O quê?	Desorganização das caixas alocadas de forma irregular e sem qualquer distinção entre elas
Porquê?	Não havia critério de seleção de material para compor a caixa, algumas delas com informações antigas de lotes anteriores, sem qualquer padronização
Onde?	Na linha de montagem dos cabos interiores e exteriores
Quando?	Sempre ao produzir
Quem?	Audidores da linha fizeram uma reclamação formal
Como?	Não souberam informar.
Quantos?	Em todo o lote a ser produzido

Tabela 28 - Identificação de Causas II

Problema:	Fluxo de materiais e informações sem definição/Embalagem sem Definição/Acondicionamento errado de material
O quê?	Na capa das linhas não havia sequer qualquer tipo de informação sobre as referências a serem produzidas
Porquê?	Os responsáveis disseram que já tiveram esta documentação, mas era do ano de 2018
Onde?	Na linha de montagem dos cabos interiores e exteriores
Quando?	Não souberam informar
Quem?	Audidores da linha fizeram uma reclamação formal
Como?	Não souberam informar

Quantos?	Em todo o lote a ser produzido.
-----------------	---------------------------------

Para as causas das tabelas 27 e 28, foram definidas ações de intervenção na linha de montagem dos cabos interiores e exteriores, onde houve a necessidade do uso da ferramenta 5S para o começo de implementar esta melhoria na linha e outras ferramentas *Lean*.

Tabela 29 - Identificação de Causas III

Problema:	Layout da linha desatualizado
O quê?	Na linha de montagem ocorre com frequência algum tipo de paragem referente as máquinas injetoras <i>Babyplast</i>
Porquê?	Descobriu-se que desde a instalação destas máquinas nunca houve sequer uma manutenção preventiva
Onde?	Sobreaquecimento afetando os pistões injetores
Quando?	Ocorre com bastante frequência
Quem?	Identificado pela autora deste estudo
Como?	Não souberam informar
Quantos?	Ao se produzir

Para esta causa da tabela 30, com a definição da ação anterior será necessário atualizar o *layout* de acordo com a determinação e especificações necessárias em relação a necessidade da linha de montagem.

Tabela 30 - Identificação de Causas IV

Problema:	Avárias
O quê?	Na linha de montagem ocorre com maior frequência algum tipo de paragem referente as máquinas injetoras <i>Babyplast</i>
Porquê?	Descobriu-se que desde a instalação destas máquinas nunca houve sequer uma manutenção preventiva
Onde?	Sobreaquecimento afetando os pistões injetores
Quando?	Ocorre com bastante frequência
Quem?	Identificado pela autora deste estudo
Como?	Não souberam informar
Quantos?	Ao se produzir

Em relação as paragens por Avárias, constatou-se que as máquinas *Babyplast* nunca estiveram paradas para fazerem manutenção, lembrar que a linha do C519 está em atividade desde o ano de 2018. A Ficocables possui um controlo interno de manutenção preventiva, mas não se sabe o motivo das máquinas sobreinjetoras *Babyplast* não fazerem parte deste feito. Para esta ação, será feito a comunicação com a manutenção para incluir estas máquinas no controlo interno de manutenção.

5. IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS

Atendendo ao descrito no capítulo anterior, foram implementadas algumas ações de melhoria na linha C519. No entanto, devido às dificuldades geradas pelo encerramento da fábrica no período de desenvolvimento deste trabalho (pandemia), não se conseguiu obter um estudo tão aprofundado quanto o desejado. As poucas melhorias implementadas nesta linha são descritas nos subcapítulos posteriores, e algumas sugestões de trabalhos futuros serão descritas no capítulo 7.

5.1. 5S

Em termos práticos, houve a necessidade de aplicar a metodologia dos 5S na linha de montagem C519. Este trabalho começou através do estudo e observação da linha dos cabos interiores e exteriores. Numa primeira abordagem, foram feitas mudanças com base na filosofia *Lean* na linha de montagem dos cabos interiores, pois havia uma necessidade urgente. De seguida, foram realizadas melhorias idênticas na linha de montagem dos cabos exteriores. A documentação das LM encontra-se disponível no (ANEXO A - DOCUMENTAÇÃO DA LINHA CABOS INTERIORES; ANEXO B - DOCUMENTAÇÃO DA LINHA CABOS EXTERIORES)

Na Figura 73 observa-se que, à esquerda, foram depositadas caixas amarelas fora do seu local. Na figura 74 observam-se caixas com identificação realizada manualmente - (pedaço de papel afixado nas caixas) e sem qualquer designação de tamanho/cor (este posto de trabalho produz duas referências que são distintas) e indiscriminadas.



Figura 73 - Linha de montagem de cabos interiores antes da aplicação dos "5S"



Figura 74 - Caixas com identificação manual afixadas nas caixas

Para uma melhor identificação das referências produzidas na linha de montagem dos cabos interiores, houve um estudo de acordo com a procura de cabos desta referência e foram estipuladas ao todo setenta e duas caixas, sendo trinta e seis de cor amarela e trinta e seis de cor azul (este posto de trabalho produz duas referências que são distintas e cada uma usará uma cor de caixa). Para a aplicação destas modificações, foi usada a ferramenta 5S.

De acordo com o espaço demarcado por fita adesiva como observado na figura 73, as caixas foram alocadas numa fileira com seis colunas, com no máximo seis caixas em altura para cada cor de caixa. Haverá uma rotatividade destas caixas de acordo com a referência a ser produzida, e esta lógica a ser aplicada, segue a linha de pensamento FIFO (*first in first out*) (Freitas et al., 2019). Isso quer dizer que as caixas são retiradas a partir da esquerda, que correspondem às primeiras referências a serem produzidas, sendo as primeiras a irem para o outro posto de trabalho. Após a aplicação desta metodologia, observa-se nitidamente a melhoria da linha, como mostra a figura 75. Foi também redefinido o espaço para a colocação das pilhas de caixas e foi dada formação aos colaboradores sobre a prática dos “5S” e a importância da manutenção destes procedimentos no dia a dia de trabalho (ANEXO C - FORMAÇÃO - FOLHA DE PRESENÇA).



Figura 75 - Resultado da aplicação dos "5S" na linha de montagem

Além da delimitação das caixas, foram criadas etiquetas fixas para a substituição das etiquetas manuais, pois as mesmas não identificavam corretamente a referência, e com o manuseio das caixas, as mesmas perdiam-se com a deslocação e manuseio feito pelos colaboradores. Na figura 76 é apresentado um exemplo de etiqueta manual com informações incompletas.

FICOCABLES LDA		Etiqueta de Identificação Manual	
Referência:	Lote:		
129216509A00			
Data	Turno		Quantidade
18/11/19	1º 2º 3º		
Descrição / Observações		Operador	
		1535	

Figura 76 - Etiqueta de Identificação Manual, mostrando as lacunas de preenchimento

Para a aplicação desta metodologia na linha de produção dos cabos exteriores, foi feita a substituição das etiquetas manuais por etiquetas *Kanban* novas, e o *rack* foi substituído por um *rack* de onze níveis. Observa-se na figura 77 as caixas alojadas nos *racks* antes e, de seguida, na figura 78, já identificadas com etiqueta *Kanban*. Houve a necessidade de mudança de *Rack* de nove espaços de caixas para onze espaços de caixas.



Figura 77 - Racks de Cabos Exteriores com identificação manual



Figura 78 - Racks das referências com etiquetas Kanban.

As etiquetas *Kanban* têm por objetivo: descrever as informações do material produzido, quantidade por caixa, referências de subconjunto e injeção, turno e data de produção, tendo em vista uma

melhor gestão visual. As questões ergonômicas foram também analisadas, tendo em conta a manipulação da caixa pelo colaborador (disponível no ANEXO D - TEMPLATE DAS ETIQUETAS KANBAN). Foram definidas etiquetas de duas cores: amarela para cabos interiores e azul para cabos exteriores, estas etiquetas são afixadas nas caixas de ambas as linhas de montagem. Para se obter uma melhor solução ergonômica e manipulação destas caixas, foi feito o cálculo descrito na equação 3, a seguir:

$$\text{Peso do cabo (kg)} \times \text{Quantidade por Caixa} + \text{Peso da caixa (kg)} = \leq 15 \text{ kg}$$

Equação 2 - Cálculo de quantidades inseridas por caixa

Na figura 79 é apresentada a etiqueta Kanban, utilizada de corretamente.



Figura 79 - Etiqueta Kanban afixada na caixa

Com estas melhorias, houve a necessidade de inserir as novas definições no layout da linha de produção dos cabos interiores, no caso, a delimitação do espaço para as caixas em vermelho, ver figura 80 (disponível no ANEXO E - ESPAÇO DE CAIXAS REDEFINIDO NO LAYOUT).

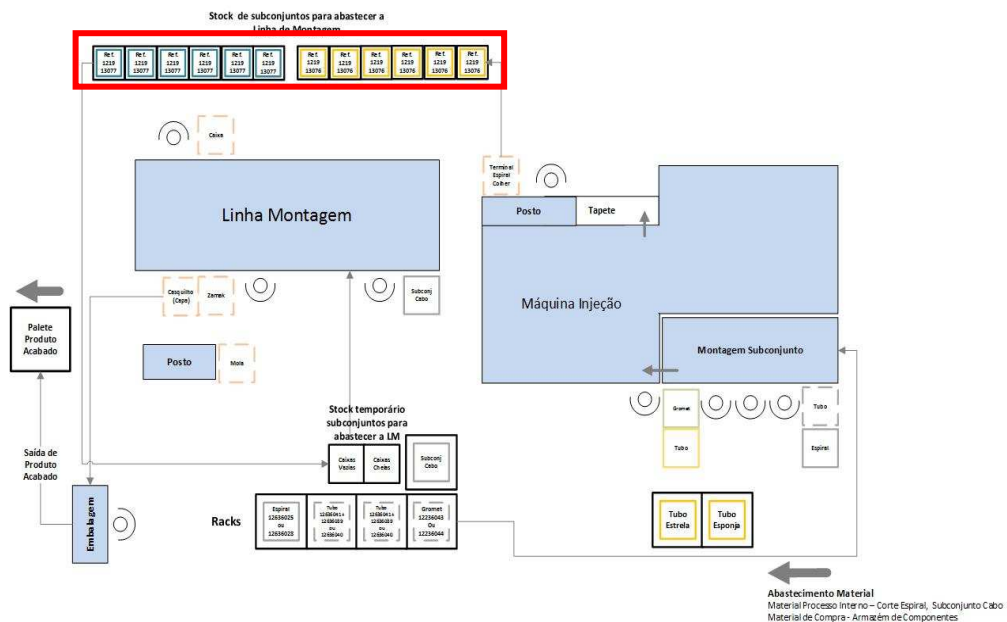


Figura 80 - Layout de blocos de caixas de cabos interiores após redefinição

5.2. Modificação do produto e alterações no equipamento

Devido a inúmeras reclamações na linha de montagem dos cabos interiores e exteriores, houve a necessidade de mudança e implementação de melhorias não só na linha, mas também do equipamento e dos componentes que fazem parte de todo o processo de fabrico de um cabo de porta.

A primeira modificação foi no *clip* dos cabos interiores, tendo sido inserida uma alteração no *design*, permitindo que este mecanismo garanta que a mola volta ao seu lugar depois do acionamento do manípulo, como mostra a figura 81.

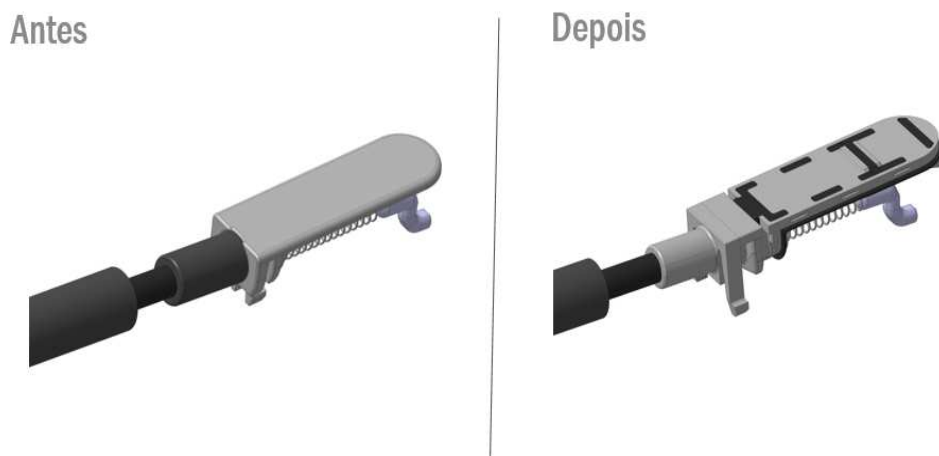


Figura 81 - *Clip* Modificado

A segunda modificação foi realizada com vista a reparar o ruído provocado pelo arame que reveste o interior da espiral. Detetou-se que o ruído provinha do tipo de corte que era efetuado na espiral (ver a fotos do antes), pelo que foi necessário passar do processo até então utilizado para o corte disco abrasivo (ver a foto do depois. Nota-se um corte mais harmonioso como apresentado na figura 82).

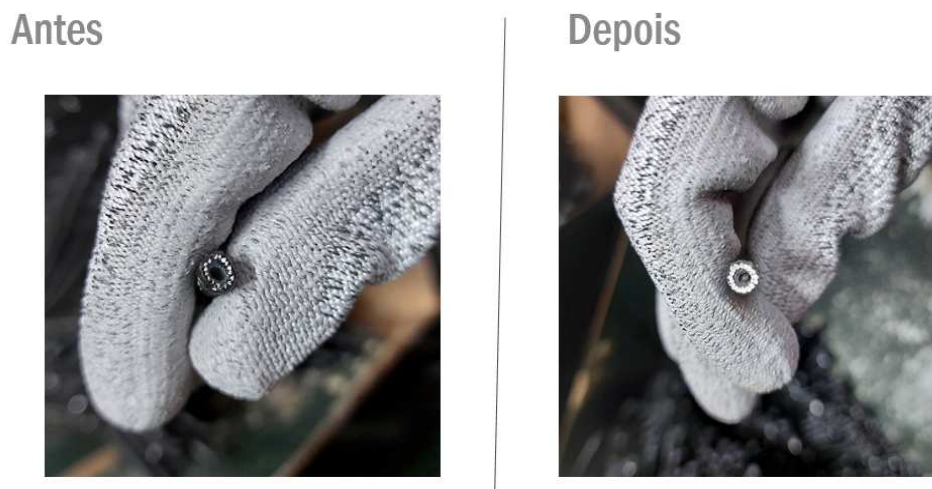


Figura 82 - Modificação no corte de Espiral

A terceira modificação foi feita nas agulhas, antes com quatro peças e depois apenas com duas peças. No posto de trabalho dos cabos interiores, as agulhas possuem a função de escarear o interior da espiral, fazendo um furo de forma cônica, e de seguida esmerilhar, eliminando as rebarbas das arestas da espiral, como mostra a figura 83. Já para os cabos exteriores, há a necessidade de conformar o material para garantir a especificação ideal do diâmetro exigido pelo cliente, como mostra a figura 84.

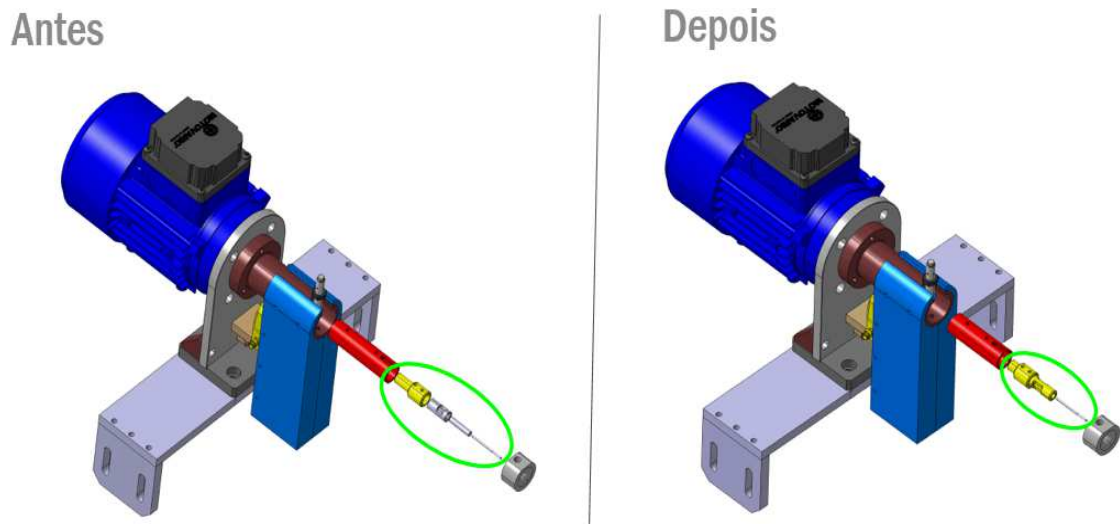


Figura 83 - Modificação da agulha para os cabos interiores

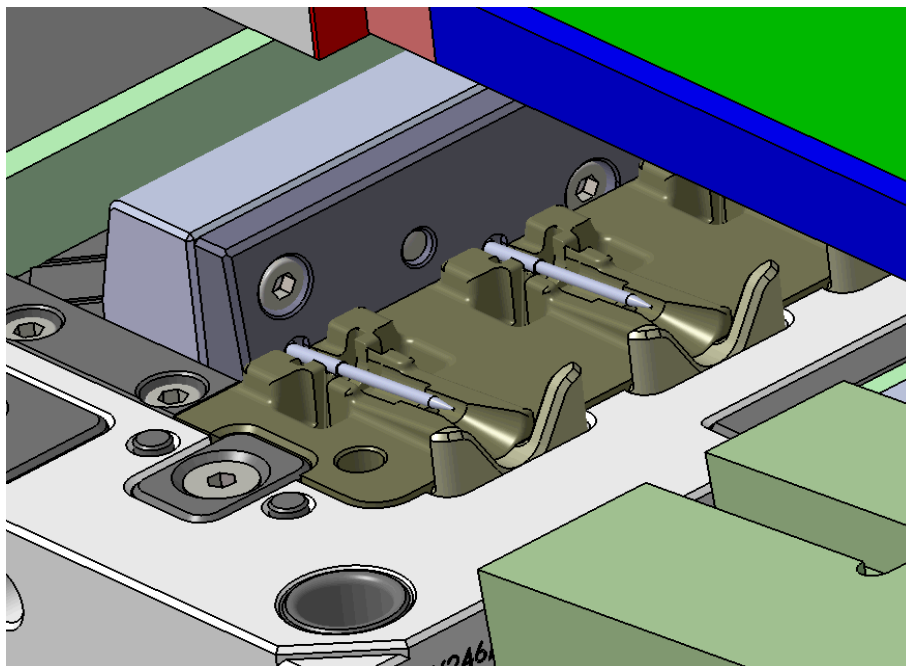


Figura 84 - Agulhas para conformar o material sobreinjetado

6. ANÁLISE CRÍTICA

Após as análises estatísticas, verificou-se que a qualidade do material é uma das causas-raiz, e para perceber as maiores dificuldades da linha C519 e sugerir ações para resolver os problemas, foi explorada a ferramenta de análise SWOT.

A tabela 31, descreve os pontos fortes e fracos que foram analisados dentro do cenário de estudo do C519. Através deste ponto de partida, serão explorados os fatores internos e externos que venham a ser favoráveis para o aumento da competitividade e promover o desenvolvimento de melhoria contínua na linha de produção. Sabe-se que a linha C519 tem tudo para dar certo, mas há a necessidade de rever a cultura organizacional da empresa, pois nela está o maior desafio de Gestão.

Tabela 31 - Análise SWOT

Análise SWOT	
Forças	Fraquezas
<p>Estabelecimento de rotinas diárias –<i>Kanboard</i>;</p> <p>Acesso a informação real em relação à linha de produção;</p> <p>Ferramentas internas de acesso rápido a informações;</p> <p>Maior controlo de gestão de informações;</p> <p>Máquinas de sobreinjeção novas.</p>	<p>Definir um modelo organizativo com especial enfoque no conceito baseado na delegação e responsabilização;</p> <p>Desenvolver competências de comunicação e trabalho em equipa;</p> <p>Investir em pessoas;</p> <p>Definir e implementar planos de formação e acompanhamento interno, com foco na eficácia pessoal;</p> <p>Qualidade do material ao produzir.</p>
Oportunidades	Ameaças
<p>Automatização de processos;</p> <p>Ter acesso à uma nova tecnologia.</p>	<p><i>Software's</i> mais específicos e desenvolvidos;</p> <p>Indústria 4.0.</p>

Ao analisar os pontos descritos na tabela 31, destaca-se que as Fraquezas devem ser devidamente ponderadas, havendo uma necessidade clara de investir e capacitar pessoas. Os colaboradores foram questionados em relação aos problemas que essa linha vem apresentando, e foram questionados sobre possíveis causas e sugestões de melhoria, tendo em conta as limitações orçamentais existentes. A recolha foi bastante importante neste processo, pois os operadores que atuam diretamente nesta linha, conhecem o processo e lidam com as dificuldades apresentadas na

produção e montagem dos cabos. No que se refere à formação de pessoas, deve-se lembrar que um dos objetivos do TPS era criar “pessoas pensantes”, e a não utilização do potencial humano já havia sido identificada por Ohno em 1988, como o oitavo desperdício da lista de desperdícios da filosofia *Lean*, sendo um dos mais importantes dentro de uma organização, pois isso contribui de forma significativa para o processo de melhoria contínua que é necessário existir em qualquer organização e, conseqüentemente, melhorar a produtividade (Pinto, 2014).

Em relação ao sobreaquecimento das máquinas *Babyplast*, como estabelecido com o representante e distribuidor destas máquinas em Portugal, foi referido pelo mesmo que estes equipamentos precisam de manutenção de seis em seis meses, e que necessitavam igualmente de um sistema de refrigeração externo. Tendo obtido estas informações, foi averiguado e constatou-se que as máquinas nunca tinham sido sujeitas a operações de manutenção desde o seu primeiro uso, mas que possuíam um sistema de refrigeração instalado. No entanto, o mesmo não consegue suprir o sobreaquecimento dos pistões devido à acumulação de calcário na placa refrigeradora. Para uma monitorização frequente, foi sugerido adquirir um equipamento que pudesse medir a variação de temperatura. A busca por este equipamento permitiu identificar e sugerir a aquisição de uma câmara termográfica designada AC080V (investimento de 1.715,85 euros) da marca alemã TROTEC, de grande reconhecimento e qualificação no mercado. Esta câmara termográfica cria uma imagem visível retratando o radiante infravermelho, que é invisível ao olho humano. No ecrã do aparelho, pode ver-se desde o ponto mais quente até o ponto mais frio numa mesma medição, a qual irá ajudar a controlar as temperaturas das máquinas em colaboração com a equipa de manutenção preventiva e será uma mais valia para a empresa.

Para cumprir os requisitos do cliente, deve haver o rigor no cumprimento da certificação IATF 16949:2016. Esta norma garante a qualidade que os fornecedores de componentes na Indústria Automóvel devem assegurar, a qual: “define os requisitos do sistema de gestão da qualidade para o projeto e desenvolvimento, produção e, quando relevante, instalação e serviço de produtos automóveis, sendo aplicável aos locais da organização onde as peças especificadas pelo cliente, para produção e / ou serviço, são fabricadas. Pode ser aplicada em toda a cadeia de abastecimento automóvel” (International Automotive Task Force - IATF, 2016).

No que diz respeito a oportunidades, o custo de implementar de algumas ações pode ser alto, mas ao longo do tempo, a empresa recupera o investimento e aprende a prevenir situações que possam interferir no seu desempenho a longo prazo.

7. CONCLUSÕES

De acordo com a determinação dos objetivos propostos para este trabalho durante o período de estágio que atravessou a fase atribulada de pandemia, este estudo conseguiu identificar as causas determinísticas que estão normalmente na origem de paragens e defeitos de fabrico na linha de montagem C519. Através da seleção e coleta de informações por meio de diferentes plataformas logísticas e de produção, percebeu-se que no cruzamento destes dados, foram identificadas as causas raízes, e a partir deste ponto, foram traçadas as estratégias por intermédio de trabalho em equipa, sendo possível concluir este estudo.

No que diz respeito aos resultados mensuráveis das ações de melhoria, e sendo considerada uma linha de produção contínua, a C519 necessita de um acompanhamento diário por ser uma linha crítica. Foi notória e perceptível a reestruturação feita através das ferramentas de qualidade (*Brainstorming*, Diagrama de *Ishikawa*, e ferramentas *Lean*). Estas fizeram com que houvesse uma melhoria organizacional, havendo um controlo e acompanhamento maior das referências quando produzidas.

Em relação ao material sucitado no *setup* da máquina, este trabalho não conseguiu ser desenvolvido por causa do curto limite de tempo e das dificuldades trazidas pela pandemia. Mas, como proposta de um trabalho futuro para diminuir a sucata, é necessário desenvolver um *stock* temporário de material perto da máquina de sobreinjetar *Babyplast* (espiral mais tubo de proteção). Este *stock* será usado para suprir a necessidade de quando a colaboradora responsável pela injeção tem que fazer uma pausa. Uma outra colaboradora ao lado (a que insere o tubo proteção na espiral) irá substituí-la, sem haver necessidade de parar a máquina. Isto é, vai favorecer a produção, pois a máquina não irá arrefecer, tendo depois que arrancar e sucatar mais cabos. Isto diminuirá as paragens desnecessárias por falta do colaborador. Este trabalho foi proposto, e ainda será elaborado em colaboração com o gestor da produção do UAP2.

Por fim, para que este estudo tenha sucesso a longo prazo, deve haver um comprometimento de toda a equipa, tanto dos gestores que atuam na linha, mas preferencialmente dos colaboradores, pois eles são os verdadeiros fornecedores de ideias para as ações de melhoria que poderão ainda vir a ser implementadas, e com repercussões diretas na melhoria da qualidade dos cabos produzidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aicep Portugal Global. (Maio de 2016). Indústria automóvel e componentes. *Portugalglobal*, pp. 1-66.
- Antoniolli, I., Guariente, P., Pereira, T., Pinto Ferreira, L., & Silva, F. (28-30 de June de 2017). Standardization and optimization of an automotive componentes production line. *Manufacturing Engineering Society International Conference 2017, MESIC 2017*, pp. 1120-1127.
- Araya, J. M. (2015). *Value Stream Mapping for High-Mix, Low-Volume manufacturing*. KTH Royal Institute of Technology, Politecnico di Milano.
- Ávila, R. (27 de 03 de 2015). *5W2H Action Plan: What is it and how do you do it?* Obtido de LUZ | Planilhas Empresariais: <https://blog.luz.vc/en/What-is/action-plan-5w2h/>
- Bresser-Pereira, L. (Abril-Junho de 2009). Os dois métodos e o núcleo duro da teoria econômica. *Revista da Economia Política*, 29, pp. 163-190.
- Chandra, C., & Grabis, J. (2007). *Supply Chain Configuration: Concepts, Solutions and Applications*. Springer Science+Business Media, LLC.
- Chein, A., Cook, S. W., & Harding, J. (1948). The field of action research. *American Psychologist*, pp. 43-50.
- Chiavenato, I., & Sapiro, A. (2009). *Planejamento estratégico: fundamentos e aplicações*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Coimbra, E. A. (2003). Introdução à Logística Alternativa. *Kaizen Forum*, 7, 1-4.
- Coimbra, E. A. (2009). *Total FLOW management: Achieving Excellence with Kaizen and Lean Supply Chains*. Kainzen Institute.
- Coimbra, E. A. (2013). *Kainzen in Logistics & Supply Chains*. Mc Graw Hill Education.
- Correia, D., Silva, F. G., Gouveia, R. M., Pereira, T., & Pinto Ferreira, L. (11-14 de Junho de 2018). Improving manual assembly lines devoted to complex eletronic devices by appling Lean tools. *28th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing*.
- Cunningham, J. (28 de 01 de 2020). *The Lean Enterprise Institute Inc*. Obtido de Lean Enterprise Institute: www.lean.org
- Dias, P., Silva, F., Campilho, R., Ferreira, L., & Santos, T. (24-28 de June de 2019). Analysis and Improvement of an Assembly Line in the Automotive Industry. *29th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing, FAIM 2019*, pp. 1444-1452.
- Feld, W. M. (2001). *Lean Manufacturing: Tools, Techniques and How to Use Them*. USA: The CRC Press Series on Resourse Management.
- Ficosa. (2005). *Seven Tools of Statistical Process Control*.
- Ficosa Internacional SA . (19 de Dezembro de 2018). *FICOSA*. Obtido de <https://www.ficosa.com/news/ficosa-reinforces-its-presence-in-portugal-with-new-facilities/>
- Frasquilho, M. (Maio de 2016). O peso de um setor fortemente exportador. (Portugalglobal, Entrevistador)
- Freitas, A., Silva, F., Ferreira, L., Sá, J., Pereira, T., & Pereira, J. (24-28 de June de 2019). Improving efficiency in a hybrid warehouse: a case study. *29th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing, FAIM 2019*, pp. 1074-1084.
- Godfrey, A. B. (1998). Total Quality Management. Em J. M. Juran, & A. B. Godfrey, *Juran's Quality Handbook*. MCGraw-Hill.
- Guariente, P., Antoniolli, I., Pinto Ferreira, L., Pereira, T., & Silva, F. G. (28-30 de Junho de 2017). Implementing autonomous maintenance in an automotive componentes manufacturer. *Manufacturing Engineering Society International Conference* .

- Gunjan, Y., & Desai, T. (2016). *Lean Six Sigma: a categorized review of literature*. Emerald Group Publishing Limited.
- Gürel, E., & Tat, M. (Agosto de 2017). SWOT ANALYSIS: A THEORETICAL REVIEW. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi The Journal of International Social Research*.
- International Automotive Task Force - IATF. (Outubro de 2016). IATF 16949:2016: Quality Management Systems. Obtido em 01 de 10 de 2020, de <https://www.iso.org/standard/52844.html>
- International Trade Center. (2012). *5S: GOOD HOUSEKEEPING TECHNIQUES FOR ENHANCING PRODUCTIVITY, QUALITY AND SAFETY AT THE WORKPLACE*. Geneva, Switzerland: Export Quality Bulletin.
- Ioannidis, Y. (2003). The History of Histograms (abridged). *Proceedings of the 29th VLDB Conference*. Berlin, Germany.
- Ishikawa, K. (1990). *Introduction to Quality Control*. Taylor & Francis.
- Ishizaka, Y. (1998). Automotive Industry. Em J. M. Juran, & A. B. Godfrey, *Juran's Quality Handbook*. USA: McGraw-Hill.
- Jain, A. O., Lad, A. B., & Tandel, D. R. (s.d.). The Kaizen Philosophy for Industries: A Review Paper. Kaizen Institute. (2015). *Supermarkets*. GEMBAKAIZEN.
- Mahoney, M. (1997). *High-Mix Low-Volume Manufacturing*. New Jersey: Prentice Hamm PTR.
- Mainsel, A., & Santos, P. (s.d.). Lean SCM: Bordo de Linha. *PGLM-XVIII Modula 4-LEAN SCM, CLT Services*.
- Marcos, A., & Marcos, E. (1999). AN ARISTOTELIAN APPROACH TO THE METHODOLOGICAL RESEARCH: A METHOD FOR DATA MODELS CONSTRUCTION. Em L. Brooks, & C. Kimble, *Information Systems - The Next Generation* (pp. 532-543). University Rey Juan Carlos, University of Valladolid: McGRAW-HILL.
- Martins, A. (Outubro de 2015). Lean Manufacturing: Comunidade Lean Manufacturing. *PG Lean Management XVIII*.
- Misni, F., & Lee, L. S. (Maio de 2017). A Review on Strategic, Tactical an Operational Decision Planning in Reverse Logistics of Green Supply Chain Network Design. *Scientific Research Publishing, Journal of Computer and Communications*.
- Murray, M. (30 de Novembro de 2019). *Order Picking in the Warehouse: Improving Supply Chain Logistics*. Obtido de The Blances MB: <https://www.thebalancesmb.com/order-picking-in-the-warehouse-2221190>
- Muther, R., & Hales, L. (2015). *Systematic Layout Planning: A total system of layout planning* (4th ed.). USA: MANAGEMENT & INDUSTRIAL RESEARCH PUBLICATIONS.
- Ohno, T. (1997). *Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala*. Porto Alegre: Bookman.
- Osada, T. (1993). *The 5S's: five keys to a total quality environment*. Asian Productivity Organization.
- Park, H.-S., & Dang, X.-P. (2011). *Design and Simulation-Based Optimization of Cooling Channels for Plastic Injection Mold*.
- Phadermrod, B., Crowder, R. M., & Wills, G. B. (24 de Março de 2016). Importance-Performance Analysis based SWOT analysis. *International Journal of Information Management*.
- Pinto, J. P. (2014). Introdução ao Pensamento Lean: A filosofia das organizações vencedoras. Em Lidel (Ed.). CLT Services.
- Rosa, C., Silva, F. G., Ferreira, L. P., & Campilho, R. (28-30 de June de 2017). SMED methodology: The reduction of setup times for Steel. *Manufacturing Engineering Society International Conference 2017 (MESIC)*, pp. 1034-1041.
- Rosa, C., Silva, F. G., Ferreira, L. P., Pereira, T., & Gouveia, R. (11-14 de June de 2018). Establishing Standard Methodologies to Improve the Production Rate of Assembly Lines used for Low Added-Value Products. *28th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing (FAIM2018)*, pp. 555 - 562.

- Rosa, C., Silva, F. J., & Ferreira, L. P. (27-30 de June de 2017). Improving the quality and productivity of steel wire-rope assembly lines for the automotive industry. *27th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing, FAIM2017*, pp. 1035-1042.
- Rother, M., & Shook, J. (1999). *Learning to See, value stream mapping to add value and eliminate muda*. Massachussets, USA: The Lean Enterprise Institute.
- Schipper, T., & Swets, M. (2010). *Innovative Lean Development: How to create, Implement and Maintain a Learning Culture Using Fast Learning Cycles*. The CRC Press A productivity Press Book.
- Shingo, S. (1985). *The Sayings of Shigeo Shingo: Key Strategies for Plant Improvment*. Productivity Press.
- Shook, J. (Abril de 2012). *Learning To see: Making Value Flow...From End to End*. Obtido de Lean Org: <https://www.lean.org/Search/Documents/503.pdf>
- Silva, F. J., & Ferreira, L. C. (2019). *Lean Manufacturing: Implementation, Opportunities and Challenges*. Nova Science Publishers New.
- Silva, J. P. (02 de 03 de 2009). LEAN EM PORTUGAL - Divulgar conceitos e práticas Lean e TPM. *OEE – A FORMA DE MEDIR A EFICÁCIA DOS EQUIPAMENTOS*, pp. 1-15. Obtido de LEAN EM PORTUGAL - Divulgar conceitos e práticas Lean e TPM: www.freewebs.com/leanemporugal
- Silva, S. L. (2009). *Sistemática para o Projeto do Sistema de Refrigeração de Moldes para Injeção de Polímeros*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina.
- Simchi-Levi, D., Kaminsky, P., & Simchi-Levi, E. (2003). *Designing and Managing the Supply Chain*. McGraw-Hill/Irwin.
- Sokovic, M., Jovanovic, J., Krivokapic, Z., & Vujovic, A. (2009). Basic Quality Tools in Continuous Improvement Process. *Strojniški vestnik - Journal of Mechanical Engineering*.
- Suzaki, K. (2013). *Gestão no Chão da Fábrica LEAN: Sustentando a melhoria contínua todos os dias*. LeanOP Press.
- Tavares, J. A. (Dezembro de 2000). *Geração de Configurações de Sistemas Industriais com o Recurso à Tecnologia das Restrições e Computação Evolucionária*. Universidade do Minho, Departamento de Engenharia Informática.
- Tellini, T., Silva, F., Pereira, T., Morgado, L., Campilho, R., & Ferreira, L. (24-28 de June de 2019). Improving In-Plant Logistics Flow by Physical and Digital Pahtways. *29th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing, FAIM 2019*, pp. 965-974.
- Tomelin, M., & Colmenero, J. (2010). *Método para definição de layout em sistemas job-shop baseado em dados históricos*. UTFPR. Ponta Grossa, Paraná, Brasil: Produção. doi:10.1590/S0103-65132010005000026
- Tripp, D. (2005). Action research: A methodological introduction. *31*, pp. 443-466.
- Veyrat, P. (03 de 06 de 2016). *The 5W2H method: Learn how to develop an effective action plan*. Obtido de Heflo: <https://www.heflo.com/blog/action-plan/5w2h-method/>
- Vonderembse, M. A., Dismukes, J. P., & Huang, S. (Fevereiro de 2006). Designing Supply Chains: Towards theory development. *International Journal of Production Economics*.
- Warren, M. (2017). Section 1- Toyota Cost & Labor Reduction Method. Em *1973 Toyota Production System Manual* (pp. 1-149).
- Wilson, L. (2010). *How to Implement Lean Manufacturing*. USA: Mc Graw Hill.
- Zasadzien, M. (2014). USING THE PARETO DIAGRAM AND FMEA (FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS) TO IDENTIFY KEY DEFECTS IN A PRODUCT . *Management Systems in Production Engineering*.



ANEXO A - DOCUMENTAÇÃO DA LINHA DOS CABOS INTERIORES

REGRAS do KANBAN C519 (Interiores)

Entendendo melhor a nova Etiqueta KANBAN:

Ref. Final: xxxxxxxxxxxx C519		DATA: / /	
Ref. Sub.conjunto: xxxxxxxx	Designação: xxxxxxxx	TURNO:	
Quantidade cx: xx	REFERÊNCIA INJEÇÃO: xxxxxxxx	1°	2° 3°
Kanban de Produção			

- DESCREVE AS INFORMAÇÕES DO MATERIAL PRODUZIDO, QUANTIDADE, REFERÊNCIA DE INJEÇÃO, ENTRE OUTRAS.
- DEVEM SER MANTIDAS NAS CAIXAS E RESPEITADAS DE ACORDO COM A REFERÊNCIA FINAL DESCRITA.
- CASO NECESSITE DE MAIS ETIQUETAS, FAVOR CONTACTAR IMEDIATAMENTE LOG. INTERNA.
- PARA MELHOR GESTÃO VISUAL SERÃO UTILIZADAS DUAS CAIXAS: UMA AMARELA E OUTRA AZUL, SENDO 36 CAIXAS DE CADA REFERÊNCIA (TOTAL: 72 CAIXAS).

Caixa Amarela	Cabos Interiores
	*REFERÊNCIA FINAL: 076 XXXX
Caixa Azul	Cabos Interiores
	*REFERÊNCIA FINAL: 077 XXXX

O FLUXO DAS CAIXAS SEGUIRÁ DA SEGUINTE FORMA:

- O SUBCONJUNTO DEVERÁ SER COLOCADO NA CAIXA DE ACORDO COM A DESCRIÇÃO DA ETIQUETA KANBAN, SERÃO FEITAS 6 COLUNAS COM ALTURA DE 6 CAIXAS.
- AS CAIXAS VÃO ALTERNAR A ORDEM DE ACORDO COM O CONSUMO.
- SÓ PODERÃO TROCAR A COR DA CAIXA APÓS CONCLUIR O LOTE ANTERIOR PRODUZIDO.

Saída



Entrada



ANEXO B - DOCUMENTAÇÃO DA LINHA DOS CABOS EXTERIORES

REGRAS do KANBAN C519 (Exteriores)

Entendendo melhor a nova Etiqueta KANBAN:

Ref. Final: xxxxxxxxxxxx C519		DATA: / /
Ref. Sub.conjunto: xxxxxxx	Designação: xxxxxxx	REFERÊNCIA INJEÇÃO: xxxxxxx
Quantidade ex: xxx	TURNO: 1° 2° 3°	

- DESCREVE AS INFORMAÇÕES DO MATERIAL PRODUZIDO, QUANTIDADE, REFERÊNCIA DE INJEÇÃO, ENTRE OUTRAS.
- DEVEM SER MANTIDAS NAS CAIXAS E RESPEITADAS DE ACORDO COM A REFERÊNCIA FINAL DESCRITA.
- CASO NECESSITE DE MAIS ETIQUETAS, FAVOR CONTACTAR IMEDIATAMENTE LOG. INTERNA.
- SERÃO UTILIZADAS CAIXAS CINZAS SITUADAS NO RACK CORRESPONDENTE DE CADA REFERÊNCIA.

Caixa Cinza	Cabos Exteriores
	*REFERÊNCIA FINAL: 074 XXXX
Caixa Cinza	Cabos Exteriores
	*REFERÊNCIA FINAL: 075 XXXX

- O SUBCONJUNTO DEVERÁ SER COLOCADO NA CAIXA DE ACORDO COM A DESCRIÇÃO DA ETIQUETA KANBAN.



ANEXO D - TEMPLATE DAS ETIQUETAS KANBAN

Ref. Final: xxxxx C519		DATA: / /	
Ref. Sub.conjunto:		Designação:	Aramada
Quantidade cx:		REFERÊNCIA INJEÇÃO:	1º 2º 3º
Kanban de Produção			

Ref. Final: xxxxx C519		DATA: / /	
Ref. Sub.conjunto:		Designação:	Laminada
Quantidade cx:		TURNO:	1º 2º 3º
		REFERÊNCIA INJEÇÃO:	
Kanban de Produção			

ANEXO E - ESPAÇO DE CAIXAS REDEFINIDOS NO LAYOUT

