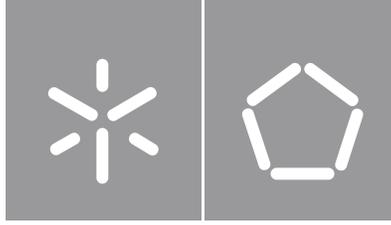




Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Ana Rita Batista Lima

**Reconfiguração de um Sistema Produtivo
utilizando *Lean Thinking* numa Empresa
para Componentes Automóveis**



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Ana Rita Batista Lima

**Reconfiguração de um Sistema Produtivo
utilizando *Lean Thinking* numa Empresa
para Componentes Automóveis**

Dissertação de Mestrado
Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão
Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor Rui Manuel Alves da Silva e Sousa

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

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

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

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

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição

CC BY

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

AGRADECIMENTOS

Em primeira instância, gostava de agradecer aos meus pais e à minha irmã, pela pessoa que sou e por me apoiarem ao longo de todos estes anos, mas um especial obrigada pelo apoio nos últimos dois anos da minha vida. Obrigada por tudo o que me proporcionaram, pela pessoa que sou e por todo o amor e apoio.

Claro que não podia deixar de agradecer à minha restante família. Obrigada pela amizade e pela cooperação. Um especial obrigada ao Miguel, por ser o meu professor de todas as horas e aos meus fiéis companheiros de quatro patas, por todo o amor incondicional. Um especial obrigada ao Gatsby, que foi um dos meus pilares nestes últimos meses.

Também, não podia de deixar de agradecer aos amigos que Guimarães me deu, sem eles nada disto seria possível. Obrigada pela paciência, por estes anos inesquecíveis e obrigada por serem a minha segunda família ao longo destes cinco anos.

Depois, gostava de agradecer a todos os docentes da Universidade do Minho. Em especial ao professor Rui Sousa, obrigada por todos os ensinamentos e por todo o suporte, mesmo nesta época inesperada que atravessamos.

Por fim, mas muito importante, um muito obrigada à empresa que me recebeu de portas e coração aberto, a *Lear* de Valença. Obrigada a todos os departamentos, mas um especial obrigada ao departamento de engenharia, por sempre me ajudarem e fazerem-me sentir parte da equipa. Um obrigada ainda mais especial ao meu orientador, Engenheiro Ivão Dias, por todos os ensinamentos, por acreditar e por confiar sempre em mim.

Os meus mais sinceros sentimentos de gratidão,

Rita Lima

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

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

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

RESUMO

A presente dissertação foi realizada no âmbito do projeto de conclusão do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial e desenvolvida numa empresa produtora de componentes estruturais para automóveis, a *Lear Corporation*. Esta, teve como principal objetivo a reconfiguração do sistema produtivo de uma secção utilizando *Lean Thinking*.

A metodologia de investigação utilizada foi a “Investigação-Ação” e, após uma revisão bibliográfica de *Lean Manufacturing*, foi realizada uma caracterização e análise atual da secção, com o propósito de diagnosticar os potenciais problemas. Durante este diagnóstico, identificaram-se vários problemas, destacando-se o deficiente dimensionamento da secção, a falta de 5S, o material inadequado das mesas dos postos de trabalho, o elevado desperdício no embalamento e as ferramentas de montagem não funcionais. Estes problemas geravam diversos desperdícios, e.g., uma taxa de utilização dos postos de trabalho de apenas 14%, uma perda de tempo de ciclo de dois segundos por peça, etc. Ainda, foi realizada uma avaliação ergonómica através do método do EWA.

Tendo em conta os problemas identificados, procedeu-se ao desenvolvimento de soluções. Assim, começou-se por desenvolver propostas de reorganização de todo o espaço de trabalho, tendo-se alterado de um sistema de produção fixo para um flexível, onde apenas é alocado o material de cada produto quando necessário. Implementaram-se diversas ferramentas, como 5S, gestão visual, SW e TPM e redimensionou-se o processo de um dos produtos. Posto isto, houve um aumento de 386% da taxa de utilização da secção, uma redução de 23% do WIP e do tempo de atravessamento de um dos produtos e um aumento do respetivo RVA de 25%. Seguidamente, alterou-se o material de revestimento das mesas, dimensionaram-se novas ferramentas de montagem, implementaram-se planos de manutenção, etc. Em suma, os resultados foram bastante satisfatórios, visto ter havido um ganho total de 100m² e, ainda, um ganho anual superior a 12 775€ numa secção com baixo volume de produção e com pouco tempo de vida, que apenas existe para cumprir quantidades mínimas acordadas com clientes. Por fim, também foram realizadas propostas, que devido à contingência pandémica e temporal, foi impossível implementar no horizonte do projeto, como a implementação de um quadro *kanban*, do qual se espera a eliminação das discrepâncias na eficiência de mais de 10 pontos percentuais entre o turno da manhã e da tarde.

PALAVRAS-CHAVE

Lean Thinking, Reconfiguração de Sistemas Produtivos, Trabalho Normalizado, Ergonomia, 5S

ABSTRACT

This dissertation was carried out within the scope of the project for the completion of the integrated master's in Industrial Engineering and Management and developed in a company that produces structural components for automobiles, the Lear Corporation. This one, had as main objective the reconfiguration of the productive system of a section using Lean Thinking.

The research methodology used was "Research-Action" and, after a literature review of Lean Manufacturing, a characterization and current analysis of the section was carried out, with the purpose of diagnosing potential problems. During the diagnosis, several problems were identified, highlighting the poor dimensioning of the section, the lack of 5S, the inadequate material on the workstation tables, the high waste in packaging and the non-functional assembly tools. These problems generated a lot of waste, e.g., a workstation utilization rate of only 14%, a lost-on cycle time of two seconds per part, etc. Besides, an ergonomic assessment was performed using the EWA method.

Considering the problems identified, solutions were developed. Thus, firstly, proposals were developed for the reorganization of the entire workspace, having changed the production system from a fixed system to a flexible one, where only the material of each product is allocated when necessary. Several tools were implemented, such 5S, visual management SW and TPM and having resized the process of one of the products produced. That said, there was a 386% increase in the section's utilization, a 23% reduction in WIP and in the transit time of one of the products and an increase in the respective VAR of 75%. Then, the working tables covering material was changed, new assembly tools were designed, maintenance plans were implemented, etc. In short, the results were quite satisfactory, as there was a total gain of 100m² and a gain of more than €12 775 each year in a section with a low production volume and a short lifetime, which only exists to meet agreed minimum quantities with customers. Finally, proposals were also made, which due to the pandemic and temporal contingency, it was impossible to implement in the project horizon, such as the implementation of a kanban framework, which is expected to eliminate discrepancies in efficiency of more than 10 percentage points between the morning and afternoon shift.

KEYWORDS

Lean Thinking, Reconfiguration of Productive Systems, Standard Work, Ergonomics, 5S

ÍNDICE

Agradecimentos	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
Índice.....	vii
Índice de Figuras.....	xi
Índice de Tabelas.....	xv
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos	xvi
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Metodologia da Investigação	3
1.4 Estrutura da dissertação	4
2. Revisão Bibliográfica.....	6
2.1 <i>Lean Production</i>	6
2.1.1 <i>Toyota Production System (TPS)</i>	6
2.1.2 Princípios do <i>Lean Thinking</i>	9
2.1.3 Desperdícios.....	10
2.1.4 3M's	12
2.2 Ferramentas <i>Lean</i>	13
2.2.1 Metodologia 5S.....	13
2.2.2 Gestão Visual.....	14
2.2.3 Sistema <i>Kanban</i>	15
2.2.4 PDCA.....	16
2.3 <i>Total Productive Maintenance – TPM</i>	17
2.4 <i>Standard Work</i>	18
2.5 Indicadores de Desempenho.....	18
2.6 Sinergia entre <i>Lean</i> e Ergonomia.....	19
2.6.1 Ergonomia.....	19

2.6.2	Ergonomia vs <i>Lean</i>	20
2.7	Método EWA	21
2.8	Análise Crítica	22
3.	Apresentação da Empresa.....	24
3.1	<i>Lear Corporation</i>	24
3.2	<i>Lear Corporation</i> de Valença.....	25
4.	Descrição e Análise da Situação Atual da Secção de Montagem de Montantes	27
4.1	Descrição da Situação Atual da Secção	27
4.1.1	Produtos Produzidos e Processos.....	27
4.1.2	<i>Layout</i>	32
4.1.3	Planeamento da Produção e Fluxo de Informação para Abastecimento.....	32
4.1.4	Documentação	35
	35	
4.2	Análise Crítica e Identificação dos Problemas	35
4.2.1	Análise de Indicadores de Desempenho e Estudo dos Tempos	35
4.2.2	Desatualização da Secção	42
4.2.3	Problemas na Documentação.....	44
4.2.4	Falta de 5S.....	45
4.2.5	Carrinhos de Rejeição Inadequados.....	47
4.2.6	Elevado Consumo e Refugo de Esferovite	47
4.2.7	Sistema de Informação não Ágil	48
4.2.8	Análise Ergonómica do Trabalho	49
4.3	Síntese de Problemas Identificados.....	52
5.	Apresentação e Propostas de Melhoria.....	54
5.1	Reorganização do Espaço de Trabalho.....	56
5.1.1	Implementação de um Sistema Produtivo Flexível	56
5.1.2	Redimensionamento do Posto de Trabalho do L52.....	61
5.1.3	Implementação de 5S e Gestão Visual.....	62
5.2	Substituição da Superfície das Mesas	66

5.3	Correção da Documentação.....	67
5.4	Conceção e Manutenção de Ferramentas.....	67
5.5	Definição de Novos Carrinhos de Rejeição.....	69
5.6	Novo embalamento das Caixas 4C.....	70
5.7	Proposta de um Quadro <i>Kanban</i>	70
5.8	Manutenção da Iluminação.....	73
6.	Análise e Discussão de Resultados.....	74
6.1	Resultados Obtidos.....	74
6.1.1	Reorganização do Espaço de Trabalho, Correção da Documentação e Definição de Novos Carrinhos de Rejeição.....	74
6.1.2	Substituição da Superfície das Mesas.....	76
6.1.3	Conceção e Manutenção de Ferramentas.....	76
6.2	Resultados Esperados.....	76
6.2.1	Novo Embalamento das Caixas 4C.....	76
6.2.2	Proposta de um Quadro <i>Kanban</i>	77
6.3	Síntese dos Resultados.....	77
7.	Conclusões.....	79
7.1	Considerações Finais.....	79
7.2	Trabalho Futuro.....	81
	Referências Bibliográficas.....	83
	Anexo 1 – <i>Layout</i> Naves.....	87
	Anexo 2 – Produtos Produzidos.....	88
	Anexo 3 – <i>Layout</i>	89
	Anexo 4 – Exemplo de um Posto de Trabalho.....	90
	Anexo 5 – Exemplo de Etiquetas Desatualizadas.....	91
	Anexo 6 – Falta de Documentação no Painel de Documentação.....	92
	Anexo 7 – Marcações no Chão.....	93
	Anexo 8 – Exemplos de Nova Documentação.....	94
	Anexo 9 – Carrinhos de Rejeição.....	96
	Anexo 10 – Cartão <i>Kanban</i>	97

Apêndice 1 – Ilustração dos Produtos.....	98
Apêndice 2 – Ciclo Produtivo dos Montantes	99
Apêndice 3 – Fluxograma do Processo	102
Apêndice 4 – Listagem de Materiais	103
Apêndice 5 – Fluxograma da Embalagem	107
Apêndice 6 – Listagem de Materiais Consumidos na Embalagem	108
Apêndice 7 – Legenda de Símbolos e Abreviaturas dos BPMN	113
Apêndice 8 – BPMN do Fluxo de Informação Geral.....	114
Apêndice 9 – BPMN do Fluxo de Informação para PP Diário	115
Apêndice 10 – BPMN do Fluxo de Informação para Satisfazer OP.....	116
Apêndice 11 – Mapa de Alocação das Operadores (Janeiro)	117
Apêndice 12 – Mapa de Produção (Janeiro)	118
Apêndice 13 – Estudo dos Tempos do B52 Direito (3P)	119
Apêndice 14 – Legenda de Símbolos de Diagrama de Processos	122
Apêndice 15 – Listagem de Operações das IPT's	123
Apêndice 16 – Desarrumação na Secção	124
Apêndice 17 – <i>Checklist</i> EWA	126
Apêndice 18 – Avaliação Analista aos 14 Itens do EWA.....	128
Apêndice 19 – Estudo das Dimensões dos Materiais dos <i>Kits</i>	136
Apêndice 20 – Documentos de Apoio ao Armazenamento.....	137
Apêndice 21 – Produção Inflacionada 25%	140

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Fases Investigação-Ação	4
Figura 2 – Casa TPS	7
Figura 3 – Os 3M's	12
Figura 4 – Representação simplificada de um sistema pull	15
Figura 5 – Etapas do ciclo PDCA	16
Figura 6 – Lear Corporation no mundo	24
Figura 7 – Principais clientes da Lear Corporation	25
Figura 8 – As 3 naves de Valença	25
Figura 9 – Organigrama da Lear de Valença	26
Figura 10 – Montante: a) no final do processo da secção, b) enquadrado num carro	27
Figura 11 – Operações de controlo	29
Figura 12 – Operação de encaixe	29
Figura 13 – Encaixe extra X61 (grampos)	30
Figura 14 – Colagem do L52	30
Figura 15 – Controlo L52	31
Figura 16 – Embalagens	32
Figura 17 – Layout: a) secção do L52, b) secção genérica	32
Figura 18 – Quadro Kanban	33
Figura 19 – Excerto de BPMN do Apêndice 10	34
Figura 20 – Etiqueta de cliente	34
Figura 21 – Excerto 2 de BPMN do Apêndice 10	34
Figura 22 – Esboço do layout do standard do painel	35
Figura 23 – Taxa de utilização em janeiro	36
Figura 24 – Procura Mensal	36
Figura 25 – Eficiência: a) por equipa, b) por turno	37
Figura 26 – Produção semanal vs eficiência	38
Figura 27 – Diagrama do processos (L52 e B52)	39
Figura 28 – Transportes e movimentações	41
Figura 29 – Estudo do nivelamento da produção	42
Figura 30 – Painéis de documentação: a) da secção, b) standard da empresa	42

Figura 31 – Extensão existente nas mesas do W62	43
Figura 32 – Falta de: a) arrumação, b) limpeza	46
Figura 33 – Comunicação do PP semanal	48
Figura 34 – Diagrama de Ishikawa (encaixe X82)	51
Figura 35 – Comparação resultados EWA.....	51
Figura 36 – Proposta inicial - kits.....	56
Figura 37 – Painel de documentação com placa PVC.....	59
Figura 38 – Esboço de prateleiras: a) B/K52, b) restantes.....	60
Figura 39 – Teste aos encaixes cruzados.....	61
Figura 40 – Supermercado: a) B/K52, b) restantes.....	61
Figura 41 – Nova passadeira – L52.....	62
Figura 42 – Nova mesa de apoio à colagem.....	62
Figura 43 – Exemplos de material desnecessário da secção	63
Figura 44 – Esteira elétrica suspensa	63
Figura 45 – Prateleira extra do armário	64
Figura 46 – Exemplo de um dos dossiers	64
Figura 47 – Esboço do novo layout da secção	65
Figura 48 – Kit de limpeza.....	65
Figura 49 – Novos postos de trabalho: a) mesas pequenas, b) mesas maiores.....	66
Figura 50 – Diagrama de Ishikawa (prever problemas).....	68
Figura 51 – Ferramenta do X82.....	68
Figura 52 – Reaproveitamento da ferramenta de B52 Direito	69
Figura 53 – Carrinhos de rejeição.....	70
Figura 54 – Esboço quadro kanban: a) por preencher, b) preenchido	72
Figura 55 – Sistema de codificação de cores.....	73
Figura 56 – Diagrama de Spaghetti	75
Figura 57 – Impacto do 5S.....	75
Figura 58 – Impacto da substituição da superfície das mesas.....	76
Figura 59 – Layout nave 1	87
Figura 60 – Layout nave 2	87
Figura 61 – Produtos produzidos: a) carrinhas b) Renault Twizy c) BT1	88
Figura 62 – Layout CAD (todos exceto L52).....	89

Figura 63 – Layout CAD (L52)	89
Figura 64 – Exemplo real de um posto de trabalho.....	90
Figura 65 – Exemplos de etiquetas desatualizadas	91
Figura 66 – Painel de documentação com falta de documentação	92
Figura 67 – Esboço das marcações do chão	93
Figura 68 – Nova IPT	94
Figura 69 – Nova IE.....	95
Figura 70 – Carrinhos de rejeição de outra secção	96
Figura 71 – Cartão kanban	97
Figura 72 – Ilustração dos produtos	98
Figura 73 – Resumo do ciclo produtivo dos montantes.....	100
Figura 74 – “Corte e Soldadura” na guilhotina do X82	101
Figura 75 – Fluxograma do processo produtivo	102
Figura 76 – Listagem de materiais sem ilustração.....	103
Figura 77 – Listagem materiais com ilustração.....	104
Figura 78 – Elementos base da "Rede de Artigos".....	105
Figura 79 – Elementos base da "Rede de Artigos".....	105
Figura 80 – Fluxograma da Embalagem	107
Figura 81 – Materiais consumidos na embalagem.....	109
Figura 82 – Croqui caixa 3P	110
Figura 83 – Croqui bacs	110
Figura 84 – Croqui caixas 4C's	111
Figura 85 – Croqui caixa 3G	111
Figura 86 – Croqui Contentor 1200.....	111
Figura 87 – Corte dos "cubos de esferovite padrão".....	112
Figura 88 – Legenda de símbolos e abreviaturas de BPMN's	113
Figura 89 – BPMN de fluxo de informação Geral	114
Figura 90 – BPMN de fluxo de informação para PP diário de um mês.....	115
Figura 91 – BPMN de fluxo de informação para satisfazer OP	116
Figura 92 – Mapa alocação operadores (janeiro)	117
Figura 93 – Mapa de produção (janeiro)	118
Figura 94 – Primeira amostragem - estudo dos tempos.....	120

Figura 95 – Segunda amostragem - estudo dos tempos	120
Figura 96 – Terceira amostragem - estudo dos tempos	121
Figura 97 – Resultados amostragens.....	121
Figura 98 – Legenda de símbolos de diagrama de processos.....	122
Figura 99 – Listagem operações das IPT's.....	123
Figura 100 – Posto de trabalho do K52 Direito.....	124
Figura 101 – Posto de trabalho do B52 direito	124
Figura 102 – Posto de trabalho do W62 Direito	125
Figura 103 – Checklist EWA (1/2)	126
Figura 104 – <i>Checklist EWA (2/2)</i>	127
Figura 105 – Local de trabalho.....	128
Figura 106 – Estado de superfície de trabalho.....	129
Figura 107 – Movimento encaixe - X82.....	131
Figura 108 – Movimento encaixe – B52 repintadas.....	131
Figura 109 – Faca espalhada	132
Figura 110 – Estado atual dos carrinhos rejeição	132
Figura 111 – Montantes no carrinho de rejeição.....	133
Figura 112 – Postes de suporte às esteiras elétricas	133
Figura 113 – Tabela de avaliação do ruído	135
Figura 114 – Legenda de apoio da peça-tipo	136
Figura 115 – Regras de armazenamento.....	137
Figura 116 – Instruções de armazenamento – B/K52.....	138
Figura 117 – Instruções de armazenamento – L52, W62, X61 e X82	139
Figura 118 – Produção de janeiro inflacionada 25% (contentores/dia)	140
Figura 119 – Produção de cada classe inflacionada em 25 %.....	140

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Indicadores de desempenho	19
Tabela 2 – Sinergia entre Lean e Ergonomia	21
Tabela 3 – Referências da secção.....	31
Tabela 4 – Listagem e classificação da documentação.....	35
Tabela 5 – Tempos de ciclo	37
Tabela 6 – Indicadores de desempenho	40
Tabela 7 – Cálculo do número de PT.....	40
Tabela 8 – Contabilização dos pedidos de abastecimento	43
Tabela 9 – Fatores críticos da documentação.....	45
Tabela 10 – Desperdício de esferovite no primeiro trimestre	47
Tabela 11 – Resumo EWA – avaliação analista.....	50
Tabela 12 – Resumo dos problemas identificados	52
Tabela 13 – Matriz GUT	53
Tabela 14 – Plano de ação (5W2H)	55
Tabela 15 – Número de postos de trabalho teórico	57
Tabela 16 – Nova classificação da documentação.....	58
Tabela 17 – Número de cartões kanban	71
Tabela 18 – KPI's antes e depois (L52)	74
Tabela 19 – Síntese de resultados.....	78
Tabela 20 – Material de economato indispensável.....	106
Tabela 21 – Escala de avaliação subjetiva dos tempos.....	120
Tabela 22 – Classificação: tarefas de elevação e movimentação das cargas	130
Tabela 23 – Posturas e movimentos críticos.....	131
Tabela 24 – Dimensões material kit.....	136

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

AR – Atividade de Referência

BOM – *Bill of Materials*

BPMN – *Business Process Model and Notation*

EPI's – Equipamento de Proteção Individual

EWA – *Ergonomics Workplace Analysis*

GUT – Gravidade, Urgência e Tendência

IE – Instruções de Embalagem

IPT – Instruções do Posto de Trabalho

JIT – *Just in Time*

KPI – *Key Performance Indicator*

LP – *Lean Production*

OP – Ordem de Produção

PDCA – Plan-Do-Check-Act

PP – Planejamento de Produção

PT – Posto de Trabalho

RVA – Rácio de Valor Acrescentado

SWIP – *Standard Work in Process*

TC – Tempo de Ciclo

TL – *Team Leader*

TPM – *Total Productive Maintenance*

TPS – *Toyota Production System*

TT – *Takt Time*

WIP – *Work in Process*

1. INTRODUÇÃO

A presente dissertação retrata o projeto desenvolvido na *Lear Corporation*, empresa norte-americana líder global na produção de assentos e de sistemas elétricos para automóveis, no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial. O primeiro capítulo é constituído por um pequeno enquadramento aos temas que serão abordados no decorrer da dissertação, pelos objetivos delineados, pela metodologia de investigação utilizada e por uma breve descrição da estrutura do documento.

1.1 Enquadramento

O presente projeto foi desenvolvido numa empresa produtora de componentes automóveis, a *Lear Corporation*. Esta é uma empresa americana, líder global na produção de assentos e sistemas elétricos para veículos, podendo os mesmos ser encontrados em mais de 400 modelos. Mais concretamente, o projeto foi desenvolvido na filial de Valença.

A evolução social e económica que se tem verificado nos últimos anos está a criar mercados mais exigentes e competitivos, pelo que é importante as empresas definirem estratégias de forma a responderem às necessidades dos clientes (Hamel et al., 1996). Consequentemente, existe uma constante mudança nas empresas e os sistemas de produção têm tendência a ficar obsoletos, uma vez que não acompanham este crescimento.

Dito isto, torna-se imprescindível a proatividade das empresas em busca de métodos de produção eficazes, para conseguirem ir de encontro às necessidades do cliente de forma ágil. Atualmente, cada vez mais o cliente procura produtos personalizados e com prazos de entrega mais curtos.

Foi no âmbito da evolução que surgiu o *Lean Production*. Este conceito surgiu no Japão após a Segunda Guerra Mundial, para caracterizar o sistema aplicado pela *Toyota Motor Company*, denominado por TPS (*Toyota Production System*). O TPS retrata a forma de como a *Toyota* se destacou dos seus concorrentes diretos americanos, através da adoção de um novo modelo organizacional (Womack et al., 1990).

A implementação de técnicas *Lean* tem se espalhado por todo o mundo. As empresas que as aplicam para eliminar ao máximo os desperdícios são cada vez mais, entendendo-se como desperdício, tudo aquilo que não acrescenta valor ao cliente e que não é pago pelo mesmo (Liker & Morgan, 2006).

Adicionalmente, alguns autores têm realçado que a implementação de ferramentas *Lean* é suportada pela vertente ergonómica (Alves et al., 2016). O *Lean* defende ao máximo a redução de movimentações

desnecessárias e o aumento da polivalência, sendo que, a falta destas vertentes gera *stress*, fadiga física e psicológica, aumentando a propensão para lesões durante o turno de trabalho (Landsbergis et al., 1999).

A *Lear Corporation* de Valença existe apenas desde 2018 e tem aumentado o seu espaço constantemente. No ano da sua aquisição, o espaço produtivo foi ainda ampliado 11 000m². Atualmente, está a construir mais um polo de produção, com uma área de espaço produtivo de 6 000m². No entanto, o progresso interno não acompanhou o crescimento estrutural da empresa.

Posto isto, para responder à evolução tecnológica, aos clientes cada vez mais exigentes e ao mercado cada vez mais competitivo, a empresa viu-se na necessidade de minimizar o espaço desperdiçado e maximizar a aquisição de projetos de forma eficiente e eficaz. O espaço desperdiçado pela empresa ao longo dos anos tem sido significativo, o que resultou na necessidade de subcontratar área para armazenagem, sendo este um dos seus maiores gastos.

Foi neste contexto que surgiu o presente projeto, a oportunidade da reconfiguração da forma mais eficiente possível de uma secção de montagem de montantes com projetos com mais de 10 anos, através da implementação dos princípios do *Lean Thinking*.

1.2 Objetivos

A presente dissertação tem como grande objetivo: a reconfiguração do sistema produtivo da secção de montagem de montantes, utilizando *Lean Thinking*. Assim, com vista a atingi-lo, os objetivos gerais são:

- Tornar o sistema produtivo flexível;
- Adaptar o *layout* às exigências atuais de procura, sem enviesar a satisfação do cliente;
- Identificar e medir os desperdícios atuais;
- Implementar 5S e gestão visual, juntamente com as respetivas formações aos integrantes;
- Fazer um estudo ergonómico aos postos de trabalho e proceder às respetivas melhorias.

Todos os objetivos acima identificados pretendem ao máximo diminuir os oito desperdícios da metodologia *Lean* (Shingo, 2000), contribuindo assim, para um aumento do bem-estar, da moral e da eficiência dos operadores.

1.3 Metodologia da Investigação

A estratégia de investigação utilizada para o desenvolvimento da presente dissertação é a Investigação-Ação (*Action-Research*), que se distingue das restantes abordagens pelo foco que coloca na ação e na promoção de mudança na organização.

Segundo Saunders et al.(2016), a definição da metodologia de Investigação-Ação assenta em cinco temas: propósito, processo, participação, conhecimento e implicações. Dito isto, no presente projeto foi definido o propósito, que assenta na reconfiguração de um sistema produtivo da forma mais eficiente possível, sendo que para tal será delineado todo um processo com participação ativa e colaborativa entre o investigador e os colaboradores da empresa, sendo alinhados diferentes conhecimentos, para posteriormente se medirem as implicações, ou seja, o impacto da proposta.

Adicionalmente, segundo O'Brien (1998), esta metodologia é caracterizada por cinco fases distintas, implementadas de forma cíclica, até se conseguirem os resultados necessários, como é perceptível na Figura 1. No entanto, devido ao intervalo temporal do projeto, o ciclo apenas foi implementado uma vez. Ainda, o método sugere que antes de se aplicar as cinco fases, deve ser realizada uma revisão de literatura, abrangendo todos os conteúdos do projeto. Neste caso concreto, esta foi baseada em *Lean*, com nuances do apoio de Ergonomia. Posto isto, as cinco fases iterativas, que serviram de apoio para a elaboração da presente dissertação, são:

- Diagnóstico: o principal objetivo desta fase é o levantamento de todas as informações do estado atual, agregando todos os fatores críticos;
- Criação do plano de ação: como o nome assim o sugere, o principal objetivo é a criação de um plano de ação, para a resolução dos fatores críticos levantados na fase anterior. Nesta fase, foram eleitas as ferramentas *Lean* que se utilizaram, assim como o horizonte de intervenção. Ainda, é nesta fase que é definida a priorização de ordem de trabalho e quais os recursos necessários, para que as ações sejam executadas eficazmente;
- Implementação do plano de ação: como o nome também o sugere, esta é a fase que se passa do “papel” para a “realidade”, colocando o planeamento anterior em prática e resolvendo os fatores críticos, inicialmente identificados;
- Avaliação dos resultados obtidos: o objetivo é estudar o sucesso das ações, ou seja, se as implementações correram como esperado. Também, deve ser realizada uma comparação entre o estado inicial e o estado atual, para quantificar e avaliar os resultados obtidos;

- Especificação da aprendizagem: por fim, as conclusões devem ser tiradas e os próximos passos definidos. Nesta fase, deve ser executado o balanço do trabalho e as limitações devem ser evidenciadas.

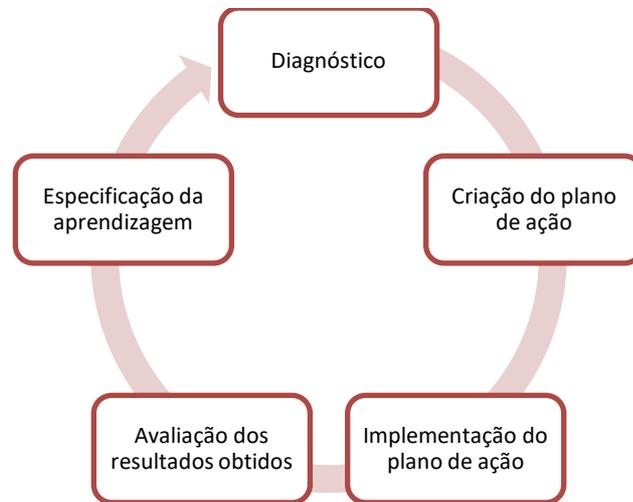


Figura 1 – Fases Investigação-Ação

Segundo Saunders et al.(2016), para que uma investigação seja efetuada da melhor forma e seja bem sucedida, ela deve seguir as camadas da denominada “Cebola da Investigação”: filosofia, abordagem, estratégia, métodos, horizonte temporal e técnicas de recolha de dados.

A filosofia de investigação foi baseada no pragmatismo, uma vez que se integram diferentes perspetivas. A abordagem utilizada foi a dedutiva, visto que o projeto assentou em recolher dados da empresa, com o objetivo de testar a teoria já existente e medir os respetivos impactos. Como já foi referido, a estratégia foi a de Investigação-Ação e os métodos utilizados foram tanto quantitativos, como qualitativos. O horizonte temporal foi transversal, pois a investigação foi definida num espaço de tempo bem delineado. Por fim, as técnicas de recolha de dados foram através de informação documentada, de entrevistas informais com os colaboradores e de observação direta do espaço de trabalho. Dito por outras palavras, as técnicas foram colaborativas.

1.4 Estrutura da dissertação

O presente projeto encontra-se dividido em sete capítulos distintos.

No primeiro capítulo é realizado um pequeno enquadramento aos temas abordados no decorrer da dissertação, são delineados os objetivos e é fundamentada a metodologia de investigação escolhida.

No segundo capítulo são abordados todos os conceitos teóricos de maior importância e que se consideraram essenciais para o sucesso deste projeto, essencialmente conceitos *Lean* e Ergonómicos.

No terceiro capítulo é efetuado um enquadramento da empresa em que foi desenvolvido o presente projeto, fazendo uma breve apresentação da mesma, dos seus principais produtos e dos seus principais clientes.

No quarto capítulo é realizada uma descrição detalhada da secção em que o projeto se foca e, de seguida, os fatores críticos da mesma são diagnosticados. No fim deste capítulo encontra-se uma matriz GUT, com vista a priorizar a resolução dos problemas. Assim, com base no diagnóstico desta matriz, no quinto capítulo estão compiladas as propostas de melhoria desenvolvidas, com vista a melhorar, minimizar ou mesmo eliminar os problemas identificados.

No capítulo seis são agregados os resultados das propostas de melhorias implementadas e é evidenciado o impacto das mesmas.

Por fim, no sétimo e último capítulo são evidenciadas as conclusões deste projeto e as propostas de trabalho futuro.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo são abordados os conceitos teóricos de maior importância, que serviram de base para a realização do presente projeto e que foram considerados relevantes para o sucesso do mesmo.

2.1 *Lean Production*

A primeira vez que surgiu o conceito de ***Lean Production*** (LP) foi em 1990, na publicação do livro “*The Machine that Changed the World*” e surgiu associado ao TPS, ou seja, ao *Toyota Production System* (Womack et al., 1990).

O conceito de *Lean Production* foi o método produtivo utilizado pela *Toyota*, para enfrentar eficazmente os seus concorrentes americanos, durante o período de reconstrução do Japão, mais concretamente, após a Segunda Guerra Mundial (entre 1947 e 1975) e tem sido a designação utilizada para este sistema, ou seja, para o TPS (Womack et al., 1990).

O LP tem como principal foco a eliminação absoluta dos desperdícios, sendo os clientes os principais juizes sobre se a empresa criou valor ou não (Womack et al., 1990). Este surge diversas vezes associado ao lema de “*doing more with less*”, ou seja, “fazer mais com menos” (Ohno, 1998).

Todos os pensamentos associados ao *Lean Production* são denominados de ***Lean Thinking***.

2.1.1 *Toyota Production System* (TPS)

Como foi referido, após a Segunda Guerra Mundial, quando a indústria japonesa enfrentou uma escassez de recursos materiais, humanos e financeiros, o empresário Sakichi Toyoda desenvolveu o TPS (Ohno, 1998). No entanto, devido à crise do petróleo e, conseqüentemente, com o declínio de produção, apenas a partir de 1973 esta metodologia ganhou visibilidade.

O TPS é uma junção da indústria artesanal com a produção em massa. Este sistema evoluiu da necessidade de produzir cada vez mais variedade de produtos e em pequenas quantidades (produção artesanal), mantendo o mesmo nível de produtividade da produção em massa. O TPS surgiu na tentativa de os fabricantes japoneses competirem com as vendas em massa, já estabelecidos nos Estados Unidos e na Europa.

A indústria automóvel foi dominada pela indústria artesanal, desde a década de 1880 até as três décadas seguintes, ou seja, existia uma enorme variedade na indústria, destinando-se apenas a compradores com posse. Todavia, no início do século XX, Henry Ford transformou a indústria, através da produção de

carros melhores, a preços mais reduzidos, com qualidade assegurada e custos reduzidos. Foi assim que surgiu o famoso “*Ford T*”, o carro do povo, e que a empresa *Ford* se tornou a líder da indústria automóvel. A metodologia da *Ford*, ou seja, a produção em massa, por volta das décadas de 50-60 já se tinha espalhado por toda a Europa e por todo o mundo. No entanto, as ineficiências associadas à produção em massa e a crise de petróleo e de gás que se desenvolveu na Europa e nos Estados Unidos, deu espaço para a entrada de uma nova metodologia, o TPS (Black, 2007).

O TPS centra-se nas atividades que ao longo de um processo acrescentam valor ao produto, na ótica do cliente final (Melton, 2005).

O principal objetivo do TPS é aumentar a eficiência da produção, através da eliminação consistente e completa de desperdícios e através do respeito para com as pessoas, sendo esta uma característica muito particular e um marco importante da diferença perante o sistema de Henry Ford. Contrariamente à produção em massa, um dos objetivos essenciais do TPS é trazer a responsabilidade para a base da pirâmide organizacional, dando liberdade para se controlar o próprio trabalho (Ohno, 1998).

Uma das particularidades mais enfatizadas por este modelo é que as melhorias não devem assentar apenas no chão de fábrica, sendo este apenas um dos capítulos do famoso livro “*The Machine that Changed the World*” (Womack et al., 1990).

A casa TPS é uma representação estrutural da teoria do TPS (Liker, 2004) e foi criada para que este fosse melhor representado e interpretado, tendo sido concebida por um dos discípulos de Ohno, Fujio Cho. O modelo de uma casa foi o escolhido, porque uma casa só é robusta se todos os seus elementos o forem: teto, base e pilares, tal como acontece no TPS.

Nesta, estão representados os princípios do TPS (Figura 2) e apesar de nesta casa, existirem várias divisões delimitadas, todas elas estão intimamente ligadas entre si, simplificando a compreensão dos princípios (Liker & Morgan, 2006).

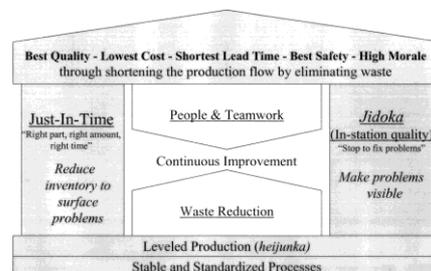


Figura 2 – Casa TPS
Adaptado de: Liker & Morgan (2006)

Assim, no teto da casa estão representados os objetivos fundamentais do TPS, uma vez que são os resultados esperados pela aplicação dos conceitos da base. Posto isto, os objetivos são: garantir uma melhor qualidade dos produtos ao cliente, diminuir o custo de produção e o prazo de entrega, garantir sempre uma segurança de alto nível, uma alta moral e um envolvimento incessante dos operadores.

Como todas as casas, este teto não existe sem os seus pilares, sendo estes o *Just-in-Time* (JIT) e o *Jidoka*. Estes dois pontos são extremamente enfatizados por Ohno (1998) e são os alicerces da teoria.

O JIT é definido como a produção de artigos na quantidade certa, no momento certo, no local certo e com a qualidade perfeita. Este invoca que todos os componentes sejam produzidos apenas a pedido do cliente, no momento e na quantidade exata, ou seja, através de uma produção denominada de *pull*, conceito este que será melhor explorado mais adiante. Cada elo na corrente JIT está conectado e sincronizado, conseguindo um fluxo contínuo (Ohno, 1998). Esta abordagem aponta estrategicamente para a supressão de tudo o que pode ser considerado desperdício, garantindo zero defeitos e zero avarias ao longo do processo.

O *Jidoka* (termo em japonês), *autonomation* (termo em inglês) ou automação (termo em português), envolve a participação humana e consiste em detetar possíveis erros através de mecanismos que consigam distinguir condições normais de anormais de funcionamento. A base do *Jidoka* é que o sistema pare e envie um aviso, assim que a situação dita anormal seja detetada, evitando assim que o sistema continue a funcionar de forma errada. Ohno (1998) define o *Jidoka*, como uma forma de dar “inteligência às máquinas”, visto que permite dar a decisão humana ao ato mecânico dos equipamentos, com a introdução de *andons* (melhor explorados em 2.2.2), *poka yokes* (sistemas anti-erro que previnem possíveis falhas humanas e evitam erros), ou pela normalização das atividades de trabalho (Liker & Morgan, 2006).

No centro de massa da casa, a dar consistência, estão as pessoas e a cultura de organização. É a partir deste centro, que se permite que a melhoria contínua aconteça, porque só assim é possível procurar diariamente e continuamente a eliminação dos desperdícios.

Por fim, mas não menos importante, não existe uma casa sem chão e o da casa TPS abrange toda a filosofia incutida na organização. A gestão visual, os processos normalizados e a produção nivelada, sustentam toda a sua estrutura, criando uma base coesa para sustentar toda a casa.

2.1.2 Princípios do *Lean Thinking*

A casa TPS é uma representação metafórica e visual das ideias do pensamento *Lean*, que mais tarde foram traduzidos através dos princípios fundamentais desta filosofia (Womack & Jones, 1996).

Em 1996 foi publicado um novo livro por Womack e por Jones, onde se definiram os cinco princípios do *Lean Thinking*, sendo estes (Womack & Jones, 1996):

- **Valor:** esta é a primeira etapa para se atingir o *Lean Thinking* e entende-se pela identificação do valor. Neste sentido, segundo Womack et al. (1990), o valor é definido pelo cliente final e este é apenas o que o cliente procura e está disposto a pagar, tudo o resto é encarado como desperdício e deve ser eliminado ou pelo menos reduzido. Taiichi Ohno refere que todo o pensamento industrial deve começar por diferenciar o valor para o cliente (Womack et al., 1990).
- **Cadeia de Valor:** entende-se pela identificação de todas as atividades, sendo que estas podem ser de três tipos: atividades que acrescentam valor ao produto, atividades que não acrescentam valor, mas são necessárias e atividades que não acrescentam valor, nem são necessárias (Hines et al., 2004). Para identificar as atividades é necessário abordar todos os processos executados na empresa, desde o fornecedor até o cliente final (Hines et al., 2004).
- **Fluxo:** a etapa seguinte é criar um fluxo contínuo, que permita ao produto percorrer todas as etapas do sistema produtivo, sem interrupções, desvios, esperas ou fluxos inversos. Dito por outras palavras, após as atividades serem identificadas, é necessário garantir que todas as que não são necessárias são eliminadas, de forma a garantir um fluxo contínuo (Womack & Jones, 1996).
- **Produção *Pull* ou Produção *Puxada*:** esta etapa entende-se por uma produção que apenas é iniciada, após uma necessidade ser criada. Assim, é sempre o cliente que define o que é produzido e quando é produzido. Este tipo de produção permite às empresas diminuir *stocks*, tempos de entrega e produtos obsoletos. A produção *pull* é o contrário da abordagem tradicional, a produção *push* ou empurrada, pois, nesta produz-se para vender, ou seja, antes da necessidade ser criada (Womack & Jones, 1996).
- **Perfeição:** o grande objetivo de um sistema *Lean* é a busca incessante pela perfeição, ou seja, a melhoria contínua ou *Kaizen* (em japonês). O *Kaizen* é um passo fundamental para eliminar os desperdícios e tem evoluído bastante, sendo frequentemente associado à busca

pela inovação (Caffyn, 1999), mas este conceito é melhor explorado em **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**

Posto isto, após estes cinco princípios estarem implementados numa empresa, o progresso e o objetivo de melhorar o seu desempenho, estão implementados.

2.1.3 Desperdícios

Como foi dito, o *Lean Thinking* assenta na busca incessante pela eliminação completa de desperdícios (Ohno, 1998). Em adição, o objetivo de qualquer organização, quer a curto, médio ou longo prazo, é identificar e eliminar todos os desperdícios, ou pelo menos reduzir o impacto dos mesmos. Assim, apesar da enorme diversidade de indústrias presentes no mercado, existe algo que as relaciona de forma direta ou indireta – os desperdícios.

No *Lean Thinking* os desperdícios são comumente denominados pela palavra japonesa *mudas* e representam toda a atividade que não acrescenta valor ao produto, na perspetiva do cliente (Hines et al., 2004). Womack et al. (1990) definem desperdício como “atividade humana que absorve os recursos e não cria valor”.

Na cultura *Lean*, os desperdícios foram identificado por Ohno (1998) em cooperação com Sigheo Shingo (1985) e dividem-se em sete categorias:

- Sobre-produção (*Over Production*)

Este é considerado por Ohno (1998), o desperdício mais problemático de todos, argumentando que provoca a existência de todos os outros. Produzir mais do que o necessário e/ou antes do tempo, provoca: aumento de *stocks*, de custos de posse, de ocorrência de defeitos, de movimentações desnecessárias, etc. Este vai contra um dos alicerces do *Lean Production*, o JIT (Ohno, 1998) e o mais comum é ocorrer em empresas que se querem proteger de eventuais contratempos, acabando por “sobre-produzir” (Pinto, 2008).

- Inventário (*Stock*)

Este desperdício engloba o excesso de material armazenado dentro da organização e que não corresponde às necessidades do cliente, seja ele matéria-prima, produto intermédio ou produto final. Este excesso de inventário leva a um aumento exponencial dos custos de armazenamento, implica a existência de espaços adicionais desnecessários e implica um maior manuseamento do produto (Hicks, 2007).

- Esperas (*Waiting*)

Este é o *muda* que abrange os períodos de paragem de equipamentos ou de pessoas, devido a falta de matéria-prima ou de ferramentas, ou por atrasos no processamento anterior (Pereira, 2009).

- Transporte (*Transportation*)

Este desperdício acontece sempre que um material, quer seja um produto ou uma ferramenta, é movido de local. Em certos casos, apesar destas movimentações não acrescentarem nenhum tipo de valor, não podem ser evitadas (Pereira, 2009).

Os materiais devem ser movimentados o menor número de vezes possível, para diminuir ao máximo o tempo de ciclo do produto e a probabilidade de estrago (Melton, 2005).

- Movimentações (*Motion*)

Este *muda* compreende a movimentação dos operadores fora do âmbito do sistema produtivo, ou seja, todo e qualquer movimento desnecessário que os operadores realizem no decorrer do seu dia de trabalho. São exemplos deste desperdício: atividades de procurar ferramentas, andar para alcançar matérias-primas ou produtos finais, etc. (Pereira, 2009).

Quando existe um *layout* inapropriado, excessos ou falhas na produção, os operadores têm de se movimentar mais do que o previsto, acrescentado atividades de valor não acrescentado ao produto (Hicks, 2007).

- Sobre-processamento (*Extra Processing*)

Este defeito engloba todas as operações ou processos que são efetuados desnecessariamente e surge muitas vezes associado à falta de normalização do trabalho, à inexperiência do trabalhador ou ao uso de ferramentas inadequadas. Ainda, também é considerado desperdício, a geração de produtos com especificações muito acima das pretendidas (Pereira, 2009).

- Defeitos (*Defects*)

Este *muda* abrange a produção fora das especificações, ou seja, de produtos que estão diferentes dos requisitos do cliente. Este desperdício origina retrabalho ou um trabalho adicional, para ser possível satisfazer as necessidades do cliente, pois, produtos fora das especificações/expectativas originam clientes insatisfeitos (Hicks, 2007).

Para além destes sete desperdícios, há autores que identificam um oitavo, relacionado com o desperdício das competências humanas (*skills*), ou seja, com o mau aproveitamento do conhecimento intelectual dos operadores e das suas habilidades. Para que uma organização esteja sempre em melhoria contínua é necessário que haja um fluxo transversal, isto é, que a voz do trabalhador chegue até ao topo, pois, grande parte das vezes, os problemas são identificados no chão de fábrica e poucas das vezes esta informação é “ouvida” (Suzaki, 1993).

De salientar que, segundo o *Lean Enterprise Research Centre* apenas **5%** das atividades executadas ao longo do dia agregam valor ao produto, **35%** das atividades não acrescentam valor ao produto, mas são necessárias e **60%** das atividades não agregam qualquer tipo de valor e também não são necessárias (LERC, 2006). Posto isto, não reside qualquer dúvida da importância de identificar e eliminar os desperdícios de uma organização.

2.1.4 3M's

Além da palavra japonesa *muda*, *mura* e *muri* são dois desperdícios com grande relevância, que devem ser sempre eliminados de qualquer organização. Os três são conhecidos como *3M's* e estão interligados, como é perceptível na Figura 3.

Mura é a palavra japonesa que significa variação ou variabilidade. Uma linha de produção deve ser sempre balanceada, de forma diminuir ao máximo qualquer possível variabilidade, ou dito por outras palavras, de forma a diminuir ao máximo o *mura* (Imai, 2012).

Muri é a palavra japonesa que significa sobrecarga, sendo entendido como o excesso de carga nos equipamentos e nos trabalhadores, quando a procura não o justifica. Estes desperdício faz com que os operadores ou os equipamentos operem além das suas capacidades e está associado a quebras de produção, maiores tempos de espera, *etc.* (Imai, 2012).

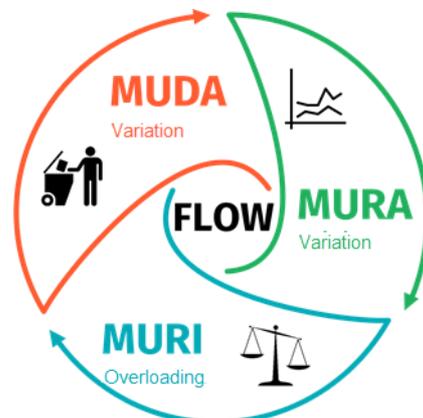


Figura 3 – Os 3M's

2.2 Ferramentas *Lean*

Neste subcapítulo são apresentadas diversas ferramentas e técnicas utilizadas na implementação de sistemas *Lean*, com o objetivo de identificar e reduzir os desperdícios existentes no processo produtivo. Segundo *Ohno* (1998), as técnicas e ferramentas *Lean* são os antídotos para a eliminação dos desperdícios.

2.2.1 Metodologia 5S

A ferramenta 5S surgiu no Japão e foi criada por Hirano (1995). Esta teve origem em ambiente industrial, tal como aconteceu com quase todas as outras técnicas e ferramentas *Lean*. No entanto, as suas aplicações são diversas, podendo se estender por diversos ambientes.

O principal objetivo desta técnica é a organização sistemática dos postos de trabalho. Assim, foca-se em reduzir as atividades que não acrescentam valor aos produtos, aumentando a produtividade e a eficiência, fortalecendo o desempenho dos equipamentos e dos operadores e formando uma melhoria contínua em toda a organização (Hirano, 1995; Niebel & Freivalds, 2002).

O nome da metodologia está associado às cinco etapas de implementação: *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu* e *Shitsuke*, sendo estas (Hirano, 1995; Niebel & Freivalds, 2002; Randhawa & Ahuja, 2017; Warwood & Knowles, 2004):

1. ***Seiri - Separar - Sort***

A primeira fase consiste em separar tudo aquilo que é considerado útil ao espaço de trabalho de aquilo que não é útil. Assim, identifica-se o material e as ferramentas necessárias no posto de trabalho e remove-se o não necessário. Com isto, além de se diminuir o espaço ocupado, diminui-se também o tempo de procura do material e das ferramentas.

2. ***Seiton - Organizar - Set in Order***

Consiste em organizar os objetos considerados úteis na etapa anterior, de forma simples e intuitiva. Esta etapa facilita muito o dia-a-dia dos trabalhadores.

3. ***Seiso - Limpar - Shine***

Limpar um posto de trabalho deve ser realizado diariamente para evitar/eliminar qualquer possível interferência no processo e aumentar a segurança e a qualidade. Esta etapa é uma forma de inspeção, pois, estando tudo limpo e organizado, as condições fora do normal são expostas e facilmente identificadas, permitindo uma rápida reação para correção e normalização da situação.

4. ***Seiktesu - Normalizar - Standardize***

Esta etapa está relacionada com criar padrões, para ser possível manter os 3S's anteriores. Dito por outras palavras, consiste em normalizar todos os processos definidos anteriormente, através da criação de regras e procedimentos para cada posto de trabalho.

5. ***Shitsuke - Disciplina - Sustain***

Por último, mas a fase mais desafiante na implementação desta metodologia, a disciplina para se controlar o cumprimento de todos os processos definidos anteriormente, de forma a sustentar os primeiros 4S's. Esta etapa contempla a importância de controlar se as regras implementadas estão efetivamente a ser realizadas. Para tal, é necessário realizar auditorias periódicas aos postos de trabalho, com o propósito de verificar se está tudo dentro do normalizado (Brito, 2011).

2.2.2 Gestão Visual

A Gestão Visual é um complemento da metodologia 5S e consiste na aplicação de recursos visuais, que permitem ao operador identificar e avaliar instantaneamente uma ocorrência (Parry & Turner, 2006). É uma ferramenta bastante eficaz, porque assinala os problemas e, por conseguinte, desencadeia a aplicação de medidas corretivas para a resolução dos mesmos.

A principal vantagem da utilização da Gestão Visual é transportar a informação relevante para o chão de fábrica, permitindo que os operadores sejam autónomos na resolução de problemas e na tomada de decisões.

Esta ferramenta é indispensável para auxiliar os trabalhadores na execução das suas operações e prima pela sua simplicidade. Esta técnica surgiu para ajudar trabalhadores em postos de trabalho complexos e com elevada carga de informação, tornando a informação transparente (Acharyaa, 2011).

São exemplos de técnicas de Gestão Visual:

- Sistemas *andons* ("lanterna"): sinais visuais que alertam os operadores para alguma anormalidade, funcionam como semáforos que dão a conhecer em tempo real os principais indicadores de processo;
- Marcações dos espaços de trabalho: para sinalizar corredores, locais para colocação de produtos, etc.;
- Etiquetas identificativas;
- Código de cores;

- *Dashboards*: quadros de informações que normalmente são utilizados para a representação dos indicadores de desempenho;
- Quadros *kanban*: *kanban* é o termo japonês que significa cartão ou etiqueta; melhor explorado na próxima secção (2.2.3).

2.2.3 Sistema *Kanban*

Como foi explorado na secção 2.1.1, o JIT é definido como a produção de artigos na quantidade certa, no momento certo, no local certo e com a qualidade perfeita. Posto isto, para implementar o JIT é necessário um mecanismo que puxe a produção, ou seja, que permita a produção *pull* (explorada em 2.1.2). Um exemplo de um desses mecanismos é o sistema *kanban*.

Este sistema baseia-se na circulação de *kanbans* (em português, cartões ou etiquetas), que autorizam a produção. Dito por outras palavras, este sistema baseia-se na circulação de informação entre os processos (Pillet et al., 2006). O fluxo de informação, deste sistema, face o fluxo de materiais está exemplificado na Figura 4.

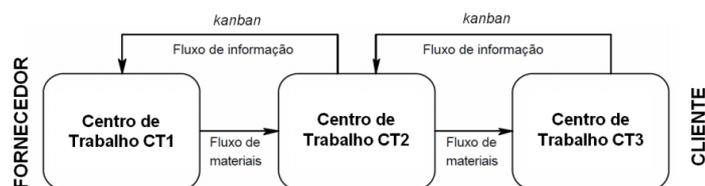


Figura 4 – Representação simplificada de um sistema *pull*
Adaptado de: (Pinto, 2008)

É uma ferramenta vital na gestão de movimentações internas de uma empresa e representa as necessidades de um material. Segundo Rahman et al. (2013), o uso deste sistema deve ser considerado uma decisão estratégica, que influenciará o aumento da produtividade e a diminuição de *stock*.

Os tipos de *kanban* mais utilizados são: *kanban* de produção, ou simplesmente, *kanban*, e o *kanban* de transporte. O último, o *kanban* de transporte, é um cartão com a informação referente ao tipo e quantidade de produto necessário no processo seguinte. Já o *kanban* de produção, como o próprio nome assim o indica, é uma autorização enviada por um dado processo ao seu processo precedente, indicando o tipo e a quantidade que é necessário produzir para satisfazer as necessidades do processo seguinte. Segundo Pillet et al. (2006), o número de cartões *kanban* (n_k) pode ser calculado através da equação (1), em que P é a procura em produtos/unidade de tempo, LT o prazo de entrega em unidades de tempo e Q a quantidade de produtos por contentor (capacidade do contentor).

$$n_k = \frac{P \times L_T}{Q} \quad (1)$$

2.2.4 PDCA

A Melhoria Contínua ou *Kaizen* é uma filosofia que tem como principal objetivo a busca incessante por melhor, através da eliminação de todas as atividades que não acrescentam valor ao produto final (Imai, 2012). Esta filosofia defende que, para as boas práticas e melhorias serem alcançadas com sucesso, as ações devem ser tomadas diariamente pelos operadores, permitindo uma monitorização que elimina desperdícios e cria hábitos metódicos e positivos (Ortiz, 2006).

Associado ao *Kaizen* surgiu o ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*), também conhecido como ciclo Deming-Shewhart, representado na Figura 5. Esta ferramenta permite que os resultados sejam mensuráveis e alterados, caso necessário, ao longo de todo o processo, assegurando que o horizonte de melhoria contínua é sempre mantido (Imai, 2012).

O ciclo é composto por quatro fases (Van Scyoc, 2008):

- Planear (**Plan**): estabelecimento de objetivos e metas a alcançar. Também, é nesta fase que se seleciona o plano de melhoria que será colocado em prática;
- Fazer (**Do**): colocação das atividades definidas no plano de melhoria em prática;
- Verificar (**Check**): comparação dos resultados obtidos com os resultados esperados;
- Atuar (**Act**): adoção das correções necessárias, para quando se iniciar um novo ciclo, não se cometer os mesmos erros.

Ainda, existem outros autores que dividem as quatro fases do ciclo PDCA em oito etapas (consultar Figura 5).

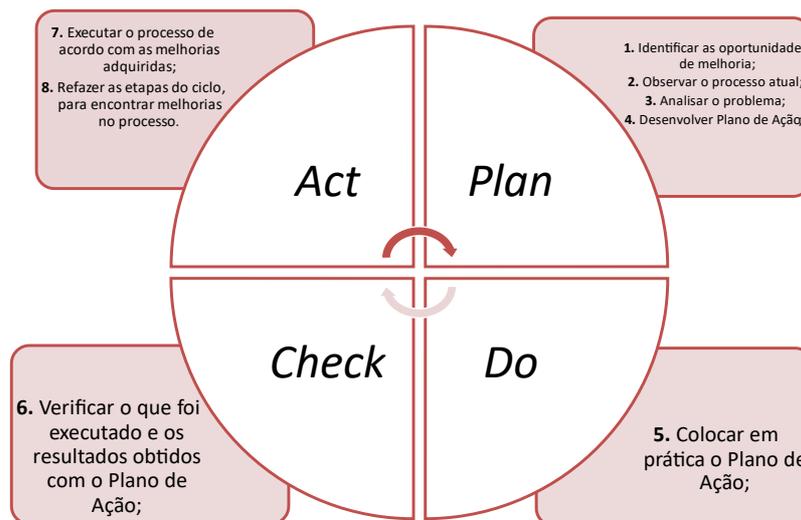


Figura 5 – Etapas do ciclo PDCA
Adaptado de: Scherkenbach (1993)

2.3 *Total Productive Maintenance – TPM*

O TPM, ou Manutenção Total Preventiva, ou *Total Productive Maintenance*, pode ser definido como a manutenção produtiva realizada por todos os colaboradores (Nakajima, 1988). Segundo este, todos os operadores são responsáveis pelas tarefas de limpeza, inspeção e manutenção geral do equipamento que estão alocados, de forma a evitar paragens não planeadas (Liker, 2004).

O objetivo principal do TPM é garantir os três zeros, ou seja, zero defeitos, zero acidentes e zero falhas, mantendo os equipamentos nas condições ideais, prevenindo as falhas inesperadas, as perdas de velocidade e os defeitos no produto (Jain et al., 2014).

Assim, esta metodologia é constituída pela palavra “Total” com três significados (Nakajima, 1988):

- Total eficácia. Entende-se pelo aumento da produtividade e da qualidade, com uma diminuição dos custos e com um aumento da segurança dos operadores, devido à manutenção dos equipamentos.
- Total manutenção. Entende-se por desenvolver equipamentos que necessitem do mínimo de manutenção, de forma a possibilitar uma elevada disponibilidade. O objetivo principal é melhorar a fiabilidade dos equipamento através da prevenção.
- Total participação. Entende-se pelo envolvimento na íntegra de toda a organização.

Ainda, esta metodologia é constituída por oito pilares, sendo estes:

- 01** Manutenção autónoma: dá a responsabilidade aos operadores para fazer pequenas intervenções e inspeções nos seus equipamentos;
- 02** Melhorias específicas: consiste em fazer melhorias no próprio equipamento para maximizar a eficiência;
- 03** Manutenção planeada: a partir do histórico de falhas, transforma a manutenção reativa em proactiva, havendo menos paragens por avarias;
- 04** Manutenção de qualidade: consiste em estabelecer condições para que existam zero defeitos, tomando medidas preventivas, em vez de reativas;
- 05** Controlo inicial dos equipamentos: tendo em conta as lições aprendidas, consiste no *design* e construção de equipamentos com elevada fiabilidade, segurança, etc.;
- 06** Educação e formação: desenvolvimento de competências técnicas e sociais de todos os colaboradores;
- 07** Segurança e meio ambiente: consiste na criação de um espaço de trabalho limpo e seguro, de forma a evitar os erros humanos, eliminar os acidentes de trabalho e a poluição;

08 TPM em áreas administrativas: consiste no abrangimento dos procedimentos administrativos, de forma a diminuir os desperdícios associados.

Por fim, na base do TPM está o 5S (explorado em 2.2.1) e as pessoas. Assim, antes de se proceder à aplicação do TPM, deve ser implementado o 5S, com o envolvimento de todos os colaboradores (Mwanza & Mbohwa, 2015).

2.4 Standard Work

O *Standard Work*, ou Trabalho Normalizado, é uma ferramenta usada na produção, que define como as operações devem ser realizadas num posto de trabalho de um sistema produtivo, impedindo que os operadores realizem tarefas com aleatoriedade (Feng & Ballard, 2008).

Desta forma, o *Standard Work* é composto por um conjunto de procedimentos de trabalho, que visam criar uma rotina padrão. O seu objetivo é estabelecer os melhores métodos e sequências para cada processo e para cada trabalhador, eliminando os desperdícios (Moden, 2012).

É importante de sublinhar que o *Standard Work* não implica que todos os trabalhos devem ser executados de igual forma, mas sim que um mesmo trabalho seja feito sempre da mesma forma, independentemente das preferências dos trabalhadores (Feng & Ballard, 2008).

Os elementos do *Standard Work* são (Moden, 2012):

- Tempo de ciclo: define o tempo de produção de um produto;
- Sequência de trabalho normalizado: consiste num conjunto de tarefas que são sequenciadas e que representam a melhor e mais segura forma de executar o trabalho;
- SWIP ou WIP normalizado: quantidade mínima de *stock* que é necessário para assegurar um fluxo contínuo, sem tempos improdutivo.

Segundo Emiliani (2008) as vantagens de implementação de Trabalho Normalizado são diversas: aumento da estabilidade dos processos, redução de custos de operação, aumento da flexibilidade do sistema, melhor controlo dos processos, aumento da moral dos operadores, promoção da inovação etc.

2.5 Indicadores de Desempenho

Nesta secção são apresentados os principais indicadores de desempenho, que se revelaram imprescindíveis na persecução do presente projeto.

Em primeiro lugar, um dos indicadores de desempenho mais relevantes na avaliação das equipas de produção é a eficiência, sendo que para proceder a este cálculo existem certos parâmetros necessários:

quantidade produzida (Q) de (i), tempo de processamento (tp) de (i), número de operadores (Nop) e tempo disponível por cada operador (tD). Assim:

$$\text{Eficiência} = E(\%) = \frac{Q_i \times t_{pi}}{Nop \times tD} \quad (2)$$

Posto isto, agregaram-se todos os restantes indicadores de desempenho utilizados ao longo do projeto na.

Tabela 1 – Indicadores de desempenho

Indicador	Descrição	Equação	Nº
Tempo de Atravessamento	Tempo que um artigo demora a atravessar todo o sistema produtivo.	-	-
Rácio de Valor Acrescentado (RVA)	Percentagem de atividades indispensáveis realizadas no tempo de atravessamento	$\frac{\text{Tempo de processamento}}{\text{Tempo de atravessamento}} \times 100$	(3)
WIP	Quantidade de produto em curso no sistema produtivo	-	-
Nº teórico de postos de trabalho	Quantidade de postos de trabalho que teoricamente deveria existir	$\text{Roundup}\left(\frac{\text{Tempo de processamento}}{TT^*}\right)$	(5)
Taxa de utilização	Percentagem utilizada da totalidade disponível	$\frac{\text{Quantidade utilizada}}{\text{Quantidade disponível}} \times 100$	(6)
Apoio	Descrição	Equação	Nº
Takt Time (TT)	Ritmo produtivo necessário para satisfazer a procura do cliente	$\frac{\text{Tempo disponível para produção}}{\text{procura}}$	(4)

Em suma, através dos indicadores indicados na Tabela 1, depois de implementadas as ações de melhorias estes foram utilizados como ferramenta de apoio na comparação entre o estado inicial e final.

2.6 Sinergia entre *Lean* e Ergonomia

Esta secção tem como objetivo apresentar o conceito de Ergonomia e a sua relação com a implementação de *Lean*, retratando a sinergia que existe entre ambos, que contribui para o bem-estar dos trabalhadores e para o desempenho global da empresa.

2.6.1 Ergonomia

A Ergonomia é popularmente conhecida como *Human Factors*, devido a ser uma ciência que trata da interação entre o homem e a tecnologia. Esta integra todo o conhecimento proveniente das ciências humanas, para adaptar tarefas, sistemas, produtos e ambientes, às habilidades e às limitações físicas e mentais das pessoas. O principal propósito desta ciência é melhorar o bem-estar humano e o desempenho global do sistema, adaptando o ambiente de trabalho ao homem e nunca o contrário (Vidal, 2000).

A Ergonomia possui um campo de abrangência bastante amplo e deteta potenciais riscos associados a atividades humanas, como movimentos, posturas, entre outros (Bittencourt et al., 2010).

De forma sucinta, a Ergonomia divide-se em três domínios interrelacionados (Vidal, 2000):

- Ergonomia física: domínio que estuda as relações com as características da anatomia humana, da antropometria, da fisiologia e da biomecânica, e.g. posturas, movimentos repetitivos, etc.
- Ergonomia cognitiva: domínio que estuda as relações com os processos mentais, e.g. carga mental de trabalho, *stress*, etc.
- Ergonomia organizacional: domínio que estuda as relações com as estruturas organizacionais, políticas e processos, e.g. envolve aspetos como comunicações, projetos, etc.

2.6.2 Ergonomia vs *Lean*

Como já foi referido, o objetivo das técnicas e das ferramentas *Lean* é conseguir maior produtividade, não à custa de um trabalho *fordiano*, mas sim a incutir mais responsabilidade e, simultaneamente, mais motivação ao trabalhador. A implementação de *Lean Thinking* contribui para uma melhoria dos postos de trabalho, ou seja, dito de outra forma, para uma melhoria da Ergonomia (Liker & Morgan, 2006).

O *Lean Thinking* defende que o trabalho deve sempre dignificar as pessoas, mas para tal é necessário desenvolver um ambiente saudável e com as condições ergonómicas favoráveis ao bom desempenho físico e psicológico do trabalhador (Liker & Morgan, 2006). Assim sendo, é impossível investir em técnicas *Lean*, sem investir em melhorar as condições ergonómicas dos postos de trabalho.

De uma forma mais técnica, a implementação de *Lean* procura diminuir os desperdícios, no entanto, sem se considerar critérios ergonómicos, pode-se gerar fadiga física e psicológica, potencializando não só o aparecimento de lesões músculo-esqueléticas, como também, a desmotivação do trabalhador e, conseqüentemente, o aparecimento de diversos desperdícios (Landsbergis et al., 1999).

A Tabela 2 foi baseada no trabalho desenvolvido por Elias & Merino (2007) e sintetiza os principais aspetos ergonómicos e benefícios da aplicação de *Lean Thinking*.

Os benefícios ergonómicos da aplicação de *Lean Thinking* são diversos e não estão todos resumidos na Tabela 2, e.g. a implementação de *Kaizen*.

Tabela 2 – Sinergia entre *Lean* e Ergonomia
Adaptado de: Elias & Merino (2007)

Técnicas/Definições <i>Lean</i>	Principais benefícios ergonómicos da aplicação	Referências Bibliográficas
5S	Dá mais responsabilidade aos trabalhadores, diminui a probabilidade de ocorrência de acidentes no posto de trabalho, incentiva a arrumação e a limpeza (menor fadiga física e psicológica), gera menos <i>stress</i> , mais moral, mais motivação, etc.	(Monden, 1983)
Standard Work	O facto de ter as instruções de trabalho corretamente documentadas e bem visíveis, causa menos <i>stress</i> ao operador, por ter um apoio sempre que surge alguma dúvida.	(Liker, 2005)
Gestão Visual	Ao ter tudo identificado, gera-se menos fadiga psicológica, menos stress, mais motivação, etc.	-
JIT	Ao produzir a quantidade certa na hora certa, existe um menor esforço pelo não carregamento contínuo de peças desnecessárias e acumuladas, menor <i>stress</i> , etc.	-
WIP baixo	Posto de trabalho mais livre, por isso com probabilidade menor de ocorrência de acidentes.	-
Setup rápido	As ferramentas e os meios de movimentação das peças são mais ergonómicos, para possibilitar a troca rápida, sem comprometer a segurança.	(Shingo, 2000)

2.7 Método EWA

O método do EWA permite diagnosticar os postos de trabalho, avaliando se estes são seguros, saudáveis e produtivos. Posto isto, o EWA visa a eliminação dos riscos ocupacionais associados ao trabalho. Este método é mais apropriado para atividades industriais manuais e tarefas de manipulação de materiais (Hakkarainen et al., 2011).

O EWA é um método simples, que é constituído por três fases essenciais: preparação do estudo ergonómico, realização do estudo e tomada de ações para melhoria ergonómica.

Em primeiro lugar, na fase de preparação do estudo é realizada uma limitação do mesmo, de forma a obter uma recolha de dados mais crítica e real. Os autores defendem que o histórico de lesões dos trabalhadores deve ser considerado, podendo ser adquirido em questionários ou no histórico fornecido pela empresa (Hakkarainen et al., 2011). Adicionalmente, deve ser preparada uma *checklist*, a partir da criada pelo método em 1970 e que contenha os 14 itens definidos pela mesma, sendo que os observadores podem excluir os que não se identifiquem com o objetivo de investigação (Ahonen et al., 1989), sendo estes:

1. Espaço de trabalho;
2. Atividade física geral;
3. Tarefas de elevação;
4. Posturas e movimentos;
5. Risco de acidente;
6. Conteúdo do trabalho;

7. Restritividade do trabalho;
8. Comunicação do trabalhador;
9. Dificuldade em tomar decisões;
10. Repetibilidade do trabalho;
11. Atenção requerida;
12. Iluminação;
13. Ambiente térmico;
14. Ruído.

Na segunda fase realiza-se o estudo ergonómico, começando-se pela avaliação e seguindo-se para a recolha de dados, com apoio da *checklist* realizada na fase anterior.

Quanto à avaliação, de acordo com as recomendações do EWA, deve ser atribuída uma pontuação a cada um dos itens, através de uma observação mais extensiva ao posto de trabalho, podendo recorrer ao auxílio de vídeos e fotografias. A pontuação pode variar entre um a quatro/cinco, sendo que as pontuações mais altas correspondem a riscos mais elevados para os trabalhadores. Posteriormente, a classificação é comparada com as recomendações geralmente aceites pelos especialistas de saúde ocupacional.

Quanto à recolha de dados, os autores defendem que deve ser realizada em inquéritos, inquirindo operadores, supervisores, segurança e higiene. A escala aconselhada para estes inquéritos é qualitativa (“muito bom”, “bom”, “mau” e “muito mau”) e, assim nestes, é possível concluir se a situação de trabalho deve ser analisada com maior profundidade, na ótica dos inquiridos.

2.8 Análise Crítica

Em conclusão, o *Lean Thinking* é um pensamento desenvolvido por um revolucionário sistema oriental e possui no seu interior uma dimensão fundamental: traduz-se em menores recursos, melhora a eficiência, a produtividade e a flexibilidade para enfrentar mais agilmente as mudanças conjunturais e de mercado. O principal objetivo do *Lean* é a busca incessante pela eliminação de desperdícios, sendo que, segundo esta teoria, estes se dividem em três grandes categorias: *muda*, *mura* e *muri*, os 3M's.

O *Lean* baseia-se em cinco grandes princípios e existem diversas ferramentas para adoção dos mesmos, e.g. 5S, TPM, etc. Atualmente, maior parte das empresas já adotou iniciativas *Lean* e este conceito já se encontra espalhado por uma grande diversidade de indústrias, incluindo hospitais, instituições financeiras e empresas de construção (Liker & Morgan, 2006).

São inúmeros os estudos realizados, que comprovam a eficácia da aplicação de *Lean Thinking*, mas nem sempre os resultados são os esperados. De facto, os resultados da aplicação de *Lean* apenas são efetivos e sustentáveis, se existir intenção genuína na gestão de topo e com transparência para toda a organização. O *Lean* requer maturidade, empenho e capacidade para renúncia a velhas crenças e muitas organizações não estão predispostas à transparência, não estando abertos à participação de todos os colaboradores para a resolução de problemas (Dinis-Carvalho, 2021).

Adicionalmente, a melhoria da produtividade de um trabalhador não é possível, sem que se invista no seu bem-estar. Um estudo recente realizado no setor automóvel, comprova que a Ergonomia é essencial e indispensável na implementação de *Lean Production* (Santos et al., 2015).

Por último, mas de extrema importância, é importante referir que a indústria onde este projeto está inserido, a indústria automóvel, é extremamente competitiva, em que um dos seus focos é a satisfação do cliente e onde as normas de qualidade são de índole fulcral. Nesta, para garantir a qualidade dos produtos e serviços, residiu a necessidade de estabelecimento de inúmeros referenciais normativos, como por exemplo, “*General Motors Target for Excellence*” (Hoyle, 2005).

3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Neste capítulo é realizada uma breve apresentação da empresa na qual foi desenvolvido o presente projeto de dissertação de mestrado, a *Lear Corporation*. Neste começa-se por explorar a posição da empresa no mercado mundial e, de seguida, afunila-se para a filial de Valença.

3.1 *Lear Corporation*

A *Lear Corporation* ou somente *Lear*, é uma empresa americana fundada em 1917 e que atualmente está presente em 38 países, em 247 localizações por todo o mundo e em quatro continentes (Europa, América, África e Ásia). A *Lear* é a líder global na produção de assentos e na produção de sistemas elétricos para automóveis. Em 2020 ficou na posição 166^o no *ranking* da *Fortune 500*, que lista as maiores empresas dos Estados Unidos, com base nas suas receitas. Conta com mais de 174 00 colaboradores por todo o mundo e com mais de 100 anos de história. Na Figura 6 está resumida a posição desta empresa no mercado mundial.



Figura 6 – *Lear Corporation* no mundo

Adicionalmente, os produtos fabricados pela *Lear* podem ser encontrados em mais de 25 milhões de veículos e em mais de 400 diferentes modelos espalhados por todo o mundo.

Relativamente ao *core* de produtos, este divide-se em dois grandes grupos: nos *E-systems* ou sistemas eletrónicos para automóveis, que representaram 5.1 mil milhões das vendas no ano de 2018 e no *Seating* ou estrutura de assentos, que representaram 16 mil milhões das vendas, também no ano de 2018. Posteriormente, cada um destes divide-se em outros subgrupos.

A empresa começou o seu negócio a partir do *Seating*. Este *core product* integra o sistema completo de assento, desde as estruturas, do revestimento com tecido e com couro, da integração do conforto com a espuma que é utilizada, da produção de capas, etc.

Entende-se por *E-systems* a integração das tecnologias no setor automóvel para conseguir impulsionar o futuro. O portfólio de produtos *E-systems* da *Lear* permite criar soluções para uma melhor condução nos

dias de hoje, focando-se em criar tecnologias voltadas para um futuro muito próximo. Este sistema integra toda a distribuição elétrica, sistemas de conexão, soluções para o gestão de energia, etc.

A *Lear Corporation* tem um leque diversificado de clientes, como é possível observar na Figura 7

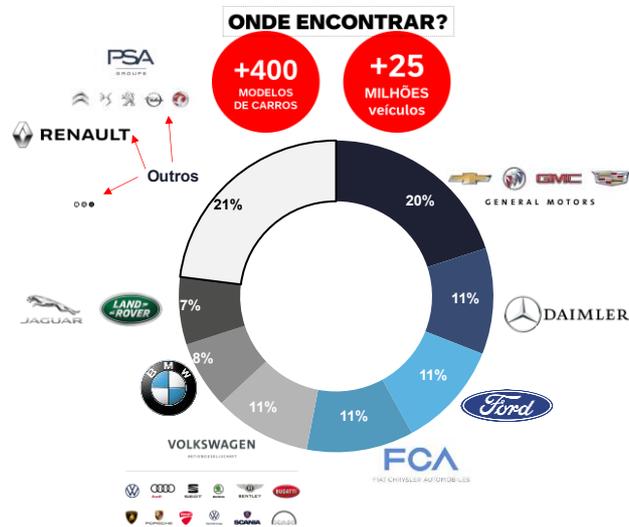


Figura 7 – Principais clientes da *Lear Corporation*

3.2 *Lear Corporation* de Valença

A *Lear Corporation* em Portugal está presente em Mangualde e em Valença. A *Lear* em 2017 anunciou a aquisição de todos os negócios relacionados com assentos automóveis do *Grupo Antolin*, expandindo-se em 2018 para Valença.

Nesta aquisição, a *Lear* ainda aumentou a fábrica do *Grupo Antolin* de Valença, em 11 000m² o espaço produtivo e em mais de 1 200m² o espaço para os escritórios. Posto isto, em 2018 a *Lear* abriu uma nova fábrica com duas naves (*layouts* presentes Anexo 1).

No presente ano de 2021, a *Lear* tem em construção um novo polo com mais de 6 000m² de espaço produtivo. O início da produção nesta nave está previsto para o janeiro do próximo ano e é prevista a sua laboração para os próximos 10 anos.

Dito isto, no presente momento a *Lear* Valença é constituída por três naves, “*Val1*”, “*Val2*” e “*Val3*” (Figura 8).



Figura 8 – As 3 naves de Valença

A fábrica de Valença está direcionada para o subgrupo do *Seating*, mais concretamente para processos de soldadura e de montagem. Por curiosidade, é no grupo de Valença em que são produzidos praticamente todos os componentes do *Renault Twizy*. Ilustrações de todos os produtos produzidos podem ser consultados no Anexo 2.

A *Lear de Valença* tem apenas dois clientes: a *PSA Group* e a *Renault Group*. A localização da fábrica é estratégica, para abastecer essencialmente a *PSA* de Vigo, que se localiza a apenas 42km da fábrica, e a *Renault de Valladolid*, que se localiza a 450km, sendo que 90% das vendas são para a *PSA* de Vigo.

Atualmente, a empresa tem três turnos diários de segunda a sexta-feira e ao sábado existe um turno extra, o denominado de quarto turno. Cada um é de oito horas e tem uma pausa de 30 minutos.

Adicionalmente, o organigrama da empresa é simples e pode ser consultado na Figura 9.

Tabela

1

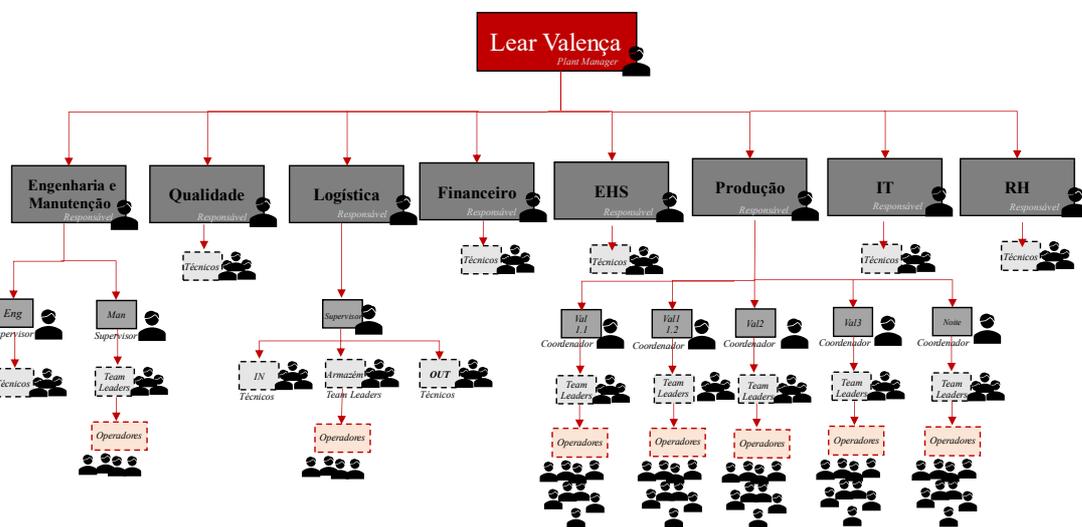


Figura 9 – Organigrama da *Lear* de Valença

Por fim, no que toca ao nível de maturidade da implementação de *Lean* na empresa, esta não é uma realidade presente em muitos processos de Valença.

4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE DA SITUAÇÃO ATUAL DA SECÇÃO DE MONTAGEM DE MONTANTES

Este capítulo tem como propósito caracterizar e analisar a secção que é o foco deste projeto, a secção de montagem dos montantes. Em primeira instância, é realizada uma descrição do processo produtivo efetuado na mesma, seguindo-se de uma análise crítica extensa com observação ao espaço fabril, análise de documentação, diálogo com os colaboradores e utilização de diversas ferramentas, para identificação dos principais problemas. Por fim, é efetuada a priorização de ações com recurso à matriz GUT.

Em primeiro lugar, para efetuar a descrição da secção, a informação foi recolhida a partir da observação direta aos postos de trabalho, à documentação dos mesmos e a partir de *brainstormings* realizados com os operadores. Posto isto, foi construído um fluxograma da secção. De seguida, para se perceber mais detalhadamente o fluxo de informação foram realizados BPMN's. Na fase de análise crítica, começou-se por recolher indicadores de desempenho e fazer um estudo dos tempos, seguindo-se com uma análise aos desperdícios encontrados e aos problemas ergonómicos, avaliando-os através do método do EWA.

4.1 Descrição da Situação Atual da Secção

A secção de montagem de montantes labora durante cinco dias úteis por semana e em dois turnos diários, cada qual com duração de oito horas e pausas programadas de 30 minutos. O horário laboral do turno da manhã é das 6h às 14h e do da tarde, das 14h às 22h.

Existem duas equipas (equipa A e equipa B) e estas alternam semanalmente entre o turno da manhã e o turno da tarde. Por regra, tanto a equipa A, como a B, são constituídas por quatro operadores. No entanto, a polivalência é um dos pilares da empresa e os operadores não são fixos, pelo que o número de operadores na secção altera-se constantemente.

4.1.1 Produtos Produzidos e Processos

Os produtos produzidos na secção em estudo são denominados de montantes¹, são de ferro e têm a finalidade de sustentar o vidro de diversas carrinhas. Um exemplo de um destes produtos pode ser observado na Figura 10a) e na Figura 10b), já enquadrado no produto final.



Figura 10 – Montante: a) no final do processo da secção, b) enquadrado num carro

¹ “Montante” é um termo espanhol e pode ser traduzido para a língua portuguesa, como batente.

Existem vários tipos de montantes para sustentar os vidros, mas a *Lear* de Valença apenas produz 12 e todos eles com um único destino, a *Renault* (*JLN Valladolid Resa*, *Renault Ubergenville*, *Renault Usine De Sandouville*, *Automobiles Dacia*, etc.). Posto isto, os 12 montantes produzidos são:

1. B52 Direito e Esquerdo (dois produtos acabados diferentes);
2. K52 Direito e Esquerdo (dois produtos acabados diferentes);
3. L52 Direito e Esquerdo (dois produtos acabados diferentes);
4. W62 Direito e Esquerdo (dois produtos acabados diferentes);
5. X61 Direito e Esquerdo (dois produtos acabados diferentes);
6. X82 Direito e Esquerdo (dois produtos acabados diferentes).

Mais aprofundadamente, no Apêndice 1 é possível observar uma ilustração de todos os montantes produzidos na secção, assim como as respetivas referências.

Relativamente ao ciclo produtivo dos montantes, descrito no Apêndice 2, estes têm quatro grandes etapas: "Corte e Soldadura", "Pintura", "Montagem I" e "Montagem II". Destas, apenas duas são realizadas pela *Lear* de Valença, o "Corte e Soldadura" e a "Montagem I", sendo o foco deste projeto apenas a "Montagem I", visto esta estar mais degradada. A "Montagem I" tem uma produção em lotes de seis unidades e essencialmente é constituída por operações de encaixe e por operações relacionadas com a embalagem dos montantes, mais detalhadamente, é possível consultar no Apêndice 3 o respetivo fluxograma e excertos do mesmo da Figura 11 à Figura 15.

Assim, como é visível na Figura 11, o primeiro excerto do fluxograma², o processo produtivo inicia-se com operações de controlo de dois tipos: controlo de marcação do primeiro montante do lote e controlo do aspeto de 100% da amostra. Caso o aspeto do montante não esteja segundo as especificações definidas, este é colocado num carrinho de rejeição, no qual deve ser separado segundo o seu destino, havendo três possíveis defeitos e todos com a mesma probabilidade de ocorrência:

- Lixar: peça com picos, mas ainda possível de ser reaproveitada;
- Pintar: peça com defeitos de pintura;
- Sucata: peça impossível de reaproveitar.

² Para perceber melhor a sequência do processo produtivo, consultar o Apêndice 3.

Posto isto, no final de cada turno, ou sempre que necessário, os operadores transportam os carrinhos para a zona de defeitos dos montantes, onde existe um contentor para cada um dos três destinos. Esta zona situa-se a 60 metros de caminho pedonal da secção.

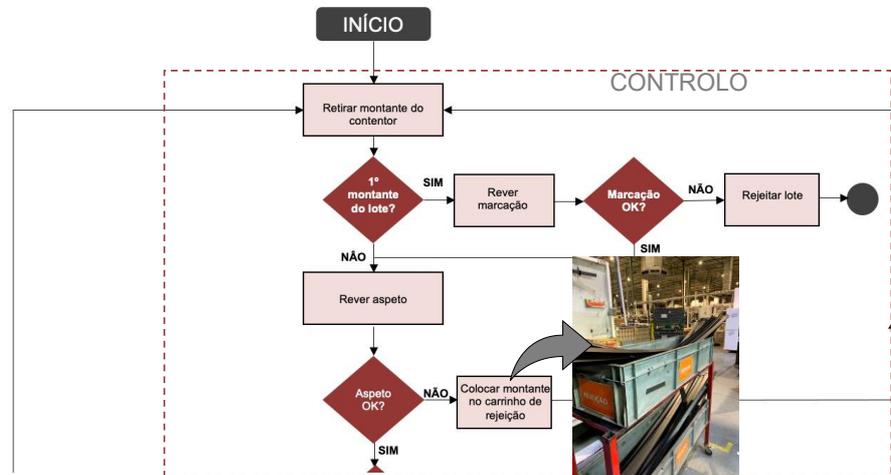


Figura 11 – Operações de controlo

Após as operações de controlo iniciais, segue-se a operação de encaixe (Figura 12). Caso se trate do B52 ou do K52, em primeira instância, o operador coloca o montante numa ferramenta de montagem, que tem integrado um mecanismo *poka-yoke* para verificar a posição de um furo e, de seguida, utiliza-a para encaixar. Caso se trate das restantes referências, o operador encaixa manualmente a ponteira plástica no montante. Após a operação de encaixe, para todas as referências, existe mais uma operação de controlo a 100% da amostra.

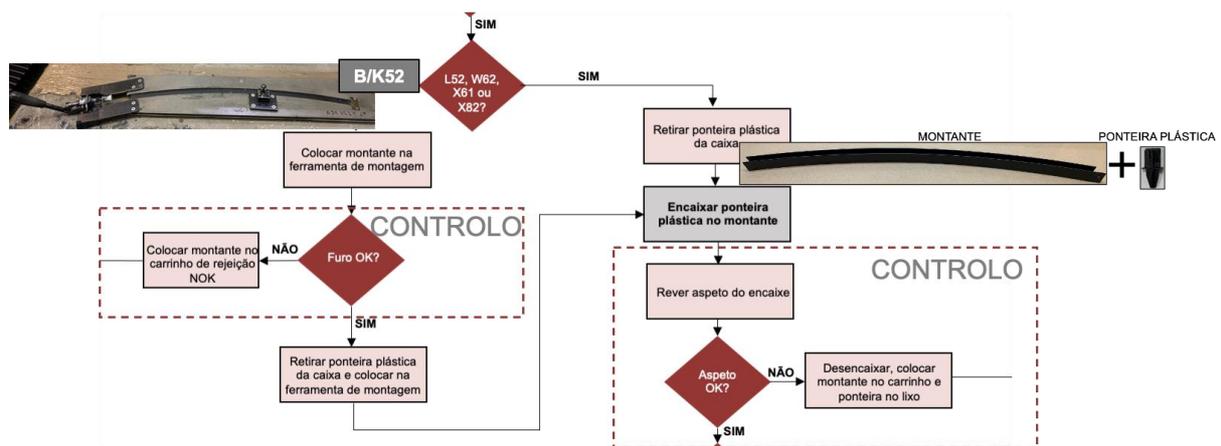


Figura 12 – Operação de encaixe

De seguida, caso não se trate de X61, o operador repete todas as operações até perfazer os seis montantes em cima da mesa. Todavia, se o operador estiver a produzir X61, antes de repetir todo o

processo, é necessário encaixar dois grampos (Figura 13). Depois, caso não se esteja a produzir L52, os montantes são embalados, segundo a IE correspondente.

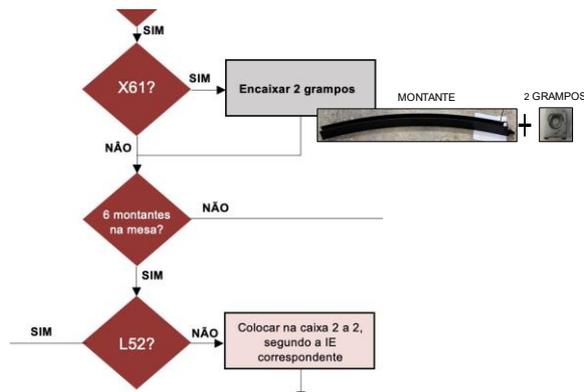


Figura 13 – Encaixe extra X61 (grampos)

Caso se trate do L52, segue-se para a colagem, com o objetivo de reforçar o encaixe da ponteira plástica com *loctite* (Figura 14). Para tal, os montantes são colocados na passadeira de apoio à colagem correspondente (esquerda ou direita) em placas de esferovite com capacidade para 33 montantes. De seguida, repete-se todo o processo até perfazer os 33 montantes no esferovite e coloca-se uma gota de *loctite* em cada. Depois, coloca-se outra placa de esferovite por cima dos 33 montantes, repetindo-se todo o processo e empilhando-se mais 33 peças por cima. Adicionalmente, é necessário repetir todo o processo até se perfazer em altura as 10 placas de esferovite, ou seja, as 330 peças e, no final, empurrar a coluna de montantes pela passadeira. Ainda, o operador tem de repetir todo este processo até completar os 990 montantes em cima da passadeira.

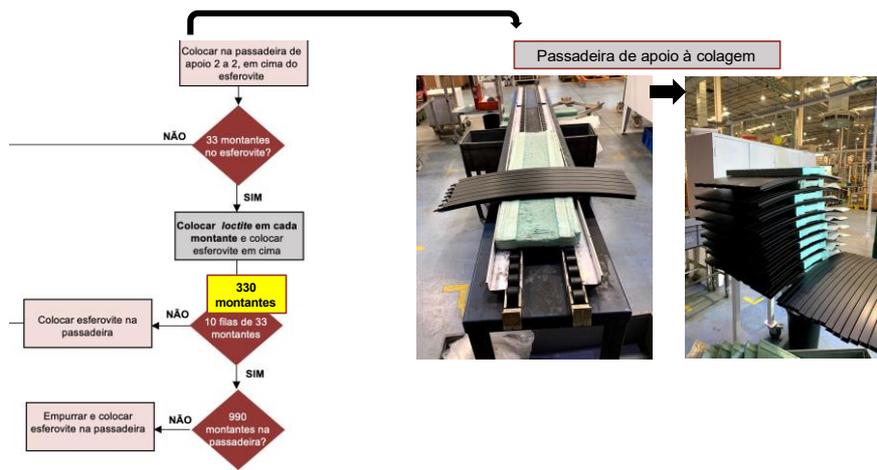


Figura 14 – Colagem do L52

Após a passadeira estar completa, numa mesa de apoio à colagem, o operador confirma o encaixe com uma ferramenta de controlo (Figura 15) e, se necessário, reforça o encaixe. Assim, os montantes de L52 estão prontos para serem embalados³.

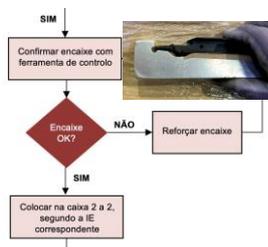


Figura 15 – Controlo L52

Relativamente à embalagem, cada montante tem diversos embalamentos, gerando diferentes referências, como é visível na Tabela 3. No Apêndice 5 é possível observar o fluxograma do processo de embalagem, que é da responsabilidade do operador e no Apêndice 6 os materiais consumidos. Em resumo, existem cinco diferentes tipos de embalagem e cada qual consome diferentes materiais.

Tabela 3 – Referências da secção

Montante	Referência Esquerda	Referência Direita
B52	690141012	690141011
	690141022	690141021
	690141042	690141041
K52	690101022	690101021
	690141032	690141031
L52	690101032	690101031
	690141042	690141041
	690141182	690141181
W62	690140182	690140181
	690101142	690101141
X61	690140042	690140041
X82	690140152	690140151

No total para assegurar o embalamento é necessário ter disponível na secção sete tipos de esferovite: “B90”(reaproveitado das caixas de matéria-prima), “cubos de esferovite padrão”, “cubos de esferovite pequenos”, “X85D”, “X85I”, “X61D” e “X61I”. Adicionalmente, o operador necessita de ter disponível um x-ato, para cortar o “B90” com as dimensões especificadas para cada embalagem e uma faca, para cortar os “cubos de esferovite padrão” com a dimensão da caixa 4C.

³ No Apêndice 4 é possível consultar as listagens de materiais necessários para cada montante com a respetiva ilustração e BOM.



Figura 16 – Embalagens

4.1.2 Layout

Os postos de trabalho da secção de montagem dos montantes encontram-se em duas zonas distintas da fábrica, separadas por 65 metros de caminho pedonal: uma em que apenas se encontra o L52 (Figura 17a) e outra em que estão as restantes referências (Figura 17b)⁴.

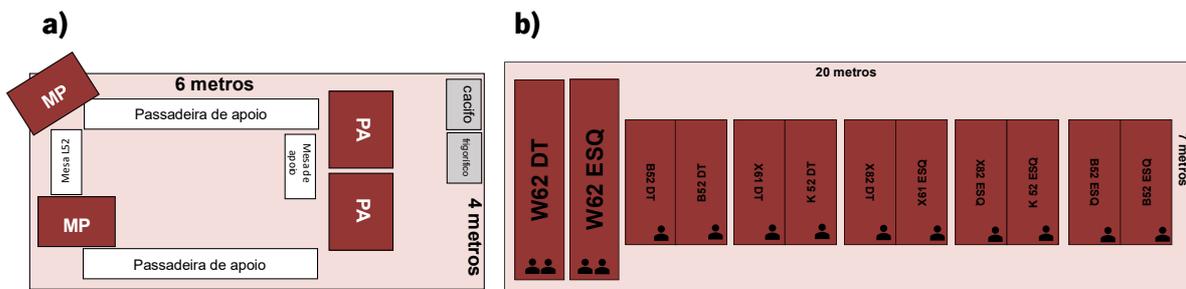


Figura 17 – Layout: a) secção do L52, b) secção genérica

Cada posto de trabalho é constituído por uma mesa, à exceção do B52 Esquerdo e Direito, que têm duas mesas para cada qual e do L52 Direito e Esquerdo, que apenas tem uma mesa partilhada para ambos. No total existem 13 mesas para as 12 referências produzidas.

Adicionalmente, em cada posto de trabalho existe disponível todo o material necessário (ver no Anexo 4 um exemplo real) e no máximo pode ser alocado um operador, à exceção do L52 e do W62 que podem ser alocados dois operadores. Posto isto, a capacidade máxima de operadores na secção é de 16.

4.1.3 Planeamento da Produção e Fluxo de Informação para Abastecimento

O fluxo de informação desde a receção de uma encomenda de montantes até o envio para cliente, está representado num BPMN presente no Apêndice 8, tendo-se também criado uma legenda de auxílio (Apêndice 7).

⁴ No Anexo 3 estão as versões do layout do software CAD.

Resumidamente, alguns membros de logística externa, em conjunto com o respetivo diretor, avaliam as ordens de encomendas, aceitando ou rejeitando. Assim, no final de cada mês, enviam o planeamento de encomendas ao responsável de produção e ao departamento de recursos humanos. Ambos os departamentos analisam a capacidade humana face o planeamento e, caso necessário, realizam as devidas retificações e lançam o planeamento de produção (PP) mensal. De seguida, o PP mensal é enviado para compras e as ordens de compra necessárias são lançadas. Depois, este é enviado para o responsável de produção de Val2 e, tendo em conta a disponibilidade de material e de operadores, é traduzido em um planeamento diário para todo o mês. Ao realizar o PP diário, o responsável de Val2, faz a alocação dos operadores pelas diferentes secções (consultar Apêndice 9).

Assim, todas as semanas, o responsável de produção entrega aos *team leaders* uma folha com o PP semanal. De seguida, como é visível no BPMN representado no Apêndice 10, cada *team leader* coloca esta folha num *dossier*, que contém a produção semanal de todo o ano, e atualiza diariamente o quadro *kanban* (Figura 18), que contem a produção para o dia e para o dia seguinte.

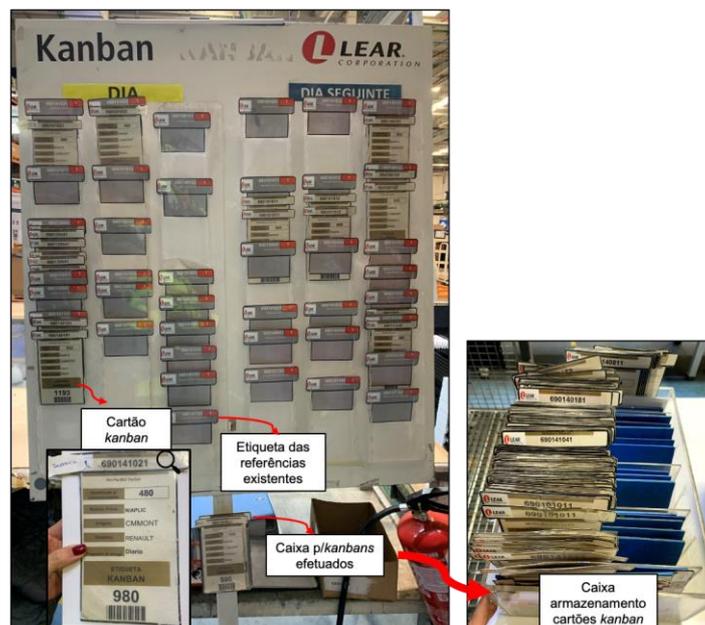


Figura 18 – Quadro *Kanban*

Depois, como é visível na Figura 19, o operador analisa o quadro e de seguida verifica a disponibilidade de material. Assim, caso seja necessário fazer algum pedido de abastecimento, este é realizado verbalmente ao operador logístico responsável pela secção, sendo o abastecimento efetuado com empilhadores, desde o supermercado existente nas imediações da secção, onde se encontram armazenados contentores de diferentes produtos de diversas secções.

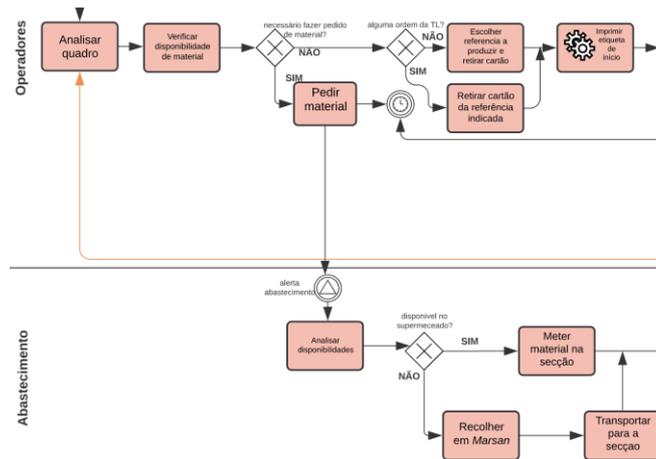


Figura 19 – Excerto de BPMN do Apêndice 10

Seguidamente, caso o operador não tenha nenhuma ordem contrária do *team leader*, escolhe uma referência que tenha material disponível, retira o cartão do quadro e com recurso a este, imprime a etiqueta de início de lote, representada na Figura 20. Após isto, preenche a documentação de início de produção: *checklist* de controlo da secção (e.g. registo de qualidade de iluminação, etc.), *checklist* de controlo do processo e a *checklist* de 5S (*standard* para toda a empresa).



Figura 20 – Etiqueta de cliente

Quando o produto já está embalado, o operador valida a etiqueta no sistema e avisa verbalmente o operador logístico para sua recolha (Figura 21). No final de cada turno, cada operador tem de preencher a documentação do bônus, onde regista a quantidade produzida de cada referência e coloca-a no respetivo *dossier*, tal como a documentação de início de produção.

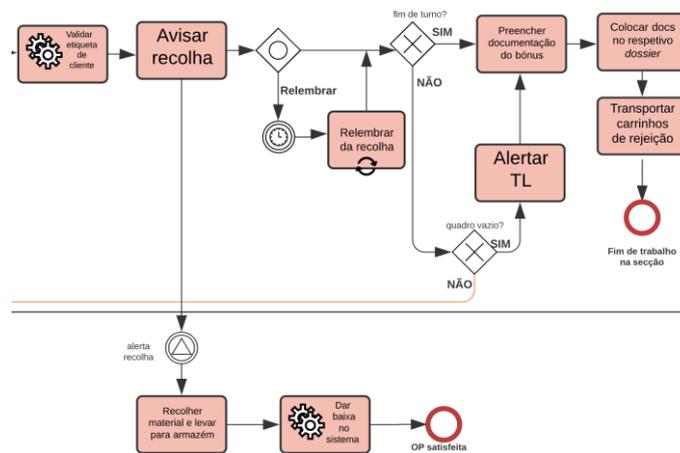


Figura 21 – Excerto 2 de BPMN do Apêndice 10

4.1.4 Documentação

No que toca à documentação, na secção existe um painel para cada posto de trabalho e cada um é constituído por documentação de dois tipos (Tabela 4): a genérica, que é igual para todas as referências e a específica. A documentação, teoricamente, segue um *layout* definido pela empresa (Figura 22).

Tabela 4 – Listagem e classificação da documentação⁵

Documentação Genérica	Documentação Específica
Ações LPA's, Consignas Gerais e Layout do Painel (1)	Ficha de Segurança (2)
Instrução de Manipulação e Ajudas Visuais (8)	Estado de Referência (5S) (3)
	Incidentes Ocorridos, Instruções de Controlo e Instruções de Qualidade (5)
	Instruções de Embalagem (IE) (6)
	Instruções dos Postos de Trabalho (IPT) (7)
	TPM e Gráficos de Seguimento (9)
	Clipboard para registos (10)

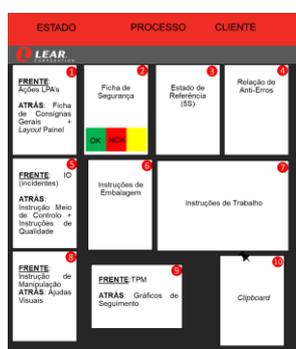


Figura 22 – Esboço do *layout* do *standard* do painel

4.2 Análise Crítica e Identificação dos Problemas

Uma vez descritos os processos da secção, ficaram reunidas as condições necessárias para se proceder ao diagnóstico.

4.2.1 Análise de Indicadores de Desempenho e Estudo dos Tempos

Em primeiro lugar, foi realizada uma análise com recurso a alguns indicadores de desempenho, atendendo às fórmulas especificadas na secção 2.5, ao mapa de alocação de operadores representado no Apêndice 11 e o mapa de produção do Apêndice 12.

Taxa de Utilização

O primeiro indicador de desempenho avaliado foi a taxa de utilização da secção e, como é visível na Figura 23, esta toma valores sempre inferiores a 19% (no máximo foram alocados 3 operadores à secção

⁵ Apenas não consta o documento denominado de “Relação Anti-Erro”, porque à data atual não existe nenhum na secção.

num turno), apresentando o valor médio de 14%. Para a obtenção desse indicador, considerou-se a equação (6), o mapa de alocação dos operadores, elaborado por observação direta e presente no Apêndice 11 e o número de postos de trabalho (16) referido em 4.1.2.

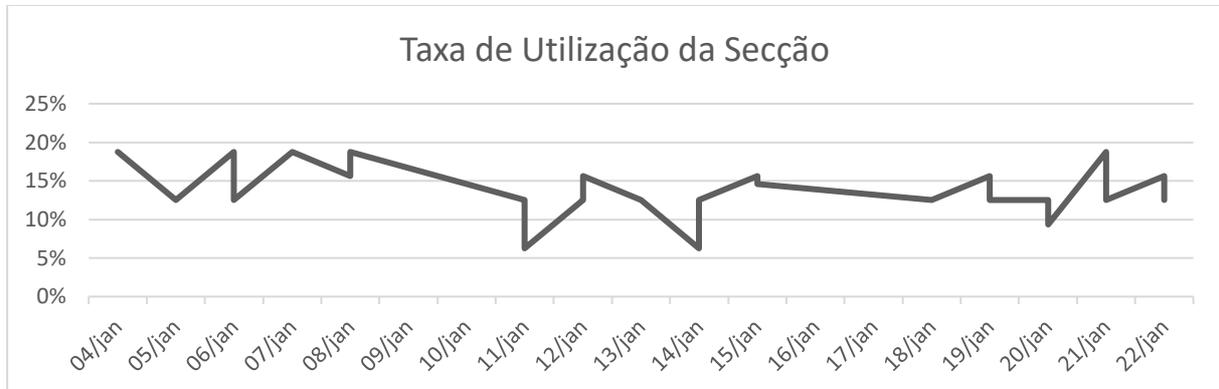


Figura 23 – Taxa de utilização em janeiro

De seguida, devido à taxa de utilização ter um valor tão reduzido, avaliou-se se o mês de janeiro era representativo. Assim, no gráfico da Figura 24 é possível observar a procura efetiva de agosto a janeiro e a procura prevista de fevereiro a junho de 2021. Segundo o gráfico, o pico de procura foi em setembro de 2020; fazendo uma “regra de três simples”, visto que a empresa não tem o registo da alocação dos operadores e, tendo em conta que no máximo no mês de janeiro foram alocados cinco operadores diários para produzir os 6000 montantes, no máximo em setembro foram necessários sete operadores por dia. Assim, considerando a pior das hipóteses, ou seja, que tinham trabalhado os sete no mesmo turno, a taxa de utilização seria de apenas 44%.

$$\begin{array}{l} 5 \text{ operadoras} \quad \text{_____} \quad 6\,000 \text{ montantes} \\ x \text{ operadoras} \quad \text{_____} \quad 12\,000 \text{ montantes} \end{array}$$

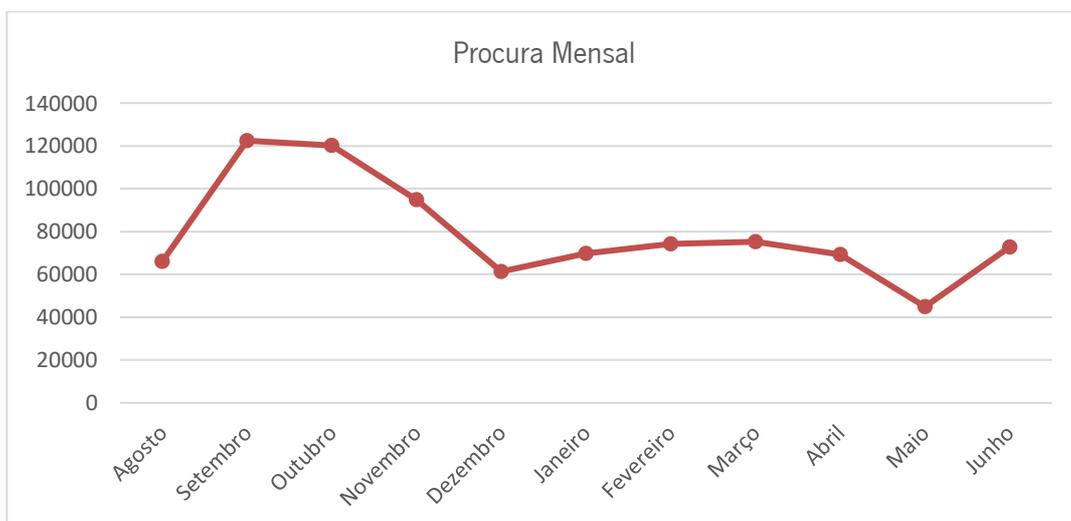


Figura 24 – Procura Mensal

Por fim, percebeu-se com a empresa o porquê do dimensionamento inadequado da secção e concluiu-se que este dimensionamento é o reflexo do medo de ocorrência de problemas de qualidade. Assim, para evitar problemas de qualidade, a empresa definiu um posto de trabalho para cada uma das referências, para aquando da produção de uma referência, o operador ter ao seu dispor todo o material necessário: ponteiras plásticas, caixa de grampos, a documentação estritamente necessária, etc.

Eficiência

Em segundo lugar calculou-se um dos indicadores de desempenho mais relevantes na avaliação das equipas de produção: a eficiência. Para tal, teve-se em conta os tempos de ciclo definidos pela empresa e representados na Tabela 5.

Tabela 5 – Tempos de ciclo

Produto	Tipo embalagem	TC (segundos)	Ritmo (montantes/hora)
B52	3Ps	13.85	260
	<i>bacs</i>	15.19	237
	4Cs	13.85	260
K52	<i>bacs</i>	18.00	200
	3Ps	18.00	200
L52	3Ps	15.52	232
	<i>bacs</i>	17.82	202
	4Cs	15.52	232
W62	contentor 1200	22.78	158
	3Gs	22.78	158
X61	<i>bacs</i>	36.00	100
X82	contentor 1200	25.71	140

Assim, tendo em conta o mapa de alocação de operadores (Apêndice 11), o mapa de produção (Apêndice 12) e os tempos da Tabela 5, calculou-se o tempo efetivo de produção (389 horas) e o tempo disponível total (510 horas). De seguida, recorrendo à equação (2), calculou-se a eficiência da secção no mês de janeiro, obtendo-se o valor de **76%**.

Adicionalmente, calculou-se a eficiência de cada uma das equipas (Figura 25 a) e a eficiência por turno (Figura 25 b). Como é visível, a eficiência no turno da manhã é superior em 10 pontos percentuais à no turno da tarde e a da equipa B é superior em mais de 20 pontos percentuais à da equipa A.

Posto isto, analisou-se mais detalhadamente o mapa de alocação de operadores (Apêndice 11) e concluiu-se que a equipa com maior eficiência (B) tinha laborado maioritariamente (2/3) no turno da manhã.

a)	horas disponíveis equipa A	241,5	b)	horas disponíveis turno M	261,75
	horas de processamento equipa A	157,1431		horas de processamento turno M	213,25
	eficiência equipa A	65%		eficiência turno M	81%
	horas disponíveis equipa B	268,25	horas disponíveis turno T	248	
	horas de processamento equipa B	231,5745	horas de processamento turno T	175,47	
	eficiência equipa B	86%	eficiência turno T	71%	

Figura 25 – Eficiência: a) por equipa, b) por turno

Em seguida, estudaram-se as razões da eficiência do turno da manhã ser superior à do turno da tarde e percebeu-se que o motivo era a ineficiência do quadro *kanban*. Como está explícito na Figura 19, caso não haja ordem contrária dos *team leaders*, são os operadores que escolhem as referências que querem produzir, ficando as “menos desejadas” para o turno da tarde.

Por fim, comparou-se a eficiência semanal com a quantidade produzida semanalmente de cada montante. Assim sendo, como é perceptível na Figura 26, na semana em que a eficiência foi menor, semana dois, o montante mais produzido foi o B52 e na que foi maior, o W62. Posto isto, o passo seguinte foi o estudo dos tempos de ciclo definidos pela empresa.

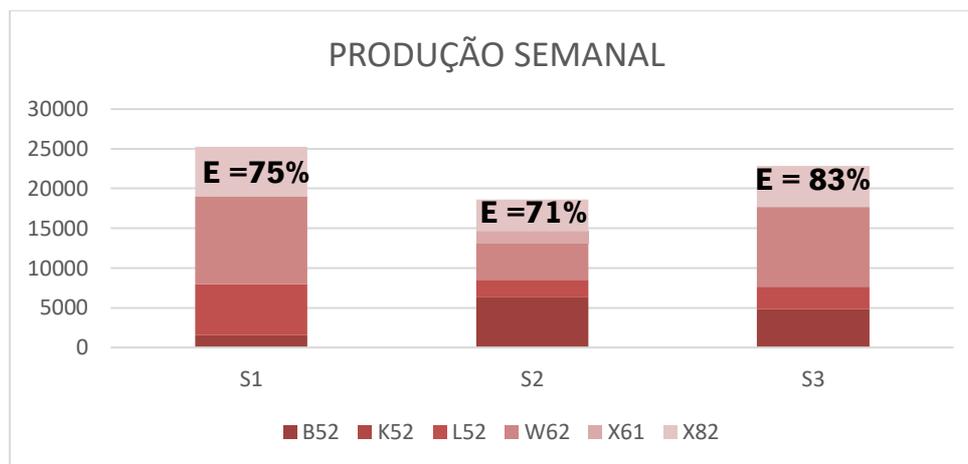


Figura 26 – Produção semanal vs eficiência

Estudo dos Tempos de Ciclo

Em primeiro lugar, para perceber se os tempos de ciclo estavam bem definidos, consultou-se o registo de bónus da empresa, tendo-se percebido que é possível a um operador atingir o bónus de duas vias: produzindo um mínimo de 1250 montantes/turno ou, produzindo segundo as exigências específicas de cada referência. Isto é, como foi mencionado anteriormente (Tabela 5), cada referência tem um ritmo de trabalho definido. No entanto, sempre que um operador não atinge esse ritmo de trabalho, caso tenha produzido no mínimo 1250 montantes/turno, recebe o bónus.

Posto isto, ao analisar mais aprofundadamente o registo de bónus, percebeu-se que durante o ano de 2020, existiu uma referência que nenhum operador alcançou o ritmo definido, o B52 embalado em caixas 3P, o que confirma a conclusão retirada da eficiência aquando da produção desta referência ser menor (Figura 26). No máximo um operador tinha produzido 1352 montantes por turno, todavia, as exigências específicas deste montante são de uma produção de, pelo menos, 1950 por turno, ou seja, uma discrepância de 598.

De seguida, com o propósito de confirmar o dimensionamento inadequado dos tempos do B52 embalado em caixas 3P, realizou-se um estudo dos mesmos, que pode ser consultado no Apêndice 13. Neste, efetivamente confirmou-se o deficiente dimensionamento dos tempos de ciclo desta referência, sendo que o tempo de ciclo definido é sete segundos inferior ao real.

Por fim, reuniu-se com o departamento de produção e percebeu-se que este tempo de ciclo não era atualizado há mais de três anos e apenas há um ano e meio se utiliza a ferramenta de montagem. Todavia, a empresa já estava ciente do dimensionamento inadequado dos tempos e o planeamento de produção atualmente é realizado a partir do TC de 21.6 segundos para todas as referências (1250 montantes/turno).

Em suma, é mandatário atualizar os tempos de ciclo, pois, estes podem estar a resultar em desmotivação dos operadores. Todavia, devido à contingência temporal do projeto e devido à empresa ter outras prioridades, utilizar-se-á um TC de 21.6 segundos para todas as referências no diagnóstico da secção.

Diagrama de Processos

Ainda, mediram-se os tempos e elaborou-se o diagrama de processos, presente na Figura 27, de duas referências, o L52 e o B52 embalados em caixas 3P; no Apêndice 14 encontra-se a legenda de auxílio do mesmo. Na Figura 27, as atividades que se consideraram acrescentar valor ao produto estão coloridas de cinza-claro.

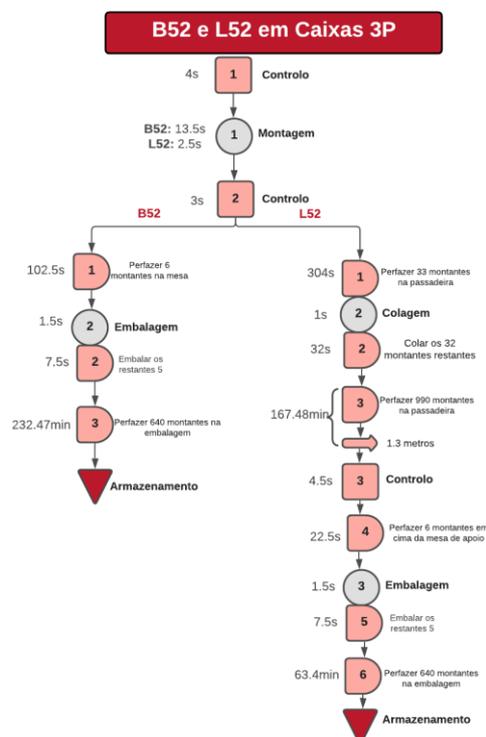


Figura 27 – Diagrama do processos (L52 e B52)

Posto isto, procedeu-se ao cálculo de alguns indicadores de desempenho (WIP, tempo de atravessamento e RVA), com recurso a algumas das fórmulas nomeadas na Tabela 1, estando o resultado na Tabela 6.

Tabela 6 – Indicadores de desempenho

KPI	B52	L52
Tempo de atravessamento (min)	234.67	237.25
WIP (min)	234.30	236.98
RVA	0.11%	0.04%

O baixo valor de RVA do L52, em relação ao do B52, ocorre devido ao elevado WIP na passadeira de apoio à colagem, pois, apenas se efetua a embalagem após estarem 990 montantes produzidos, o que se traduz em quase três horas de espera.

Adicionalmente, observou-se e avaliou-se o processo e percebeu-se que o tamanho desta passadeira em tempos foi justificado pela cola utilizada. No entanto, entretanto, poderia e deveria ter sido diminuída, porque o tempo de secagem da cola passou de 24 horas para 10 minutos.

De seguida, estudou-se a necessidade de existência de duas passadeiras, para referências esquerdas e direitas. Para tal, procedeu-se ao cálculo do número de postos de trabalho que são necessários para o L52, recorrendo à equação (5), para ser possível satisfazer a procura de setembro de 2020 a maio de 2021 (Tabela 7). Posto isto, concluiu-se que apenas é necessário ter um posto de trabalho, ou seja, uma passadeira de apoio à colagem.

Tabela 7 – Cálculo do número de PT

Mês	Tempo de trabalho (dias)	Tempo de trabalho (horas)	Procura (montantes)	TT (seg/montante)	nº PT
Setembro	22	330	24033	49.43	1
Outubro	21	315	23598	48.05	1
Novembro	21	315	21429	52.92	1
Dezembro	14	210	14190	53.28	1
Janeiro	20	300	17865	60.45	1
Fevereiro	18	270	11820	82.23	1
Março	22	330	12315	96.47	1
Abril	20	300	10441	103.44	1
Mai	20	300	4921	219.47	1

Transportes e Movimentações

Ainda, foi medido o tempo desperdiçado em dois dos sete desperdícios explorados em 2.1.3, os transportes e as movimentações.

Na secção em estudo existe o transporte do carrinho de rejeição para a área de defeitos (assinalado a cor-de-laranja na Figura 28) e a movimentação dos operadores do posto de trabalho do L52 aos restantes, para a consulta do quadro *kanban* (assinalado a amarelo na Figura 28).

Quanto à movimentação para consulta do quadro *kanban*, é necessário percorrer no total 130 metros, 65 metros para cada lado. Observou-se com maior detalhe e percebeu-se que, o operador alocado à secção do L52, apenas consulta o quadro uma vez por turno. Em suma, considerando que o trabalhador médio caminha a uma velocidade de 4km/hora, são desperdiçados, aproximadamente, dois minutos por turno. Adicionalmente, outra consequência negativa da separação das secções, é a quebra no fluxo de informação e, conseqüentemente, a falta de trabalho em equipa e espírito de entreatajuda.

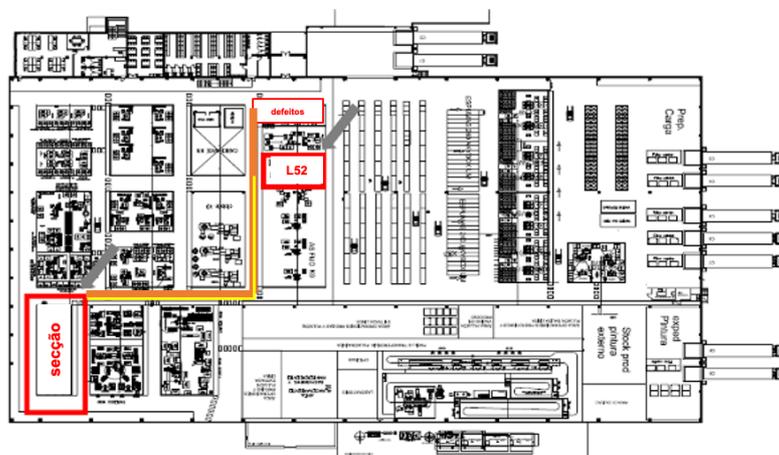


Figura 28 – Transportes e movimentações

Por outro lado, quanto ao transporte do carrinho de rejeição, são percorridos no total 8 metros ou 120 metros, respetivamente, se o operador estiver no posto do L52 ou nos restantes. Ainda, é importante de referir que, caso exista um pico de matéria-prima defeituosa, este transporte pode de ter de ser realizado mais do que uma vez por turno.

Em suma, considerando que o trabalhador médio caminha a uma velocidade de 3.5km/hora com carrinho vazio e de 1.5km/hora com carrinho cheio, são desperdiçados 3 minutos e 26 segundos. No entanto, o tempo desperdiçado pode ainda ser maior, caso a taxa de defeitos seja elevada e o operador tenha de transportar mais do que um carrinho de rejeição por turno, ou, caso um operador produza mais do que um montante no mesmo turno.

Por fim, estudou-se mais aprofundadamente o transporte do carrinho de rejeição e concluiu-se que, o mais comum é cada operador ter de transportar dois carrinhos por cada turno, o que se traduz em um desperdício de, aproximadamente, 6 minutos e 52 segundos.

Mura

Outro problema perceptível na avaliação direta foi a flutuação da produção, que traz diversas consequências, como o *stress* no abastecimento. Posto isto, analisou-se a variação da procura nas três primeiras semanas de janeiro. Assim, como é possível observar na Figura 29, a produção flutua muito, e.g. no dia 15 de janeiro são produzidas 12 unidades de embalagem de B52 Esquerdo, representado neste dia mais de metade da produção, mas, no entanto, no dia anterior e nos dois dias seguintes, a produção desta referência foi nula.

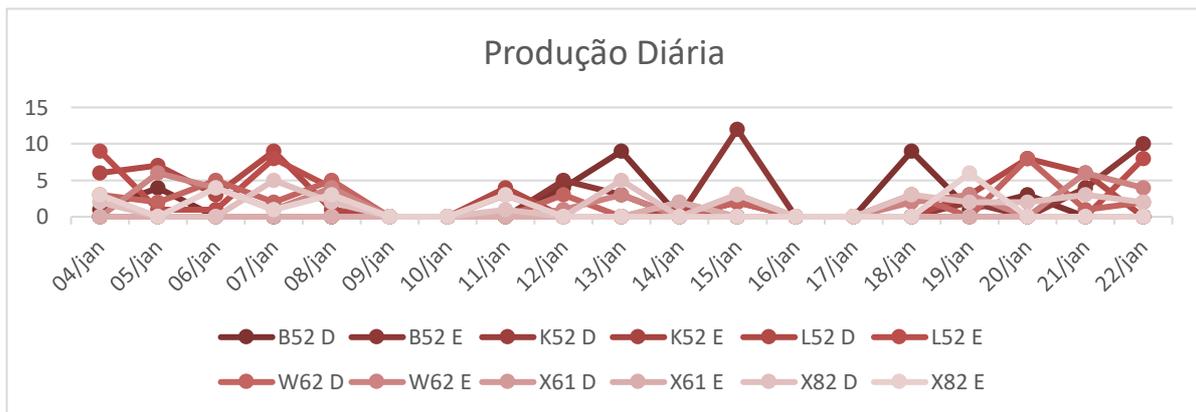


Figura 29 – Estudo do nivelamento da produção

4.2.2 Desatualização da Secção

Uma vez estudados alguns indicadores, devido a se ter concluído que o número de passadeiras do L52 e os tempos de ciclo estão desatualizados e, conseqüentemente, os operadores estão desmotivados, estudou-se mais aprofundadamente a desatualização da secção.

Em primeiro lugar, percebeu-se que a secção está desatualizada face os *standards* definidos pela empresa, e.g. os painéis de documentação (Figura 30 a)) não estão segundo o *standard* atual da Lear de Valença (Figura 30 b)), existem ainda vestígios do *Grupo Antolin*, a codificação de cores não é a atual da empresa, etc.

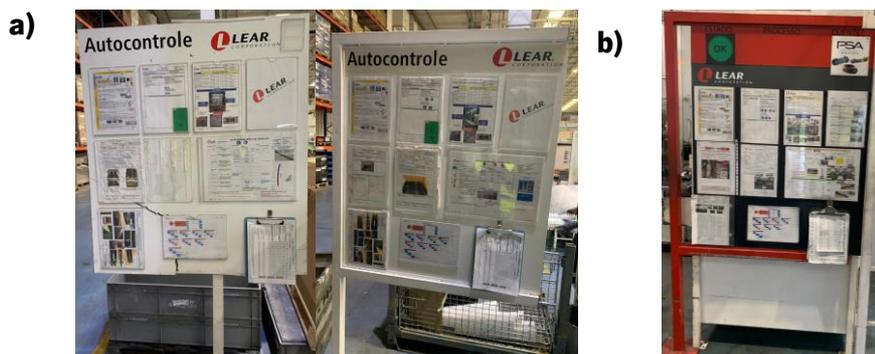


Figura 30 – Painéis de documentação: a) da secção, b) *standard* da empresa

Em segundo lugar, ainda existe matéria-prima e ferramentas de referências que já foram descontinuadas, e.g. existe uma extensão nas mesas dos postos de trabalho do W62 cuja finalidade é desconhecida (Figura 31).



Figura 31 – Extensão existente nas mesas do W62

No que toca à documentação, esta também está desatualizada, e.g. ainda existem documentos do *Grupo Antolin*, existem “Ajudas Visuais” de IPT’s obsoletas (e.g. do tempo que não se utilizava ferramenta de montagem), existe documentação de um montante que já foi descontinuado há mais de cinco anos, existem etiquetas que em tempos eram utilizadas para pedido de material (ver exemplo destas no Anexo 5), etc.

Relativamente às etiquetas de pedido de material, ao analisar a secção, percebeu-se que os operadores por vezes realizam o pedido de material com recurso a estas e não a cartões *kanban*. Assim, analisou-se o início de cada turno numa semana aleatória e contabilizaram-se todas as situações em que o pedido foi realizado com recurso a estas etiquetas e as situações em que foi realizado recorrendo aos cartões *kanban* (Tabela 8).

Tabela 8 – Contabilização dos pedidos de abastecimento

Dia	Turno	Pedido através de etiquetas	Pedido através de cartões
1	M	2	0
	T	1	2
2	M	1	2
	T	1	2
3	M	2	1
	T	1	2
4	M	2	1
	T	1	2
5	M	3	0
	T	1	2
Total		15	14

Posto isto, concluiu-se que mais de metade das vezes o pedido foi realizado recorrendo às etiquetas e não aos cartões, mais precisamente 15 de 29. Ainda, ao se efetuar o registo, também se concluiu que

o operador alocado à secção do L52 efetuou sempre o pedido recorrendo às etiquetas, para evitar deslocar-se os 130 metros até ao quadro.

4.2.3 Problemas na Documentação

Após se perceber que a documentação estava desatualizada, efetuou-se uma análise mais aprofundada à mesma. A documentação na secção tem uma enorme importância, pois é um instrumento de apoio para normalização do trabalho, que contribui para a qualidade e estabilidade dos processos, além de que são um importante auxílio para novos colaboradores.

Excesso de Documentação Desnecessária e Falta de Documentação Necessária

Como foi explicado em 4.1.4, a documentação do painel, ou é específica, ou é genérica. Posto isto, ao se estudar a documentação mais detalhadamente, percebeu-se que apesar das condições de trabalho serem idênticas em todas as referências, existe documentação específica de cada uma. Assim sendo, existem desnecessariamente: 12 “Fichas de Segurança”, 12 TPM’s, 12 “Estados de Referência (5S)” e 12 “Instruções de Controlo.

Adicionalmente, apenas no posto de trabalho do L52 existe uma IPT para cada tipo de embalagem, o que por sua vez é desnecessário, porque o processo produtivo é exatamente o mesmo, apenas diferindo nas IE’s.

Por outro lado, faltam documentos imprescindíveis nos painéis de documentação, quer por extravio dos mesmos, como é visível no Anexo 6, quer por nem sequer existirem em sistema, como é o caso do documento de “Relação Anti-Erro”, que tem como objetivo definir o mecanismo *poka-yoke* e assegurar a manutenção do mesmo.

Falta de *Standard*

Outro problema identificado na documentação foi a falta de *standard* na mesma.

Em primeiro lugar, percebeu-se que não existe um *standard* na linguagem, pois, encontrou-se documentação escrita em três línguas diferentes: português, espanhol e francês, o que dificulta os operadores na tomada de decisão. O exemplo de uma expressão encontrada numa IPT é “s/ plantilha”, a qual tem significados totalmente distintos em português e em espanhol: enquanto na língua portuguesa significa “sem”, na espanhola, significa “segundo”, ou seja, uma abreviação que tem muito impacto na tomada de decisão.

Em segunda instância, não existe *standard* na gestão visual da documentação e existem documentos idênticos em diferentes *templates*.

Erros de Conteúdo

Mais uma conclusão retirada da documentação, foi a existência de erros de conteúdo. Quando a analista construiu o fluxograma do processo produtivo (Apêndice 3 percebeu que existem inconsistências entre o conteúdo das IPT's, das IE's e do processo produtivo efetivamente realizado. Assim sendo, para facilitar a análise, construiu-se a tabela presente no Apêndice 15, com a listagem de operações segundo as IPT's. Posto isto, identificou-se o seguinte:

- Segundo as IPT's, o teste à marcação é realizado a 100% da amostra, no entanto, na realidade e segundo o acordado com o cliente, apenas se realiza na primeira peça do lote;
- Conforme as IPT's, cada montante tem um diferente WIP antes da embalagem, no entanto, o acordado com o cliente é que o WIP máximo é de seis, para todos os montantes;
- Nas IPT's, o número máximo que cada operador pode manusear em simultâneo é de dois, todavia, o acordado com o cliente e o que efetivamente os operadores realizam, é de três
- Nas IE's existiam erros nas quantidades de esferovite consumido.

Assim sendo, tendo em conta o explorado nesta secção, construiu-se a Tabela 9 com toda a informação recolhida dos fatores críticos da documentação.

Tabela 9 – Fatores críticos da documentação

Documento	Problemas
Instruções de Trabalho	Desatualizadas, sem <i>standard</i> entre elas, escritas em três línguas, sem gestão visual, c/ erros no processo produtivo
Instruções de Embalagem	<i>Template</i> desatualizado, escritas em três línguas, sem gestão visual, com erros, com falta de informação, com inconsistências na embalagem
Fichas de Segurança	<i>Template</i> desatualizado, escritas em duas línguas, excesso de documentação
Relação Anti-Erro	Falta das folhas dos Anti-Erros (<i>poka-yokes</i> das ferramentas)
Instruções de Controle	Escritas em três línguas, excesso de documentação
Instruções de Qualidade	Escritas em três línguas
TPM's	<i>Template</i> desatualizado, escritas em duas línguas, excesso de documentação
Estado de Referência (5S)	<i>Template</i> desatualizado, escritas em duas línguas, excesso de documentação
Instrução de Manipulação e Ajudas Visuais	Escritas em três línguas

4.2.4 Falta de 5S

Outro problema encontrado no estudo da secção, foi a falta de 5S.

Sort, Set in Order e Shine

Em relação ao primeiro “S”, identificou-se a existência de diversos materiais não necessários na secção, e.g.:

- *Bacs* partidos sem qualquer finalidade e que ocupam 1m²;

- Caixas de material que não estão em produção espalhadas pela secção;
- Postes para sustentar as esteiras elétricas, que limitam a posição dos contentores e que são um risco para os operadores;
- Material perdido de outras secções;
- Sucata com mais de dois anos esquecida;
- Excesso de matéria-prima, e.g., apesar do K52 não se produzir há mais de seis meses e não ter previsão de procura para os próximos seis, existem dois contentores de material na secção.

Da mesma forma, como é visível na Figura 32, a desorganização e a falta de limpeza são problemas da secção. Adicionalmente, a desarrumação está mais exemplificada no Apêndice 16 .



Figura 32 – Falta de: a) arrumação, b) limpeza

Standardize e Sustain

Como foi percebido, aquando da análise da documentação, existe uma falta de *standard* na mesma. No entanto, este problema não se encontra só na documentação, mas sim por toda a secção, e.g. não existem regras de localização de muitos materiais e quando existem não são respeitadas. Assim, consequentemente, não existe qualquer marcação no chão que identifique o posicionamento dos contentores, pelo que muitas das vezes se armazena no corredor de passagem de empilhadores.

Adicionalmente, a falta de *standard* também está interligada à falta de disciplina, ou seja, ao quinto S (*sustain*). Assim sendo, a falta de controlo das regras criou inconsistências, e.g., apesar de o WIP máximo ser de seis montantes, os operadores chegam a acumular mais de 40 montantes em cima da mesa, apesar de apenas ser permitido pegar em três montantes em simultâneo, muitas das vezes, os operadores pegam em mais, etc.

Por fim, também se percebeu que apesar de existirem *checklists* para a realização de auditorias internas de 5S, com o propósito de avaliar se as normas estão ou não a ser cumpridas, estas não estavam a ser colocadas em prática.

4.2.5 Carrinhos de Rejeição Inadequados

Conforme o enunciado no início da secção, existe um desperdício associado às movimentações para transporte dos carrinhos de rejeição. Posteriormente, também se percebeu que o dimensionamento dos mesmos, também representa um problema.

Em primeira instância, como já foi referido, existem três tipos de defeitos a serem descarregados em três diferentes contentores, consoante o seu destino. No entanto, os carrinhos apenas apresentavam duas divisões físicas. Assim, apesar dos operadores da secção conseguirem, maioritariamente, fazer uma divisão mental dos tipos de defeitos, este é um problema crítico quando são alocados operadores de outras secções, o que conseqüentemente gera sobre-processamento. Procedeu-se a uma medição informal e percebeu-se que o tempo médio de descarga de um operador da secção é de, aproximadamente, 1 minuto e 32 segundos, enquanto que, o de operadores de outras secções é de 2 minutos e 21 segundos.

Adicionalmente, os carrinhos de rejeição exigem posturas não ergonómicas, devido a terem as rodas desgastadas e a requererem posturas exigentes para o seu transporte; na secção 4.2.8 será realizada uma análise ergonómica mais concreta.

4.2.6 Elevado Consumo e Refugo de Esferovite

Ainda, existem desperdícios associados ao consumo de esferovite.

Aquando da embalagem em caixas 4C, devido ao esferovite ter de ser cortado, para ser dimensionado à altura da caixa, existe refugo, mais concretamente, desperdiça-se, aproximadamente, 1.1€ em esferovite, por cada caixa embalada. O impacto deste desperdício no primeiro trimestre de 2021 está representado na Tabela 10.

Tabela 10 – Desperdício de esferovite no primeiro trimestre

Doc	Referência	Janeiro	Fevereiro	Março		
B52	690130042	25.23	23.04	27.43	TOTAL (€)	
	690130041	27.43	24.14	64.73		
L52	690141181	19.75	29.62	43.89		
	690141182	16.46	27.43	43.89		
TOTAL (€)		88.87	104.23	170.06		363.15

Adicionalmente, este impacto também é sentido ao nível do tempo produtivo, pois além de se cortar e colocar dentro da caixa esferovite, coloca-se mais seis cubos de outro tipo de esferovite (Apêndice 6). Em suma, quantitativamente, no primeiro trimestre de 2021 foram necessárias 9.5 horas.

Ainda, ao se estudar este tipo de embalagem, percebeu-se que para cortar o esferovite, existem facas na secção, as quais são um perigo iminente para os operadores; a vertente ergonómica será explorada na secção 4.2.8.

Por último, outro problema encontrado no consumo de esferovite, foi o consumo desnecessário de diferentes tipos na embalagem em *bacs*, *e.g.*, cada *bac* de B52 necessita de um de esferovite “X85D” e um de “X85I”, no entanto, é possível embalar com dois de “X85D” ou dois de “X85I” e, caso existisse apenas um destes, seria gasto menos espaço para os armazenar.

4.2.7 Sistema de Informação não Ágil

Em primeira instância, como está presente no BPMN presente no Apêndice 10 e nos excertos deste presente representados anteriormente na Figura 19 e na Figura 21, o fluxo de informação para o abastecimento e para recolha, é realizado verbalmente. Apesar dos operadores imprimirem etiquetas e darem baixa no sistema, não existe um terminal de comunicação com os operadores logísticos e o pedido tem de ser realizado, obrigatoriamente, verbalmente.

Adicionalmente, o facto que, caso o *team leader* queira que o operador produza uma determinada referência, esta ordem ser dada verbalmente, é outro exemplo das deficiências do fluxo de informação (também perceptível na Figura 19).

Por último, também se salienta a forma de como a comunicação do planeamento de produção semanal é realizada: numa folha em um *dossier* partilhado pelos *team leaders* (Figura 33).

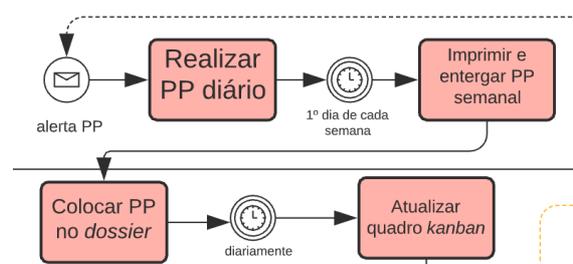


Figura 33 – Comunicação do PP semanal

Ainda, noutra vertente, percebeu-se que não existe o registo de informações importantes sobre a evolução do sistema. Por exemplo, a empresa não faz seguimento e controlo dos defeitos e da sucata, da alocação dos operadores, etc. O único indicador de desempenho calculado é a produtividade dos operadores, através de um bónus, mas sem qualquer registo informático. Em suma, o impacto negativo da falta de registo informático é perceptível pela falta de perceção por parte da empresa do bónus inatingível do B52 e explorado, anteriormente, em 4.2.1.

4.2.8 Análise Ergonómica do Trabalho

Devido aos fatores críticos ergonómicos encontrados e ao interesse demonstrado pela empresa, para proceder a uma avaliação mais pormenorizada, foi utilizado o método do EWA. Como foi descrito anteriormente, na secção 2.7, este permite detetar indicadores de potenciais problemas ergonómicos.

1ª Fase do EWA

Inicialmente, para preparação do estudo, definiu-se o período de análise de um mês, tendo-se realizado uma análise mais intensiva a cada uma das equipas, durante uma semana.

De seguida, fez-se uma adaptação dos 14 itens do método (capítulo 2.7) e definiram-se os itens em análise.

De seguida, definiu-se a escala de avaliação e realizou-se a *checklist*, presente no Apêndice 17. Salienta-se que, para a comparação ser mais simples e direta, definiu-se, em ambas as avaliações, uma escala de um a quatro, em que, quatro é um risco elevado e um baixo.

2ª Fase do EWA

Dito isto, na segunda fase do método, a análise ergonómica, começou-se pela avaliação da analista, que de forma mais pormenorizada pode ser consultada no Apêndice 18 e de forma mais sucinta, na Tabela 11.

Assim sendo, como é visível na Tabela 11 os itens mais críticos no ponto de vista ergonómico são:

- **Espaço de trabalho**, devido à falta de *standard* nas localizações dos materiais, ao estado das superfícies das mesas e à falta de marcação no chão para posicionar corretamente os carrinhos de rejeição;
- **Movimentações de cargas**, essencialmente devido à movimentação de carrinhos com rodas desgastadas e com pesos na ordem dos 400 quilogramas e devido às posições adotadas para ser possível transportar os carrinhos de rejeição (pegas com 70 centímetros de altura);
- **Posturas e movimentos** para encaixar o X82, que é uma das principais causas do desgaste da mesa acentuado, para encaixar o B52 repintado e para movimentar os 330 montantes de L52 por uma distância de 1.3 metros na passadeira;
- **Risco de acidente** devido à queda dos 990 montantes da passadeira do L52, à utilização de materiais perigosos, ao transporte dos carrinhos de rejeição quase obsoletos, ao mau dimensionamento dos mesmos, à desarrumação da secção, à queda das esteiras elétricas e à utilização do corredor de passagem;

- **Planeamento do trabalho** do B52;
- **Restritividade do trabalho**, pelas superfícies degradadas das mesas que estão a limitar o trabalho;
- **Comunicação e contactos pessoais** entre os operadores que estão no posto do L52 e os que estão nos restantes postos;
- **Qualidade de informação**, devido aos problemas de documentação explorados em 4.2.3.;
- **Ambiente térmico** devido à falta de ventilação e proximidade com o portão para o exterior.

Tabela 11 – Resumo EWA – avaliação analista

Item	Potenciais Problemas Ergonómicos	Av.
1) Espaço de trabalho	<ol style="list-style-type: none"> 1. Os materiais não têm localizações (grande impacto nos materiais perigosos) e quando têm os operadores não as respeitam; 2. A superfície das mesas está muito desgastada e degradada. É considerado que o operador não tem as condições de trabalho necessárias; 3. Os carrinhos de rejeição limitam o espaço para trás do operador, mas este é ajustável. 	3
2) Atividade física geral	Sem picos de produção, o ritmo de trabalho é baixo, conseguindo fazer várias pausas.	1
3) Tarefas de elevação/movimentação de Cargas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Movimentação de contentores com pesos na ordem dos 400kg e com rodas desgastadas; 2. Movimentação de carrinhos de rejeição que requerem posturas exigentes. 	3
4) Posturas e movimentos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Movimento para o encaixe do X82 (muito crítico); 2. Movimento para encaixe de B/K52 repintadas; 3. Movimento para empurrar os montantes na passadeira do L52. 	4
5) Risco de acidentes	<ol style="list-style-type: none"> 1. Devido à queda de 990 montantes em cima dos operadores; 2. Devido à utilização de materiais perigosos (facas e x-atos); 3. Devido aos carrinhos de rejeição; 4. Devido à desarrumação na secção; 5. Devido à queda de esteiras elétricas; 6. Devido à utilização do corredor como local de armazenamento. 	4
6) Planeamento do trabalho	Exigências irrealistas para o B52.	3
7) Restritividade do trabalho	Revestimento das mesas a limitar o trabalho.	4
8) Comunicação e contactos pessoais	Crítico entre os operadores dos postos do L52 e dos restantes.	3
9) Qualidade da informação disponível	Justificado em 4.2.3.	4
10) Iluminação	Estudo realizado recentemente pela empresa.	1
11) Ambiente térmico	Nos meses de calor as temperaturas são altas e nos meses frios são baixas e existem correntes de ar.	4
12) Ruído	Nível sonoro moderado para tarefas que não requerem comunicação.	2

Assim, com o propósito de identificar todas as possíveis causas raízes do problema de encaixe do X82, que representa um risco elevado (avaliação de quatro no método EWA), para posteriormente ser eficazmente resolvido, efetuou-se o diagrama de Ishikawa da Figura 34.

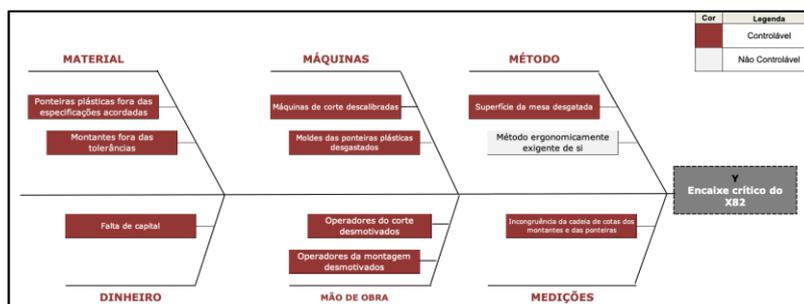


Figura 34 – Diagrama de Ishikawa (encaixe X82)

Ainda, procedeu-se ao estudo do tempo de substituição das superfícies das mesas e ao estudo dos tempos do B52 repintado. Posto isto, concluiu-se que, são gastos 40 minutos semanais para revestir as mesas e o TC dos repintados é maior em dois segundos.

Posto isto, seguiu-se a fase de entrevista aos colaboradores. Nesta, entregou-se um inquérito a sete operadores dos oito da secção, visto que um se encontrava de baixa. Adicionalmente, entregou-se a um dos *team leaders*, visto que o outro optou por não participar no estudo. Deste modo, os resultados podem ser consultados na Figura 35, onde para cada um dos itens da *checklist* foi calculada a média de respostas. Adicionalmente, também na Figura 35, pode ser consultada a avaliação da analista.

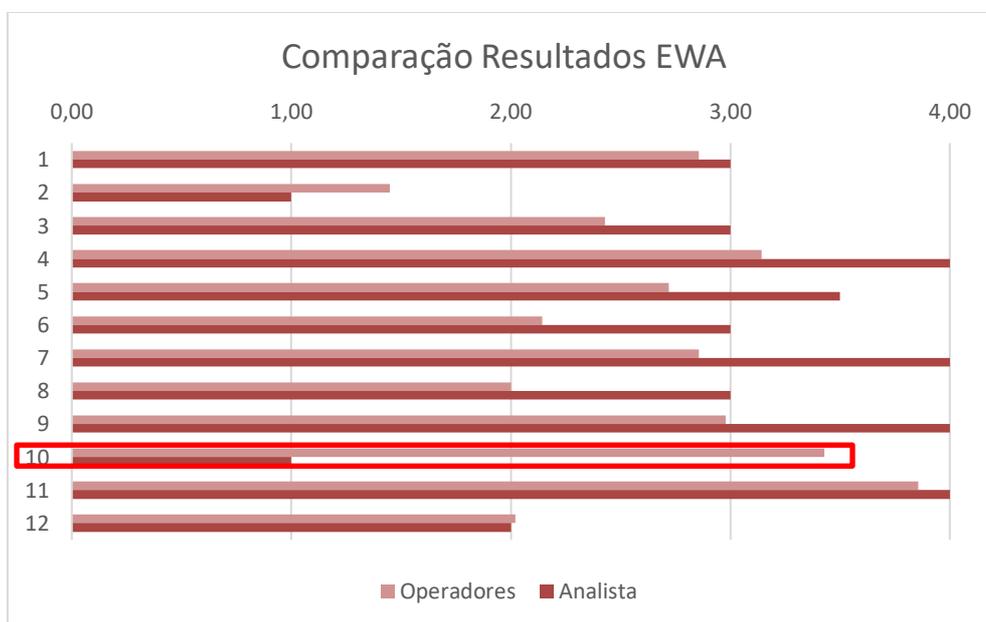


Figura 35 – Comparação resultados EWA

Em conclusão, face os resultados obtidos no inquérito e os resultados da avaliação pela analista, a maior discrepância está no item 10, ou seja, no “Iluminação”, passando também a considerar-se este como um fator crítico.

4.3 Síntese de Problemas Identificados

Após a identificação e análise dos principais problemas encontrados elaborou-se um esquema resumo (Tabela 12), onde estão discriminados todos os tópicos que serão alvo de melhoria no próximo capítulo.

Tabela 12 – Resumo dos problemas identificados

Problema	Consequências
Dimensionamento inadequado da secção	Taxa de ocupação baixa, necessidade de ter duas secções separadas, mais movimentações, menos comunicação
Ineficiência do quadro <i>kanban</i>	Eficiência turno da manhã superior ao da tarde, elevada flutuação da produção, desmotivação dos operadores
Tempo de ciclo do B52 mal definido	Desmotivação dos operadores, mau planeamento da produção
Passadeiras do L52 mal dimensionadas	WIP e tempo de atravessamento elevados, RVA baixo, risco de acidente de queda, risco de lesão por posturas exigentes, mais movimentações
Separação da zona de defeitos	Mais movimentações, perda de tempo produtivo
Falta de 5S	Desatualização da secção, material desnecessário, desperdício de espaço, desarrumação, falta de limpeza, risco de acidente (e.g. desarrumação, queda das esteiras elétricas, etc.), inexistência de regras de arrumação (e.g. marcações no chão)
Problemas na documentação	Excesso de documentação desnecessária, falta de documentação necessária, falta de <i>standard</i> e de atualização, erros de conteúdo, redundância na decisão
Carrinhos de rejeição inadequados	Mistura de defeitos, posturas não ergonómicas devido a pega baixa, risco de acidente no transporte e na utilização
Elevado consumo e refugo de esferovite	Impacto ambiental, desperdício de tempo produtivo, desperdício de espaço, risco de acidente pela necessidade de utilização de materiais perigosos
Sistema de informação não ágil	Informação maioritariamente em papel, fluxo lento, redundância na informação, inexistência de KPI's para estudar estado do sistema
Material de superfície das mesas inadequado	Perdas de tempo produtivo, restringe o ritmo de trabalho
Carrinhos de transporte de matéria-prima não ergonómicos	Risco de lesão, problemas ergonómicos, desmotivação dos operadores
Encaixe de B52 repintado e de X82 não ergonómicos	Risco de lesão, perda de tempo produtivo (para revestir mesas)
Iluminação inadequada	Desmotivação dos operadores, possível diminuição da produtividade, risco de lesão
Ambiente térmico desadequado	Ambiente frio no inverno e extremamente quente no verão

Por fim, para priorização de ações recorreu-se à matriz GUT, avaliando-se a gravidade, a urgência e a tendência dos problemas resumidos na Tabela 12 e que serão alvo de melhoria no próximo capítulo. Os

resultados foram avaliados em conjunto com a empresa, de forma a priorizá-los consoante o interesse da mesma, estando presentes na Tabela 13.

Tabela 13 – Matriz GUT

Problema	Gravidade	Urgência	Tendência	Pontuação
Dimensionamento inadequado da secção	5	5	5	125
Material de superfície das mesas inadequado	5	5	5	125
Falta de 5S	5	4	5	100
Problemas na documentação	3	4	3	36
Encaixe de B52 repintado e de X82 não ergonómicos	3	3	3	27
Carrinhos de rejeição inadequados	2	3	4	24
Passadeiras do L52 mal dimensionadas	5	4	1	20
Elevado consumo e refugo de esferovite	4	3	1	12
Ineficiência do quadro <i>kanban</i>	3	1	2	6
Iluminação inadequada	3	1	2	6
Tempo de ciclo do B52 mal definido	4	1	1	4
Separação da zona de defeitos	2	2	1	4
Sistema de informação não ágil	2	1	2	4
Carrinhos de transporte de matéria-prima não ergonómicos	2	1	2	4
Ambiente térmico desadequado	3	1	1	3

Em suma, da matriz GUT conclui-se que os problemas que devem ser resolvidos em primeira instância é o redimensionamento da secção e a substituição da superfície desadequada das mesas de trabalho, seguidos da aplicação de 5S e assim sucessivamente.

5. APRESENTAÇÃO E PROPOSTAS DE MELHORIA

Neste capítulo são apresentadas as propostas de melhoria que pretendem responder aos desafios colocados pelos problemas encontrados na fase anterior. Para tal, de forma a estruturar as ações, elaborou-se uma tabela utilizando a ferramenta 5W2H (Tabela 14). Nesta tabela, deixaram-se de parte quatro problemas anteriormente identificados: o ambiente térmico desadequado, carrinhos de transporte de matéria-prima não ergonómicos, o fluxo de informação não ágil e os tempos de ciclo do B52 mal definidos. Quanto ao ambiente térmico, a empresa já tinha orçamento aprovado para a retificação do mesmo para o próximo ano, pois é um problema presente em várias secções. Em relação ao fluxo de informação, a contingência temporal do projeto não permitiu esta melhoria. Quanto, ao investimento nos carrinhos de transporte da matéria-prima, também foi deixado de parte, devidos aos cortes de investimento sentidos no presente ano na empresa, resultantes da crise do setor automóvel. Por fim, devido a burocracias subjacentes, visto que era obrigatório a analista assistir a uma formação de métodos e tempos dinamizada pela empresa e por motivos pandémicos não foi possível realizar esta formação, a revisão formal dos tempos de ciclo não foi efetuada.

Na Tabela 14 estão indicadas as ações face os problemas encontrados, o método de implementação utilizado, a equipa responsável pela tarefa e o local e data de implementação. De salientar que, devido a políticas de proteção de dados, os valores monetários não podem ser partilhados, daí esta coluna não constar na tabela.

Tabela 14 – Plano de ação (5W2H)

O quê? <i>What?</i>		Porquê? <i>Why?</i>	Quem? <i>Who?</i>	Quando? <i>When?</i>	Where? <i>How?</i>	Como? <i>How?</i>
Problema	Ação					
Dimensionamento inadequado da secção, falta de 5S, passadeiras do L52 mal dimensionadas, separação da zona de defeitos	Reorganização do espaço de trabalho: -Implementação de um sistema produtivo flexível; -Redimensionamento do espaço produtivo do L52 - Implementação de 5S; -Correção da documentação.	Taxas de utilização baixas, elevado WIP, baixo RVA, excesso de movimentações, necessidade de ter duas secções, perdas de informação, desatualização, riscos de acidente e de lesão, falta de limpeza, de arrumação, de regras e de <i>standard</i>	Rita Lima, Eng. Ivão Dias, Responsável de produção e de qualidade	Fevereiro a dezembro de 2021	Ambas as secções	Redefinição do nº de PT, definição de <i>kits</i> , dimensionamento de um supermercado, definição de nova passadeira para o L52, aplicação da metodologia 5S
Material da superfície das mesas inadequado	Substituição da superfície das mesas	Restringe o ritmo de trabalho, perdas de tempo produtivo	Rita Lima, Eng. Ivão Dias, Responsável de produção	Semana nº 12 de 2021	Todos os PT	Estudo das especificações necessárias e substituição do material atual
Problemas na documentação	Correção da documentação	Excesso de documentação desnecessária e falta de necessária e importante, erros de conteúdo, redundância na decisão, falta de <i>standard</i>	Rita Lima, Eng. Ivão Dias, Responsável de produção e de	Semana 14 à 17 de 2021	Todos os PT	Consulta dos acordos com cliente, cruzamento de informação e conceção de nova documentação
Encaixe do B52 repintado e do X82	Conceção de nova ferramenta para X82	Risco de lesão, perda de tempo produtivo, perdas de funcionalidades devido à falta de manutenção	Rita Lima, Eng. Ivão Dias, Responsável de produção	Semana 19 à 28 de 2021	PT do B52 e do X82	Estudo da causa raiz do problema, dimensionamento e manutenção de ferramentas com estudo das especificações do material
	Manutenção das ferramentas					
	Reaproveitamento de uma ferramenta					
Carrinhos de rejeição inadequados	Definição de novos carrinhos de rejeição	Mistura de defeitos, risco de lesão devido a pegas baixas, a rodas desgastadas e ao mau dimensionamento do carrinho	Rita Lima, Eng. Ivão Dias, Responsável de produção	Semana 18 e 19 2021	Todos os PT	Conceção de novos carrinhos de rejeição
Elevado consumo e refugo de esferovite	Novo embalamento das caixas 4C	Impacto ambiental, desperdício de tempo produtivo e de espaço, risco de acidente pela necessidade de utilização de materiais perigosos	Rita Lima, Eng. Ivão Dias, Responsável de produção	Junho a dezembro de 2021	PT do B52, L52 e L52	Dimensionamento de 1 novo esferovite e retificação das IE's
Ineficiência do quadro <i>kanban</i>	Proposta de um quadro <i>kanban</i>	Eficiência no turno da manhã superior à no da tarde, elevada flutuação de produção, desmotivação dos operadores	Rita Lima, Eng. Ivão Dias, Responsável de produção	Julho a dezembro de 2021	Todos os PT	Estudo da produção e dimensionamento de um quadro
Iluminação inadequada	Manutenção da iluminação	Desmotivação dos operadores, possível diminuição da produtividade, risco de lesão	Rita Lima, Eng. Ivão Dias, Responsável de produção	Semana 26 de 2021	Todos os PT	Retificação das folhas de controlo

5.1 Reorganização do Espaço de Trabalho

A falta de 5S e o dimensionamento inadequado da secção e das passadeiras, foram uns dos principais problemas detetados no capítulo anterior. Assim, depois de um *brainstorming*, decidiu-se que as melhores ações a serem tomadas eram:

- Implementação de um sistema produtivo flexível;
- Redimensionamento do posto de trabalho do L52;
- Implementação de 5S e gestão visual.

5.1.1 Implementação de um Sistema Produtivo Flexível

Como foi mencionado em 4.2.1, a taxa de utilização dos postos de trabalho era muito reduzida, tomando um valor médio de 14%. Assim, para aumentar a taxa de utilização, não colocando em risco a qualidade do produto, optou-se pela implementação de um sistema produtivo flexível, a produção por *kits*. Posto isto, ficou definido que existiriam mesas genéricas, às quais, aquando da produção de uma determinada referência, seria o alocado o respetivo *kit* com todo o material necessário. A proposta inicial apresentada à empresa pode ser consultada na Figura 36.

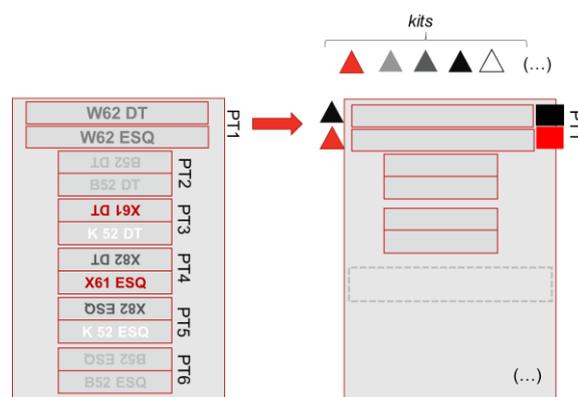


Figura 36 – Proposta inicial - *kits*

Assim, depois de aprovada a proposta inicial, definiram-se os seguintes passos em parceria com o departamento de produção:

1. Definição do número de postos de trabalho da secção;
2. Definição dos *kits*;
3. Dimensionamento de um supermercado.

1º Definição do Número de Postos de Trabalho

Para calcular o número de postos de trabalho recorreu-se à equação (5) enunciada em 2.5. Em primeiro lugar, como a revisão dos tempos de ciclo não foi aprovada, acordou-se com a empresa que seria utilizado o ritmo de 1250 montantes/turno (21.6 segundos por montante), para todas as referências. Adicionalmente, teve-se em conta a procura de setembro de 2020 a maio de 2021, considerando-se também a procura do L52, para averiguar a possibilidade de junção das secções. Ainda, foi considerado que laborariam sempre os dois turnos. Assim, na Tabela 15 está o cálculo do número de postos de trabalho teóricos necessário e como é visível nesta, o valor máximo é de três.

Tabela 15 – Número de postos de trabalho teórico

Mês	Tempo de trabalho (dias)	Tempo de trabalho (horas)	procura (montantes)	TT (seg/montante)	nº PT
Setembro	22	330	146472	8.11	3
Outubro	21	315	142182	7.98	3
Novembro	21	315	115717	9.80	3
Dezembro	14	210	75040	10.07	3
Janeiro	20	300	86558	12.48	2
Fevereiro	18	270	85593	11.36	2
Março	22	330	87116	13.64	2
Abril	20	300	79394	13.60	2
Maio	20	300	49331	21.89	1

O próximo passo foi a reunião com o departamento de engenharia e com o de produção, para se encontrar um consenso relativamente ao número de postos de trabalho. Assim, ficou definido que existiriam quatro mesas na secção, duas das de maior dimensão e duas das de menor, para ser possível responder a eventuais picos de produção, quer da secção dos montantes, quer de outra secção, em que o processo pode ser efetuado nas mesas grandes. Adicionalmente, também ficou definido que o posto de trabalho do L52 deixaria de estar separado das restantes referências.

2º Definição dos *Kits*

O 1º passo para definir os *kits*, foi listar o material indispensável, ou seja:

1. Documentação;
2. Peça-tipo;⁶
3. Caixa de ponteiras plásticas;

⁶ Em todos os postos de trabalho existe uma peça-tipo, para situações de incerteza por parte dos operadores.

4. Caixa de grampos (no X61);
5. Ferramenta, quando necessário.

Como já foi referido em 4.2.3, um dos problemas era o excesso de documentação desnecessária e, por outro lado, a falta de documentação imprescindível. Assim, fizeram-se algumas alterações ao nível da documentação:

- Deixaram de existir 12 “Fichas de Segurança” e passou apenas a existir uma, visto que as especificações de segurança são iguais para todas as referências;
- Deixaram de existir 12 “Estados de Referência (5S)” e passaram a existir apenas dois: um para cada tipo de mesa, visto que neste documento são especificadas as regras de arrumação de cada posto de trabalho;
- Deixaram de existir 12 “Instruções de Controlo” e passou a existir apenas um com todas as especificações;
- Deixaram de existir seis IPT’s do L52 e passou a existir apenas uma, a do L52 Direito e do L52 Esquerdo;
- Deixaram de existir 12 “TPM's” e passaram a existir seis, um para cada montante, independentemente da mão;
- Elaborou-se o documento em falta, a “Relação Anti-Erro”.

Por fim, reuniu-se com o departamento de qualidade, com o objetivo de alocar as folhas de “Incidentes” e de “Instruções de Controlo e de Qualidade” de todas as referências em todos os painéis. Isto porque, apenas ao próprio departamento é permitida a sua consulta. Posto isto, chegou-se ao consenso que existiria uma versão de todas as referências em todos os painéis, em vez de existir apenas uma em cada painel.

Assim, reclassificou-se toda a documentação, estando o resultado na Tabela 16.

Tabela 16 – Nova classificação da documentação

Documentação Genérica	Documentação Específica
Ações LPA's, Consignas Gerais e <i>Layout</i> do Painel	Instruções de Embalagem
Ficha de Segurança	Instruções do Posto de Trabalho
Relação Anti-Erros	<i>Clipboard</i> para registos
Incidentes Ocorridos, Instruções de Controlo e Instruções de Qualidade	-
Instrução de Manipulação e Ajudas Visuais	-
TPM e Gráficos de Seguimento	-

Dito isto, como é possível perceber na Tabela 16, o *kit* de documentação de cada referência tem obrigatoriamente, e apenas, de conter as respetivas “Instruções de Embalagem”, “Instruções de Trabalho” e a respetiva *clipboard*.

De seguida, ficou definido com o departamento de produção, que era obrigatório manter o *standard* da empresa dos painéis documentação (ver Figura 30).

Assim, definiu-se que existiria para cada uma das referências, uma placa com a respetiva IPT e IE. Aquando da respetiva produção, esta seria anexada no painel, como é perceptível na Figura 37. Seguidamente, dimensionaram-se as placas, de forma a cada uma ter o espaço suficiente para um acrílico A4 (IE) e um acrílico A3 (IPT), ficando definido que cada uma teria 325X700(mm). Por fim, definiu-se que as placas para terem simultaneamente um material resistente e não muito pesado, seriam de espuma e revestidas a PVC, com uma espessura de 5mm.

Em suma aquando da produção da respetiva referência, seria anexada a placa PVC e pendurada *clipboard* no painel de documentação (Figura 37).



Figura 37 – Painel de documentação com placa PVC

Relativamente à peça-tipo, que é obrigatório estar presente nos postos de trabalho aquando da respetiva produção, definiu-se que esta deixaria de estar fixa. O mecanismo utilizado pode ser consultado numa figura presente mais adiante, na Figura 49.

Por fim, quanto ao restante material do *kit* (caixa de ponteiras plásticas, de grampos e ferramenta), definiu-se que seriam apenas transportados para os postos de trabalho, aquando da respetiva produção. Posto isto, o próximo passo foi o dimensionamento do supermercado.

3º Dimensionamento de um Supermercado

Inicialmente, começou-se por reunir com o departamento de engenharia para delinear o procedimento de abastecimento ao supermercado. Assim, apesar de ir contra o *Lean Thinking*, a empresa optou por definir que o abastecimento ao mesmo seria da responsabilidade dos operadores da secção.

De seguida, definiu-se que o supermercado seria um armário com uma prateleira para cada montante, de forma ao risco de mistura de referências não ser enviesado. Depois, dividiu-se o armário em dois, uma zona que armazenaria as referências que necessitam de ferramenta de montagem (B52 e K52) e outra para as restantes.

Ainda, sendo os supermercados áreas de armazenamento de apenas material estritamente necessário, definiu-se que existiriam no mesmo, apenas duas caixas de matéria-prima por referência. Assim, para dimensionar o armário foram estudadas as dimensões de todo o material necessário a armazenar no mesmo, estando o estudo no Apêndice 19.

Seguidamente, elaborou-se o esboço de cada prateleira, estando o do B/K52 na Figura 38a) e o das restantes na Figura 38b). Dito isto, ficou definido que o armário numa das zonas teria prateleiras de 1000X550(mm) e na outra de 1200X550(mm).

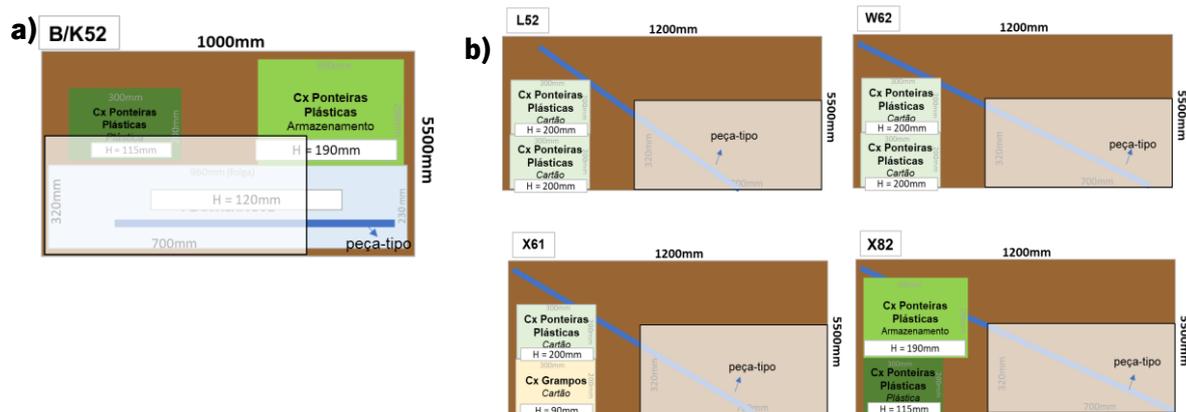


Figura 38 – Esboço de prateleiras: a) B/K52, b) restantes

Depois, de forma a manter cada prateleira o mais organizada possível, incorporou-se em cada, uma “prateleira falsa” com 40mm de altura, com o intuito de armazenar a placa de PVC (5mm+2.5 mm de acrílicos), a *clipboard* (+/- 5mm) e a peça-tipo (25mm, na pior caso), exceto no caso do B/K52 que fica armazenada na ferramenta de montagem. O exemplo das prateleiras pode ser observado Figura 40. Posto isto, as prateleiras do B52 e do K52 ficaram com uma altura de 280mm e as restantes com 200mm.

De seguida, distribuíram-se as referências pelas prateleiras do armário, definindo-se que, na zona do B52/K52, as referências de B52 ficariam nas posições mais ergonómicas (altura de 800mm e 1100mm), devido ao K52 não apresentar previsões de procura.

Adicionalmente, também se definiu que, na zona dos restantes montantes, a alocação destes teria em conta a probabilidade de cruzamentos de referências. Para tal, recolheu-se toda a informação e agregou-se no esquema apresentado na Figura 39.

		Ponteiras plásticas							
		L52 D	L52 E	W62 D	W62 E	X61 D	X61 E	X82 D	X82 E
Montantes	L52 D								
	L52 E								
	W62 D								
	W62 E								
	X61 D								
	X61 E								
	X82 D								
	X82 E								
Cor	Legenda								
	Não encaixa								
	Semi-encaixe								
	Encaixe quase perfeito								
	Encaixe perfeito								

Figura 39 – Teste aos encaixes cruzados

Ainda, aplicaram-se técnicas de gestão visual, através da codificação de cores, definindo que as referências esquerdas seriam sempre assinaladas a vermelho e as direitas a cinza-escuro, e através da criação de um *standard*, onde as referências esquerdas estariam sempre por cima das direitas.

Em suma, o supermercado pode ser consultado na Figura 40.

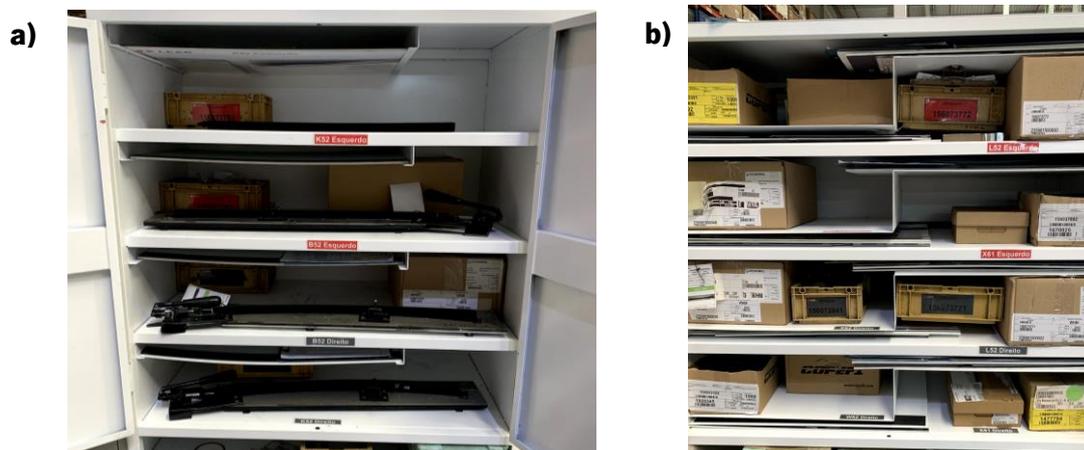


Figura 40 – Supermercado: a) B/K52, b) restantes

5.1.2 Redimensionamento do Posto de Trabalho do L52

O segundo passo para a reorganização do espaço produtivo foi o redimensionamento do posto de trabalho do L52, que como identificado em 4.2.1, havia excesso de passadeiras de apoio à colagem, as quais acumulavam excesso de WIP.

Assim sendo, tendo em conta o cálculo efetuado em 4.2.1, eliminou-se uma das passadeiras e, tendo em conta a conclusão retirada da desatualização do tamanho das mesmas, também em 4.2.1, reduziu-se o tamanho da passadeira e esta passou apenas a ter uma capacidade de 330 montantes.

Por fim, de forma a conseguir uma produção flexível e esta ser apenas alocada ao posto de trabalho aquando da sua utilização, adicionaram-se rodas à passadeira; visível na Figura 41.



Figura 41 – Nova passadeira – L52

Adicionalmente, como foi perceptível ao longo da secção 4.1, existe uma mesa de apoio à colagem, que é utilizada para confirmar o encaixe da pós colagem. Assim, seguindo o mesmo raciocínio da passadeira, a mesa também precisaria de ter rodas. Posto isto, aproveitou-se e dimensionou-se uma mesa mais pequena (600X600mm), presente na Figura 42.

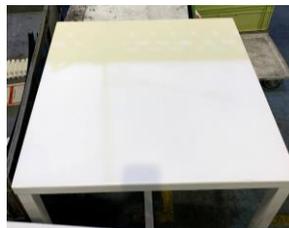


Figura 42 – Nova mesa de apoio à colagem

5.1.3 Implementação de 5S e Gestão Visual

O terceiro e último passo da reorganização do espaço produtivo, foi a aplicação de 5S, com o propósito de eliminar todo o material desnecessário e de manter a secção limpa, organizada e harmoniosa.

1ºS Separação

O primeiro passo desta metodologia consiste em separar artigos necessários ou úteis de artigos desnecessários. Assim, realizou-se uma revisão à secção, classificou-se todo o material e eliminou-se o desnecessário, e.g., algum do material eliminado pode ser consultado na Figura 43.



Figura 43 – Exemplos de material desnecessário da secção

Para além do material eliminado presente na Figura 43, salienta-se que se eliminou todos os postes elétricos e passou a existir uma esteira elétrica suspensa ao teto (Figura 44), como já acontecia em outras zonas da fábrica.

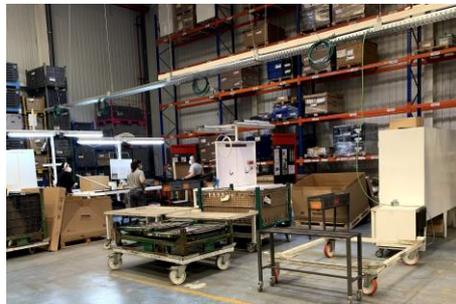


Figura 44 – Esteira elétrica suspensa

Adicionalmente, outra medida tomada foi para resolver o excesso de matéria-prima na secção, tendo-se realizado uma revisão das respetivas quantidades.

Por fim, realizou-se uma revisão a todo o consumo de esferovite e, como identificado em 4.2.6, confirmou-se que existiam consumos desnecessários de esferovites nas embalagem em *bacs*, visto que estavam a ser utilizados dois tipos de esferovite, quando poderia apenas ser utilizado um. Assim, realizou-se um inventário destes esferovites e, devido a existir menos de “X85I” e de “X61I”, estes foram eliminados da secção.

2ºS Organização

Após a eliminação do material obsoleto, a segunda fase consistiu na reorganização do material necessário na secção, tendo-se etiquetado as respetivas posições, para facilitar a gestão visual.

Em primeiro lugar, acrescentou-se uma prateleira ao supermercado para armazenar os materiais comuns e necessários: esferovite do L52, fita-cola, acetona (L52), etc. Esta prateleira é visível na Figura 45, tal como as respetivas etiquetas.



Figura 45 – Prateleira extra do armário

Adicionalmente, também se definiu as posições de armazenamento do material, aquando da produção do mesmo. Nas mesas pequenas, definiu-se que o esferovite tem de estar sempre localizado na prateleira de cima e o restante material na de baixo. Já nas mesas maiores, o esferovite tem de ser sempre colocado na prateleira esquerda e o material na da direita; mecanismo presente na Figura 49.

Ainda, definiu-se que o material dos operadores seria guardado no cacifo existente na secção, no qual se alocou uma prateleira para cada uma das equipas, para caso exista esquecimento de material de turno para turno, este seja lá armazenado. Além disto, também se alocou a prateleira mais acessível do cacifo ao armazenamento dos *dossiers*, onde é colocada a documentação de registo.

No que toca à documentação, em vez de existirem *dossiers* com documentos diversos, organizaram-se os mesmos para se tornarem o mais acessível possível (Figura 46).



Figura 46 – Exemplo de um dos *dossiers*

Ao nível do *layout*, definiu-se a organização presente na Figura 47. Como é perceptível nesta, o número máximo que podem ser armazenados é dois contentores de matéria-prima e um de produto final. Ainda quanto ao *layout*, salienta-se que um dos objetivos era alocar a zona de defeitos à área libertada da secção dos montantes, todavia, a empresa já tinha destinado o espaço liberto para outro projeto, tendo-se negociado e aproximado a zona de defeitos, ficando agora apenas a uma distância de 7,5 metros. Por fim, a proposta das marcações no chão, presente no Anexo 7, foi lançada e aceite, sendo previsto ser efetuada na paragem de Natal de 2021.

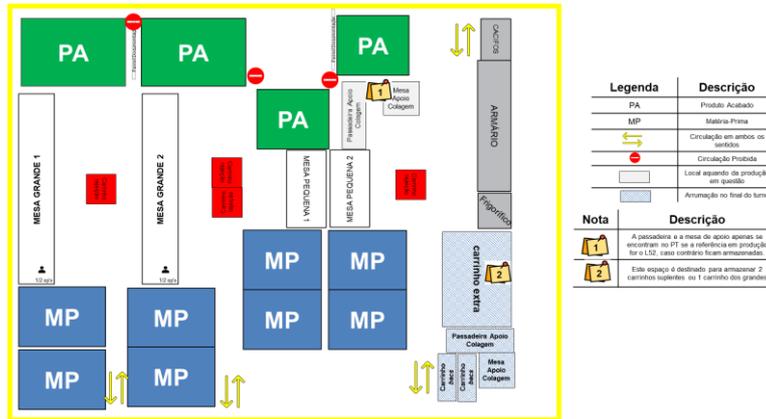


Figura 47 – Esboço do novo *layout* da secção

3ºS Limpeza

No que diz respeito à etapa da limpeza, alocou-se um *kit* de limpeza, que já existia em outras secções da fábrica e que está presente na Figura 48.



Figura 48 – *Kit* de limpeza

Adicionalmente foi definido um plano de limpeza, em que nos últimos 10 minutos de cada turno, além de se preencher toda a documentação necessária, também se organiza o posto de trabalho, de forma a deixá-lo limpo e desimpedido.

4ºS Normalização

Posteriormente e tendo em conta a área criada, implementaram-se medidas para garantir a manutenção dos primeiros 3S's.

Em primeira instância, definiram-se as regras e as instruções de armazenamento (Apêndice 20), tendo-se afixado as mesmas no armário.

Seguidamente, efetuou-se uma revisão à documentação que os operadores têm obrigatoriamente de preencher no início de produção (ver Figura 19), sendo que:

- Na *checklist* de controlo da secção foram acrescentadas alíneas, com o propósito de garantir que a secção aquando do início de trabalho se encontrava segundo as normas;
- Na *checklist* de controlo do processo foram acrescentados novos controlos, de forma a antes de se iniciar a produção se verificar as referências de todo o material.⁷

5ºS Disciplina

Para implementação do quinto e último S, começou-se por uma ação de sensibilização aos *team leaders* da secção e ao responsável de Val2, com o propósito de os incentivar à realização das auditorias internas de 5S, para ser possível avaliar se as normas estão efetivamente a ser cumpridas.

5.2 Substituição da Superfície das Mesas

Após a reorganização do espaço produtivo, a prioridade foi a substituição da superfície das mesas. Em primeiro lugar, realizou-se um estudo às especificações necessárias para ter uma superfície adequada ao trabalho:

- Tem de ser de cor clara, devido a serem tarefas de alguma minuciosidade e de alguma acuidade visual;
- Não pode ser rugosa, para não riscar os montantes;
- Tem de ter baixo atrito, para permitir que as peças padrão deslizem nas mesas;
- Tem de ser resistente, para não se degradarem com a força realizada para encaixar as referências mais críticas e, assim, diminuir a perda de tempo produtivo na manutenção das mesas.

Posto isto, o material escolhido para revestir as mesas foi o *nylon* branco, estando um exemplo dos novos postos de trabalho na Figura 49.

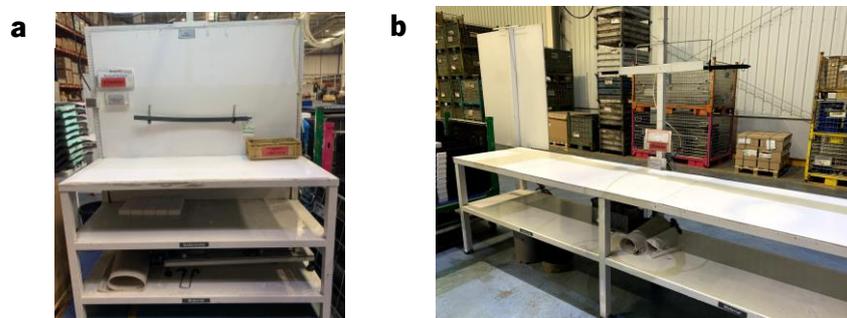


Figura 49 – Novos postos de trabalho: a) mesas pequenas, b) mesas maiores

⁷ Apenas não se fizeram alterações na *checklist* de 5S, porque as mesmas seguem o mesmo *standard* por toda a empresa.

5.3 Correção da Documentação

Como foi referido na secção 4.2.3, a documentação carecia de intervenção. Em primeira instância, aquando do dimensionamento dos *kits*, como foi referido em 5.1.1, aplicou-se 5S com vista a minimizar o número de documentos. De seguida, interveio-se nos restantes problemas identificados: falta de *standard* na língua utilizada, erros de conteúdo, etc.

Assim, nas IPT's e nas IE's, de forma a transcrevê-las sem os erros de conteúdo que apresentavam, consultaram-se os documentos de especificações com o cliente de todas as referências. De seguida, atualizaram-se os documentos para todas as referências, adicionando-se uma simbologia para facilitar a gestão visual (e.g. "Pontos Chave") e toda a informação em falta, atualizando-se todos os croquis, etc. O exemplo de uma nova IPT e de uma nova IE, pode ser consultado, no Anexo 8.

5.4 Conceção e Manutenção de Ferramentas

Nesta secção são apresentadas as ações tomadas para melhorar o encaixe do X82 e do B52 repintado, com o objetivo de diminuir o risco de lesão, devido às posturas não ergonómicas que estas referências exigem.

Conceção de Novas Ferramentas

Em primeira instância, com vista a colmatar o encaixe crítico do X82 explorado em 4.2.8, estudaram-se todas as possíveis causas anteriormente listadas no diagrama de Ishikawa, presente na Figura 34.

Inicialmente, começou-se por fazer a análise dimensional aos montantes de X82 e às respetivas ponteiras plásticas, tendo-se medido três peças esquerdas e três direitas. Posteriormente, compararam-se os resultados com os respetivos desenhos técnicos, com o propósito de averiguar se a cadeia de cotas medida estava dentro das tolerâncias definidas nos respetivos desenhos. Posto isto, concluiu-se que não existia nenhuma inconformidade.

De seguida, fez-se uma análise mais aprofundada aos desenhos técnicos dos montantes de X82 e das respetivas ponteiras plásticas. O propósito desta análise era perceber se existia alguma incongruência no cruzamento da ponteira plástica com o respetivo montante. Assim, concluiu-se que o intervalo de tolerância das dimensões das ponteiras plásticas e dos montantes era amplo, mas mais significativamente o das ponteiras plásticas, em que o encaixe em certas situações era fisicamente impossível.

Assim, concluiu-se que devido ao projeto do X82 já ter mais de 10 anos, os moldes do fornecedor das ponteiras começam a ficar desgastados e nos últimos anos sofreram algumas alterações ao nível das cotas. Todavia, estas estão dentro das especificações acordadas.

Após uma reunião com o departamento de engenharia, percebeu-se que não era do interesse da empresa investir em novos moldes. Assim, depois da realização de um *brainstorming*, decidiu-se que a melhor hipótese seria o dimensionamento e investimento em ferramentas de apoio à montagem para o X82.

De seguida, com vista a melhorar os processos e evitar problemas futuros, efetuou-se uma análise preditiva, elaborando-se um diagrama de Ishikawa presente na Figura 50.

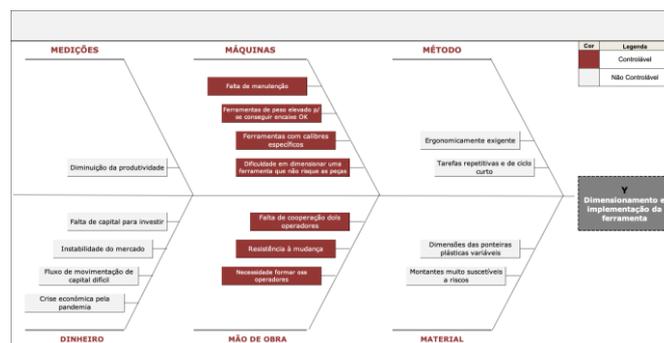


Figura 50 – Diagrama de Ishikawa (prever problemas)

Assim, ao se dimensionar a ferramenta, teve-se em conta que os montantes são muito suscetíveis a riscos, pelo que esta teria de possuir um mecanismo que os protegesse. Também se considerou que, tanto as ponteiras plásticas, como os montantes, têm uma cadeia de cotas variável, pelo que a ferramenta teria de ser facilmente ajustável. Por último, tentou-se adotar um mecanismo de encaixe mais eficaz do que o do B52, para não surgir o problema dos repintados.

Dito isto, como foi previsto no diagrama de Ishikawa, devido aos problemas relativos à falta de capital e instabilidade do mercado, essencialmente pela crise económica que o setor automóvel está a enfrentar pela falta de componentes, a aprovação desta ferramenta teve resistência. Todavia, no final do mês de junho, as ferramentas com peso reduzido para serem facilmente movíveis e com uma boa tração para o encaixe, chegaram à fábrica, estando a do X82 Esquerdo na Figura 51.



Figura 51 – Ferramenta do X82

De seguida, foram realizadas ações de formação com os operadores e respetivos *team leaders*, para assegurar a correta utilização das ferramentas.

Manutenção das Ferramentas

Adicionalmente, ao se efetuar o estudo mais aprofundado às ferramentas de B52, devido ao problema dos repintados, percebeu-se que a causa raiz era a falta de manutenção das mesmas.

Assim sendo, nas *checklists* de controlo da secção do B52 e do X82, adicionou-se uma alínea que obriga o operador a avaliar o estado da ferramenta. Posto isto, sempre que existir um registo de inadequação da ferramenta, o respetivo *team leader*, ao rever a documentação no final do dia, alerta a equipa de manutenção, a qual deixa registado na *checklist*, após a intervenção ser efetuada.

Reaproveitamento de uma Ferramenta

Ao ser implementada a metodologia 5S (5.1.3), encontrou-se uma ferramenta de B52 Direito que nunca tinha sido utilizada.

Posteriormente, descobriu-se que esta tinha sido um investimento posterior às ferramentas atuais, com o intuito de resolver o encaixe dos repintados. Todavia, esta ferramenta não estava operacional e necessitava de algumas correções que nunca tinham sido realizadas.

Posto isto, com apoio da equipa de manutenção, efetuaram-se as devidas intervenções para ter um encaixe eficaz e diminuiu-se a altura da mesma, para torná-las mais ergonómicas, pois, como foi explorado em 4.2.8, as mesas já têm a altura ergonómica de trabalho. O reaproveitamento da ferramenta pode ser visualizado na Figura 52.



Figura 52 – Reaproveitamento da ferramenta de B52 Direito

5.5 Definição de Novos Carrinhos de Rejeição

Tal como descrito na secção 4.2.5, devido aos riscos de lesão e de acidente e devido às possíveis misturas de rejeitados, quando são operadores menos experientes, surgiu a necessidade de dimensionar novos carrinhos de rejeição.

Em primeira instância, definiu-se que para evitar o risco dos operadores se picarem nos montantes rejeitados, estes seriam armazenados na vertical. De seguida, aproveitou-se o *design* de outros carrinhos utilizados em outra secção da fábrica (consultar Anexo 9) e fizeram-se duas alterações: uma com o

propósito de não riscar os rejeitados e outra com três separações físicas, com o objetivo de eliminar o risco de mistura.

De seguida, para não existir qualquer risco de queda dos montantes e facilitar a utilização do carrinho, dimensionaram-se dois diferentes: um para os montantes de maior dimensão (X82 e W62) e outro para os de menor (B52, K52, L52 e X61), à direita e à esquerda da Figura 53, respetivamente.

Adicionalmente, para tornar o transporte dos mesmo o mais ergonómico possível, colocaram-se as pegas a uma distância aproximada de 100 e 110 centímetros nos carrinhos de menor e maior dimensão, respetivamente.

Por fim, para minimizar o risco de queda dos montantes no transporte, acrescentou-se uma corrente que tem obrigatoriamente de ser colocada no transporte.



Figura 53 – Carrinhos de rejeição

5.6 Novo embalamento das Caixas 4C

Com o propósito de melhorar o embalamento das caixas 4C, diminuindo o impacto ambiental, o desperdício de tempo e de espaço e eliminando o risco de acidente, devido à utilização de materiais perigosos para dimensionar o esferovite, propôs-se um novo esferovite com dimensões de 360X400X500 (mm).

No entanto, apesar de este esferovite já ter sido aceite pela empresa, a sua utilização ainda não foi colocada em prática, devido a falhas do fornecedor por paragens produtivas, associadas à crise atual do setor automóvel.

5.7 Proposta de um Quadro *Kanban*

Com o objetivo de combater a discrepância de eficiência entre o turno da manhã e o turno da tarde e, conseqüentemente, a desmotivação dos operadores, propôs-se um novo quadro *kanban*. Este quadro procura precisamente padronizar toda a informação entre os turnos, tornando-a visível e de fácil leitura para todas as partes interessadas. Adicionalmente, outro propósito do quadro foi combater a flutuação da produção identificada em 4.2.1.

Em primeira instância, para dimensionar o quadro, definiu-se que este seria obrigatoriamente atualizado no final de cada turno, pelo respetivo *team leader*.

De seguida, calculou-se o número de cartões *kanban* necessários para satisfazer a procura. Para tal, utilizou-se um período de tempo aleatório, tendo-se optado por uma amostra já recolhida, a produção do mês de janeiro (Apêndice 12). Adicionalmente, em parceria com o departamento de produção, ficou definido que devido a variações imprevisíveis da procura, se consideraria uma “almofada” de 25% sobre a produção de janeiro. A decisão de uma “almofada” tão confortável, recaiu pelo declínio da procura nos últimos meses, devido à crise do setor automóvel e, conseqüentemente, por uma previsão breve e a qualquer instante do aumento da procura. Assim, na Figura 117 (Apêndice 21) é possível consultar a produção de janeiro inflacionada 25% em contentores/dia.

Seguidamente, calculou-se o número máximo de cartões *kanban* para cada referência, que teriam sido necessários com a inflação de 25%, estando os dados na Tabela 17. Ainda, como é perceptível nesta, efetuou-se uma correção às referências com procura nula, com o propósito de garantir cartões para eventuais procuras. Assim sendo, foram efetuados os cartões *kanban*, segundo o *template* da empresa (exemplo no Anexo 10).

Tabela 17 – Número de cartões *kanban*

Montante	Mão	Embalagem	nº máximo de cartões (calculado)	nº de cartões definido
B52	B52 D	3P	3	3
		bacs	3	3
		4C	8	8
	B52 E	3P	3	3
		bacs	1	1
		4C	10	10
K52	K52 D	3P	0	1
		bacs	0	1
	K52 E	3P	0	1
		bacs	0	1
L52	L52 D	3P	3	3
		bacs	2	2
		4C	8	8
	L52 E	3P	2	2
		bacs	2	2
		4C	8	8
W62	W62 D	3G	7	7
		Contentor 1200	0	1
	W62 E	3G	5	5
		Contentor 1200	0	1
X61	X61 D	bacs	2	2
	X61 E		2	2
X82	X82 D	Contentor 1200	5	5
	X82 E		5	5

Depois, definiu-se que para a informação do quadro estar o mais organizada possível, este dividira-se em classes, consoante o montante, i.e., na classe do B52 Direito apareceriam todas as ordens de produção do mesmo, independentemente do tipo de embalagem. No entanto, como é visível na Figura 119 (Apêndice 21), diariamente nem todos os montantes têm produção, pelo que não existiria necessidade de dimensionar um quadro com 12 classes fixas. Posto isto, definiu-se que o quadro seria magnético e que apenas se alocaria um montante ao mesmo, quando existisse produção deste. De seguida, procedeu-se aos respetivos cálculos e, como é visível na penúltima linha Figura 119 (Apêndice 21), o número máximo de montantes diferentes produzidos num dia é de seis. Todavia, para dar ainda mais alguma folga, definiu-se que existiria um espaço no quadro para alocar oito montantes diferentes, ou seja, oito classes.

Por fim, calculou-se o número máximo de cartões diário ao longo do mês de janeiro, em cada classe e concluiu-se que foram 12 cartões de B52 Esquerdo no dia 15 de janeiro (última linha da Figura 119 do Apêndice 21). Todavia, com o propósito de combater a flutuação de produção identificada em 4.2.1, visto que no dia anterior e nos três dias seguintes, esta mesma referência não teve qualquer produção e nesse dia a produção dessa referência foi mais de metade da produção total, definiu-se que cada classe teria um espaço máximo de alocação de seis cartões *kanban*.

Em suma, ficou definido que o quadro teria dimensões de 65X90 centímetros, tendo capacidade para oito montantes e seis ordens de produção para cada qual. Um esboço deste quadro pode ser observado na Figura 54.

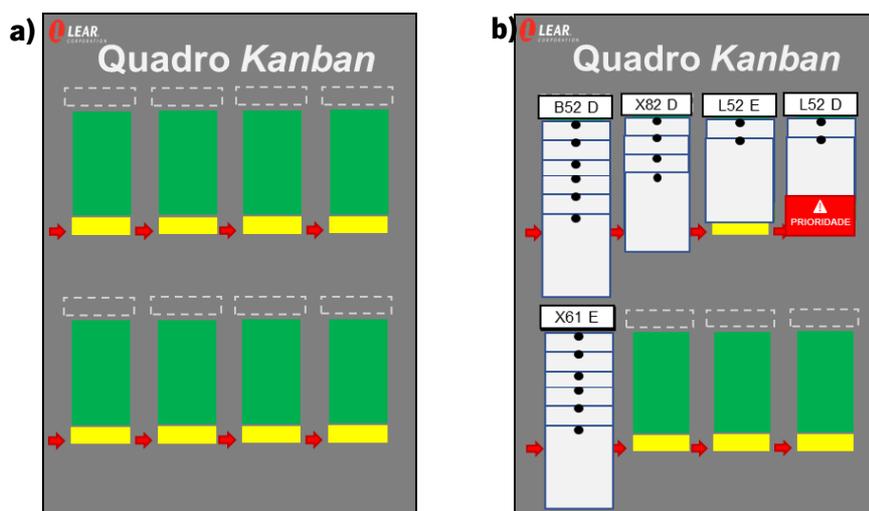


Figura 54 – Esboço quadro *kanban*: a) por preencher, b) preenchido

Quanto à gestão visual do quadro, como é visível na Figura 54b), aquando da produção de um montante, será alocado um cartão magnético com a identificação, e.g. “B52 D” e os respetivos cartões *kanban*, com recursos a ímanes pretos.

Ainda relativamente à gestão visual, recorreu-se à priorização de ações através da codificação de cores, estando a sequência de ações na Figura 55.

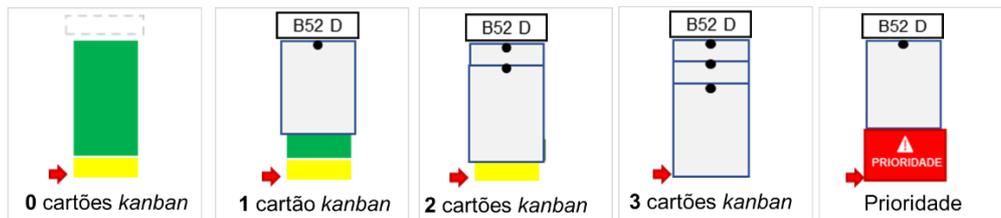


Figura 55 – Sistema de codificação de cores

5.8 Manutenção da Iluminação

Por último, para melhorar a iluminação e perceber a causa raiz de apesar de ter sido realizado um estudo recente à iluminância nos postos de trabalho, esta não estar de acordo com as especificações ergonómicas, teve-se uma reunião com a equipa de manutenção. Assim, concluiu-se que as lâmpadas da secção dos montantes tinham sido trocadas para outra secção, sem qualquer registo ou justificação. Posto isto, para tentar eliminar este mau fluxo de informação, adicionou-se nas *checklists* de controlo da secção de todas as referências, uma alínea que obriga o operador a avaliar o estado da iluminação. Dito isto, sempre que existir um registo de inadequação da iluminação, o respetivo *team leader*, ao rever a documentação, alerta a equipa de manutenção para corrigir o problema.

6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

No presente capítulo são apresentados os resultados obtidos através das implementações resumidas no capítulo 5. Adicionalmente, são ainda identificados os resultados esperados das propostas de melhoria que não puderam ser implementadas, quer por motivos relacionados com a restrição temporal inerente ao projeto, quer por motivos pandémicos, quer por outros motivos.

6.1 Resultados Obtidos

Nesta secção estão apresentados os resultados de todas as ações efetivamente realizadas.

6.1.1 Reorganização do Espaço de Trabalho, Correção da Documentação e Definição de Novos Carrinhos de Rejeição

A reorganização do espaço de trabalho permitiu melhorar consideravelmente a taxa de utilização da secção, através da eliminação de 9 mesas de trabalho. Numa semana aleatória, o valor médio de taxa de utilização foi de 68%, o que significa um aumento de 386%.

Em resumo, a área da secção de montagem de montantes passou de 165m² para 65m², o que se traduz num ganho de 100m² e numa redução de espaço de 61%.

Adicionalmente, com a eliminação de uma das passadeiras de apoio à colagem do L52 e com a diminuição de 67% da capacidade da mesma, houve uma redução significativa do tempo de atravessamento, do WIP e um aumento do rácio de valor acrescentado de 25%; visível na Tabela 18.

Tabela 18 – KPI's antes e depois (L52)

KPI	Antes	Agora
Tempo de atravessamento (min)	237.25	181.50
WIP (min)	236.98	181.23
RVA	0.04%	0.05%

Ainda em relação ao processo do L52, houve a diminuição das movimentações, como é visível no diagrama de *Spaghetti* presente na Figura 56.

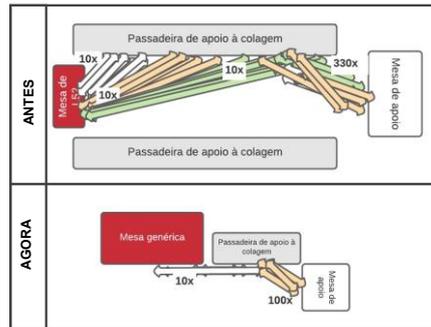


Figura 56 – Diagrama de *Spaghetti*

Adicionalmente, diminuíram as movimentações, devido à junção das secções e devido à aproximação da zona de defeitos.

Em primeira instância, o operador alocado à referência do L52, deixou de percorrer os dois minutos diários para consultar o quadro *kanban*.

Em segunda instância, com a aproximação de 52.5 metros da zona de defeitos e, também graças aos novos carrinhos de rejeição, pois a velocidade de transporte dos mesmos aumentou, passando para, 3.5km/hora quando é transportado vazio e 3km/hora quando é transportado cheio, o tempo médio perdido no transporte dos rejeitados passou de 6 minutos e 52 segundos para 32 segundos diários, ou seja, um ganho de tempo produtivo diário de, de mais de seis minutos por operador.

Ainda, relativamente ao carrinho de rejeição, este aumentou a moral dos trabalhadores, o que ajudou ao bom andamento do projeto, pois esta era uma melhoria já há muito desejada pelos mesmos.

Adicionalmente, também foi possível observar a alocação de um operador menos experiente à secção, tendo-se observado que o retrabalho na separação dos defeitos passou para nulo, graças às separações físicas no carrinho, o que se traduz num ganho de 49 segundos por operador não experiente.

Por outro lado, graças à aplicação de 5S tem sido possível manter o posto limpo e organizado, como é visível na Figura 57. Quantitativamente, eliminaram-se 41 documentos, diminuiu-se a documentação específica de sete para três, eliminaram-se cinco painéis de documentação, etc.



Figura 57 – Impacto do 5S

6.1.2 Substituição da Superfície das Mesas

Qualitativamente, os ganhos da substituição da superfície das mesas são visíveis na Figura 58 e, quantitativamente, traduzem-se num ganho semanal de 40 minutos, ou seja, 32 horas anuais, visto que os operadores já não têm de substituir e reforçar a superfície das mesas.



Figura 58 – Impacto da substituição da superfície das mesas

6.1.3 Conceção e Manutenção de Ferramentas

As vantagens do dimensionamento de uma ferramenta de montagem para o X82 são essencialmente qualitativas. Assim, houve ganhos consideráveis na ergonomia do posto de trabalho e, conseqüentemente, na motivação dos operadores, houve ganhos relativos à menor degradação do posto, etc.

Em relação à manutenção das ferramentas, além dos resultados ergonómicos, salienta-se o ganho de tempo produtivo por eliminação do retrabalho. Quantitativamente, o TC do B52 repintado diminuiu em, aproximadamente, dois segundos.

6.2 Resultados Esperados

Nesta secção são apresentados os resultados previstos para a implementação das propostas que ainda não foram implementadas, quer devido a contingências temporais, quer devido a contingências pandémicas, quer por outros motivos.

6.2.1 Novo Embalamento das Caixas 4C

Um dos resultados esperados da implementação de um novo esferovite para as caixas 4C é a maior segurança dos operadores, visto ser possível proibir a existência de facas na secção.

Adicionalmente, também se prevê a eliminação do desperdício de esferovite nesta embalagem. Atualmente, dimensionam-se dois cubos de esferovite e 30% de cada cubo vai para o lixo. Assim, através

desta nova proposta, por exemplo, no primeiro trimestre de 2021 teria sido eliminado o desperdício de 361.15€ de esferovite.

Ainda, é prevista uma diminuição ao tempo de preparação da embalagem de 98 segundos, visto que o operador passa de colocar oito esferovites para colocar apenas um. Caso este tipo de embalagem já estivesse em vigor no primeiro trimestre de 2021, teriam sido poupadas mais de nove horas de tempo produtivo.

Por fim, o preço da proposta é inferior em 0.91€ à soma dos preços de todos os esferovites consumidos atualmente. Adicionalmente, o ganho será ainda maior, quando forem realizadas encomendas de quantidade superior. Caso este tipo de embalagem já estivesse em vigor no primeiro trimestre, teriam sido poupados, pelo menos, 300€.

6.2.2 Proposta de um Quadro *Kanban*

Com a quebra acentuada de produção, houve cortes monetários e não foi possível a implementação do quadro *kanban*. No entanto, a empresa prevê a sua implementação até o final do ano.

Os resultados esperados deste novo quadro *kanban* são: o balanceamento da eficiência entre os turnos e a eliminação da flutuação da produção.

6.3 Síntese dos Resultados

Para quantificar os ganhos monetários de todas as melhorias efetivamente implementadas e das previstas a serem implementadas ainda no presente ano, calcularam-se os ganhos nas três primeiras semanas do mês de janeiro, caso as medidas já tivessem sido implementadas. Para efetuar estes cálculos utilizaram-se os dados da empresa, ou seja, o valor da mão de obra de 11.37€/hora e da área anual de 101€/m².

Posteriormente, simulou-se que seriam estas condições durante as 48 semanas do presente ano, para quantificar monetariamente os ganhos anuais do projeto, estando os resultados na Tabela 19.

Adicionalmente, apenas se salienta que o ganho monetário do projeto vai além dos 12 774€/ano, visto que a empresa alocou um novo projeto aos 100m² libertados e este valor não foi possível de quantificar.

Tabela 19 – Síntese de resultados

Ação		Ganho	Ganho em três semanas de janeiro (min)	Ganho em três semanas de janeiro (€)	Ganho anual (€)
Reorganização do Espaço de Trabalho	Implementação de um sistema produtivo flexível, Aplicação de 5S, Redimensionamento do L52	100m²	-	-	10100
	Junção das secções	2 minutos/turno (no PT do L52)	56	10.61	169.79
	Aproximação da zona de defeitos	6 minutos/operador	330	62.54	1000.56
Separação física nos carrinhos de rejeição		49 segundos/operador não experiente	1.63	0.31	4.95
Substituição do material de revestimento das mesas		40 minutos/semana	120	22.74	363.84
Manutenção da ferramenta do B52		2 segundos/montante	116.92	22.16	354.49
Conceção de novo esferovite para as caixas 4C		0.91€/embalagem	-	36.40	582.40
		98 segundos/embalagem	65.33	12.38	198.09
Total					12774.13

7. CONCLUSÕES

Neste capítulo, em primeira instância são apresentadas as considerações finais do presente projeto. Por fim, são sugeridas algumas propostas de trabalho que foram identificadas ao longo do projeto e que devem ser alvo de investigação futura.

7.1 Considerações Finais

A *Lear Corporation* adquiriu as instalações de Valença há apenas dois anos e meio e durante este período tem vindo a crescer exponencialmente. Todavia, o crescimento interno da empresa não tem acompanhado e, neste âmbito, surgiu o projeto de reconfiguração da secção de montagem de montantes, recorrendo à aplicação do *Lean Thinking*.

Assim, previamente ao desenvolvimento de soluções, foi realizada uma caracterização e análise à situação atual da secção, com o propósito de diagnosticar os potenciais problemas. Dos problemas encontrados, salientam-se o deficiente dimensionamento da secção, a falta de 5S, o material inadequado do revestimento dos postos de trabalho e o embalamento das caixas 4C. Estes problemas resultavam em diversos desperdícios, e.g. o desperdício de aproximadamente 0.91€ de esferovite por cada caixa 4C embalada, as movimentações de 120 metros para transporte dos rejeitados, o RVA de apenas 0.04% para o L52, um WIP extremamente elevado, etc.

Posto isto, em parceria com a empresa foi elaborada uma matriz GUT, para priorizar e planificar as ações, visto ser impossível resolver todos os problemas encontrados. Assim, tendo em conta o resultado da matriz e os requisitos da empresa, elaborou-se uma matriz 5W2H e, conseqüentemente, foram propostas as ações de melhoria, tendo-se deixado de parte quatro problemas: o ambiente térmico desadequado, as rodas dos carrinhos de transporte de matéria-prima desgastadas, o fluxo de informação não ágil e os tempos de ciclo inadequados.

Em primeiro lugar, começou-se por desenvolver propostas de reorganização de todo o espaço de trabalho, para ser possível aumentar a taxa de utilização dos postos de trabalho, diminuir o espaço da secção, o WIP, as movimentações, a desarrumação, a falta de limpeza e, também, para garantir que o novo espaço estava preparado para atender aos requisitos de qualidade da indústria automóvel. Posto isto, foi implementado um sistema produtivo flexível, a produção por *kits*. Para tal, foi recalculado o número de postos de trabalho, tendo-se dimensionado a secção com uma “almofada”, devido à falta de constância da procura e à necessidade de utilizar os postos de trabalho dos montantes para outros

produtos. De seguida, definiu-se o material de cada *kit* e dimensionou-se um supermercado para armazenamento do mesmo.

Ainda, para reorganizar o espaço de trabalho, implementou-se 5S e redimensionou-se o processo do L52. Em suma, os resultados obtidos desta implementação foram diversos: a redução de 100m² do espaço produtivo, o aumento de 25% do RVA do L52, a diminuição de 23% do WIP e do tempo de atravessamento do L52, entre outras.

Em segundo lugar, revestiram-se as mesas dos postos de trabalho com *nylon* branco, eliminando a necessidade de os operadores revestirem e reforçarem constantemente esta superfície e, conseqüentemente, um ganho de 40 minutos semanais.

Outra importante implementação, foi a conceção de uma nova ferramenta para o X82, com o propósito de melhorar ergonomicamente este encaixe, tendo-se realizado um diagrama de Ishikawa para prever os possíveis problemas na conceção da mesma.

Simultaneamente, também foi realizada a manutenção de uma ferramenta de montagem do B52, encontrada na implementação de 5S, tendo-se diminuído dois segundos o tempo de ciclo dos repintados deste montante.

Por fim, devido à crise originada pela pandemia de *Covid-19*, não foi possível a implementação do quadro *kanban*, nem da proposta do novo esferovite para as caixas 4C. Todavia, é esperada a sua implementação até ao final do presente ano.

Assim, pode-se concluir que, apesar dos obstáculos que o projeto enfrentou, devido à pandemia de *Covid-19* e, conseqüentemente, à crise no setor automóvel pela falta de componentes, o objetivo inicial de reconfiguração do sistema produtivo utilizando *Lean Thinking*, foi alcançado com um ganho estimado de mais de 12 774€/ano e com a mudança no *mindset* de muitos dos colaboradores da empresa, no que toca ao *Lean*. Adicionalmente, é importante de referir que o *feedback* obtido pela empresa foi extremamente positivo, visto terem-se obtido ganhos elevados, face ao reduzido volume de produção da secção, pelos projetos estarem todos em fim de vida e esta apenas existir para cumprir quantidades mínimas acordadas com cliente.

Posto isto, pode-se concluir que todos os objetivos gerais iniciais foram cumpridos, ou seja, a adoção de um sistema produtivo flexível e adaptação do mesmo face a procura atual sem enviesar a satisfação do cliente, a identificação e medição dos desperdícios atuais, a implementação de 5S e de gestão visual e a realização de um estudo ergonómico à secção com as respetivas melhorias.

Quanto à metodologia de investigação utilizada, a Investigação-Ação, mais concretamente à sua última fase, a especificação de aprendizagem, evidencia-se o facto de nem tudo ter corrido como desejado, visto

o *Lean* não ser uma realidade da empresa e, conseqüentemente, apresentar muita resistência à sua implementação. Em suma, apesar de pequenos passos terem sido tomados em busca da eliminação dos inúmeros desperdícios, estes foram grandes e importantes etapas na inserção da empresa no *Lean* e, afinal de contas, foi um pequeno passo para o homem, mas um grande passo para a *Lean* de Valença. A nível pessoal, foi uma experiência positiva, na qual se consolidou os conhecimentos obtidos ao longo do curso e se adquiriu novos, que contribuíram para a preparação na entrada no mercado de trabalho. Dentro dos novos conhecimentos dá-se destaque ao desenvolvimento de *softs skills*, sendo uma das mais impactantes, o desenvolvimento de competências ao nível da gestão de pessoas. Esta era uma secção que não tinha mudanças há mais de cinco anos e, como seria de esperar, houve uma forte resistência à mudança.

Ainda, salienta-se a falta de poder de decisão de um estagiário numa multinacional e, conseqüentemente, a dificuldade de aprovação de metodologias *Lean*, tendo sido fundamental para o sucesso deste projeto o envolvimento e apoio das chefias.

7.2 Trabalho Futuro

Como trabalho futuro destacam-se as propostas que ainda não puderam ser implementadas, quer pela contingência pandémica, temporal ou outras contingências específicas.

Em primeiro lugar, é de importância extrema a revisão aos tempos de ciclo ser efetivamente realizada, pois, espera-se um aumento da motivação dos operadores, visto que a definição de tempos inatingível (o tempo ciclo do B52 Direito definido é sete segundos inferior ao real) desmotiva os operadores e, conseqüentemente, diminui as eficiências.

Em segundo lugar, é importante a proposta de esfervite para as caixas 4C começar a ser efetivamente utilizada, para ser possível proibir a existência de facas na secção e existir a poupança de 0.91€ e de 98 segundos, por embalagem.

Em terceiro lugar, é também esperado o término de implementação do quadro *kanban*, para ser possível eliminar as discrepâncias de eficiências entre o turno da manhã e da tarde e para ser possível eliminar a flutuação da produção.

Adicionalmente, é expectável que as marcações do chão sejam efetivamente realizadas na paragem de Natal.

Ainda, tanto o investimento na regulação do ambiente térmico, como em novos carrinhos de transporte de matéria-prima, são importantes por motivos ergonómicos.

Noutra vertente, a aquisição de um sistema de gestão de informação seria importante, para, e.g., existir um controlo dos KPI's atualizado e intervir nos problemas antes destes se desenvolverem, como aconteceu na presente secção.

Também seria útil a empresa investir no combate do *mura* da produção, através do nivelamento da mesma, para diminuir o *stress* na cadeia de abastecimento.

Por fim, seria vantajoso a empresa investir na implementação de *Lean Thinking* em outras zonas da fábrica e, com este propósito, ter uma área focada em melhoria contínua.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acharyaa, T. K. (2011). Material Handling and Process Improvement Using Lean Manufacturing Principles. *International Journal of Industrial Engineering*, 18(7), 357–368.
- Ahonen, M., Kuorinka, T., & Launis, M. (1989). *Ergonomic Workplace Analysis*. Helsinki : Ergonomics Section, Finnish Institute of Occupational Health.
- Alves, A. C., Sousa, R. M., & Dinis-Carvalho, J. (2016). Redesign of the production system: A hard decision-making process. *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, 1128–1132. <https://doi.org/10.1109/IEEM.2015.7385824>
- Bittencourt, W., Alves, A., & Arezes, P. (2010). Revisão Bibliográfica Sobre a Sinergia Entre Lean. *CLME'2011, 2007*.
- Black, J. (2007). Design rules for implementing the Toyota Production System. *International Journal of Production Research*, 45(16), 3639–3664. <https://doi.org/10.1080/00207540701223469>
- Brito, L. V. O. (2011). Organização da produção através da aplicação de ferramentas Lean Manufacturing numa empresa de produção de pneus. In *Dissertação de Mestrado*. Universidade do Minho.
- Caffyn, S. (1999). Development of a continuous improvement self-assessment tool. *International Journal of Operations and Production Management*, 19(11), 1138–1153. <https://doi.org/10.1108/01443579910291050>
- Dinis-Carvalho, J. (2021). The role of lean training in lean implementation. *Production Planning and Control*, 32(6), 441–442. <https://doi.org/10.1080/09537287.2020.1742376>
- Elias, S., & Merino, E. (2007). Aspetos ergonômicos na utilização das técnicas de produção enxuta: uma contribuição para a melhoria do desempenho. *ENEGERP*, 1–9. http://fb.fariasbrito.com.br/sites/default/files/revista_2007.pdf#page=25
- Emiliani, M. L. (2008). Standardized work for executive leadership. *Leadership & Organization Development Journal*, 29(1), 24–46. <https://doi.org/10.1108/01437730810845289>
- Feng, P. P., & Ballard, G. (2008). Standard work from a lean theory perspective. *Proceedings of IGLC16: 16th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, 703–712.
- Hakkarainen, P., Ketola, R., & Nevala, N. (2011). Reliability and usability of the ergonomic workplace method for assessing working environments. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 12(4), 367–378. <https://doi.org/10.1080/14639221003736339>
- Hamel, G., Whitney, J. O., Arthur, W. B., Narus, J. A., Anderson, J. C., & Upton, D. M. (1996). Strategy as Revolution for Business Unit Increasing Return and the New World of Business Growing Pains.

- Harvard Business Review*, 74(4), 69–82.
- Hicks, B. J. (2007). Lean information management: Understanding and eliminating waste. *International Journal of Information Management*, 27(4), 233–249.
<https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2006.12.001>
- Hines, P., Holwe, M., & Rich, N. (2004). Learning to evolve: A review of contemporary lean thinking. *International Journal of Operations and Production Management*, 24(10), 994–1011.
<https://doi.org/10.1108/01443570410558049>
- Hirano, H. (1995). *5 Pillars of the Visual Workplace - The Sourcebook for 5S Implementation* (Productivity Press (ed.)).
- Hoyle, D. (2005). *Automotive Quality Systems Handbook handbook: Incorporating ISO/TS 16949:2002* (2nd ed.). Elsevier Butterworth-Heinemann. <https://www.elsevier.com/books/automotive-quality-systems-handbook/hoyle/978-0-7506-6663-3>
- Imai, M. (2012). *Gemba Kaizen: A Commonsense Approach to a Continuous Improvement Strategy* (2nd ed.). McGraw-Hill Education.
- Jain, A., Bhatti, R., & Singh, H. (2014). Total productive maintenance (TPM) implementation practice: a literature review and directions. *International Journal of Lean Six Sigma*, 5(3), 293–323.
<https://doi.org/10.1108/IJLSS-06-2013-0032>
- Landsbergis, P. A., Cahill, J., & Schnall, P. (1999). The impact of lean production and related new systems of work organization on worker health. *Journal of Occupational Health Psychology*, 4(2), 108–130.
<https://doi.org/10.1037/1076-8998.4.2.108>
- LERC. (2006). *What is Lean Thinking - Lean Enterprise Research Centre*. 1–3.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. (McGraw-Hill Company (ed.)).
- Liker, J. K. (2005). *O Modelo Toyota: 14 Princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo*. Bookman.
https://books.google.pt/books/about/O_Modelo_Toyota.html?id=ENS5rNcv3tkC&redir_esc=y
- Liker, J. K., & Morgan, J. M. (2006). The toyota way in services: The case of lean product development. *Academy of Management Perspectives*, 20(2), 5–20.
<https://doi.org/10.5465/AMP.2006.20591002>
- Melton, T. (2005). The Benefits of Lean Manufacturing: What lean Thinking has to offer the process industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(A6), 662–673.
- Moden, Y. (2012). *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time*. Productivity Press.
<https://doi.org/10.1007/978-1-4615-9714-8>

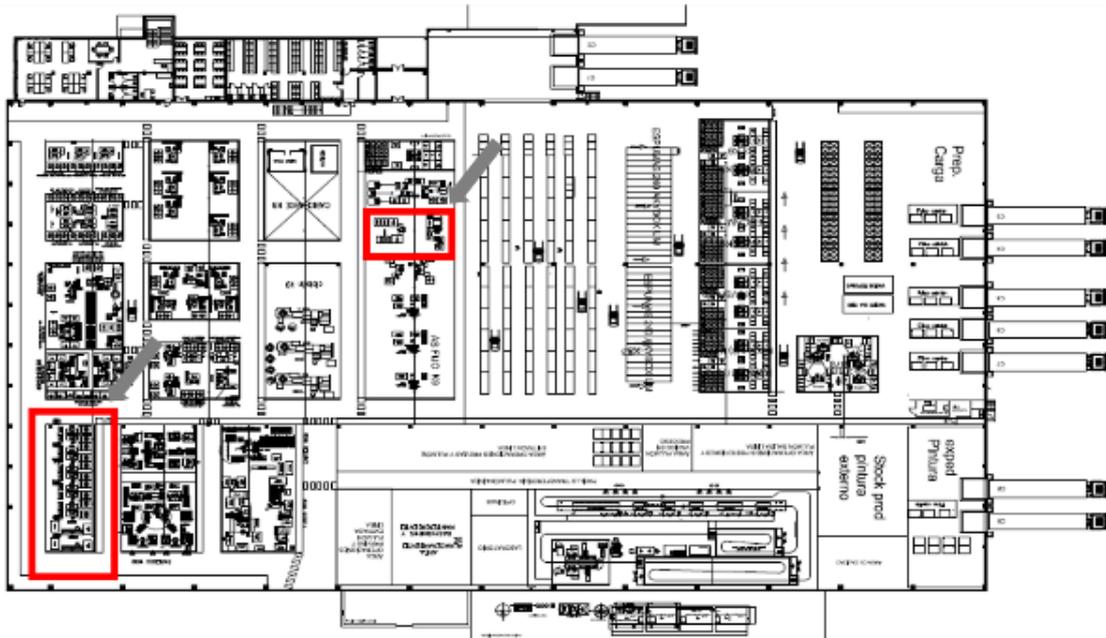
- Monden, Y. (1983). *Toyota Production System: Practical Approach to Production Management* (1st ed.). Engineering and Management Press, Institute of Industrial Engineers. <https://doi.org/978-1-4615-9714-8>
- Mwanza, B. G., & Mbohwa, C. (2015). Design of a Total Productive Maintenance Model for Effective Implementation: Case Study of a Chemical Manufacturing Company. *Procedia Manufacturing*, 4, 461–470. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.11.063>
- Nakajima, S. (1988). *An Introduction to TPM: Total Productive Maintenance*. Productivity Press.
- Niebel, B., & Freivalds, A. (2002). *Methods, Standards & Work Design*. (McGraw-Hill Higher Education (ed.)).
- O'Brien, R. (1998). An overview of the methodological approach of action Research. Faculty of Information Studies. *University of Toronto*, 1–15. <http://www.web.ca/~robrien/papers/arfinal.html>
- Ohno, T. (1998). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production* (Business & Economics (ed.)). CRC PressB. https://books.google.pt/books?id=7_-67SshOy8C&fbclid=IwAR0znNjKkp_NJTnFonzQHkH-
- Ortiz, C. A. (2006). *Kaizen Assembly: Designing, Constructing, and Managing a Lean Assembly Line*. 27(1), 77–86. <https://doi.org/10.1108/aa.2007.03327aae.001>
- Parry, G. C., & Turner, C. E. (2006). Application of lean visual process management tools. *Production Planning and Control*, 17(1), 77–86. <https://doi.org/10.1080/09537280500414991>
- Pereira, R. (2009). The Seven Wastes. *ISixSigma Magazine*, 5(5), 1–3.
- Pillet, M., Martin-Bonnefous, C., & Courtois, A. (2006). *Gestão da Produção* (5th ed.). LIDEL.
- Pinto, J. P. (2008). Lean Thinking - Introdução ao pensamento magro. *Comunidade Lean*.
- Rahman, N. A. A., Sharif, S. M., & Esa, M. M. (2013). Lean Manufacturing Case Study with Kanban System Implementation. *Procedia Economics and Finance*, 7, 174–180. [https://doi.org/10.1016/s2212-5671\(13\)00232-3](https://doi.org/10.1016/s2212-5671(13)00232-3)
- Randhawa, J. S., & Ahuja, I. S. (2017). 5S – a quality improvement tool for sustainable performance: literature review and directions. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 34(3), 334–361. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-03-2015-0045>
- Santos, Z. G. dos, Vieira, L., & Balbinotti, G. (2015). Lean Manufacturing and Ergonomic Working Conditions in the Automotive Industry. *Procedia Manufacturing*, 3, 5947–5954. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.687>
- Saunders, M., Lewij, P., & Thornhill, A. (2016). *Research Methods for Business Students* (P. E. Limited (ed.); 7th ed.).

- Scherkenbach, W. (1993). *O Caminho de Deming para a Melhoria Contínua*. Qualitymark.
- Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Productivity Press.
- Shingo, S. (2000). *No Sistema de Troca Rápida de Ferramenta Uma Revolução nos Sistemas Produtivos*. Bookman.
- Suzaki, K. (1993). *Gestão no Chão de Fábrica Lean* (LeanOp Press (ed.)). <https://doi.org/364096/13>
- Van Scyoc, K. (2008). Process safety improvement-Quality and target zero. *Journal of Hazardous Materials*, 159(1), 42–48. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.02.036>
- Vidal, M. (2000). *Introdução à Ergonomia*. CESERG.
- Warwood, S. J., & Knowles, G. (2004). An investigation into Japanese 5-S practice in UK industry. *TQM Magazine*, 16(5), 347–353. <https://doi.org/10.1108/09544780410551287>
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). Lean Thinking—Banish Waste and Create Wealth in your Corporation. *Journal of the Operational Research Society*, 48(11), 1148–1148. <https://doi.org/10.1038/sj.jors.2600967>
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The machine that changed the world*. New York: Rawson Associates.

ANEXO 1 – LAYOUT NAVES



Figura 59 – Layout nave 1



Símbolo	Legenda
	Projeto

Figura 60 – Layout nave 2

ANEXO 2 – PRODUTOS PRODUZIDOS

No presente anexo está uma representação dos produtos produzidos nas instalações de Valença.

Na Figura 61A os componentes estruturais produzidos estão representados a vermelho. Na Figura 61B está representado o modelo *Renaul Twizy*, quase todos os componentes deste são produzidos na *Lear* Valença. Na Figura 61C está o esboço do produto que será produzido na nave 3, o *carter* do BT1.

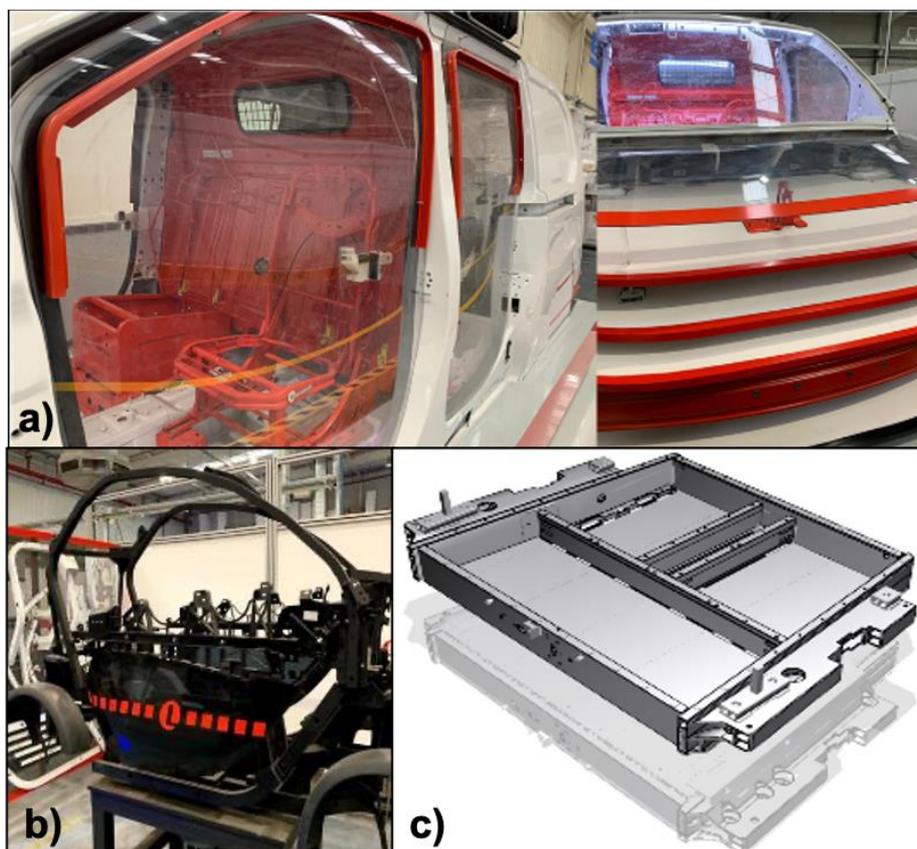


Figura 61 – Produtos produzidos: a) carrinhas b) Renault Twizy c) BT1

ANEXO 3 – LAYOUT

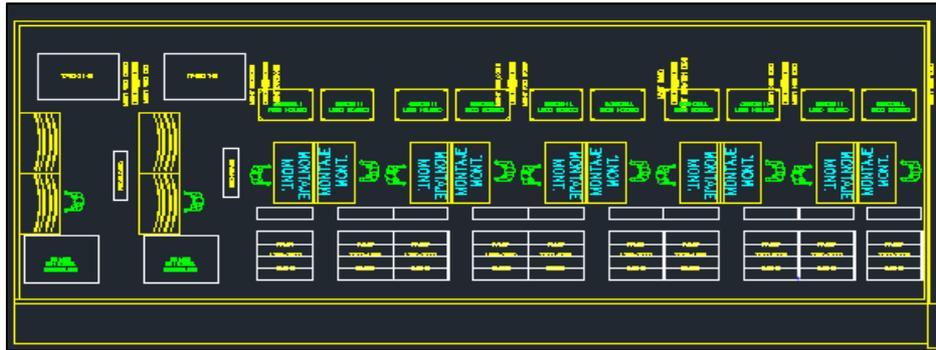


Figura 62 – Layout CAD (todos exceto L52)

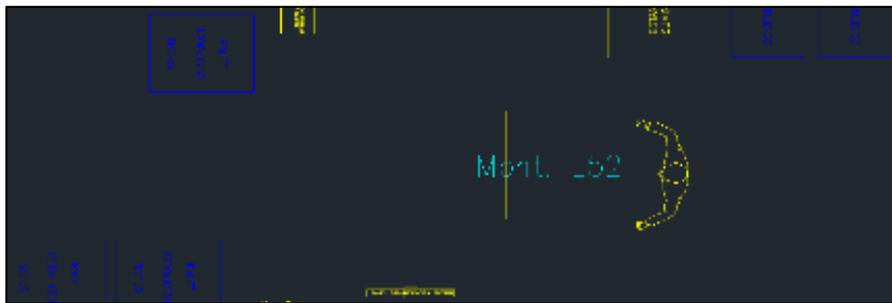


Figura 63 – Layout CAD (L52)

ANEXO 4 – EXEMPLO DE UM POSTO DE TRABALHO

Na Figura 64 é possível observar um dos postos de trabalho destinados à produção de B52 Esquerdo. Como é possível confirmar na figura, neste posto de trabalho está disponível todo o material necessário para a produção desta referência: ponteiras plásticas, ferramenta, peça-tipo, a respetiva documentação, esferovite para o embalamento, etc.



Figura 64 – Exemplo real de um posto de trabalho

ANEXO 5 – EJEMPLO DE ETIQUETAS DESATUALIZADAS



Figura 65 – Ejemplos de etiquetas desactualizadas

ANEXO 6 – FALTA DE DOCUMENTAÇÃO NO PAINEL DE DOCUMENTAÇÃO



Figura 66 – Painel de documentação com falta de documentação

ANEXO 7 – MARCAÇÕES NO CHÃO



Figura 67 – Esboço das marcações do chão

ANEXO 8 – EXEMPLOS DE NOVA DOCUMENTAÇÃO

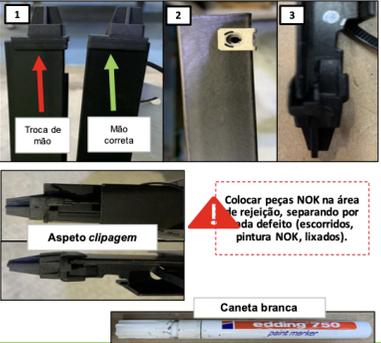
LEAR CORPORATION		INSTRUÇÃO DO POSTO DE TRABALHO				Nº IPT	1660-003
Equipamento de Segurança:				 Pontos-Chave		Conforme Chefe de Fabricação:	Revisão Nº
						Pablo A.	8
						Data	14/04/21
Denominação Produto:		Código Produto:		Processo:	Nível ING REV: L	Posto de Trabalho	
Montante Pta. PLC X-61 Dch		690140041		Montagem	M (03/09/2012)	Mesa Montantes	
				Montante X61			
Nº	Operações de Fabricação e Controlo	Caraterísticas	Meio de Controlo	Tamanho e Frequência	Croquis de Sequência do Trabalho		
1	Retirar 2 montantes do contentor, colocando os dedos entre eles.	Segurar no extremo da zona visível	-	-	 <p>Colocar peças NOK na área de rejeição, separando por defeito (escuridos, pintura NOK, lixados).</p>		
2.1	Verificar aspeto do montante (690140041-01).	Geometria da peça: presença Ø uniforme, sem deformações, presença e correta posição de todos os furos especificados, sem rebarbas Aspeto da pintura da peça: uniforme, sem deformações e 0 defeitos na zona visível	Visual + Peça tipo	100%			
2.2	Clipar o pião (156037801) no extremo do montante.	Obrigatório ouvir o clip para confirmar a clipagem do pião	Auditivo + Peça tipo				
2.3	Verificar a mão do pião (Figura 1).	Descentrado se mão contrária Presença de pião	Visual + Peça tipo				
2.4	Verificar se clipagem de pião OK.	Empurra e puxa o pião com a mão Sem rotura de pião Posição OK de pião					
2.5	Colocar duas grapas (144002110).	Grapas centradas nos furos do montante (Figura 2)					
2.6	Marcar com 1 ponto o montante conforme Figura 3, com auxílio da caneta branca.	Confirmar corte dos montantes OK (Figura 3)					
3	Repetir 6 vezes a operação Nº2, colocando os montantes em cima da mesa.	Colocar no máximo 6 montantes em cima da mesa e todos estes separados	Colocar etiqueta de embalagem antes de embalar 1ª peça				
4	Embarcar 3 montantes de cada vez, colocando os dedos entre eles, seguindo a Gama de Embalagem correspondente.	GAMA X61/041					
AUTOCONTROLO							
Nº	Especificações	Caraterísticas	Meio de Controlo	Tamanho e Frequência	Registro		
A	Verificar as referências de todo o material: matéria-prima (contentor montantes, caixa de piões e de grapas), peça-tipo e caneta branca.	Verificar correspondência entre ref. etiqueta de kanban, ref. peça-tipo e etiqueta matéria-prima	Visual + Peça tipo + Gama de Embalagem + Etiqueta Kanban	100%	VAL-P-001	Início do contentor	
B	Verificar a documentação.	Verificar correspondência entre a etiqueta de kanban, placa de PVC e Gama de Embalagem					
C	Verificar a marcação do montante.	Marcação legível					
D	Verificar o aspeto da geometria e da pintura da peça.	Geometria da peça: presença Ø uniforme, sem deformações, presença e correta posição de todos os furos especificados, sem rebarbas Aspeto da pintura da peça: uniforme, sem deformações e 0 defeitos na zona visível	Visual + Peça Tipo				
E	Verificar se clipagem OK e verificar mão do pião.	Presença de pião Empurra e puxa o pião com a mão Sem rotura de pião Posição OK de pião					
F	Verificar presença das 2 grapas colocadas, marcando com a caneta branca.						
G	Verificar conformidade de embalagem.	Verificar que a embalagem está segundo a Gama de Embalagem correspondente	Visual + Gama de Embalagem			Antes de colocar 1ª peça	
C	Verificar identificação de embalagem.	Verificar correspondência entre ref. etiqueta kanban e ref. etiqueta de cliente (material fabricado)	Visual + Etiqueta cliente	Fim de Embalagem			
D	Verificar a embalagem final.	Verificar que todos os montantes contêm piões	Visual + Gama de Embalagem				
O que está proibido e porquê? (Explicação dos possíveis problemas e defeitos)				Como tratar as anomalias? Pontos / Notas Explicativas. Outros			
Fabricar, em cada ciclo, mais montantes que o definido no nº 4 (Incidente NC 201300321662 em cliente 121112013). Fabricar com mais de 1 operário/a nas mesas pequenas (possibilidade de operações incompletas ou danificar peças).				1º Segurar as peças no contentor vermelho. 2º Proceder ao seu registo. 3º Em caso de 5 peças não conformes consecutivas, parar e chamar o líder. 4º Em caso de 10 peças não conformes no período de 1 hora, parar e chamar o líder.			

Figura 68 – Nova IPT

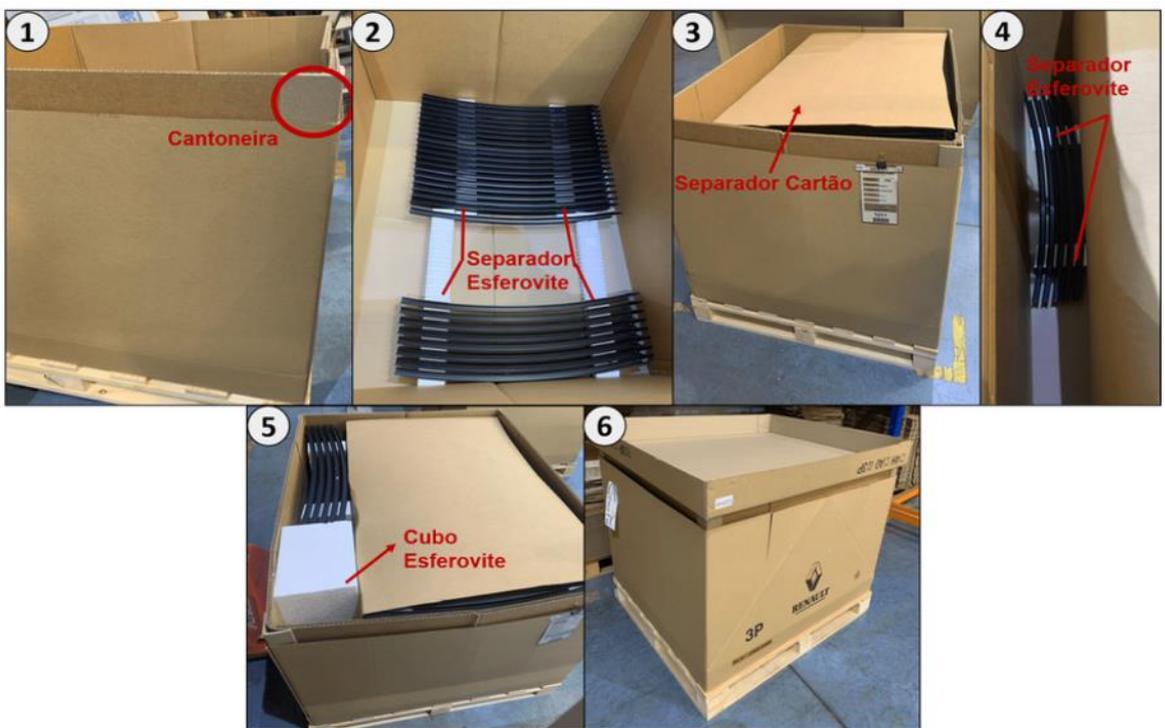
		<h2>Ficha de Embalagem</h2>		Nº <input type="text" value="B52/011"/> Interno <input checked="" type="checkbox"/> Cliente <input type="checkbox"/> Revisão <input type="text" value="9"/> Data <input type="text" value="08/03/2021"/>
Dados do Produto				
Código Produto	<input type="text" value="690101011"/> <input type="text" value="690101012"/>	Projecto	<input type="text" value="B52"/>	
Denominação	<input type="text" value="Mnt-Pla B52 Cartón Tra Dch/ Izq"/>	Cliente	<input type="text" value="ILN Valladolid RESA"/>	
Nível Eng / Data	<input type="text"/>	Referência Cliente	<input type="text" value="822304066R 822312401R"/>	<input type="text" value="0.525"/> kg
Dados da Embalagem				
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Palet+Caja cart <input type="checkbox"/> Palet	Capacidade	<input type="text" value="645"/>	Retornável <input type="checkbox"/> Não
Referência	<input type="text" value="180001770"/>	Peso Bruto	<input type="text" value="10.45"/> kg	Total <input type="text" value="349.075"/> kg
Dimensões	<input type="text" value="1140x950x850"/> <input type="text" value="1125x935x710"/>	Aplicabilidade	<input type="text"/>	Plegável <input type="checkbox"/> Não
Condições Especiais				
Condições de Limpeza	<input type="text"/>	Temperatura de Armazenamento	<input type="text"/>	
Tipo de Transporte	<input type="text"/>	Armazenamento a Intemperie	<input type="checkbox"/> Não	
Condicionamento - Instruções				
<p>0 - Colocamos 4 cantoneiras (Ref.179005240) nas 4 esquinas da caixa 3P, conforme figura 1.</p> <p>1 - Colocamos a quantidade de 645 peças na caixa 3P da seguinte forma: 10 Colocamos 4 separadores de esferovite B90 (Ref. 184002580) no fundo da caixa de cartão e colocamos a primeira camada de 38peças, conforme figura 2. 20 Repetimos 14 vezes as operações N°10, até perfazer as 15 camadas, ou seja as 570 peças. 30 Colocamos 1 separador de cartão (Ref. 179003790) entre as duas colunas, conforme figura 3. 40 Cortamos à medida de 5 peças, 2 separadores de esferovite B90 (Ref. 184002580) e colocamos no fundo da caixa de cartão, colocando a primeira camada de 5 peças, conforme figura 4. 50 Repetimos 14 vezes as operações N°40, até perfazer as 15 camadas, ou seja as 75 peças.</p> <p>2 - Embalamos da seguinte forma: 10 Colocamos 1 cubo de esferovite (Ref. 184002700), conforme figura 5. 20 Colocamos a folha da rota com as referências: 690101011 para a DIREITA e 690101012 para a ESQUERDA. 30 Cobrimos a caixa, conforme figura 6 e fechamos a caixa, após ser aprovada pela supervisão.</p>				Circuito <input type="text" value="GA VAL --> ILN VALLADOLID (14083) GA VAL --> RNT INDUSTRIE ROUMANIE (14022)"/>
Croquis				
				
Realizado por	<input type="text" value="alima01"/>	em	<input type="text" value="04/02/2021"/>	
Aprovação de Cliente (quando necessário)			Assinatura	Data

Figura 69 – Nova IE

ANEXO 9 – CARRINHOS DE REJEIÇÃO



Figura 70 – Carrinhos de rejeição de outra secção

ANEXO 10 – CARTÃO KANBAN

LEAR CORPORATION

Referência Material:
690141182

Denominação
Mnt-Pta L52 Tra Izq Carton 4C

Materia-Prima: 690141042-01 + 156073772

Quantidade contendor: **140**

Origem: CMMONT

Destino: PSA

Frequência de entrega: **DIARIO**

Figura 71 – Cartão *kanban*

APÊNDICE 1 – ILUSTRAÇÃO DOS PRODUTOS

Montante	Esquerda	Direita
B52	690141012/ 690141022/690141042	690141011/ 69014102/690141041
		
K52	690101022 / 690141032	690101021 / 690141031
		
L52	690101032/690141042/690141182	690101031/690141041/690141181
		
W62	690140182/690101142	690140181/690101141
		
X61	690140042	690140041
		
X82	690140152	690140151
		

Figura 72 – Ilustração dos produtos

APÊNDICE 2 – CICLO PRODUTIVO DOS MONTANTES

No presente apêndice é analisado de forma mais aprofundada todo o ciclo produtivo dos montantes.

De forma genérica, o ciclo é constituído por quatro grandes fases: “Corte e Soldadura”, “Pintura”, “Montagem I” e “Montagem II” e está resumindo na Figura 73. Das quatro fases, apenas duas são realizadas pela *Lear* de Valença: o “Corte e Soldadura” e a “Montagem I”.

Na primeira fase, no “Corte e a Soldadura”, apenas uma das referências que é montada na terceira fase, não é produzida em Valença, o W62. Nesta, é quando se realiza o corte da calha “mãe”, de X52 ou de X82, na respetiva guilhotina. Adicionalmente, consoante o molde colocado na guilhotina X52, produzem-se quatro calhas diferentes: B/K/L52/X61. Na guilhotina X82, além de ser realizado o corte, também se procede a uma pequena soldadura (explicado na Figura 74).

Na segunda fase, todas as peças padrões são enviadas para o *Grupo Marsan*, onde são pintadas. Esta é uma empresa especialista em revestimentos para automação, que se encontra dentro das imediações da *Lear* de Valença.

Na terceira fase, a primeira etapa de montagem e o foco deste projeto, consiste essencialmente em operações de encaixe. A base desta montagem é encaixar uma ponteira plástica na peça padrão correspondente. Assim, o montante está pronto para seguir para a *Renault Group* e ser enquadrado no carro (quarta fase).

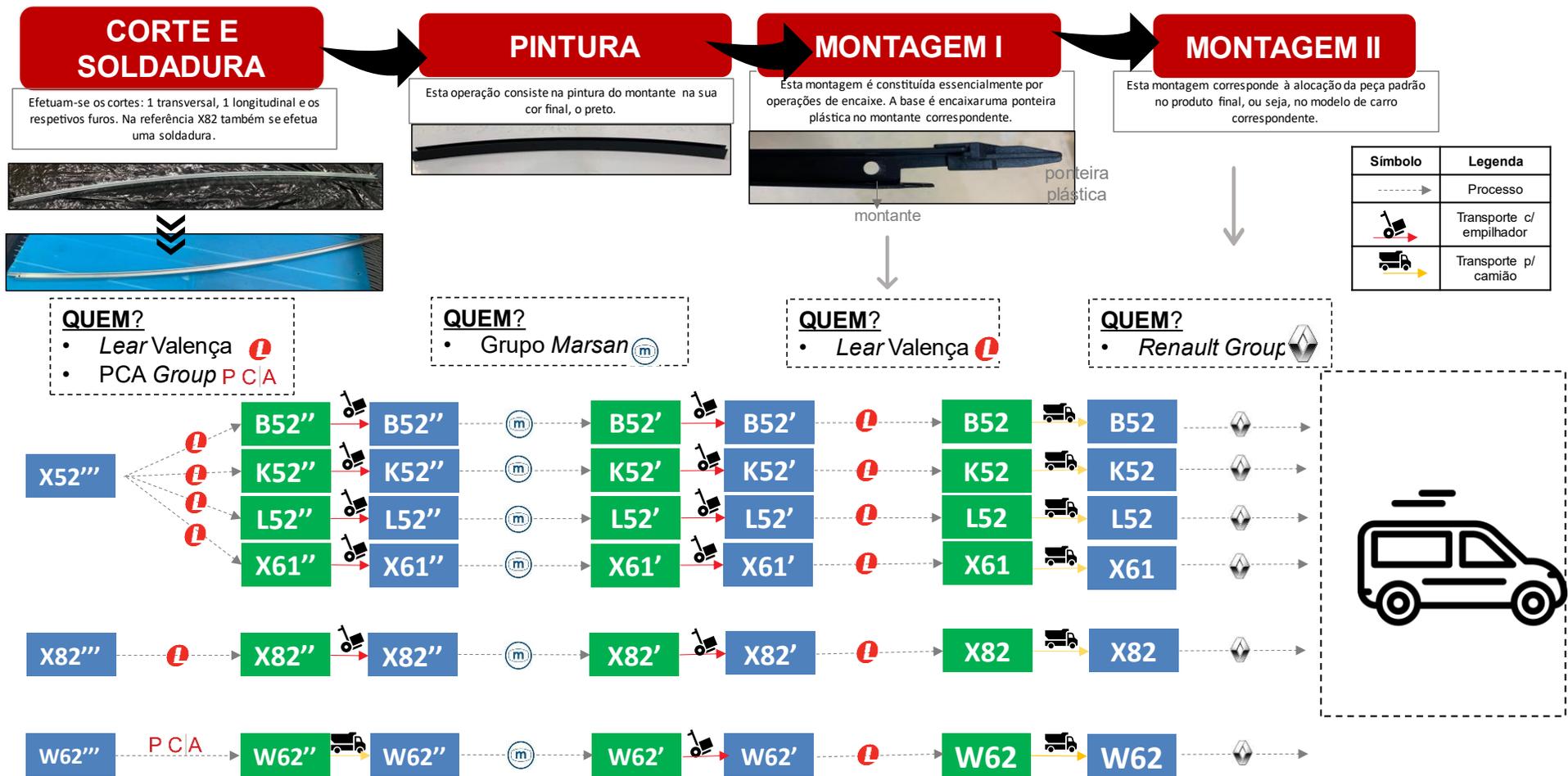


Figura 73 – Resumo do ciclo produtivo dos montantes

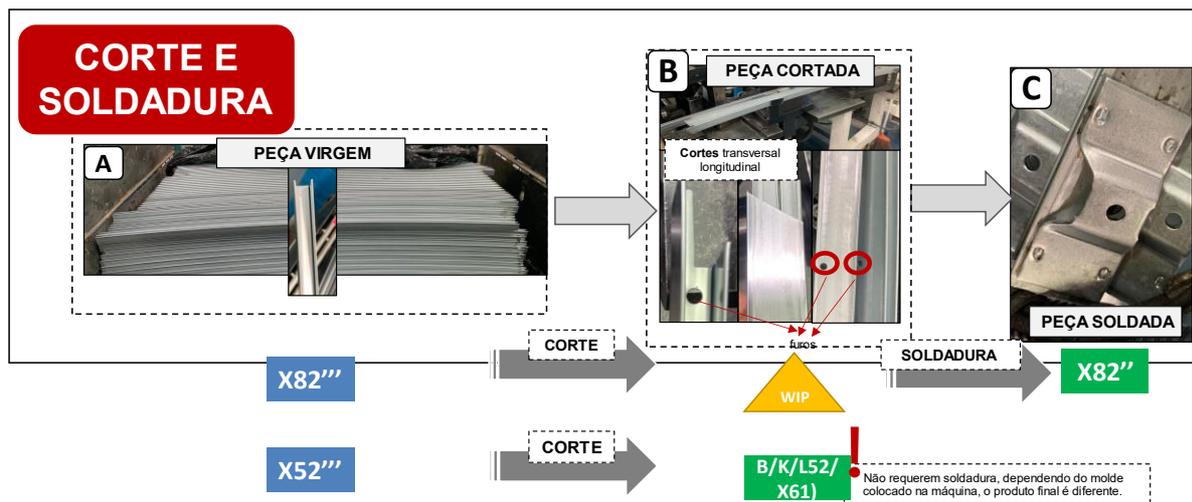


Figura 74 – “Corte e Soldadura” na guilhotina do X82

APÊNDICE 3 – FLUXOGRAMA DO PROCESSO

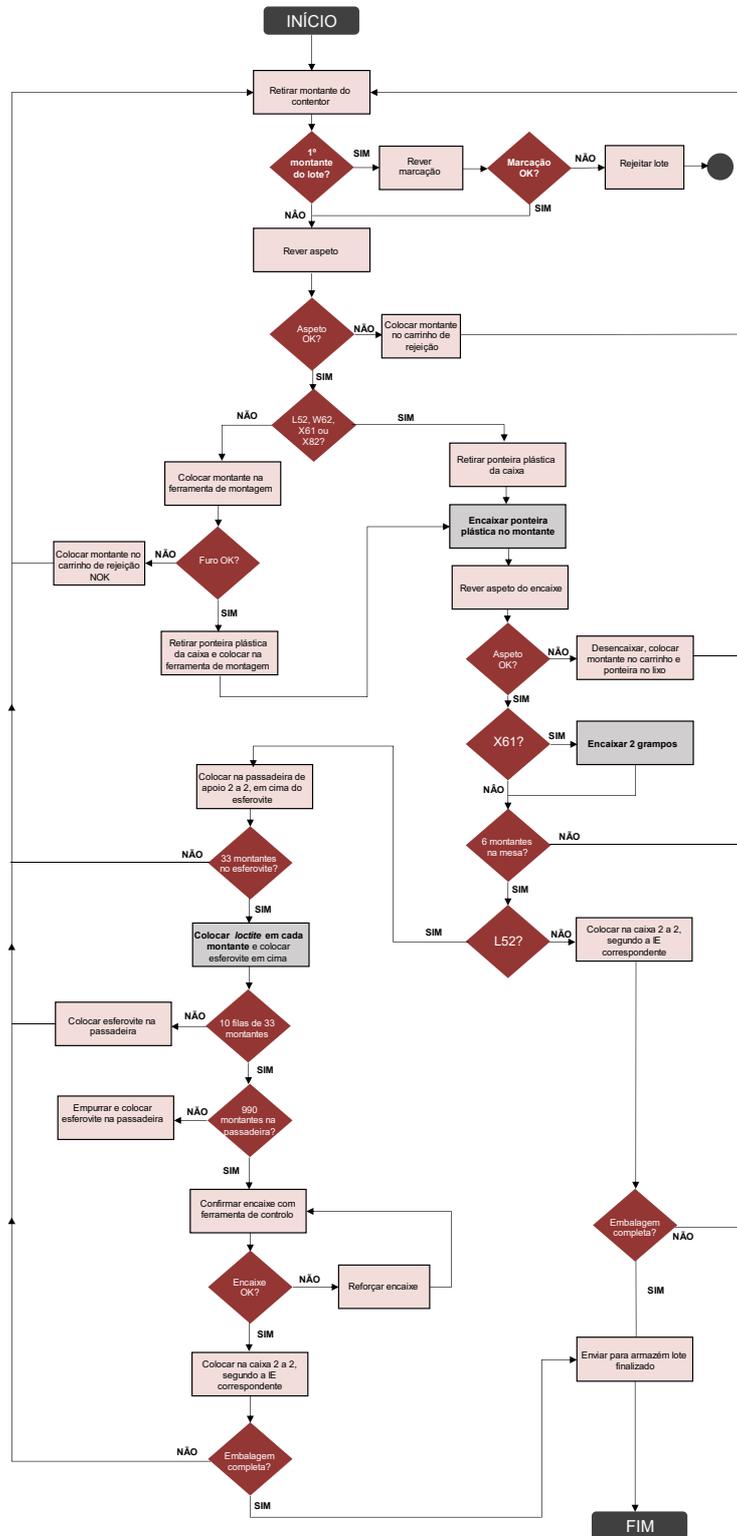


Figura 75 – Fluxograma do processo produtivo

APÊNDICE 4 – LISTAGEM DE MATERIAIS

Neste apêndice encontra-se a listagem de todos os materiais consumidos na montagem dos 12 montantes produzidos na *Lear* de Valença.

Em primeira instância, foram elaboradas duas listagens dos materiais consumidos: uma apenas com as referências (Figura 76) e outra também com as respetivas ilustrações (Figura 77). Adicionalmente, salienta-se que o processo de codificação de produtos adotado pela empresa, tem uma terminação de “2” para as referências relativas à mão esquerda e de “1” para as da mão direita.

Além disso, ao construir a Figura 76 e a Figura 77, concluiu-se que a proximidade da empresa com a fronteira espanhola tem impacto em muitas expressões adotadas, e.g. montante i.e. batente, pião i.e. ponteira plástica, plantilha i.e. contra-forma/ferramenta, etc.

Produto Final	Tipo Artigo	Designação	Esquerda	Direita
B52	C	ponteira plástica	156073762	156073761
		montante	690141022-01	690141021-01
	M	ferramenta montagem	B02	B01
K52	C	ponteira plástica	156073762	156073761
		montante	690141032-01	690141031-01
	M	ferramenta montagem	K02	K01
L52	C	ponteira plástica	156073772	156073771
		montante	690141042-01	690141041-01
	M	ferramenta	-	-
		cola de loctite	-	-
X61	C	ponteira plástica	156037802	156037801
		2 grampos	144002110	
		montante	690140042-01	690140041-01
	M	caneta branca	-	-
X82	C	ponteira plástica	156072842	156072841
		montante	690140152-01	690140151-01
W62	C	ponteira plástica	156052321	156052322
		montante	690140182-01	690140181-01
Legenda	Descrição			
C	Componente			
M	Material			

Figura 76 – Listagem de materiais sem ilustração

Produto Final	Tipo de Artigo	Designação	Esquerda	Direita
B52	Componentes	ponteira plástica	156073762 	156073761 
		montante	690141022-01 	690141021-01 
	Material	ferramenta montagem	B02 	B01 
K52	Componentes	ponteira plástica	156073762 	156073761 
		montante	690141032-01 	690141031-01 
	Material	ferramenta montagem	K02 	K01 
L52	Componentes	ponteira plástica	156073772 	156073771 
		montante	690141042-01 	690141041-01 
	Material	ferramenta		
		cola loctite		
X61	Componentes	ponteira plástica	156037802 	156037801 
		2 grampos	144002110 	
		montante	690140042-01 	690140041-01 
	Material	caneta branca		
X82	Componentes	ponteira plástica	156072842 	156072841 
		montante	690140152-01 	690140151-01 
W62	Componentes	ponteira plástica	156052321 	156052322 
		montante	690140182-01 	690140181-01 

Figura 77 – Listagem materiais com ilustração

Em segunda instância, elaborou-se a BOM (*Bill of Materials*) de todos os montantes produzidos, sendo a selecionada a "Rede de Artigos". Neste tipo de BOM é efetuada uma lista de todos os artigos intermédios, sub-montagens, peças e matérias-primas, que abastecem uma montagem "pai", indicando a quantidade necessária de cada material.

A "Rede de Artigos" baseia-se em quatro elementos base: produto final, componente ou material, subconjunto de montagem e relação de estrutura com indicação da quantidade consumida "r". Estes elementos podem ser observados na Figura 78.

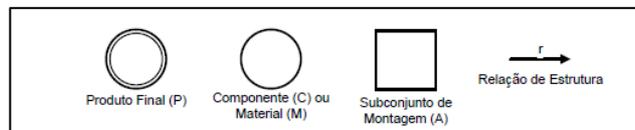


Figura 78 – Elementos base da "Rede de Artigos"

Assim, a BOM de todos os montantes produzidos na secção encontra-se na Figura 79, tendo-se completado a mesma com a informação de necessidade de utilização de ferramentas, que é o caso do B52, do K52 e do L52.

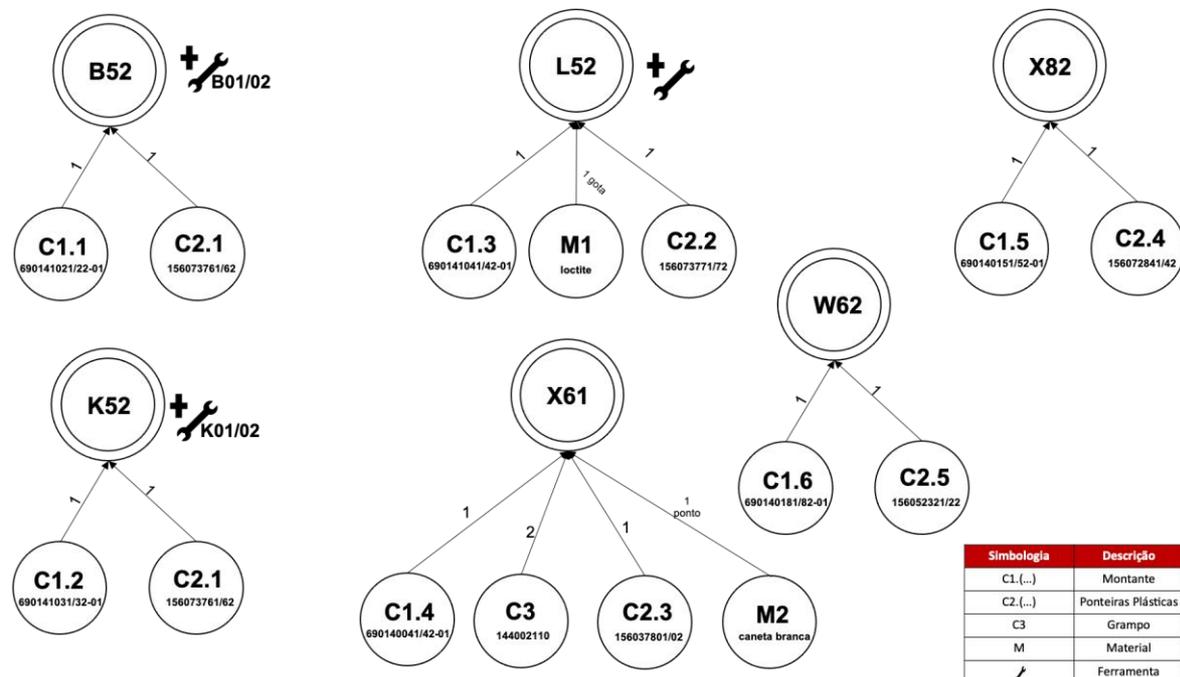


Figura 79 – Elementos base da "Rede de Artigos"

Por fim, elaborou-se a listagem dos materiais de economato, que são indispensáveis à produção dos montantes (Tabela 20).

Tabela 20 – Material de economato indispensável

Material Comun	Quando se utiliza?
Giz	Marcar os defeitos
Caneta preta	Corrigir defeitos de pintura que não necessitam de ir para <i>Marsan</i>
Faca	Cortar esferovite (caixas 4C)
X-ato	Cortar esferovite “B90” e cartão para revestir as mesas
Esferovite	Embalagem
Alicate	Endireitar local de encaixe dos montantes quando necessário

APÊNDICE 5 – FLUXOGRAMA DA EMBALAGEM

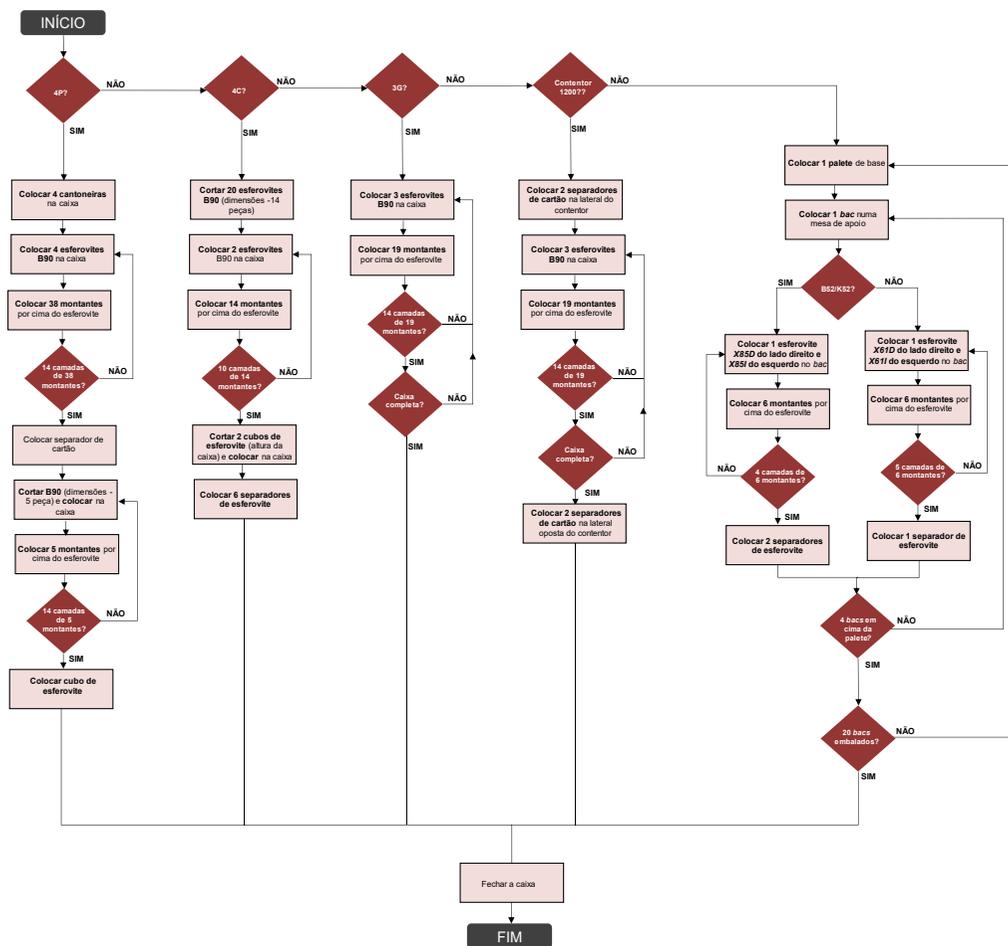


Figura 80 – Fluxograma da Embalagem

APÊNDICE 6 – LISTAGEM DE MATERIAIS CONSUMIDOS NA EMBALAGEM

Neste apêndice são listados os materiais que são consumidos em cada tipo de embalagem e são apresentados os respectivos esquemas.

Em primeiro lugar, na Figura 81 é possível observar os materiais consumidos em cada tipo de embalagem e as respectivas quantidades necessárias. Como é perceptível nesta figura, no total são utilizados sete tipos de esferovite: “B90” (reaproveitado das caixas de matéria-prima), “cubos de esferovite padrão”, “cubos de esferovite pequenos”, “X85D”, “X85I”, “X61D” e “X61I”.

Montante	Designação	Tipo Embalagem	Cliente	Ref_Cliente	Cod Produto Esquerda	Cod Produto Direita	Peso (kg)	Material	Etiqueta	Código material	Dimensões	Quantidade	Capacidade (qtid)	Peso (kg)	Peso Bruto (kg)	
B52	Mnt-Pta B52 Cartón Tra Dch/ltzq	3P	ILN Valladolid Resa	822304066R 822304066R	690101012	690101011	0,525	caixa/palet cosidas a base 1140x950x850		180001770	1440 x 950 x 850	1	645	10,45	349,075	
			palet					-	-	1	-	-				
		Lear Corporation Pontvedra, S.A.U./S.L.U.	690101011 690101012					Esterovite	Sep. pollespan B90	184002580	Reciclado	70	-	-	-	
		Cubos Esterovite Padrão	184002700	260x 260x 700	1	-	-	-								
	Mnt-Pta B52 Tra Dch/ltzq Pilest	bacs	Renault Ubergerville, R.N.U.R. (Automobiles MPR Eragny), Renault Tanger Exploitation SAS (RT), Renault S.A.S., Automobiles Dacia	822304066R 822312401R	690141022	690141021	0,525	Bac O -1322	Bac O -1322	1322	1000 x 300 x 200	20	24	2	19,4	19,4
				palet				SLI - 2112	-	-	1	20 bacs	-	-		
				Esterovite D				Sep pollespan inf. X-85 Dch	184002081	-	4	-	-	-		
				Esterovite I				Sep pollespan inf. X-85 ltzq	184002082	-	4	-	-	-		
		Lear Corporation Pontvedra, S.A.U./S.L.U.	690101011 690101012					Cubos Esterovite Pequenos	T-pollespan	184002560	-	2	-	-	-	
	Mnt-Pta B52 Tra Dch/ltzq Carton	4C	Renault Ubergerville, Renault MPR Villeroy, R.N.U.R. (Automobiles MPR Eragny), Automobiles Dacia	8200497871 822312401R	690130042	690130041	0,525	caixas 4C's	caja cartón 4C	180110240	1140 x 475 x 640	1	140	17	90,5	90,5
				palet				-	-	1	-	-	-			
				Esterovite				Paíne Montantes X32mm	184124250	Reciclado	20	-	-	-		
Cubos Esterovite Padrão				184002700				-	2	-	-	-				
	Lear Corporation Pontvedra, S.A.U./S.L.U.	690130041 690130042					Cubos Esterovite Pequenos	T-pollespan	184002560	-	6	-	-	-		
K52	Mnt-Pta K52 Tra Dch/ltzq	3P	ILN Valladolid Resa	822306202R 822317186R	690101022	690101021	0,525	caixas 3P's	caja/palet cosidas a base 1140x950x850	180001770	1440 x 950 x 850	1	645	10,45	349,075	
			palet	-				-	1	-	-	-				
		Lear Corporation Pontvedra, S.A.U./S.L.U.	690101021 690101022					Esterovite	Sep. pollespan B90	184002580	Reciclado	60	-	-	-	
		Cubos Esterovite Padrão	184002700	260x 260x 700	3	-	-	-								
	Mnt-Pta K52 Tra Dch/ltzq Pilest	bacs	Renault Ubergerville, Renault MPR Villeroy, R.N.U.R. (Automobiles MPR Eragny), Renault Tanger Exploitation SAS (RT), Automobiles Dacia	822306202R 822317186R	690141032	690141031	0,525	Bac O -1322	Bac O -1322	1322	1000 x 300 x 200	1	24	2	14,6	14,6
				palet				SLI - 2112	-	-	1	20 bacs	19,4	-		
				Esterovite D				Sep pollespan inf. X-85 Dch	184002081	-	5	-	-	-		
				Esterovite I				Sep pollespan inf. X-85 ltzq	184002082	-	5	-	-	-		
		Lear Corporation Pontvedra, S.A.U./S.L.U.	690141031 690141032					Cubos Esterovite Pequenos	T-pollespan	184002560	-	2	-	-	-	
	L52	Mnt-Pta L52 Tra Dch/ltzq Cartón	3P	ILN Valladolid RESA	822309723R 822310474R	690101032	690101031	0,527	caixas 3P's	caja/palet cosidas a base 1140x950x850	180001770	1440 x 950 x 850	1	645	10,45	350,365
				palet	-				-	1	-	-	-			
			Lear Corporation Pontvedra, S.A.U./S.L.U.	690101031 690101032					Esterovite	Sep. pollespan B90	184002580	Reciclado	60	-	-	-
		Cubos Esterovite Padrão	184002700	260x 260x 700	3	-	-	-								
Mnt-Pta L52 Tra Dch/ltzq Pilest		bacs	Renault Ubergerville, Renault MPR Villeroy, R.N.U.R. (Automobiles MPR Eragny), Automobiles Dacia	822309723R 822310474R	690141042	690141041	0,527	Bac O -1322	Bac O -1322	1322	1000 x 300 x 200	24	24	2	14,648	14,648
				palet				SLI - 2112	-	-	1	20 bacs	19,4	-		
				Esterovite D				Sep pollespan inf. X-85 Dch	184002081	-	4	-	-	-		
				Esterovite I				Sep pollespan inf. X-85 ltzq	184002082	-	4	-	-	-		
		Lear Corporation Pontvedra, S.A.U./S.L.U.	690141041 690141042					Cubos Esterovite Pequenos	T-pollespan	184002560	-	2	-	-	-	
Mnt-Pta L52 Tra Dch/ltzq Carton		4C	Renault Ubergerville, R.N.U.R. (Automobiles MPR Eragny), Renault Tanger Exploitation SAS (RT), Renault S.A.S., Automobiles Dacia	822309723R 822310474R	690141182	690141181	0,527	caixas 4C's	caja cartón 4C	180110240	1140 x 475 x 640	1	140	17	90,78	90,78
				palet				-	-	1	-	-	-			
				Esterovite				Paíne Montantes X32mm	184124250	Reciclado	20	-	-	-		
	Cubos Esterovite Padrão			184002700				-	2	-	-	-				
	Lear Corporation Pontvedra, S.A.U./S.L.U.	690141181 690141182					Cubos Esterovite Pequenos	T-pollespan	184002560	-	6	-	-	-		
W62	Subc. Mnt-Pta W62 Del Cartón Dch/ltzq	3G	Renault Ubergerville ILN Valladolid RESA	803877232R 803865931R	690101142	690101141	0,586	caixas 3G's	Caja palet	180007260	1413x1086x710	1	532	27	338,752	
			Esterovite	Sep. pollespan B90				184002580	Reciclado	84	-	-	-			
		Lear Corporation Pontvedra, S.A.U./S.L.U.	690101141 690101142					contentor 1200	contentor Me	SLI1200	1530x1120x690	1	532	150	150	
		Cubos Esterovite Padrão	184002700	260x 260x 700	3	-	-	-								
	Mnt-Pta W62 Del Dch/ltzq	contentor 1200	Renault Ubergerville, Sovab, Renault S.A.S., Lear Corporation Pontvedra, S.A.U./S.L.U.	803877232R 803865931R	690140182	690140181	0,586	Esterovite	Sep. pollespan B90	184002580	Reciclado	78	-	-	-	
				palet				-	-	1	-	-	-			
				separador cartão				Plancha Cartón 1700x1050 cartón 329x6	179003790	1250x203x40	4	-	-	-		
				caja cartón mo				Caja repuesto montante W62	180021600	1413x1086x710	1	532	150	461,752		
		Lear Corporation Pontvedra, S.A.U./S.L.U.	690140181 690140182					palet	-	-	-	1200x1000x125	1	-	-	-
		saco plástico	-	-	4	-	-	-								
	Montante Pta. FLC X-61 Dch/ltzq	bacs	Renault Ubergerville, Renault MPR Villeroy, Renault Maubeuge	8200497871 820049772	690140042	690140041	0,43	Bac O -1322	Bac O -1322	1322	1000 x 300 x 200	1	30	2	14,9	14,9
				palet				SLI - 2112	-	-	1	20 bacs	-	-		
Esterovite D				Sep pollespan inf. X-85 Dch				184002571	-	5	-	-	-			
Esterovite I				Sep pollespan inf. X-85 ltzq				184002572	-	5	-	-	-			
	Lear Corporation Pontvedra, S.A.U./S.L.U.	690140041 690140042					Cubos Esterovite Pequenos	T-pollespan	184002560	-	1	-	-	-		
Mnt-Pta X82 Tra Dch/ltzq	contentor 1200	RENAULT USINE DE SANDOUVILLE, Renault Ubergerville, Renault MPR Villeroy	803877346R 803865429R	690140152	690140151	0,638	contentor 1200	contentor Me	SLI1200	1530x1120x690	1	532	150	489,416	489,416	
			Cubos Esterovite Padrão				184002700	260x 260x 700	3	-	-	-				
			Esterovite				Sep. pollespan B90	184002580	Reciclado	84	-	-	-			
			separador cartão				Plancha Cartón 1700x1050 cartón 329x6	179003790	1700 x 1050	4	-	-	-			
	Lear Corporation Pontvedra, S.A.U./S.L.U.	690140151 690140152														

Figura 81 – Materiais consumidos na embalagem

Dito isto, em baixo são apresentados os *croquis* dos cinco tipo de embalagem existentes na secção. Dando apenas realço à embalagem em caixas 4C, que difere um pouco das restantes, em que é necessário proceder à operação de dimensionamento do esferovite (Figura 87).

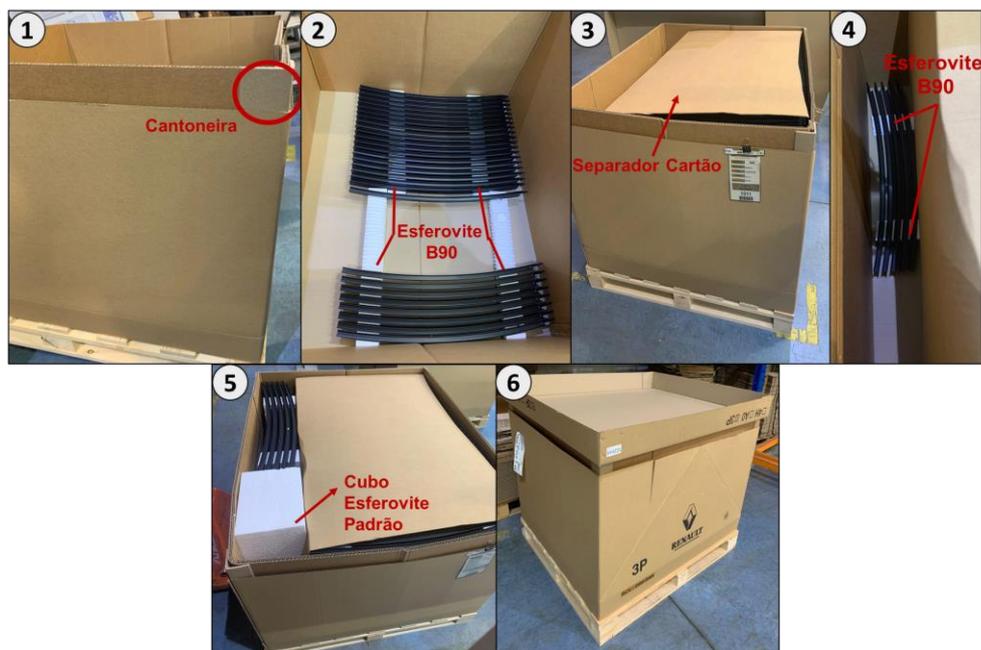


Figura 82 – Croqui caixa 3P



Figura 83 – Croqui bacs

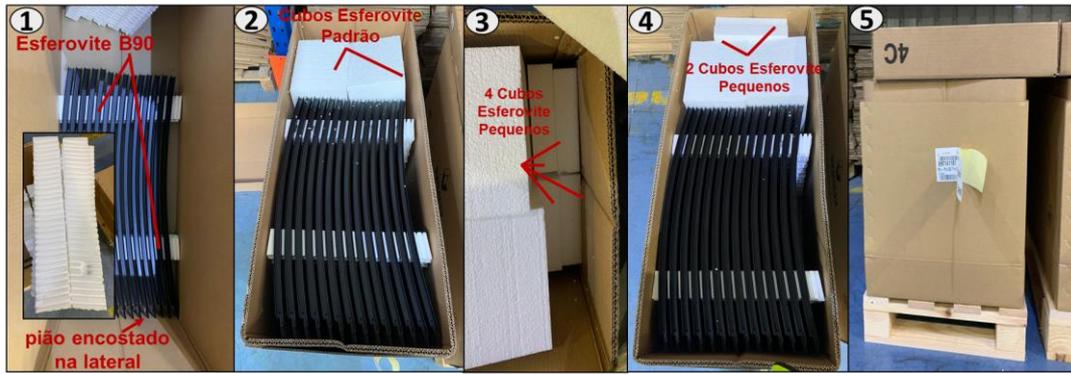


Figura 84 – Croqui caixas 4C's

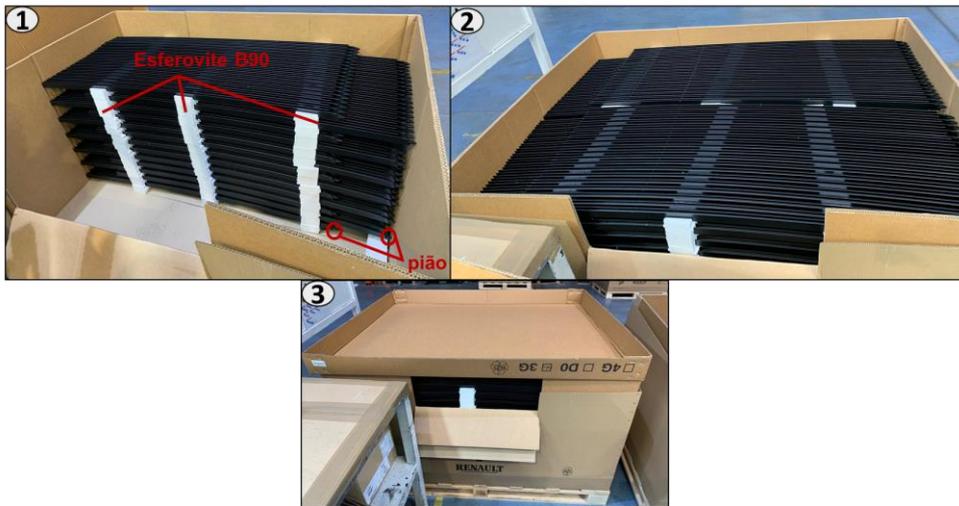


Figura 85 – Croqui caixa 3G

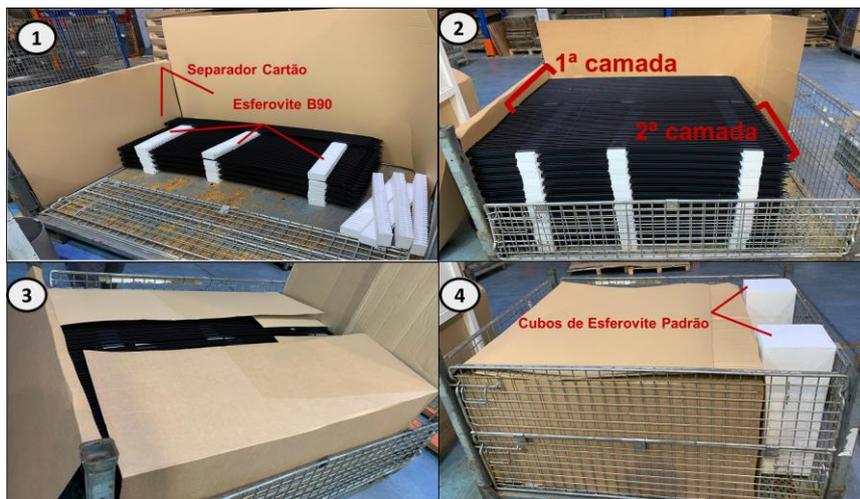


Figura 86 – Croqui Contentor 1200

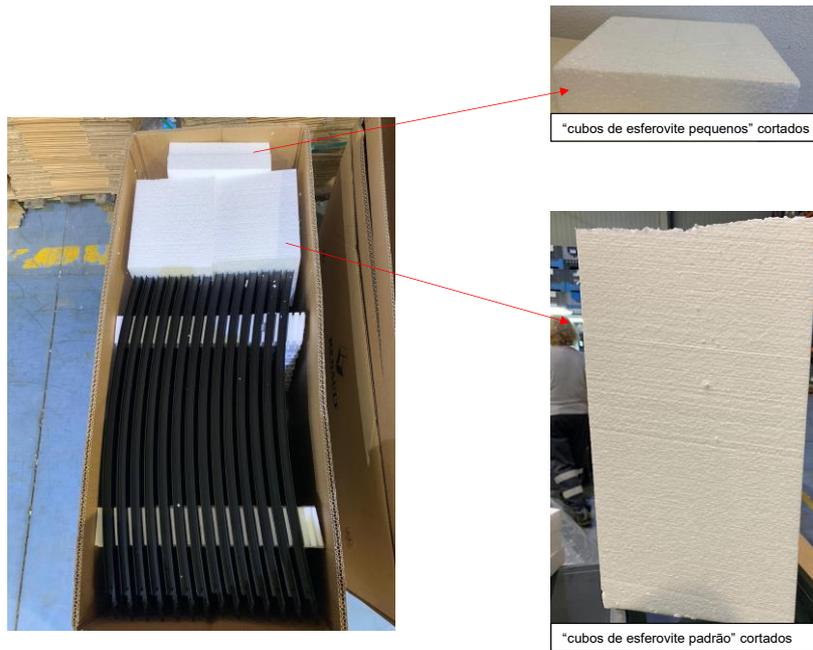


Figura 87 – Corte dos "cubos de esferovite padrão"

APÊNDICE 7 – LEGENDA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS DOS BPMN

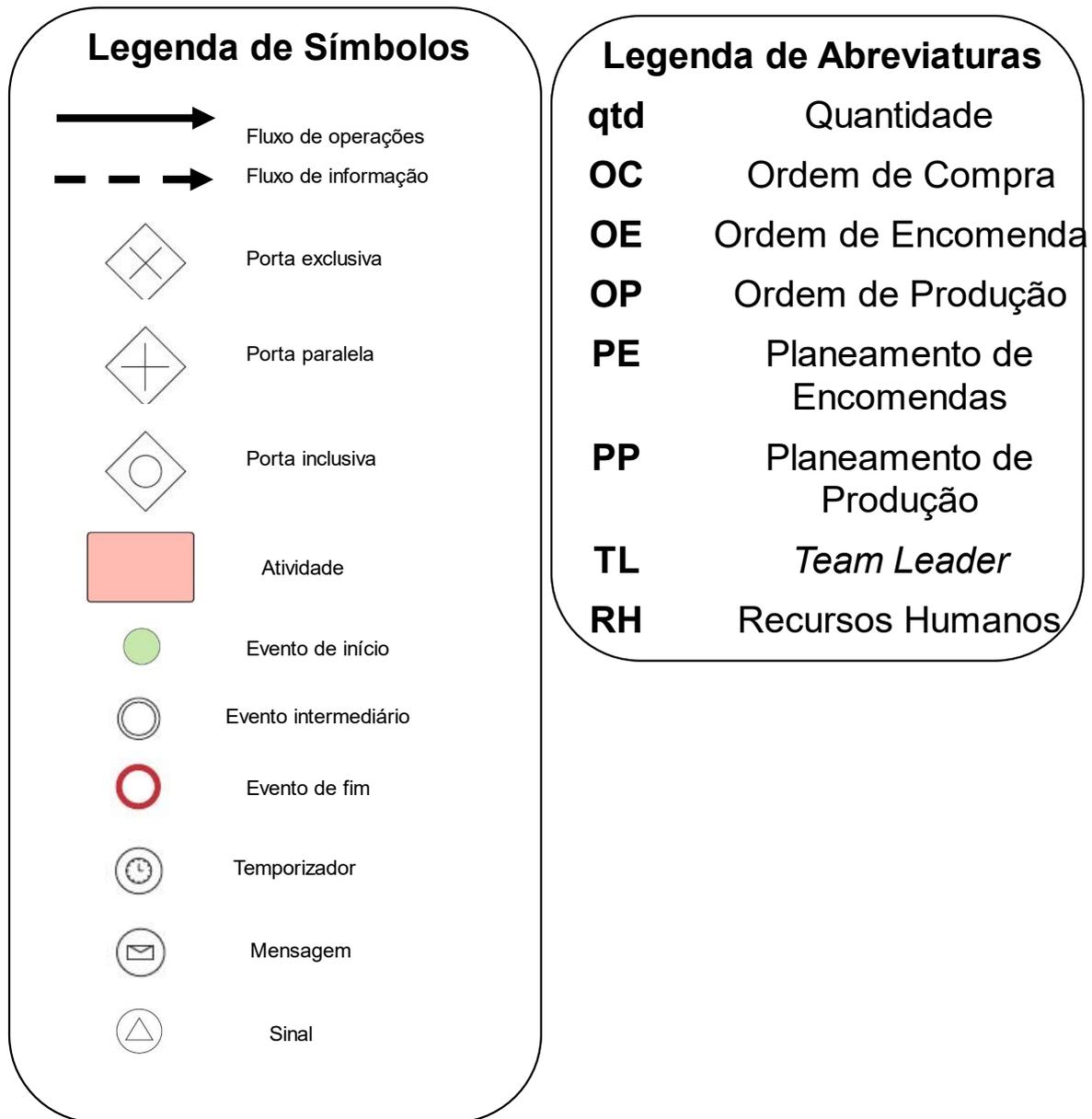


Figura 88 – Legenda de símbolos e abreviaturas de BPMN's

APÊNDICE 8 – BPMN DO FLUXO DE INFORMAÇÃO GERAL

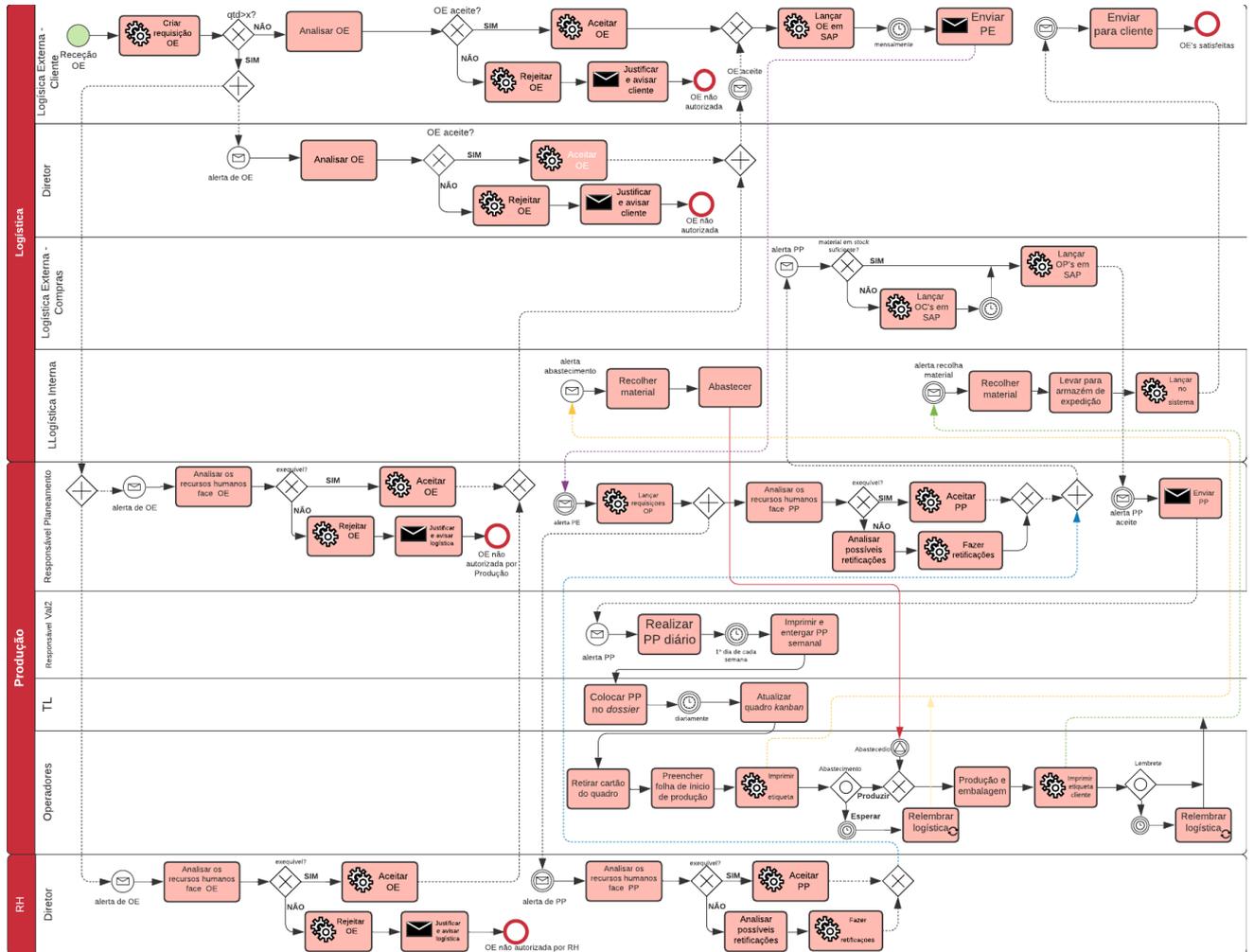


Figura 89 – BPMN de fluxo de informação Geral

APÊNDICE 9 – BPMN DO FLUXO DE INFORMAÇÃO PARA PP DIÁRIO

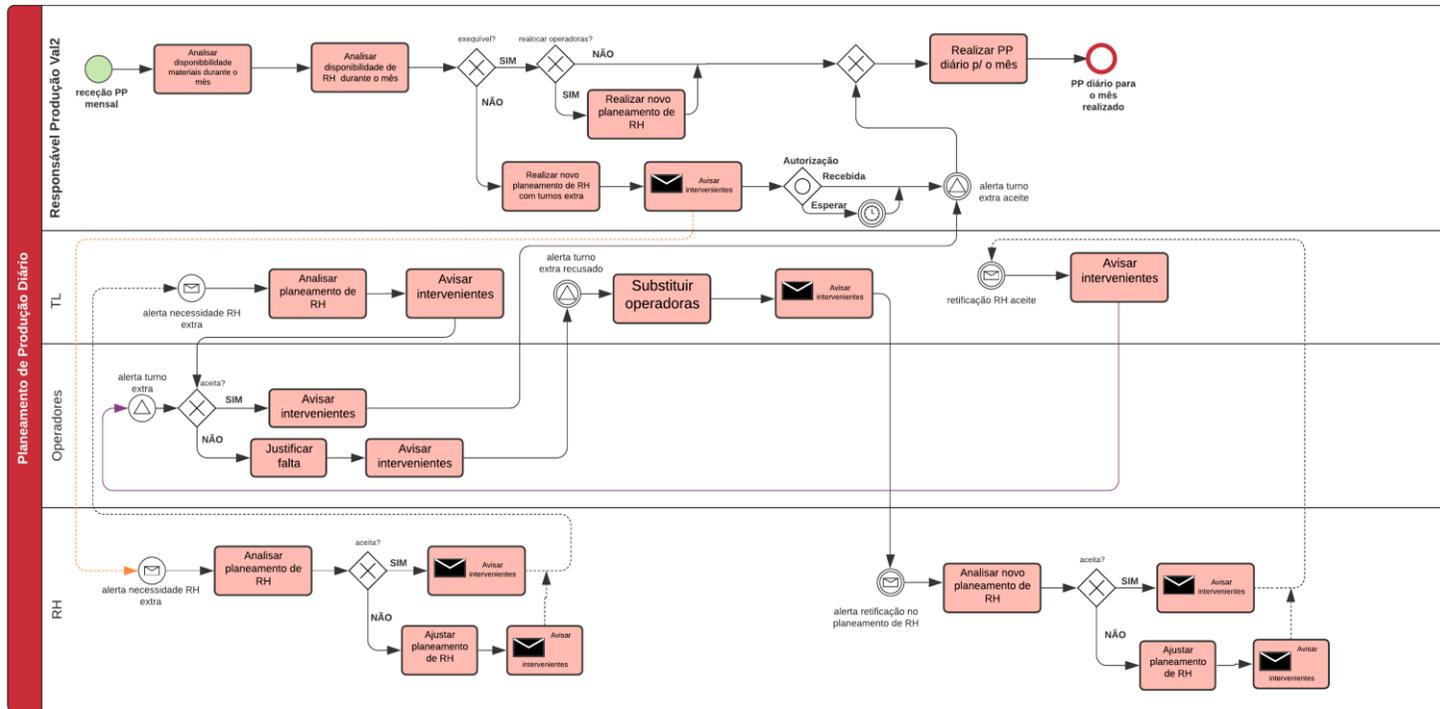


Figura 90 – BPMN de fluxo de informação para PP diário de um mês

APÊNDICE 10 – BPMN DO FLUXO DE INFORMAÇÃO PARA SATISFAZER OP

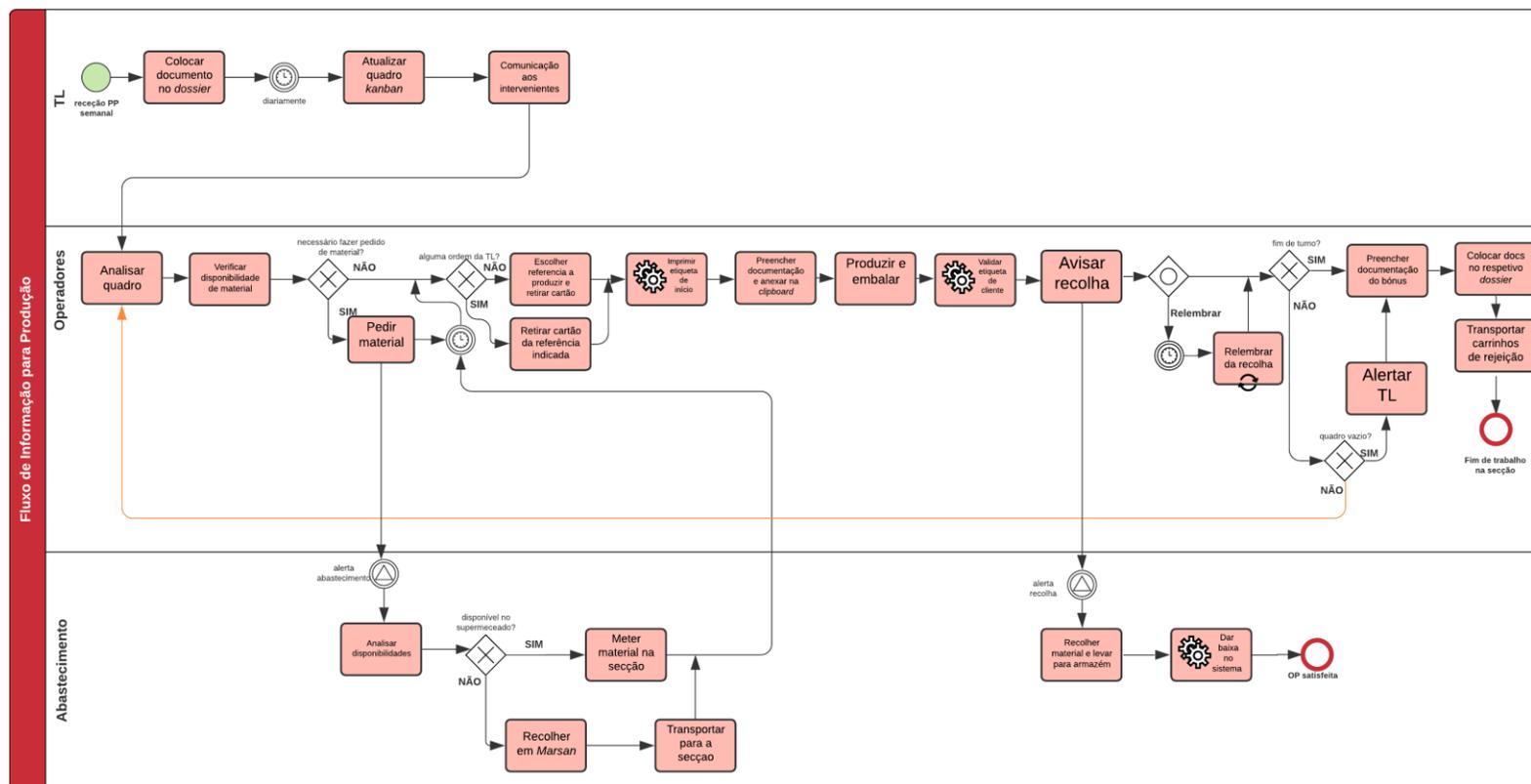


Figura 91 – BPMN de fluxo de informação para satisfazer OP

APÊNDICE 11 – MAPA DE ALOCAÇÃO DAS OPERADORES (JANEIRO)

No presente apêndice está apresentado o mapa de alocação de operadores, ao longo das três primeiras semanas de janeiro (Figura 92), que foi elaborado através de observação direta à secção. Na parte inferior da tabela estão representadas as equipas da secção.

Ref.	"mód"	semana 1												semana 2												semana 3											
		04/jan		05/jan		06/jan		07/jan		08/jan		11/jan		12/jan		13/jan		14/jan		15/jan		18/jan		19/jan		20/jan		21/jan		22/jan							
		M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T						
B52	B52 D		9770		9770									9770		9770																					
	B52 E													9770	3294	64842					9770	3294							3294		3294						
K52	K52 D																																				
	K52 E																																				
L52	L52 D	3294	64842				64842	3294	64842	64842		64842		64842	3294												64842		64842								
	L52 E				64842				9770																					64842							
W62	W62 D	67358	9770	67358		67358	68364	67358		3294	9770		3294	9770	67358						67358			67358			9770	68364	67358		9770						
	W62 E			3294	9770	67358		67358		67358	68364				67358	3345		67358	9770		64842	68364			9770	3294	3345	9770		67358	9770	67358	9770				
X61	X61 D																		3294																		
	X61 E																		67358																		
X82	X82 D	3345					3486		68364		9770					64842	3294				67358	3345	3294	64842		64842	3294		3294	9770		9770					
	X82 E	3294	68364					67358		9770	68364	9770																67358	9770								
nº ops		3	3	2	2	3	3	3	2,5	3		2	1	2	2,5	2	2,5	1	2	2,5	2,33	2	2	2,5	2	2,5	3	2	2,5	2							
		semana 1												semana 2												semana 3											
		M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T						
		67358	9770	67358	9770	67358	9770	67358	9770	67358	9770	67358	9770	67358	9770	67358	9770	67358	9770	67358	9770	67358	9770	67358	9770	67358	9770	67358	9770	67358	9770						
		3294	68364	3294	68364	3294	68364	3294	68364	3294	68364	3294	68364	3294	68364	3294	68364	3294	68364	3294	68364	3294	68364	3294	68364	3294	68364	3294	68364	3294	68364						
		3345	64842	3345	64842	3345	64842	3345	64842	3345	64842	3345	64842	3345	64842	3345	64842	3345	64842	3345	64842	3345	64842	3345	64842	3345	64842	3345	64842	3345	64842						
		3486	4000	3486	4000	3486	4000	3486	4000	3486	4000	3486	4000	3486	4000	3486	4000	3486	4000	3486	4000	3486	4000	3486	4000	3486	4000	3486	4000	3486	4000						
turno		B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A						
		Alex	Sonia	Alex	Sonia	Alex	Sonia	Alex	Sonia	Alex	Sonia	Alex	Sonia	Alex	Sonia	Alex	Sonia	Alex	Sonia	Alex	Sonia	Alex	Sonia	Alex	Sonia	Alex	Sonia	Alex	Sonia	Alex	Sonia						
		Piedade	Teresa	Piedade	Teresa	Piedade	Teresa	Piedade	Teresa	Piedade	Teresa	Piedade	Teresa	Piedade	Teresa	Piedade	Teresa	Piedade	Teresa	Piedade	Teresa	Piedade	Teresa	Piedade	Teresa	Piedade	Teresa	Piedade	Teresa	Piedade	Teresa						
		Lisa	Lucinda	Lisa	Lucinda	Lisa	Lucinda	Lisa	Lucinda	Lisa	Lucinda	Lisa	Lucinda	Lisa	Lucinda	Lisa	Lucinda	Lisa	Lucinda	Lisa	Lucinda	Lisa	Lucinda	Lisa	Lucinda	Lisa	Lucinda	Lisa	Lucinda	Lisa	Lucinda						
		3345	64842	3345	64842	3345	64842	3345	64842	3345	64842	3345	64842	3345	64842	3345	64842	3345	64842	3345	64842	3345	64842	3345	64842	3345	64842	3345	64842	3345	64842						
		Irene	Carla	Irene	Carla	Irene	Carla	Irene	Carla	Irene	Carla	Irene	Carla	Irene	Carla	Irene	Carla	Irene	Carla	Irene	Carla	Irene	Carla	Irene	Carla	Irene	Carla	Irene	Carla	Irene	Carla						
		3486	4000	3486	4000	3486	4000	3486	4000	3486	4000	3486	4000	3486	4000	3486	4000	3486	4000	3486	4000	3486	4000	3486	4000	3486	4000	3486	4000	3486	4000						

Figura 92 – Mapa alocação operadores (janeiro)

APÊNDICE 12 – MAPA DE PRODUÇÃO (JANEIRO)

Montante	"mão"	Referência	04/jan		05/jan		06/jan		07/jan		08/jan		11/jan		12/jan		13/jan		14/jan		15/jan		18/jan		19/jan		20/jan		21/jan		22/jan		
			M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	
B52	B52 D	690101011	0	0	855	248	0	0	0	0	0	0	0	0	0	492	340	188	0	0	0	100	357	645	0	0	0	0	0	0	0	0	
		690141021	0	264	216	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	264	0	384	792	0	0	0	0	0	
		690130041	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	140	0	840	0	0	0	0	0	520	40	0	0	0	0	0	0	0	
	B52 E	690101012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1290	0	0	0	0	0	0	645	0	0	645	0	0	0	0	0	
		690141022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	312	20	197	0	0	0	0	264	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		690130042	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	138	0	0	0	0	427	560	0	0	0	0	0	420	0	1120	0
K52	K52 D	690141031	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	K52 E	690141032	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
L52	L52 D	690101031	255	0	0	0	0	254	0	0	0	0	148	960	0	0	0	0	103	0	0	0	0	0	0	0	41	0	44	0	0	0	
		690141041	0	480	0	496	0	0	0	0	168	313	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	480	0	0	0	0	0	
		690141181	0	325	0	480	0	178	280	561	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	679	0	606	0	0
	L52 E	690101032	0	0	0	0	0	0	0	70	0	653	545	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	300
		690141042	0	0	0	0	0	0	0	0	0	480	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		690141182	630	257	0	89	0	15	0	704	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	700	
W62	W62 D	690140181	804	400	582	0	64	1442	836	0	1382	240	0	0	372	794	0	0	0	0	532	0	1052	0	0	0	1608	1364	232	0	0	610	
		690101141	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		690140182	0	0	962	1166	1596	0	228	0	304	1064	0	0	0	325	0	1266	0	0	1257	0	60	239	782	332	0	0	1368	760	1596	0	
X61	X61 D	690101142	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		690140041	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	720	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
X82	X82 D	690140042	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	840	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		690140151	554	0	0	0	0	1350	152	0	532	86	0	0	0	641	1096	0	0	0	0	1002	432	96	0	505	567	0	964	0	0	632	
X82	X82 E	690140152	442	400	0	0	1418	0	412	0	652	340	1182	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1348	618	0	0	0	0	0	0	

Figura 93 – Mapa de produção (janeiro)

APÊNDICE 13 – ESTUDO DOS TEMPOS DO B52 DIREITO (3P)8

A técnica utilizada para a medição dos tempos das tarefas manuais ou de ciclos curtos foi a observação direta intensiva, mais concretamente, o estudo de tempos/cronometragem.

Ao ser efetuado o estudo dos tempos, verificou-se que existia discrepância no ritmo de trabalho dos operadores, ou até mesmo no ritmo do mesmo operador em momentos temporais diferentes. Devido a esta variabilidade, para garantir a fiabilidade do estudo e que as medições eram representativas, determinou-se o número mínimo de observações a efetuar (N').

$$N' = \left[\frac{Z \times s}{\epsilon \times m} \right]^2 \quad (7)$$

Na equação (7): z é uma constante de 2, para um nível de confiança de 95% e é obtida através de uma tabela de distribuição normal padronizada (1.96, que normalmente é arredondado para 2); s é o desvio padrão dos tempos observados; m a média dos tempos observados (TO); ϵ a precisão, que se definiu como $\pm 5\%$. Esta fórmula, admite que a variação das observações é devido ao acaso, o que permite considerar uma distribuição aproximadamente normal dos tempos observados.

Para determinar o desvio padrão (s), dependendo do tamanho da amostra, utiliza-se uma das fórmulas abaixo:

$$N \leq 30: s = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{N-1}} \quad (8)$$

$$N > 30: s = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{N}} \quad (9)$$

Em primeiro lugar, antes de se proceder à medição dos tempos, realizou-se uma pré-análise para definir a Atividade de Referência (AR). É indispensável que o tempo de cada atividade reflita, de alguma forma, o ritmo ou a cadência com que a atividade foi efetuada, assim, a AR transparece o que o observador considera corresponder ao normal de execução de trabalho, ou seja, de um executante médio, bem treinado e qualificado, mas na ausência de qualquer estímulo (remuneração ao rendimento).

Assim, para determinar a AR optou-se por definir um padrão próprio, tendo-se para tal efetuado uma série de filmagens a um dos operadores de uma das equipas, em diferentes momentos temporais.

* O presente apêndice foi desenvolvido com recursos aos conhecimentos da aluna adquiridos na Unidade Curricular de *Ergonomia e Estudo de Trabalho*.

Posteriormente, com auxílio da gestão, selecionou-se um conceito que fosse representativo da tarefa e definiu-se a escala presente na Tabela 11.

Tabela 21 – Escala de avaliação subjetiva dos tempos

Ritmo	FA
Excessivamente elevado	1,21 - 1,3
Elevado	1,01 - 1,2
Normal	1
Suficiente	0,7 - 0,99
Excessivamente baixo	<0,69

De seguida, procedeu-se às medições de tempo e, simultaneamente, com auxílio da escala definida na Tabela 21, ao julgamento das atividades (Figura 94).

Amostragem	Nº	Qtd	TO total (s)	TO unit (s)	FA	TN (s)	Notas (acontecimentos)
1	1	2	43,5	21,8	0,9	19,6	-
	2	2	45,3	22,6	0,9	20,4	-
	3	2	42,1	21,0	0,9	18,9	-
	4	2	69,2	34,6	0,7	24,2	A operadora em vez de armazenar direto, pousava em cima e depois armazenava.
	5	2	38,7	19,3	0,9	17,4	-
	6	3	59,7	19,9	0,9	17,9	-
	7	4	75,6	18,9	0,9	17,0	-
	8	2	70,8	35,4	0,9	31,8	A operadora em vez de armazenar direto, pousava em cima e depois armazenava.
	9	3	65,0	21,7	0,9	19,5	-
	10	6	601,5	100,3	0,3	30,1	-
	11	4	109,5	27,4	0,9	24,6	-
	12	4	117,0	29,2	0,9	26,3	-
	13	3	77,3	25,8	0,9	23,2	-
	14	3	86,9	29,0	0,9	26,1	-
	15	3	78,5	26,2	0,9	23,5	-
	16	4	73,6	18,4	0,9	16,6	-
	17	4	80,0	20,0	0,9	18,0	-
	18	4	95,4	23,8	0,9	21,5	-
	19	4	76,1	19,0	0,9	17,1	-
	20	2	172,2	86,1	0,3	25,8	-

Figura 94 – Primeira amostragem - estudo dos tempos

Na primeira amostragem, obteve-se um número de observações mínimo de 64, pelo que se procedeu a mais 20 observações (Figura 95).

Amostragem	Nº	Qtd	TO total (s)	TO unit (s)	FA	TN (s)	Notas (acontecimentos)
2	21	4	82,6	20,7	0,9	18,6	-
	22	4	76,7	19,2	0,9	17,3	-
	23	4	80,5	20,1	0,9	18,1	-
	24	4	80,8	20,2	0,9	18,2	-
	25	6	131,5	21,9	0,9	19,7	-
	26	4	83,7	20,9	0,9	18,8	-
	27	8	145,9	18,2	0,9	16,4	-
	28	4	85,7	21,4	0,9	19,3	-
	29	6	132,9	22,1	0,9	19,9	-
	30	8	603,4	75,4	0,4	30,2	pausa para conversa
	31	6	161,0	26,8	0,9	24,1	-
	32	6	159,0	26,5	0,9	23,8	-
	33	6	399,4	66,6	0,4	26,6	pausa para conversa
	34	6	455,5	75,9	0,4	30,4	pausa para conversa
	35	6	159,5	26,6	0,9	23,9	-
	36	6	158,4	26,4	0,9	23,8	-
	37	6	159,6	26,6	0,9	23,9	-
	38	6	145,8	24,3	0,9	21,9	-
	39	6	152,6	25,4	0,9	22,9	-
	40	6	151,4	25,2	0,9	22,7	-

Figura 95 – Segunda amostragem - estudo dos tempos

Na segunda amostragem, o número mínimo de observações obtidas foi de 54, pelo que se procedeu a mais uma amostragem de 20 observações (Figura 96).

Amostragem	Nº	Qty	TO total (s)	TO unit (s)	FA	TN (s)	Notas (acontecimentos)
3	41	4	82,4	20,6	0,9	18,5	-
	42	4	83,5	20,9	0,9	18,8	-
	43	4	79,5	19,9	0,9	17,9	-
	44	4	82,3	20,6	0,9	18,5	-
	45	6	128,7	21,4	0,9	19,3	-
	46	6	127,1	21,2	0,9	19,1	-
	47	6	300,0	50,0	0,4	20,0	pausa para conversa
	48	6	125,9	21,0	0,9	18,9	-
	49	6	124,3	20,7	0,9	18,6	-
	50	6	122,0	20,3	0,9	18,3	-
	51	6	125,0	20,8	0,9	18,7	-
	52	6	119,2	19,9	0,9	17,9	-
	53	6	111,0	18,5	0,9	16,6	-
	54	10	210,0	21,0	0,9	18,9	-
	55	10	214,3	21,4	0,9	19,3	-
	56	10	210,4	21,0	0,9	18,9	-
	57	10	209,0	20,9	0,9	18,8	-
	58	10	209,6	21,0	0,9	18,9	-
	59	10	215,0	21,5	0,9	19,4	-
	60	10	208,0	20,8	0,9	18,7	-

Figura 96 – Terceira amostragem - estudo dos tempos

Posto isto, na terceira e última amostragem, obteve-se um número mínimo de 49 observações (Figura 97). Assim, como 60 observações é inferior a 49, o tempo de ciclo médio de uma referência de B52 Direito embalado em caixa 4C é de 20.9 segundos, o que difere bastante do definido pela empresa.

Símbolo	Valor
s1	4,49669808
m1	22,0
N1	63,6839876
s2	4,13618096
m2	22,0
N2	53,756631
s3	3,73770388
m3	20,9
N3	48,6367232

Figura 97 – Resultados amostragens

Em suma, o tempo de ciclo medido e o tempo de ciclo definido pela empresa, diferem em 7.05 segundos, pelo que as pausas constantes para conversa entre operadores, visível na Figura 96 e Figura 97, podem ser uma das consequências do deficiente dimensionamento dos tempos de ciclo.

APÊNDICE 14 – LEGENDA DE SÍMBOLOS DE DIAGRAMA DE PROCESSOS

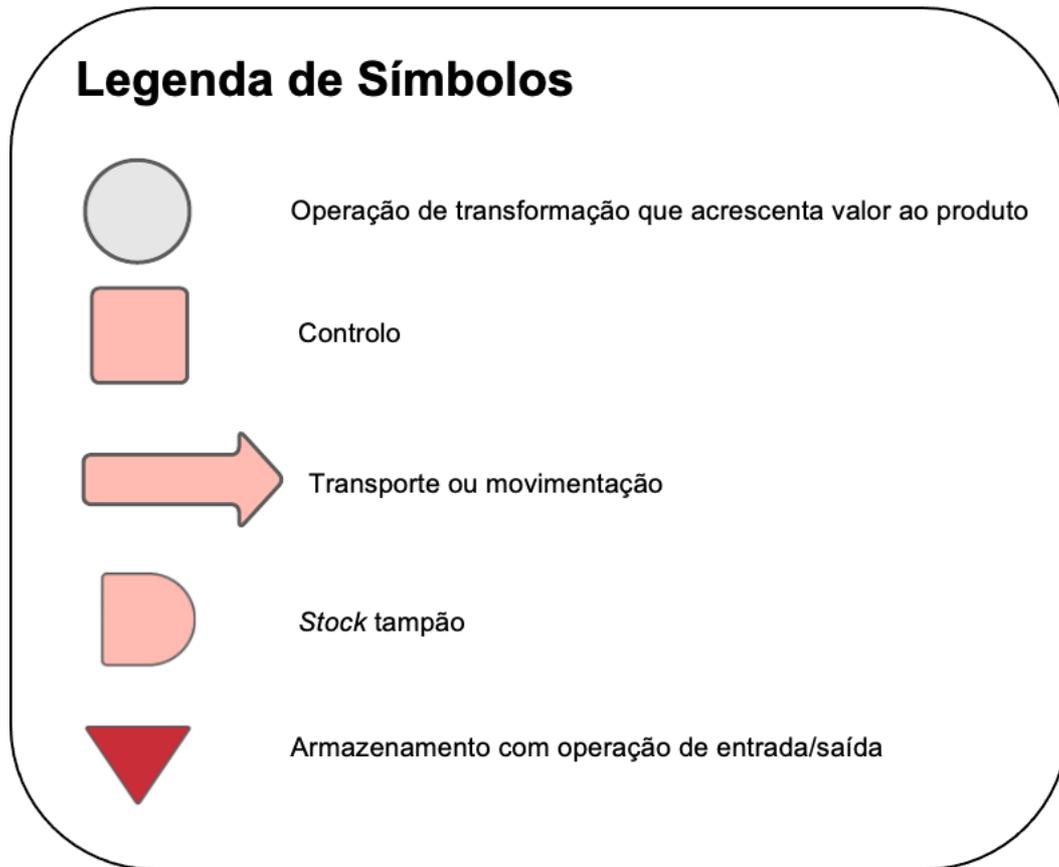


Figura 98 – Legenda de símbolos de diagrama de processos

APÊNDICE 15 – LISTAGEM DE OPERAÇÕES DAS IPT'S

Montante	Grupo	Nº	Operação	
B52 KS2	1	1	Colocar ponteira plástica na ferramenta.	
		2	Rever aspeto e marcação do montante.	
		2.1	Colocar montante na caixa de rejeição se NOK.	
		3	Puxar o P/NP para trás e colocar peça-padrão na ferramenta.	
		4	Verificar posição do furo no P/NP.	
		4.1	Colocar montante na caixa de rejeição se NOK.	
		5	Empurrar alavanca para a frente, encaixando a ponteira plástica no montante.	
	2	6	Retirar montante da plantilha, puxando P/NP para trás.	
		7	Verificar o encaixe (ausência, posição NOK ou rotura).	
L52	1	8	Repetir 6 vezes o grupo de operações nº 1.	
		9	Embalar os montante 2 a 2, segundo a Ficha de Embalagem correspondente.	
	2	1	Rever aspeto e marcação do montante.	
		1.1	Colocar montante na caixa de rejeição se NOK.	
		2	Encaixar a ponteira plástica no extremo do montante.	
		3	Repetir 6 vezes o grupo de operações nº 1, colocando os montantes sobre a mesa.	
		4	Armazenar os 6 montantes no esferovite da passadeira.	
		4.1	Ao perfazer uma fila de 33 montantes, colocar uma gota de supercola em cada montante.	
		5	Colocar esferovite, para armazenar mais uma fila de 33 montantes.	
W62	1	1	Rever aspeto e marcação do montante.	
		1.1	Colocar montante na caixa de rejeição se NOK.	
		2	Colocar a ponteira plástica no extremo do montante.	
		3	Encaixar a ponteira plástica.	
	2	4	Repetir 10 vezes no máximo o grupo de operações nº 1.	
		5	Embalar segundo a Ficha de Embalagem correspondente.	
	2 OPERADORES NO POSTO			
	1	1	Operador A: Rever aspeto e marcação do montante, 2 a 2.	
		1.1	Colocar montante na caixa de rejeição se NOK.	
		2	Operador B: Colocar a ponteira plástica no extremo do montante.	
	2	3	Encaixar a ponteira plástica.	
		4	Repetir 10 vezes no máximo o grupo de operações nº 1.	
		5	Embalar segundo a Ficha de Embalagem correspondente.	
	X61	1	1	Rever aspeto do montante.
			1.1	Colocar montante na caixa de rejeição se NOK.
2			Colocar 2 grampos no montante.	
3			Encaixar a ponteira plástica no extremo do montante.	
2		4	Verificar o encaixe (empurra/puxa).	
		5	Repetir 6 vezes o grupo de operações nº 1.	
X82	1	6	Embalar segundo a Ficha de Embalagem correspondente.	
		1	Rever aspeto e marcação do montante.	
		1.1	Colocar montante na caixa de rejeição se NOK.	
	2	2	Encaixar a ponteira plástica no extremo do montante.	
		3	Verificar o encaixe (empurra/puxa).	
		4	Repetir 6 vezes o grupo de operações nº 1.	
	2 OPERADORES NO POSTO			
	1	5	Embalar os montante 2 a 2, segundo a Ficha de Embalagem correspondente.	
		1	Operador A: Rever aspeto e marcação do montante, 2 a 2.	
1.1		Colocar montante na caixa de rejeição se NOK.		
2	2	Operador B: Encaixar a ponteira plástica no extremo do montante.		
	3	Verificar o encaixe (empurra/puxa).		
	4	Repetir 6 vezes o grupo de operações nº 1.		
5	Embalar os montante 2 a 2, segundo a Ficha de Embalagem correspondente.			

Figura 99 – Listagem operações das IPT's

APÊNDICE 16 – DESARRUMAÇÃO NA SECÇÃO

No presente apêndice, a desarrumação é exemplificada mais aprofundadamente.

Como 1º exemplo, é possível observar na Figura 100, o suposto posto de trabalho do K52 Direito, mas que na realidade é mais um local de armazenamento de sucata.



Figura 100 – Posto de trabalho do K52 Direito

Mais um exemplo pode ser observado na Figura 101, onde na prateleira etiquetada com “piões” (ponteiras plásticas), assinalada com o número 1 na figura, está lá armazenado esferovite. E, por sua vez, na prateleira etiquetada com “esferovite”, assinalada com o número 2, está lá armazenado, além de esferovite que efetivamente é necessário, uma caixa com ponteiras plásticas e um esferovite que sobrou de uma embalagem, que não tem qualquer utilidade.



Figura 101 – Posto de trabalho do B52 direito

Adicionalmente, na Figura 102 é possível observar o posto de trabalho do W62 Direito, num dia aleatório de produção e como é muito visível a desarrumação é uma realidade no mesmo.



Figura 102 – Posto de trabalho do W62 Direito

APÊNDICE 17 – CHECKLISTEWA



Assinale com um círculo a resposta



—EWA—

Idade: _____ Sexo: _____

Data: ___/___/___

1. ESPAÇO DE TRABALHO

- Avalie o espaço de trabalho, tendo em conta:
 - Área de trabalho horizontal: se todos os materiais, ferramentas estão bem situados;
 - Altura do plano de trabalho: se a altura das mesas é adequada;
 - Estado das ferramentas de trabalho: se as ferramentas estão em bom estado.
- (++) boas condições; (--) condições desfavoráveis.

R: -- - + ++

2. NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA EXIGIDA

- Avalie a intensidade física que o trabalho requer, tendo em conta:
 - Se por vezes tem sobrecarga por picos de produção;
 - Se existem pausas suficientes.
- (++) intensidade adequada; (--) intensidade desfavorável.



R: -- - + ++

3. TAREFAS DE ELEVAÇÃO/MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS

- Avalie a facilidade de mover as cargas;
- (++) cargas facilmente movíveis; (--) elevada dificuldade.



R: -- - + ++

4. QUALIDADE DAS POSTURAS E MOVIMENTOS

- Avalie os movimentos que o trabalho lhe exige dos pulsos, cotovelos, pescoço, ombros, costas, ancas e pernas;
- (++) sem desconforto em nenhuma parte do corpo mencionada; (--) desconforto elevado de pelo menos uma parte do corpo.



R: -- - + ++

5. RISCO DE ACIDENTES

- Avalie a possibilidade de lesão;
- (++) risco praticamente nulo; (--) elevado risco.



R: -- - + ++

6. PLANEAMENTO DO TRABALHO

- Avalie se considera se o planeamento de trabalho está adequado, por exemplo se as exigências são apropriadas.
- (++) planeamento adequado; (--) planeamento desadequado.



R: -- - + ++

Figura 103 – ChecklistEWA (1/2)



Assinale com um círculo a resposta



7. RESTRITIVIDADE DO TRABALHO

- Avalie se sente que existem fatores externos a limitar a qualidade do seu trabalho.
- **(++)** nada limitado; **(--)** muito limitado.

R: -- - + ++

8. COMUNICAÇÃO E CONTACTOS PESSOAIS ENTRE OS TRABALHADORES

- Avalie a oportunidade que tem de comunicar com outros colegas de trabalho e com os seus superiores.
- **(++)** existe especial cuidado para que haja comunicação **(--)** comunicação limitada

R: -- - + ++



9. QUALIDADE DA INFORMAÇÃO DISPONÍVEL

- Avalie a qualidade e a relevância da informação disponível no posto, tendo em conta as decisões que tem de tomar.
- **(++)** informação necessária disponível; **(--)** fraca documentação

R: -- - + ++



10. ILUMINAÇÃO

- **(++)** boa iluminação e **(--)** má iluminação.

R: -- - + ++



11. AMBIENTE TÉRMICO

- Avalie o ambiente térmico (temperatura, humidade, possíveis correntes de ar, etc.).
- **(++)** ambiente favorável; **(--)** ambiente não favorável às exigências das tarefas.

R: -- - + ++



12. RUÍDO

- **(++)** boas condições **(--)** condições desfavoráveis.

R: -- - + ++



Figura 104 – Checklist EWA (2/2)

APÊNDICE 18 – AVALIAÇÃO ANALISTA AOS 14 ITENS DO EWA

No presente apêndice é realizada uma análise aprofundada aos possíveis fatores críticos ergonómicos, através de uma análise esmiuçada aos 14 itens do EWA.

1º Local de trabalho

O primeiro item está relacionado com as imediações do espaço de trabalho (Figura 105), avaliando o estado, as dimensões e a localização do equipamento, da mobília e de outros componentes. A análise deste item é dividida em alíneas, sendo que cada uma destas foca-se em aspetos concretos do local de trabalho.



Figura 105 – Local de trabalho

Sendo assim, as alíneas que abrange são:

- Área de trabalho horizontal: avalia a posição dos materiais, das ferramentas e dos equipamentos. Como já foi referido em 4.2.4, não existe um *standard* na localização dos materiais e quando o existe não é respeitado. Isto pode ser confirmado na Figura 105, onde na prateleira alocada e etiquetada para o esferovite (primeira), está o material pessoal do operador. Mas o maior impacto da falta de regras nas localizações dos materiais é o risco associado a materiais perigosos, como facas espalhadas pela secção; explorado melhor no quinto item do método.
- Superfície de trabalho.
O método do EWA não contempla este aspeto, no entanto, um dos aspetos mais críticos foi o mau estado do revestimento das superfícies de trabalho (Figura 106).
As mesas são revestidas e reforçadas sempre que necessário pelos operadores, respetivamente, com cartão de refugo de diversas embalagens e com fita-cola.

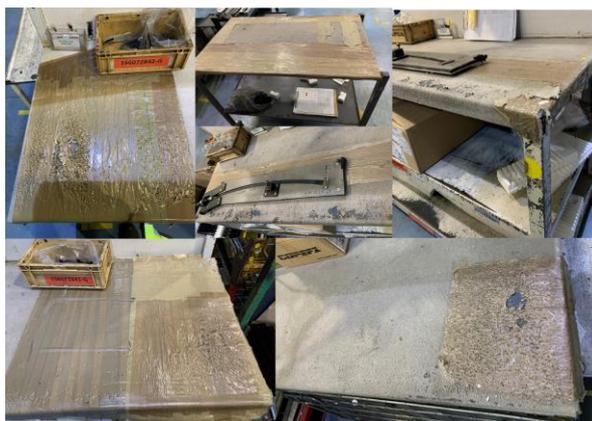


Figura 106 – Estado de superfície de trabalho

- Altura do plano de trabalho: avalia se a altura das mesas é adequada.
Assim sendo, concluiu-se que a altura está dentro das especificações (altura de 90 centímetros para tarefas de pé com alguma precisão visual).
- Visão: avalia se a distância recomendada é sempre possível.
O trabalho requer controlo visual, sendo que as tarefas do trabalho são classificadas pelo método como “exigentes”. No entanto, em momento algum, não é possível ao operador ter a distância recomendada.
- Espaço para as pernas: avalia se o espaço existente é aceitável, para ser possível mudar a posição das pernas.
Concluiu-se que existe espaço em todas as direções, exceto para trás, pois muitas das vezes o operador coloca o carrinho de rejeição demasiado perto. Todavia, esta posição pode ser ajustada pelo operador, pelo que não se considera um aspeto crítico.
- Ferramentas: avalia a pega e a facilidade de utilização de ferramentas manuais, pelo que se concluiu não ser uma alínea crítica.
- Outros equipamentos: avalia a qualidade de outros equipamentos, como o caso dos EPI's.
Os dispositivos de proteção individual obrigatória são as botas de segurança e as luvas, sendo que estão em bom estado, tendo sido substituídos no mês de dezembro de 2020.

Assim, após terem sido analisadas todas as alíneas, a apreciação global do espaço de trabalho foi de **3**. Esta classificação é justificada pelo facto de não haver uma localização específica do material e quando o há não ser respeitada e também, pelo mau estado da superfície de trabalho.

2ª Atividade Física Geral

Este item está relacionado com o nível de atividade física exigida pelo trabalho.

Posto isto, o ritmo de trabalho é baixo e é possível os operadores fazerem diversas pausas ao longo do trabalho. Assim, classificou-se com **1**.

3º Tarefas de Elevação e de Movimentação de Cargas

Este item foi adaptado pela analista e assim, além de avaliar, as tarefas de elevação, também contempla a movimentação de cargas.

Dito isto, as **tarefas de elevação** mais comum são: retirar os montantes do contentor de matéria-prima e colocar os montantes finais no contentor de embalagem. No máximo, teoricamente, os operadores podem pegar em dois montantes em simultâneo, o que corresponde, na pior das hipóteses, a 1.3kg. No entanto, apesar do peso da carga ser reduzido, em média o operador realiza este movimento 80 vezes por hora, ou seja, são movimentos de índole extremamente repetitiva. Todavia, a distância das pegas é ergonómica, pelo que as tarefas não têm grandes impactos negativos.

Quanto às tarefas de elevação menos comuns, como o levantar de uma caixa de ponteiras plásticas desde a prateleira até à superfície de trabalho, acontecem em média apenas uma vez por turno, são realizadas com ambas as mãos, com um bom controlo do objeto e no plano sagital.

Ainda, em relação à **movimentação de cargas**, na secção esta pode ser de 2 tipos: movimentação de contentores de montantes e movimentação de carrinhos de rejeição.

Quanto à movimentação de contentores de montantes, é um movimento que ocorre diversas vezes ao longo do turno e de cargas na ordem dos 400kg. Adicionalmente, as rodas destes carrinhos estão desgastadas, pelo que o seu movimento não é ergonómico.

Quanto aos carrinhos de rejeição, também se identificou um possível problema ergonómico, devido a terem uma pega demasiado baixa (aproximadamente com 70 cm de altura) e que, conseqüentemente, exige posturas exigentes.

Posto isto, agregando toda a informação na Tabela 22 e classificando cada tarefa quanto ao seu impacto, realizou-se a média ponderada e obteve-se a classificação final de **3**.

Tabela 22 – Classificação: tarefas de elevação e movimentação das cargas

Tarefa	Avaliação (1 a 4)	Impacto
Retirar peças padrão e colocar montantes no contentor	2	1
Outras tarefas de elevação: elevar caixa de ponteiras plásticas	1	1
Movimentação de contentores de peças padrão	4	3
Movimentação de carrinhos de rejeição	3	3
Classificação Final		
3		

4º Posturas e Movimentos

Este item avalia a qualidade das posturas e dos movimentos adotados ao longo do trabalho.

Assim, concluiu-se que o movimento adotado mais crítico dá-se durante o encaixe do X82, visto que é necessário bater com o montante em cima da mesa, como é demonstrado na Figura 107. Este movimento implica a aplicação de força considerável com os braços e ainda representa perigo para os ombros e para os pulsos do operador.



Figura 107 – Movimento encaixe - X82

Adicionalmente, percebeu-se que as referências de B/K52 repintadas, requerem um movimento similar (Figura 108), mas com aplicação de forças consideravelmente inferiores.



Figura 108 – Movimento encaixe – B52 repintadas

Em terceira instância, o movimento para empurrar os montantes de L52 na passadeira de apoio à colagem, também se classificou como crítico, visto que são necessários empurrar 330 montantes por uma distância aproximada de 1.3 metros.

Para conclusão construiu-se a Tabela 23 e como a classificação final corresponde ao pior cenário, avaliou-se o item com **4**.

Tabela 23 – Posturas e movimentos críticos

Postura e Movimentos	Avaliação (1 a 4)
Encaixe do X82	4
Encaixe de B52 repintado	2.5
Passadeira do L52	2.5
Classificação Final	4

5º Risco de Acidente

Este item corresponde à probabilidade de envenenamento e da ocorrência de problemas de índole física.

No entanto, neste contexto apenas são avaliados os riscos físicos, sendo estes:

- Risco de acidente devido à queda dos 990 montantes da passadeira em cima dos operadores. Apesar da probabilidade de ocorrência ser baixa, a empresa já tem este acidente no seu histórico, mas, felizmente, o desfecho não foi muito grave, no entanto, este poderia ter sido trágico.
- Risco de acidente devido à utilização de materiais perigosos (facas e x-atos). Como já foi referido, é necessário dimensionar o esferovite das caixas 4C e o esferovite “B90”, para tal são utilizados, respetivamente, facas e x-atos. Adicionalmente, o risco deste acidente é exponencializado pela falta de *standard* na localização dos materiais (explorados em 4.2.4), e.g., na Figura 109 está uma faca espalhada por um posto de trabalho. Assim, a ocorrência deste acidente é considerável, porque este apenas pode ser evitado se os operadores se mantiverem sempre vigilantes.



Figura 109 – Faca espalhada

- Risco de acidente devido aos carrinhos de rejeição.
- Aquando da avaliação do terceiro item, percebeu-se que os carrinhos de rejeição estão degradados (Figura 110). Assim sendo, o risco deste acidente é considerável, visto que durante o transporte existe a probabilidade de queda dos montantes em cima dos operadores.



Figura 110 – Estado atual dos carrinhos rejeição

Adicionalmente, existe o risco de acidente durante a utilização do carrinho de rejeição, devido ao mau dimensionamento dos mesmos, face o dos montantes (Figura 111). Este risco de acidente tem severidade baixa, mas ocorrência alta.



Figura 111 – Montantes no carrinho de rejeição

- Risco de acidentes devido à desarrumação da secção. Como já foi explorado na secção 4.2.4, a desarrumação da secção é um problema crítico. Consequentemente, esta traduz-se em risco de acidentes para os operadores. A empresa já tem este tipo de acidente no seu histórico, no qual uma colaboradora tropeçou num material e partiu o braço, tendo estado de baixa por 2 meses.
- Risco de acidente devido à queda das esteiras elétricas. Como também já foi explorado em 4.2.4, existem postes que sustentam esteiras elétricas totalmente dispensáveis e, adicionalmente, estes ainda são um risco para os operadores. Na totalidade existem oito ao longo da secção e, como é perceptível na Figura 112, estes estão desgastados devido a pancadas contínuas. Posto isto, avalia-se o risco de acidente, com uma severidade séria e com probabilidade de ocorrência considerável.

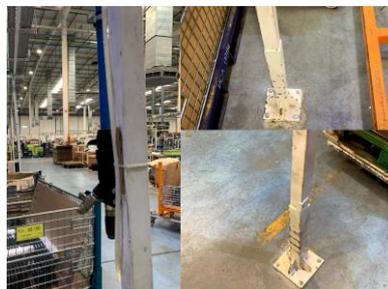


Figura 112 – Postes de suporte às esteiras elétricas

- Risco de acidente devido à utilização do corredor como supermercado. Como também já foi referido em 4.2.4, armazena-se material no corredor de passagem. Este acidente avalia-se

com uma severidade alta e uma probabilidade de ocorrência significativa, curiosamente, nos últimos seis meses este acidente ocorreu em outra secção.

Em suma, os riscos de acidentes que existem na secção são diversos e alguns deles necessitam de revisão urgente, pelo que a classificação do item foi de **4**.

6º Planeamento do Trabalho

Este item no método do EWA é denominado de “Conteúdo de Trabalho”, no entanto, sabendo que os operadores não têm qualquer *input* no planeamento, achou-se mais pertinente avaliar a qualidade do planeamento em si. Posto isto, como foi perceptível em 4.2.1 existe a necessidade de revisão do planeamento dos TC, mais especificamente do B52, pelo que se avaliou o item com **3**.

7º Restritividade do Trabalho

Este item está relacionado com a liberdade do trabalhador se mover e de escolher como e quando realiza o trabalho. Assim, concluiu-se que o fator externo que mais limita a qualidade de trabalho é a superfície das mesas, visto que sempre que necessário os operadores têm de reforçá-las ou, até mesmo, revesti-las. Avaliou-se este item com **4**.

8º Comunicação e Contatos Pessoais com os Trabalhadores

Quanto à comunicação entre os colaboradores, apenas se considerou crítica a comunicação entre os operadores do posto de trabalho do L52, com os dos restantes postos. Entre estes, não existe qualquer tipo de comunicação e trabalho em equipa. Posto isto, a classificação dada foi de **3**.

9º Qualidade da Informação Disponível

Este item é denominado no método EWA como “Tomada de Decisões” e está relacionado com a adequação da informação que está disponível e pelo risco associado nessas decisões. Todavia, para facilitar a entrevista aos operadores, achou-se mais pertinente denominá-lo de “Qualidade de Informação Disponível”. Dito isto, tendo em conta a análise realizada em 4.2.3, classificou este item com **4**.

10º Iluminação

Este item avalia a qualidade da iluminação disponível no local de trabalho, tendo esta sido assegurada pelo departamento de Segurança e Higiene, visto terem sido realizados estudos recentes por uma empresa externa. Assim, a classificação final foi de **1**.

11º Ambiente Térmico

Este item contempla todos os fatores térmicos. Assim, visto que não existe qualquer tipo de ventilação e que a secção está perto do portão de passagem para o exterior, avaliou-se como um item crítico. Consequentemente, as temperaturas são muito altas nos meses quentes e baixas nos meses frios e, ainda, com fortes correntes de ar. Posto isto, a classificação foi de **4**.

12º Ruído

Este item avalia a sujeição dos operadores a nível de ruído desadequado. Dito isto, para se proceder a esta análise, recorreu-se à tabela fornecida pelo método para estimar o nível sonoro aproximado (Figura 113), tendo-se classificado com um nível sonoro aproximado de 75dB(A). Assim, sendo um trabalho que não requer comunicação, classificou-se o item com **2**.

nível sonoro aproximado em dB(A)	Exemplo
130	avião a jacto
110	máquinas para furar e cortar pedra
100	oficina de serralharia ou caldeiraria pesada
85	impressora de <i>offset</i> , torno
75	escrever à máquina, cabina de camião
65	conversação nos escritórios
55	sala de controlo
45	escritório pequeno sossegado
10	sala insonorizada
0	limiar da audição

Figura 113 – Tabela de avaliação do ruído

APÊNDICE 19 – ESTUDO DAS DIMENSÕES DOS MATERIAIS DOS *KITS*

Tabela 24 – Dimensões material *kit*⁹

Montante	Material	Dimensões (mm)
B/K52	Caixa de plástico das ponteiras plásticas	300X200X200
	Caixa grande de cartão das ponteiras plásticas	390X290X190
	Ferramenta	960X230X120
	Placa PVC	320X700X5
	Peça-Tipo	L=750mm, h=25mm (Figura 114)
L52	Caixa de cartão das ponteiras plásticas	300X200X200
	Placa PVC	320X700X5
	Peça-Tipo	L=750mm, h=25mm (Figura 114)
W62	Caixa de cartão das ponteiras plásticas	300X200X200
	Placa PVC	320X700X5
	Peça-Tipo	L=1300mm, h=20mm (Figura 114)
X61	Caixa de cartão das ponteiras plásticas	300X200X200
	Caixa de cartão dos grampos	300X200X90
	Placa PVC	320X700X5
	Peça-Tipo	L=900mm, h=25mm (Figura 114)
X82	Caixa de plástico das ponteiras plásticas	300X200X200
	Caixa grande de cartão das ponteiras plásticas	390X290X190
	Placa PVC	320X700X5
	Peça-Tipo	L=1300mm, h=20mm (Figura 114)



Figura 114 – Legenda de apoio da peça-tipo

⁹ Como é possível perceber na Tabela 24, o B52, o K52 e o X82 requerem de duas caixas para o armazenamento das ponteiras plásticas: 1 caixa plástica, que faz parte do *kit* e 1 caixa de cartão de dimensões maiores, que é para abastecer a caixa plástica.



Regras de Armazenamento

Data: 17/03/2021
Posto: Montantes



Regras:

1. Colocar as caixas de piões já **abertas** na **vertical**, encostadas à lateral do armário.
2. Colocar as caixas de piões **fechadas** na **horizontal**;
3. Colocar sempre as etiquetas de todas as caixas voltadas para fora;
4. Obrigatório manter sempre as portas do armário fechadas;
5. Qualquer dúvida consultar o documento de “*Instruções de Armazenamento*”.



Figura 115 – Regras de armazenamento

B52 e K52

- 1 Arrumar placa de documentação.
- 2 Arrumar o *clipboard* por cima da placa de documentação.
- 3 Arrumar ferramenta com peça-tipo colocada.
- 4 Arrumar a caixa grande de cartão, tal como na figura.
- 5 Arrumar a caixa plástica de piões na horizontal.



Regras:

1. Colocar as caixas grandes de cartão, de forma a sustentar a placa de documentação.
2. Colocar as etiquetas de todas as caixas voltadas para fora;
3. Colocar sempre a peça-tipo na ferramenta;
4. Obrigatório manter sempre as portas do armário fechadas.



ESQUERDOS

DIREITOS

NOTA: Quando a fotografia foi tirada as operadoras estavam a produzir B52 Esquerdo, daí esta prateleira estar vazia.

Figura 116 – Instruções de armazenamento – B/K52

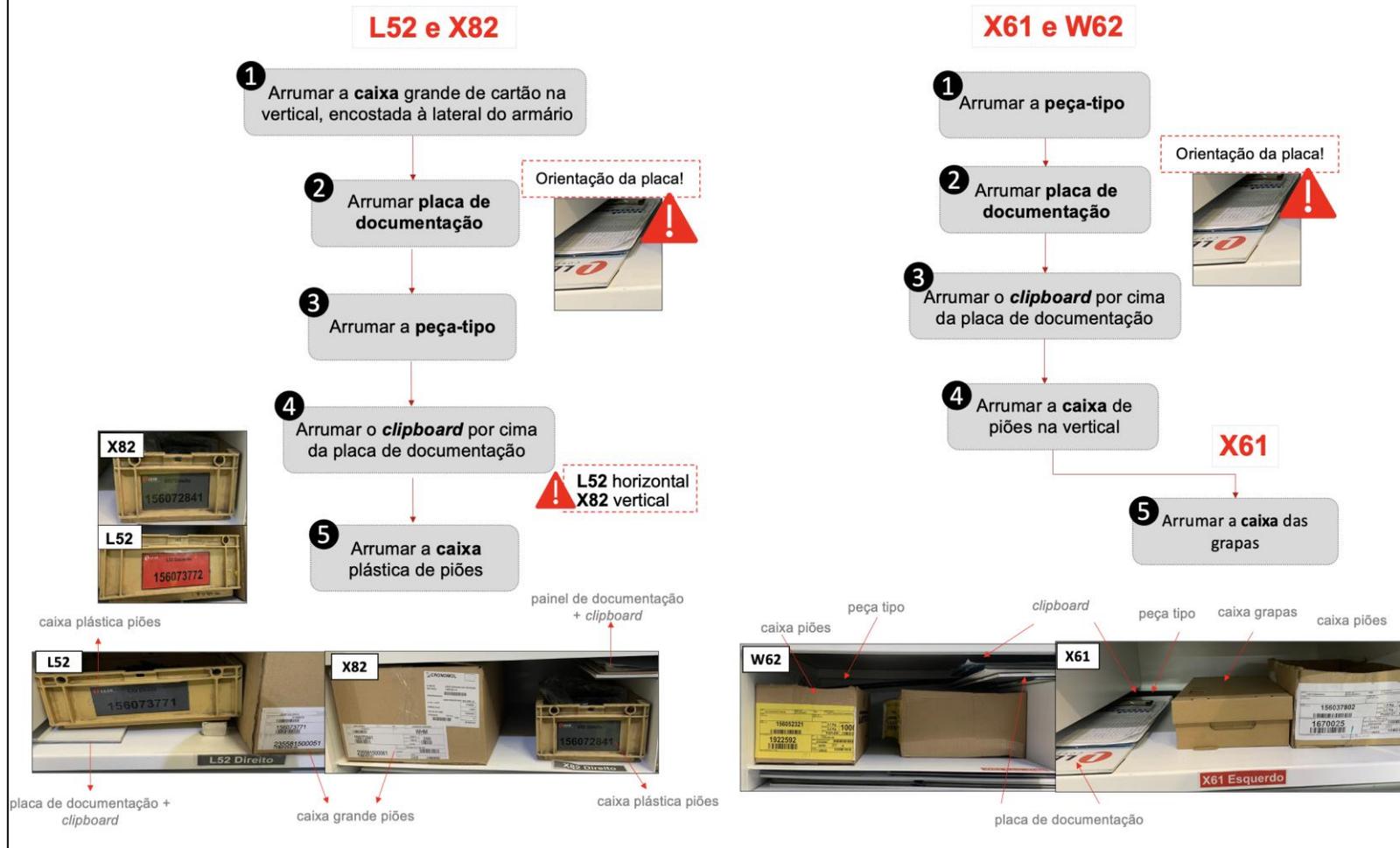


Figura 117 – Instruções de armazenamento – L52, W62, X61 e X82

APÊNDICE 21 – PRODUÇÃO INFLACIONADA 25%

Montante	Mão	Embalagem	4/jan	5/jan	6/jan	7/jan	8/jan	9/jan	10/jan	11/jan	12/jan	13/jan	14/jan	15/jan	16/jan	17/jan	18/jan	19/jan	20/jan	21/jan	22/jan			
B52	B52 D	3P	0	3	0	0	0	0	0	0	2	1	0	1	0	0	2	0	0	0	0			
		bacs	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	0	0		
		4C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8	0	0	0	0	5	0	0	0	0		
	B52 E	3P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	
		bacs	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		4C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	9	0	0	0	0	0	0	4	10	
K52	K52 D	3P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		bacs	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		4C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	K52 E	3P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		bacs	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		4C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L52	L52 D	3P	1	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	
		bacs	2	2	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
		4C	3	5	2	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	6	0	0	
	L52 E	3P	0	0	0	1	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
		bacs	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		4C	8	1	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0
W62	W62 D	3G	3	2	4	2	4	0	0	0	3	0	0	2	0	0	3	0	7	1	2	0	0	
		Contenedor 1200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		4C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	W62 E	3G	0	5	4	1	4	0	0	0	1	3	0	3	0	0	1	3	0	5	4	0	0	
		Contenedor 1200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		4C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X61	X61 D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	X61 E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
X82	X82 D	2	0	0	4	2	0	0	1	0	5	0	3	0	0	0	2	2	2	3	2	0	0	
	X82 E	2	0	4	1	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	

Figura 118 – Produção de janeiro inflacionada 25% (contentores/dia)

Montante	Mão	04/jan	05/jan	06/jan	07/jan	08/jan	09/jan	10/jan	11/jan	12/jan	13/jan	14/jan	15/jan	16/jan	17/jan	18/jan	19/jan	20/jan	21/jan	22/jan	MÁX
B52	B52 D	1	4	0	0	0	0	0	0	4	9	0	2	0	0	9	1	3	0	0	6
	B52 E	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	0	12	0	0	0	2	0	4	10	
K52	K52 D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	K52 E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
L52	L52 D	6	7	3	9	1	0	4	0	0	1	0	0	0	0	0	3	8	6	0	
	L52 E	9	1	1	8	4	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	
W62	W62 D	3	2	5	2	5	0	0	0	3	0	0	2	0	0	3	0	8	1	2	
	W62 E	0	6	4	1	4	0	0	0	1	3	0	3	0	0	2	3	0	6	4	
X61	X61 D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	
	X61 E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	
X82	X82 D	2	0	0	5	2	0	0	1	0	5	0	3	0	0	3	2	2	3	2	
	X82 E	3	0	4	1	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	
nº de montantes produzidos		6	5	5	6	6	0	0	4	4	4	3	5	0	0	4	6	4	5	5	
nº máx cartões kanban p/ referência		9	7	5	9	5	0	0	4	5	9	2	12	0	0	9	6	8	6	10	

Figura 119 – Produção de cada classe inflacionada em 25 %