

Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Vítor Bruno Vieira Resende

**Aplicação de Princípios e Ferramentas *Lean*
Manufacturing na indústria de injeção de plástico**

Dissertação de Mestrado em Engenharia Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação da
Professora Doutora Anabela Carvalho Alves

Outubro, 2011

DECLARAÇÃO

Nome

Vítor Bruno Vieira Resende

Endereço eletrónico: bruno.resende.in@iol.pt Telefone: 964735827

Número do Bilhete de Identidade: 12070359

Título dissertação

Aplicação de princípios e ferramentas Lean Manufacturing na indústria de injeção de plástico

Orientador(es):

Professora Doutora Anabela Carvalho Alves

Ano de conclusão: 2011

Designação do Mestrado ou do Ramo de Conhecimento do Doutoramento:

Mestrado em Engenharia Industrial, ramo de Gestão Industrial

Nos exemplares das teses de doutoramento ou de mestrado ou de outros trabalhos entregues para prestação de provas públicas nas universidades ou outros estabelecimentos de ensino, e dos quais é obrigatoriamente enviado um exemplar para depósito legal na Biblioteca Nacional e, pelo menos outro para a biblioteca da universidade respetiva, deve constar uma das seguintes declarações:

1. É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA TESE/TRABALHO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE;
2. É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTA TESE/TRABALHO (indicar, caso tal seja necessário, nº máximo de páginas, ilustrações, gráficos, etc.), APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE;
3. DE ACORDO COM A LEGISLAÇÃO EM VIGOR, NÃO É PERMITIDA A REPRODUÇÃO DE QUALQUER PARTE DESTA TESE/TRABALHO

Universidade do Minho, 30/10/2011

Assinatura: _____

*A todas as pessoas que um dia me ajudaram a crescer
e sempre me incentivaram a chegar cada vez mais longe.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas que me auxiliaram no desenvolvimento deste trabalho, nomeadamente, à minha família, aos meus amigos, a todos os professores e em especial à minha orientadora Professora Doutora Anabela Alves.

RESUMO

Numa sociedade cada vez mais global, e perante a recessão dos mercados, as empresas veem-se obrigadas a melhorar os seus modelos de gestão e a focarem-se na redução de custos e melhoria de processos para se manterem competitivas conseguindo, deste modo, fazer frente à feroz concorrência e aos problemas económicos atuais.

Um dos modelos de gestão que tem vindo a ganhar grande relevância nas empresas é o “*Lean Manufacturing*”. Este modelo centra-se na eliminação de desperdícios com vista à redução de custos e ao aumento da produtividade. Para implementar o pensamento *Lean* numa organização devem-se formar e envolver todos os colaboradores top-down, pois este é um dos requisitos fundamentais para o sucesso da ação.

A empresa que se encontra na base desta dissertação de mestrado insere-se num grande grupo industrial de produção de plásticos e tem como objetivos reduzir custos e aumentar a produtividade. Para conseguir atingir tais objetivos, decidiu implementar o *Lean Manufacturing*. É neste contexto que surge a presente dissertação de mestrado que resulta de um projeto de implementação de *Lean Manufacturing* envolvendo todos os colaboradores da empresa.

Para implementar o *Lean Manufacturing* utilizaram-se várias ferramentas ao longo do projeto desenvolvido através de uma metodologia de Investigação-Ação. Para iniciar o trabalho recorre-se ao VSM (mapeamento da cadeia de valor) para se fazer o diagnóstico, permitindo identificar claramente os pontos a melhorar bem como os desperdícios a eliminar.

Na apresentação de propostas e planeamento de ações também se implementam algumas ferramentas para se alcançar o que foi definido como estado futuro ou ideal, tais como: Kaizen, 5S, Sistema *Pull*, Ciclo PDCA, TQM, SMED e TPM.

A implementação das propostas produziu resultados, registando-se nomeadamente um aumento do rendimento das linhas de montagem em 12%, um aumento do rendimento operacional da empresa em 6%, uma redução do tempo de ciclo de 6 moldes em 10% e ainda uma redução em cerca de 15% do tempo de mudança de ferramenta.

Palavras-chave: *Lean Manufacturing*; *Lean Thinking*, desperdícios, indústria de plásticos.

ABSTRACT

In a global society, and facing the contraction of markets, companies are obliged to improve their models of management and to focus in the reduction of costs and improvement of processes to remain competitives and to be able to face severe competition and current economic problems.

One of the management models that has gained great relevance in companies is the Lean Manufacturing. This model is focused in the elimination of waste to reduce costs and to increase the productivity. To implement in an organization the lean thinking way, all collaborators top-down must be trained and involved, because this is one of the basic requirements for action success.

The company in which is based this dissertation, is part of a big industrial group and is dedicated to plastic production having as objectives costs reduction and productivity increasment. To achieve these goals, they decide to implement the Lean Manufacturing. This dissertation was developed in this context, following the project of this implementation, involving all company employees.

To implement Lean Manufacturing many tools had been used during the project developed through Action-Research methodology. The project started with VSM (mapping of the value chain) used for diagnosis, to identify clearly what to improve and which waste to eliminate.

In proposals presentation and actions planning other tools were implemented to attain the future or ideal state defined such as: 5S, *Pull* System, PDCA Cycle, TQM, SMED and TPM.

Proposals implementation have produced results, registering, for example, an increasment of the assembly lines income in 12%, the increasment of the operational income of the company in 6%, the reduction in 10% of the cycle time of 6 molds and another reduction in about 15% of the time of tool change.

Key-words: Lean Manufacturing; Lean Thinking, wastes, plastic industry.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
ÍNDICE.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE TABELAS	xv
LISTA DE ACRÓNIMOS E SIGLAS	xvii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Enquadramento	1
1.2. Objetivos	3
1.3. Metodologia de investigação	4
1.4. Estrutura da dissertação	5
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	7
2.1. Lean Manufacturing e Toyota Production System (TPS).....	7
2.2. Lean Thinking	10
2.2.1. <i>Princípios Básicos do Lean Thinking</i>	11
2.2.2. <i>Formas de desperdícios: 7 + 7 perdas</i>	13
2.3. Descrição de algumas ferramentas <i>Lean</i>	19
2.3.1. <i>Melhoria contínua - Kaizen</i>	19
2.3.2. <i>Value Stream Mapping (VSM)</i>	20
2.3.3. <i>Programa 5S</i>	21
2.3.4. <i>Sistema Pull com Kanban</i>	21
2.3.5. <i>Ciclo PDCA</i>	22
2.3.6. <i>Total Quality Management (TQM)</i>	23
2.3.7. <i>Single Minute Exchange Of Die (SMED)</i>	23
2.3.8. <i>Total Productive Maintenance (TPM)</i>	25
2.4. Casos de aplicação <i>Lean</i> na indústria de injeção de plástico.....	26
3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	29
3.1. Identificação e localização da empresa.....	29
3.2. Grupo SIMOLDES	31
3.2.1. <i>Breve resenha histórica</i>	32
3.2.2. <i>Volume de Negócios</i>	32

3.2.3.	<i>Certificação & Tecnologia</i>	33
3.3.	Estrutura organizacional da Plastaze	33
3.4.	Sistema de produção da Plastaze	36
3.4.1.	<i>Processo produtivo geral e fluxo de materiais</i>	36
3.4.2.	<i>Matéria-prima, materiais e fornecedores</i>	44
3.4.3.	<i>Trabalho</i>	46
3.4.4.	<i>Fluxo de informação</i>	47
4.	DESCRIÇÃO E ANÁLISE CRÍTICA DA SITUAÇÃO ATUAL	49
4.1.	Produto selecionado para estudo.....	49
4.2.	Implantação e fluxo de materiais das cadeiras.....	50
4.2.1.	Sequência de operações da cadeira Axiss	52
4.2.2.	Sequência de operações da cadeira Opal.....	54
4.2.3.	Sequência de operações da cadeira Fero	55
4.2.4.	Sequência de operações da cadeira Iseos	56
4.3.	VSM do estado atual para as cadeiras.....	57
4.4.	Análise crítica e identificação de problemas	63
4.4.1.	<i>No abastecimento e armazenamento da matéria-prima</i>	63
4.4.2.	<i>No abastecimento e armazenamento dos componentes</i>	64
4.4.3.	<i>Na secção da injeção de plásticos</i>	64
4.4.3.1.	<i>Problemas nas máquinas, nos moldes e nas ferramentas</i>	64
4.4.3.2.	<i>Elevada taxa de rejeição das peças injetadas e tempos de ciclo longos</i>	68
4.4.3.3.	<i>Elevadas movimentações de empilhadores, desorganização e falta de limpeza</i>	70
4.4.4.	<i>Nas linhas de montagem</i>	70
4.4.4.1.	<i>Elevadas movimentações</i>	70
4.4.4.2.	<i>Baixo rendimento operacional</i>	71
4.4.4.3.	<i>Dedicação excessiva de recurso a produtos da mesma família</i>	72
4.4.5.	<i>Na expedição</i>	72
4.4.6.	<i>Síntese dos problemas e valores atuais dos indicadores de desempenho</i> 74	
5.	APRESENTAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE PROPOSTAS DE MELHORIA 77	
5.1.	Plano de ações.....	77
5.2.	VSM do estado futuro das cadeiras	79
5.3.	Alimentação automática de matéria-prima	79

5.4.	Aplicação de KANBAN nos fornecedores de componentes	80
5.5.	Propostas para melhorar a injeção	81
5.5.1.	<i>Milkrun para recolha de produto final e abastecimento de embalagens</i> .	81
5.5.2.	<i>Aplicação da metodologia SMED no módulo 1</i>	84
5.5.2.1.	<i>Formação da equipa para implementar SMED</i>	84
5.5.2.2.	<i>Análise do processo de mudança atual</i>	85
5.5.2.3.	<i>Análise dos registos das operações e elaboração de um plano de ações</i>	88
5.5.2.4.	<i>Definição e implementação do novo processo</i>	90
5.5.2.5.	<i>Criação do processo de melhoria contínua</i>	95
5.5.3.	<i>Aplicação da metodologia KAIZEN nos processos ISEOS e COMANDE</i>	96
5.5.3.1.	<i>Kaizen ISEOS</i>	98
5.5.3.2.	<i>Kaizen COMANDE</i>	100
5.5.4.	<i>Redução de tempos de ciclo nos moldes das cadeiras</i>	100
5.5.5.	<i>Aplicação dos 5S</i>	101
5.6.	Alterações nas linhas de montagem.....	103
5.6.1.	<i>Alteração da entrada e saída dos materiais</i>	104
5.6.2.	<i>Aplicação do Andon e gestão visual</i>	106
5.6.3.	<i>Reconfiguração das linhas de montagem da BABY CHAIR</i>	107
5.7.	Aplicação do conceito pré-carga na expedição.....	109
6.	DISCUSSÃO E AVALIAÇÃO DE RESULTADOS	111
6.1.	Melhorias no abastecimento e armazenamento de matéria-prima e componentes	111
6.2.	Melhorias na secção de injeção	111
6.3.	Melhorias nas linhas de montagem.....	112
6.4.	Melhorias na expedição	113
6.5.	Resultados globais e indicadores de desempenho	113
7.	CONCLUSÕES.....	115
7.1.	Conclusão.....	115
7.2.	Trabalho futuro	117
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	119
	ANEXOS	123
	ANEXO I.....	125
	LISTAS DE MATERIAIS DAS CADEIRAS AXISS, OPAL, FERO E ISEOS.....	125

ANEXO II	135
DIAGRAMAS DE PROCESSO DAS CADEIRAS AXISS, OPAL, FERO E ISEOS	135
ANEXO III	145
VSM DO ESTADO ATUAL DO CLIENTE <i>BABY CHAIR</i>	145
ANEXO IV	149
VSM DO ESTADO FUTURO DO CLIENTE <i>BABY CHAIR</i>	149
ANEXO V	153
CIRCUITO DE ABASTECIMENTO DE EMBALAGENS E RECOLHA DE PRODUTO FINAL	153

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - A casa do TPS (adaptado de Liker, 2004)	8
Figura 2 - Os cinco princípios Lean Thinking.....	11
Figura 3 - As sete formas de desperdício	13
Figura 4 - Algumas ferramentas <i>Lean</i>	19
Figura 5 - Conceito guarda-chuva KAIZEN (Imai, 1986)	20
Figura 6 - Ciclo PDCA.....	22
Figura 7 - Principais etapas do método SMED (Shingo, 1996)	25
Figura 8 - Entrada da empresa Plastaze.....	29
Figura 9 - Alguns dos produtos que integram componentes produzidos pela Plastaze: a) cadeira de bebé; b) Peças para os interiores dos automóveis; c) Botijas de Gás.....	30
Figura 10 - Gráfico da faturação dos clientes top 5.....	30
Figura 11 - Organigrama do grupo SIMOLDES	31
Figura 12 - Organigrama da Plastaze	33
Figura 13 - Planta da empresa	36
Figura 14 - Fluxo de materiais entre processos na Plastaze	37
Figura 15 - Rotina de transformação de termoplásticos	38
Figura 16 - Fecho do molde.....	39
Figura 17 - Injeção do plástico	39
Figura 18 - Pressurização, plasticização e arrefecimento.....	39
Figura 19 - Abertura e extração da peça.....	39
Figura 20 - Produtos que resultam da injeção	40
Figura 21 - Produtos que resultam das linhas de montagem	41
Figura 22 - Unidades funcionais de uma injetora.....	42
Figura 23 - Molde de injeção de plástico	42
Figura 24 - Meio de corte em automático.....	43

Figura 25 - Vários tipos de matéria-prima	44
Figura 26 - Distribuição dos colaboradores por área.....	46
Figura 27 - Faixa etária dos colaboradores.....	46
Figura 28 - Habilitações literárias dos colaboradores	46
Figura 29 a) e b) - Fluxo de informação cliente - empresa - fornecedor.....	48
Figura 30 - Cadeiras de bebé produzidas na Plastaze: a) Axiss; b) Opal; c) Fero; d) Iseos	49
Figura 31 - Vista explodida das cadeiras a) Axiss; b) Opal; c) Fero.....	50
Figura 32 - Fluxo de matéria-prima, semiacabado e produto final	51
Figura 33 - Primeira parte do VSM do estado atual das cadeira	59
Figura 34 - Segunda parte do VSM do estado atual das cadeiras.....	61
Figura 35 – Matéria-prima armazenada no exterior	63
Figura 36 - Vista da parte de trás de uma máquina de injeção	65
Figura 37 - Ligações de sinais de moldes danificadas.....	65
Figura 38 – Carro e ferramentas de apoio à mudança existentes na empresa	66
Figura 39 - Ligações do óleo no molde	66
Figura 40 - Fichas de aquecimento do molde.....	67
Figura 41 - Pistola de aperto dos moldes.....	67
Figura 42 - Sistema de despressurização do óleo	68
Figura 43 - Representação no VSM dos processos de injeção das cadeiras.....	68
Figura 44 - Rebarbas na cadeira ISEOS	69
Figura 45 - Exemplos de desorganização e falta de limpeza.....	70
Figura 46 - Entrada e saída dos materiais das linhas de montagem em 2010	71
Figura 47 - Linhas de montagem.....	71
Figura 48 - As 3 linhas de montagem das cadeiras	72
Figura 49 – Zona de expedição.....	73

Figura 50 - Diferentes operações na expedição.....	73
Figura 51 - Projeto de alimentação de MP em automático.....	80
Figura 52 - Esquema de funcionamento do Kanban eletrónico fornecedores.....	81
Figura 53 - Equipamentos necessários para execução dos circuitos: a) trator; b) plataforma fixa ao trator; c) conjunto plataforma fixa mais plataforma móvel.....	83
Figura 54 - Esquematização das fases essenciais para implementação da metodologia SMED.....	84
Figura 55 - Organigrama da equipa responsável pela implementação do Método SMED.....	85
Figura 56 - Equipamentos de apoio à produção: a) máquina ENGEL 1500 II; b) Molde 6072.....	86
Figura 57 - Esquemas das diferentes atividades durante a mudança.....	86
Figura 58 - Análise conjunta das operações registadas aquando da mudança de molde	88
Figura 59 - Plano de ações SMED.....	89
Figura 60 - Checklist de preparação.....	90
Figura 61 - Modo operativo.....	91
Figura 62 - Escada de segurança colocada para acesso a locais difíceis das máquinas	91
Figura 63 - Fichas de sinais dos moldes (antes e depois).....	92
Figura 64 – Carros e ferramentas de apoio à mudança (antes e depois).....	92
Figura 65 - Ligações do óleo no molde.....	93
Figura 66 - Fichas de aquecimento do molde.....	93
Figura 67 - Pistolas de aperto dos moldes.....	94
Figura 68 - Sistema de despressurização do óleo.....	94
Figura 69 - Evolução do tempo de mudança.....	95
Figura 70 - Documento ilustrativo do grupo trabalho kaizen.....	96
Figura 71 - Kaizen realizado ao processo ISEOS.....	98
Figura 72 - Eliminação das rebarbas.....	99

Figura 73 - Alteração do layout do posto de trabalho	99
Figura 74 - Exemplo da redução de tempo de ciclo ao molde 6075	101
Figura 75 - Equipa de trabalho dos 5S	102
Figura 76 - Algumas melhorias após as intervenções das equipas.....	103
Figura 77 – Entrada e nova saída dos materiais das linhas de montagem.....	104
Figura 78 - Fluxo de materiais depois de implementado o plano de ações	106
Figura 79 - Andon das linhas de montagem.....	107
Figura 80 - Layout da linha de montagem da Fero	107
Figura 81 - Layout das 3 linhas de montagem com objetivo de passar para linha da Fero	108
Figura 82 - Conceito pré-carga.....	109
Figura 83 - Lista de materiais da cadeira Axis	127
Figura 84 - Lista de materiais da cadeira Opal.....	129
Figura 85 - Lista de materiais da cadeira Fero	131
Figura 86 - Lista de materiais da cadeira Iseos	133
Figura 87 - Diagrama de análise de processo da cadeira AXISS	137
Figura 88 - Diagrama de processo da cadeira OPAL	139
Figura 89 - Diagrama de processo FERRO.....	141
Figura 90 - Diagrama de processo ISEO	143
Figura 91 - VSM do Estado atual do Cliente <i>Baby Chair</i>	147
Figura 92 - VSM do Estado futuro do Cliente <i>Baby Chair</i>	151
Figura 93 - Circuito de Abastecimento de Embalagens e Recolha de Produto Final...	155

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Os 7 tipos de desperdícios: exemplos, causas e contramedidas (adaptado de Gemba Research, 2007).....	15
Tabela 2 - Principais matérias-primas utilizadas	44
Tabela 3 - Quantidades mensais das matérias-primas e os seus fornecedores	45
Tabela 4 - Quantidades mensais de componentes e os seus fornecedores	45
Tabela 5 – Distâncias percorridas e tempo de transporte das diferentes rotas	51
Tabela 6 - Operações da cadeira axiss.....	52
Tabela 7 - Operações da cadeira Opal	54
Tabela 8 - Sequência das operações da cadeira Fero.....	55
Tabela 9 - Sequência das operações da cadeira Iseos.....	57
Tabela 10 - Tabela 5W2H do socle	69
Tabela 11 - Recurso e espaço ocupado pelas linhas da <i>Baby Chair</i>	72
Tabela 12 - Identificação dos problemas, o local de ocorrência, categoria e tipo de desperdício.....	74
Tabela 13 - Valores atuais dos KPI's do VSM <i>Baby Chair</i>	75
Tabela 14 - Plano de ações <i>Baby Chair</i>	78
Tabela 15 - Atividades de cada circuito	82
Tabela 16 - Recursos necessários para este projeto.....	83
Tabela 17 - Registo das operações da mudança	87
Tabela 18 - Resumo das reduções de tempo de ciclo na <i>Baby Chair</i>	101
Tabela 19 - Fluxos após implementadas as melhorias	106
Tabela 20 - KPI's do VSM <i>Baby Chair</i>	113
Tabela 21 - Tabela resumo dos resultados da implementação das propostas.....	114

LISTA DE ACRÓNIMOS E SIGLAS

FIFO	First In First Out
FMEA	Failure Mode and Effect Analysis
JIT	Just In Time
MOD	Mão de obra Direta
MOI	Mão de obra Indireta
MP	Matéria-prima
PDCA	Plan, Do, Check, Act
PF	Produto Final
PPM'S	Partes Perdidas por Milhão
PP PHC25	Polypropylene Impact Copolymer
PP PHC26	Polypropylene Impact Copolymer
PP	Polypropylene
SMED	Single Minute Exchange of Die
TPM	Total Productive Maintenance
TPS	Toyota Production System
TQM	Total Quality Management
TT	Takt Time
VSM	Value Stream Mapping
WIP	Work In Process

1. INTRODUÇÃO

A presente dissertação, realizada no âmbito do Mestrado em Engenharia Industrial, propõe a aplicação de ferramentas do *Lean Manufacturing* numa empresa de injeção de plásticos, pertencente a um grande grupo industrial, com o objetivo de identificar desperdícios e eliminá-los, reduzindo custos e criando valor para a empresa.

Este capítulo faz um enquadramento do tema da dissertação, apresenta os objetivos que se pretenderam atingir, a metodologia de investigação adotada e a respetiva organização da dissertação.

1.1. Enquadramento

Numa sociedade cada vez mais global, as empresas veem-se constantemente obrigadas a reduzir custos para se manterem competitivas, conseguindo, deste modo, fazer face à crescente concorrência. Modelos de produção como *Lean Manufacturing* (Womack et al., 1990), imergiram nas empresas e têm dado maior ênfase à entrega de produtos, que são necessários por parte dos clientes, o mais rápido possível, respeitando os requisitos de qualidade *best-in-class* (Rawabdeh, 2005).

Nos dias que correm, com a feroz concorrência e a necessidade premente de reduzir custos, o modelo de produção *Lean* vem dar uma grande ajuda a quem o pretenda de fato fazer. Seguindo este modelo, as empresas podem atingir maior competitividade. Qualquer empresa, seja de bens ou de serviços, pode beneficiar do *Lean Thinking* (Womack e Jones, 1996) na procura contínua de perfeição através da redução/eliminação das atividades que não acrescentam valor ao produto, i.e., os desperdícios que se manifestam em grande número em todas as indústrias e empresas.

A indústria de injeção de plásticos é uma indústria com longa tradição em Portugal que se tem expandido extraordinariamente desde 1945. Em Portugal existem cerca de 300 empresas de injeção de plástico. Estas estão situadas por todo o país, no entanto as de maior dimensão localizam-se na zona norte, em Oliveira de Azeméis e na zona centro, Leiria, onde se começaram a dar os primeiros passos na injeção de plástico. A moldação pelo processo de injeção é o processo que está associado à grande maioria dos objetos de plásticos usados no nosso dia a dia. Através de um simples olhar pelos objetos utilizados em casa, nos automóveis e no emprego, é possível identificar um enorme

número de artigos que são produzidos por meio deste processo. Atualmente este processo é talvez o de maior interesse científico e um dos que tem maior importância industrial dado que quase todos os materiais termoplásticos podem ser injetados, obtendo-se formas desde as mais simples às mais complexas.

Em todos os setores industriais, e o da injeção de plásticos não é exceção, existem formas de desperdícios em toda a cadeia de valor que não representam uma mais-valia nem para o produto nem para a empresa, pois o cliente não paga os desperdícios.

A empresa Plastaze, sobre a qual se baseia esta dissertação, é uma empresa pertencente à indústria de injeção de plásticos, e tem como um dos seus principais produtos a injeção de cadeiras para bebês. Esta empresa, que desde cedo mostrou um constante crescimento, enfrentou as suas primeiras dificuldades com a crise em 2009, que abalou toda a economia nacional. Perante tal cenário a Plastaze viu-se obrigada a adotar um novo modelo de gestão e produção afeto quer aos meios humanos quer aos demais recursos necessários à sua atividade.

Com base na formação dos quadros da empresa e no *benchmarking* realizado em empresas que já tinham implementado o modelo Lean com sucesso, revelando resultados muito positivos, a Plastaze decidiu também implementar este modelo de produção, que desde logo lhe iria ensinar a olhar e a pensar no processo de modo global, pois só assim se consegue ver e analisar toda a cadeia de valor. Até essa data, considerava-se cada processo individualmente e não como um todo, e não se viam claramente os desperdícios gerados.

Os principais problemas que se apresentavam eram: as elevadas quantidades de matéria-prima e componentes em stock e as elevadas movimentações até chegar aos postos de trabalho; a excessiva ocupação de espaço e utilização de recursos, em 3 linhas de montagem, para a mesma família de produto; a grande quantidade de stock de semiacabados; as perdas de eficiência devido ao fluxo descontínuo do produto nas linhas de montagem; os longos tempos de mudança de ferramenta; a elevada taxa de rejeição de alguns produtos; as elevadas movimentações na expedição e utilização de vários meios de transporte e equipamentos; e, por fim, o elevado “*lead time*”.

Conhecendo e sabendo que o modelo de produção *Lean*, através dos seus princípios e ferramentas, procura precisamente a resolução de tais problemas, considerou-se a sua

implementação nesta empresa para conseguir uma redução de custos e ganhos de produtividade.

1.2. Objetivos

O objetivo deste trabalho centrou-se na aplicação de princípios e implementação de ferramentas Lean Manufacturing numa empresa de injeção de plástico e na análise do respetivo impacto causado quanto à eliminação de desperdícios e ganhos de produtividade. Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Melhorar o abastecimento, armazenamento e fluxo de matéria-prima e componentes;
- Melhorar o funcionamento das secções de injeção de plásticos, das linhas de montagem e da expedição.

Para atingir estes objetivos foi necessário aplicar ferramentas como o VSM, Kanban, SMED e 5S, introduzir milkrun e mecanismos Andon, implementar metodologias Kaizen e envolver todos os colaboradores da empresa “*top-down*”. Adicionalmente, mediram-se vários indicadores para que fosse possível melhorá-los. Pretendeu-se, assim:

- diminuir o lead time;
- aumentar a produtividade;
- aumentar o rendimento operacional das linhas de montagem;
- reduzir a taxa de defeitos das máquinas de injeção;
- diminuir o tempo de mudança de ferramenta;
- reduzir todas as formas de desperdícios.

Para tal foi necessário analisar e verificar o comportamento da empresa, antes e após a adoção de princípios e a implementação de ferramentas Lean Manufacturing para conseguir comprovar a melhoria dos indicadores.

1.3. Metodologia de investigação

Para esta investigação foi utilizada a metodologia Investigação-Ação (na terminologia inglesa, Action Research) (O'Brien, 2001). Deste modo, a aprendizagem surge como um processo iterativo de investigação e ação: implementa-se o que foi aprendido e conseqüentemente conseguem-se os resultados necessários à investigação. Esta metodologia é constituída por 5 fases:

- Diagnóstico: identificar os desperdícios e recolher os dados, de modo a analisar e estudar soluções;
- Planeamento das ações: planear as ações a desenvolver;
- Implementação das ações: seleccionar e priorizar ações;
- Avaliação: estudar os resultados obtidos e/ou as conseqüências das ações;
- Especificação da aprendizagem “lessons learned”: verificar se a aplicação Lean na organização é uma mais-valia para a mesma e se houve aumento de produtividade. Para registar essas “lessons learned” elabora-se um registo de boas práticas e divulgam-se na empresa.

No âmbito desta dissertação, a fase de diagnóstico foi realizada por meio de uma avaliação da situação atual utilizando o mapeamento dos fluxos associados às várias cadeias de valor. Com esta avaliação pretendeu-se identificar as oportunidades de melhoria, procedendo-se em seguida ao mapeamento do estado futuro. Seguidamente, foi elaborado o plano de ação, o qual foi implementado posteriormente, e por fim verificaram-se e registaram-se quais os resultados obtidos na empresa.

Com a aplicação de princípios e ferramentas Lean Manufacturing, na indústria de injeção de plástico, pretendeu-se dar resposta às seguintes questões de investigação:

- A aplicação de princípios Lean minimiza os desperdícios da organização e aumenta a produtividade?
- A envolvimento das pessoas num processo de implementação Lean traduz a eficácia da sua implementação?

1.4. Estrutura da dissertação

Esta dissertação encontra-se organizada em sete capítulos.

No primeiro capítulo faz-se a introdução da dissertação, neste capítulo faz-se um enquadramento do tema da dissertação, apresenta-se os objetivos que se pretenderam atingir, a metodologia de investigação adotada e a respetiva organização da dissertação.

No segundo capítulo apresenta-se uma revisão bibliográfica sobre a literatura já existente sobre o tema desta dissertação: *Lean Manufacturing*, *Lean Thinking*, a descrição de algumas ferramentas *Lean* e alguns casos de aplicação na indústria de injeção de plástico.

Posteriormente, no terceiro capítulo apresenta-se a empresa onde se desenvolveu este projeto, e a sua respetiva estrutura e sistema de produção.

O quarto capítulo descreve a situação atual do sistema de produção das cadeiras de bebé, permitindo a sua análise e identificação dos problemas. A cadeia de valor analisada é a do Cliente *BABY CHAIR*, por representar um maior volume de negócios e porque o produto deste cliente é aquele que apresenta maior incorporação de matéria-prima (MP) e componentes dentro da empresa.

No quinto capítulo apresentam-se algumas propostas de melhoria para os problemas identificados no capítulo anterior, seguindo a metodologia PDCA.

O sexto capítulo resume os resultados das ações já implementadas e daquelas que ainda se encontram por implementar.

Por fim, no sétimo capítulo tecem-se as conclusões da dissertação de mestrado. Adicionalmente, apresentam-se algumas ideias a desenvolver em trabalho futuro.



2. REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo faz uma revisão bibliográfica da literatura existente sobre o tema que suporta este trabalho: *Lean Manufacturing*, *Lean Thinking*, descrição de algumas ferramentas *Lean* e casos de aplicação na indústria de injeção de plástico. Assim, começa-se por falar da origem deste modelo de produção, em seguida apresenta-se o *Lean Thinking* e seus respectivos princípios e formas de desperdícios, descrevem-se as principais ferramentas *Lean* e alguns casos de implementação de *Lean Manufacturing* em diferentes indústrias e empresas, identificando os benefícios e as dificuldades desta implementação.

2.1. Lean Manufacturing e Toyota Production System (TPS)

O *Lean Manufacturing* surge no final da segunda grande guerra (1939-45), na Toyota, através do Toyota Production System (TPS). Eiji Toyoda e Taichi Ohno foram os mentores deste sistema que procurava solucionar os problemas associados à reduzida disponibilidade de recursos, pessoas, espaço, materiais entre outros (Ohno, 1988).

“*Lean*” é um modelo de gestão operacional, que se baseia em cinco princípios fundamentais: especificar valor; alinhar na melhor sequência as ações que criam valor; realizar essas atividades sem interrupção de cada vez que alguém as solicita; e realizá-las de forma cada vez mais eficaz. Ou seja, fazer cada vez mais com cada vez menos (menos esforço humano, menos equipamento, menos tempo e menos espaço) e em simultâneo corresponder cada vez mais e melhor às necessidades e expectativas dos clientes.

A grande diferença entre os gestores tradicionais e os gestores da era *Lean* é que estes últimos conseguem harmonizar as vantagens da produção artesanal com a produção em massa (Womack et al., 1990).

“Os valores sociais mudaram. Agora, não podemos vender nossos produtos a não ser que nos coloquemos dentro dos corações de nossos consumidores, cada um dos quais tem conceitos e gostos diferentes. Hoje, o mundo industrial foi forçado a dominar de verdade o sistema de produção múltiplo, em pequenas quantidades” (Ohno, 1988).

De acordo com Ohno (1988), a conceção do Sistema de Produção Toyota (TPS) teve início a partir do momento em que o Japão perdeu a guerra em 15 de agosto de 1945. Essa data marcou um novo começo para a Toyota. Com este acontecimento o presidente daquela empresa lançou um novo desafio, o de alcançar os índices de desempenho da indústria norte-

americana no prazo de três anos. Naquela altura a diferença entre a produtividade japonesa e a americana era de um para nove. Esta diferença não tinha nada a que ver com a taxa de esforço dos trabalhadores, o que indicava que existiam desperdícios na indústria japonesa e que era urgente eliminá-los. Esta foi a ideologia que marcou o início do TPS.



Figura 1 - A casa do TPS (adaptado de Liker, 2004)

Através da “casa TPS” (Figura 1) podemos identificar aspetos fundamentais da Filosofia Toyota, a qual assenta em princípios e valores simples e imutáveis tais como a gestão visual, como forma de envolver todos através da aplicação dos sentidos e do bom senso, a uniformização e a estabilização de processos, como forma de reduzir a instabilidade tão prejudicial ao desempenho dos processos, e ao nivelamento da produção. Também na base desta casa, está o respeito pelas pessoas, algo que se verificou crucial ao desenvolvimento do TPS e também ao desenvolvimento da Filosofia Lean.

Assim esta figura identifica um conjunto de elementos fundamentais do TPS, dos quais se destacam os pilares, a envolvente e o telhado. Em seguida, passa-se a explicar sinteticamente os pilares e ferramentas desta casa.

Produção *Just-In-Time* (JIT): Produzir em JIT requer um fluxo contínuo de materiais e de informação coordenados de acordo com o sistema *Pull*, i.e., num sistema em que o cliente desencadeia os processos desde a montagem até à matéria-prima, a trabalhar com um tempo de ciclo o mais próximo do *takt time* (TT). O TT é um tempo definido em função da procura e do tempo disponível para produzir. Processos realizados no tempo devido, nem mais cedo nem mais tarde, nem mais nem menos, apenas e somente o necessário e quando necessário.

***Jidoka* ou *Autonation*:** automação com características humanas tem a ver com a criação de condições que levem à perfeição dos processos, sem erros nem atrasos. O tempo de ciclo do processo deve ser o mais próximo possível do *takt time* (nunca sendo superior) para que não exista desperdício e que as operações sejam balanceadas a partir deste. Como ferramentas de suporte a este processo temos:

- **Andon:** dispositivo de controlo visual sob a forma de um quadro ou um sinal luminoso que é utilizado para fazer o acompanhamento dos processos de trabalho informando os colaboradores do *status* dos mesmos de modo a facilitar a gestão visual.
- **Práticas à Prova de Erro (Poka-Yoke):** ao longo do processo produtivo podem ocorrer erros que originem defeitos. Esses defeitos podem ser identificados dentro de organização ou no próprio cliente. O fato do defeito ser encontrado pelo cliente pode causar danos irreversíveis à imagem da organização, podendo mesmo levar à sua eliminação enquanto fornecedor. Os dispositivos à prova de erro levam à redução dos defeitos até zero (Fisher, 1999). Com a adoção do Poke-Yoke pretende-se a criação de métodos, ferramentas ou equipamentos de fácil aplicação e de baixo custo que permitam a deteção de defeitos (Shingo, 1986).

***Heijunka* ou nivelamento da produção:** ou seja, programação nivelada, estável e sem grandes oscilações. Visa a criação de condições para a manutenção de um fluxo contínuo de fabrico, redução de stocks e maior estabilidade e consistência dos processos.

Processos uniformizados ou normalizados: a uniformização torna os processos estáveis e previsíveis e conseqüentemente mais fáceis de gerir. A uniformização é um dos principais requisitos para a estabilidade dos processos.

Melhoria Contínua ou *kaizen*: é um compromisso no sentido da melhoria do desempenho da organização procurando a total eliminação do desperdício. Algo que se faz de modo continuado e apoiado em pessoas e sistemas simples, para que a melhoria contínua seja um hábito, uma maneira de estar.

Estabilidade: Só é possível eliminar o desperdício através da planificação e implementação de um sistema de fabrico estável, permitindo-nos identificar facilmente as fontes de desperdício e respetivas oportunidades de melhoria.

O TPS é, portanto, um sistema desenvolvido para prover as pessoas com métodos e ferramentas que lhes permita a melhoria contínua do seu desempenho. A forma de estar da Toyota (Liker, 2004) significa mais dependência nas pessoas, e não menos. É uma cultura empresarial, muito mais do que técnicas e ferramentas. As empresas dependem das suas pessoas para melhorar os processos, reduzir stocks, identificar os problemas escondidos e eliminá-los, mais melhor do que ninguém elas conhecem os seus processos e conseguem dar *inputs* de melhoria.

Um dos segredos da Toyota e do TPS é a extraordinária consistência do seu desempenho, a qual resulta da excelência operacional. Esta empresa foi capaz de converter a excelência operacional numa poderosa arma competitiva. Em parte, a excelência operacional baseia-se nas técnicas e ferramentas de melhoria da qualidade, como por exemplo, *Kaizen*, *Jidoka*, *Poka-Yoke*, entre outras, e na constante inovação dos processos.

2.2. Lean Thinking

A designação *Lean Thinking* (pensamento magro) foi usada como conceito de gestão empresarial pela primeira vez por Womack na obra de referência com o mesmo nome (Womack e Jones, 1996). Desde então, o termo é mundialmente aplicado para se referir à filosofia de gestão que tem por objetivo a criação de valor e a eliminação do desperdício.

Os autores referem-se ao *Lean Thinking* como o “antídoto para o desperdício” (Womack e Jones, 1996). O conceito de desperdício deve ser alargado e não incluir apenas as atividades humanas mas também qualquer outro tipo de atividades e recursos usados indevidamente e que contribuem para o aumento de custos, de tempo e da insatisfação do cliente.

A filosofia *Lean Thinking* tem adquirido enorme reputação mundial, sendo aplicada em todas as áreas, quer em organizações privadas, quer no setor público, sendo possível encontrar também aplicações *Lean* na gestão de organizações não-governamentais (Pinto, 2009). A validade dos princípios e das soluções *Lean* é comprovada pelo sucesso de empresas como a Toyota Motors Corporation (TMC) que em 2007 alcançou o topo da indústria automóvel ao destronar a General Motors que desde 1930 era a maior empresa do setor.

Desde o seu desenvolvimento inicial, até aos nossos dias, a filosofia *Lean Thinking* tem vindo a evoluir, muito graças aos seus fundadores e às empresas que lhes serviram de referência bem como ao contributo de entidades espalhadas por todo o mundo que vão contribuindo para o crescimento desta filosofia desenvolvendo-a e implementando-a nos mais diversos setores de atividade.

O pensamento *Lean* não deve ser utilizado para sustentar mudanças radicais nas organizações, mas fomentar sim, uma mudança de atitude e de cultura empresarial e, por isso, deve ser introduzida pela gestão de topo que é a autoridade necessária para implementar esta mudança. O pensamento *Lean* começa quando o cliente define o que é valor (Melton, 2005).

2.2.1. Princípios Básicos do Lean Thinking

O pensamento *Lean* consiste num conjunto de conceitos e princípios que visam simplificar o modo como uma organização produz valor para os seus clientes enquanto todos os desperdícios são eliminados na cadeia de valor (Womack e Jones, 1996). Womack e Jones (1996) argumentam que o pensamento *Lean* permite às empresas especificar o que é valor, iniciar as ações de criação de valor na melhor sequência e realizar essas atividades sem interrupção, sempre que alguém as solicita, executando-as com o melhor desempenho. Esta afirmação leva-os a identificar os cinco princípios do pensamento Lean: definir valor, definir a cadeia de valor, otimizar fluxos, introduzir sistema *Pull* e perseguir a perfeição como se demonstra na Figura 2.

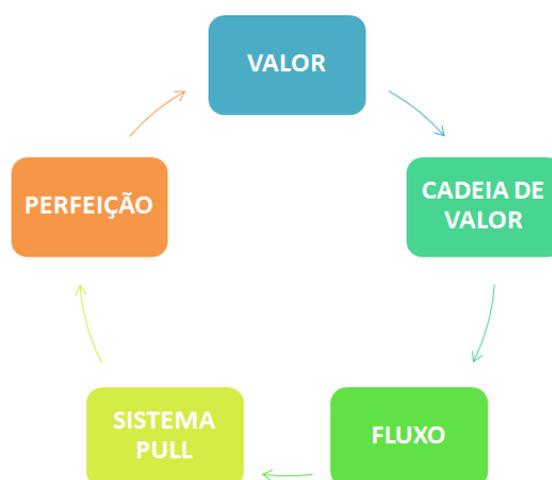


Figura 2 - Os cinco princípios Lean Thinking

Valor. Consiste nas características de determinado produto ou serviço valorizadas pelo cliente e que se revelam decisivas no ato da compra, pois o cliente analisará o preço e o esforço que fará para adquirir esse determinado bem/serviço. Quanto maior o valor percebido pelo cliente maior será a satisfação do mesmo e, deste modo, a fidelidade será crescente (Cunningham e Jones 2007).

Cadeia de valor. Define um processo ou um conjunto de etapas do processo necessários à criação do produto ou serviço. Assim como o valor foi definido pelas características que o cliente percebe e afeta a fase de seleção, pode incluir-se aqui esse conceito. Para analisar o valor existente na cadeia devem-se identificar os desperdícios existentes para que estes sejam eliminados. Verificam-se tempos desnecessários, atividades inadequadas, métodos de trabalho ineficientes, padrões de qualidade indefinidos ou desajustados. Ao longo de toda a cadeia de valor, e seguindo o estabelecido para realizar a análise de valor, identificam-se as atividades da seguinte forma: atividades que criam valor, atividades que não criam valor mas são necessárias e atividades que não criam valor e são desnecessárias.

Fluxo. Pode referir-se ao fluxo de pessoas, de materiais, de informação ou de capital. Este fluxo percorre toda a cadeia de valor e o objetivo é que seja contínuo, ou seja, sem que existam pontos de estrangulamento que impliquem a paragem ou redução da atividade em determinados pontos da cadeia. Para que o tempo de resposta aos pedidos do cliente possa ser o mais reduzida possível, os estrangulamentos detetados devem ser reduzidos ou eliminados no intuito de aumentar a capacidade de resposta, tornando a organização mais competitiva.

Sistema Pull (Puxar). Com este princípio pretende-se que a produção de um produto ou prestação de serviço seja iniciada apenas aquando da solicitação do cliente, considerando as características que o mesmo estabelece. Aqui aplica-se o conceito do *just-in-time*, produzindo ou servindo no momento e nas quantidades certas, o que permite a eliminação do excesso de produção e conseqüente redução de stocks e maior disponibilidade da mão de obra.

Procura da Perfeição. Pressupõe que o processo de redução de esforço, tempo, espaço, custos e erros seja contínuo e infinito. Para tal, a empresa pode e deve apoiar-se nas metodologias de melhoria contínua (Kaizen).

Será sempre possível especificar melhor o valor, eliminar desperdícios ao longo da cadeia, suprimir obstáculos que interrompam o fluxo do produto e fazer com que o cliente puxe mais a produção. Será apenas esta predisposição de insatisfação constante que permitirá o sucesso da implementação da filosofia *Lean*.

A partir do conceito dos cinco princípios acima descritos, observa-se que a força de transformação da iniciativa *Lean* está na correta especificação do que é valor para o cliente final. Esta nova especificação acaba com a tradicional forma em que cada membro da cadeia especificava valor de formas diferentes; na identificação de todas as ações que levam um produto da concepção ao lançamento, do pedido à entrega, da matéria-prima às mãos do cliente. Além disso, conforme já foi referido anteriormente, o pensamento *Lean* está focado na eliminação das atividades que não acrescentam valor e na criação de valor que decorre de um fluxo contínuo até aos clientes.

2.2.2. Formas de desperdícios: 7 + 7 perdas

Na linguagem da Engenharia Industrial, consagrada pela Toyota, e de acordo com Ohno - o grande idealizador do TPS. As perdas (*Muda* em Japonês) foram classificadas em sete grupos (Tabela 1): excesso de produção, esperas, transportes, desperdícios do próprio processo, stocks, deslocações e defeitos (Figura 3) (Ohno, 1988).

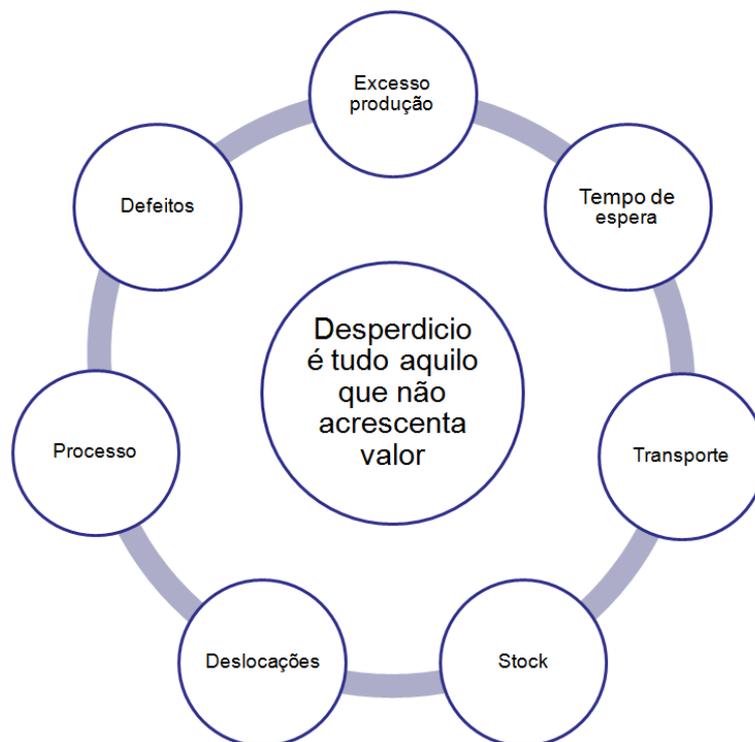


Figura 3 - As sete formas de desperdício





Tabela 1 - Os 7 tipos de desperdícios: exemplos, causas e contramedidas (adaptado de Gemba Research, 2007)

7 Tipos de Desperdícios	Definição	Exemplos	Causas	Contra-medidas
Excesso de Produção	Produzir a mais do que cliente necessita	Produzindo produtos para o stock baseado na previsão Produzindo mais para evitar set-ups Processamento em lotes grandes para gerar mais saída	Forecasting Longos set-ups Paragem dos equipamentos	Programação em JIT Heijunka – nivelamento da carga SMED TPM
Espera	Tempo desperdiçado por materiais, pessoas, equipamentos ou informações que não estão prontas	Espera por peças Espera por desenhos Espera pela inspecção Espera por máquinas Espera por informação Espera pela reparação da máquina	Produção empurrada Operações desbalanceadas Inspecção centralizada Atrasos na entrada dos pedidos Falta de prioridade Falta de comunicação	Sistema PULL Produção no Takt time Mapeamento do processo Jidoka Kaizen TPM Heijunka – nivelamento da carga SMED
Transporte	Deslocações do produto que não acrescenta valor	Transporte de peças para dentro e fora do stock Transporte de material de uma estação de trabalho para	Produção em lotes grandes Produção empurrada Stock Layout	Fluxo contínuo Sistema PULL Células de produção Milk-Run Produtos modulares Kanban
Stock	Materiais, peças ou produtos em stock e o cliente não necessita no momento	Matéria-prima Produto em curso Produto acabado Consumíveis Componentes comprados	Lead-times dos fornecedores Falta de fluxo Set-ups longos Lead-times longos Papéis e formulários em Falta de ordem no	Kanban externo Desenvolvimento do fornecedor Linhas de one-piece flow SMED Kanban interno Heijunka – nivelamento da carga
Deslocação	Movimento de pessoas que não acrescenta valor	Procurar por peças, ferramentas, desenhos, etc Escolher o material Alcançar ferramentas Pegar em caixas	Área de trabalho desorganizada Material em falta Design errado do posto de Área de trabalho sem segurança Falta de formação dos	5S Automatização kaizen Ergonomia Fluxo contínuo One-piece flow Formação e treino dos operadores Design do posto de trabalho
Processo	São operações e a processos que não são necessários na execução do produto	Múltiplas limpezas das peças Preenchimento de folhas Tolerâncias apertadas demais Ferramenta ou peça de difícil manuseio	Atrasos entre os processos Sistema empurrado Voz do Cliente não compreendida Concepção do produto	Linhas em fluxo One-piece pull VSM Kaizen Standartwork
Defeitos	Trabalho que contém erros, retrabalho, enganos ou falta de alguma coisa necessária	Retrabalho Defeitos Correção Falha do equipamento Variações do processo	Falha do processo Falta de carregamento da peça Processo em grandes lotes Inspeção dentro do processo Máquinas incapazes	Causa-efeito (PDCA) Pokayoke One-piece flow Qualidade integrada ao processo Automatização Kaizen Standartwork

Peter Drucker (1980), considerado o guru da gestão, afirmou: “Não há nada mais inútil do que fazer de forma eficiente algo que nunca deveria ter sido feito”, aplicando-se esta afirmação a todas as formas de desperdício referidas e apresentadas sucintamente de seguida.

Excesso de Produção. A perda por excesso de produção pode ser por quantidade ou por antecipação. Por quantidade acontece quando se produz para além do volume que estava programado. Por antecipação, é a perda por produzir antes do momento em que é necessário, em que produtos fabricados ficam à espera de serem consumidos ou processados por etapas posteriores isto significa que se está a produzir sem encomenda. Desta forma isto vai gerar desperdícios de equipamentos, recursos, transporte e armazenamento (Liker, 2004).

Espera. Este tipo de perda consiste no tempo em que os recursos disponíveis estão literalmente parados, em espera, devido a alguma ocorrência, como por exemplo: estar à espera que a máquina acabe o processo, de ferramentas, de fornecimento de produtos, entre outros. Se existir esse tempo de espera podem-se colocar os colaboradores a terem formação noutros produtos ou a dar formação a colaboradores que sejam menos experientes e serem “senseis” ou ainda desempenharem pequenas atividades de manutenção ou atividades kaizen (Hines e Rich, 1997).

Transporte. Refere-se essencialmente às movimentações excessivas de matérias-primas, semiacabados e produtos finais. O transporte deve ser reduzido a um mínimo, o estritamente necessário. Em geral, nestas movimentações desperdiçam-se tempo e meios que representam perdas significativas quer pelo aumento da probabilidade de danificar um produto quer por outro lado o puro desperdício e a afetação desnecessária de recursos (Hines e Rich, 1997).

Stock. Stocks de matéria-prima, material em processamento e produto acabado. Quanto maior for o stock maior vai ser a área ocupada pelos mesmos e maiores são os custos e investimento parado. Se os stock forem baixos pode-se investir esse dinheiro na criação de valor (Hines e Rich, 1997). Os stocks podem também esconder outros tipos de problemas como por exemplo avarias ou problemas com o processo. Pinto e Amaro (2007) referem que a melhor forma de encontrar desperdícios é ir ao chão de fábrica procurar pontos de acumulação de stocks e questionar os mesmos. Só assim se começa a identificar quais são os problemas existentes e/ou camuflados pelos stocks.

Deslocações. Desperdício associado aos movimentos realizados desnecessariamente pelos operadores na execução de uma operação, isto é, aquilo que não acrescenta valor ao produto. Por exemplo, um layout mal concebido do ponto de vista ergonômico e funcional, a falta de formação dos operadores e a pouca ênfase, por parte da organização, em aspetos relacionados com o estudo do trabalho.

Próprio processo. Refere-se a operações e a processos desnecessários na execução do produto. Para eliminar esta fonte de desperdício, o *Lean* propõe a formação dos colaboradores; a análise de valor aos processos, desde que não afete a qualidade e as funções básicas do produto, com vista à sua simplificação e eficiência; trabalho padronizado e, por fim, a automatização dos processos de engenharia e análise de valor. É extremamente importante olhar para a cadeia de valor como um todo pois aquilo que se faz num processo pode ser desperdício para o processo posterior. Este tipo de perda é gerada, por exemplo, quando se exige mais qualidade do que aquela solicitada pelo cliente (Hines e Rich, 1997).

Defeitos. Este defeito surge da fabricação de produtos que não cumprem com as especificações requeridas pelo cliente. Os produtos não conforme são sinónimos de desperdício de materiais, de disponibilidade de mão de obra, de equipamentos, movimentação de materiais defeituosos, armazenagem de materiais defeituosos, inspeção de produtos, entre outros. Pinto e Amaro (2007) identificam as seguintes causas para a ocorrência de defeitos, nomeadamente, ênfase na inspeção do produto final, ausência de padrões de inspeção, falhas humanas, ausência de trabalho padronizado, transportes e movimentações que geram danos.

Além destas sete categorias abordadas, Brunt e Butterworth (1998, em Amaro e Pinto, 2007) definiram mais 7 classes de desperdício que se aplicam também aos serviços e se apresentam abaixo.

Não utilização do potencial humano. Ohno (1988) afirmou que um dos objetivos do TPS era “criar pessoas pensantes”. Nas últimas décadas, milhões de euros foram gastos para retirar as pessoas das fábricas, quando afinal são as pessoas o principal recurso das organizações. Sem elas nada funciona pois dois dos pilares do TPS são a força de trabalho flexível e o pensamento criativo. Covey (2004) apresenta excelentes exemplos de liderança de pessoas com ótimos resultados. A verdade fundamental é que as pessoas não são máquinas e por isso é necessário saber liderar e contar com os quatro

fundamentos das pessoas: corpo, mente, coração e espírito. Cada pessoa é diferente, é necessário saber conhecer, comunicar, ouvir e dar feedback. Neste sentido a gestão japonesa foi inovadora pois os líderes assumem por vezes o papel de mestres (sênseis), ensinando e encaminhando os seus colaboradores.

Desperdício da utilização de sistemas inapropriados. A aplicação de sistemas inapropriados resulta por vezes em grandes fontes de desperdício. Nomeadamente a aquisição de um software que se pensa irá ser uma mais-valia para a organização e no final só utilizamos um terço daquilo que foi comprado. A incorreta ou parcial utilização de um sistema é uma fonte de desperdício.

O desperdício de energia. Esta energia refere-se à fonte de potência: eletricidade, gás, óleo, petróleo, entre outros. É necessário conter custos, racionalizar a energia e poupar aquela proveniente de recursos finitos, preservando o meio ambiente.

O desperdício de materiais. Hoje em dia, as atividades de fabrico e construção não são apenas uma responsabilidade ambiental, mas uma questão de lucro. Para reduzir os desperdícios de materiais é necessário fazer uma abordagem ao tempo de vida do produto/ serviço, fabrico, utilização e à sua reutilização em final de vida, selecionando, aquando da conceção do mesmo, os materiais que mais se adequam aos respetivos processos e fins.

Desperdícios nos serviços e escritórios. Atualmente começa-se a verificar um interesse crescente nesta área quanto à aplicação do *Lean*. Nos escritórios é muito fácil identificar algumas formas de desperdício como, por exemplo, o excesso de movimentações. Nos serviços também podemos facilmente identificar o não aproveitamento do potencial humano. Abre-se agora uma grande janela de oportunidade de melhoria dos serviços, em Portugal.

Inspeções ineficientes. Tanto na produção como nos serviços, nomeadamente nos escritórios, existem inspeções finais que devem ser reduzidas adotando-se, por exemplo, metodologias antifalha, nomeadamente, a *poke-yoke*.

Desperdício do tempo do cliente. Acontece quando um cliente está a espera de uma informação, ou quando se tem de deslocar ou falar com vários interlocutores ou departamentos para obter essa mesma informação.

Em suma, foram aqui apresentadas várias fontes de desperdício, as quais podem ser identificadas e eliminadas por qualquer organização pertencente quer ao ramo da

indústria como dos serviços. No entanto, para alguns autores, nomeadamente, Brunt e Butterworth (1998) e Liker (2004) a maior fonte de desperdício em qualquer empresa ou organização é a não utilização do potencial humano que cada pessoa carrega em si.

Para finalizar, e citando Pinto (2009): “Não ouvir, não envolver e não compreender é desperdiçar oportunidades de melhoria e de crescimento nas organizações”.

2.3. Descrição de algumas ferramentas *Lean*

Diversas ferramentas *Lean* foram desenvolvidas ao longo dos anos. Muitas delas tiveram origem no TPS (já referidas na casa TPS) e o objetivo é identificar e eliminar os desperdícios e aumentar a produtividade (Pinto, 2008 e 2010). A Figura 4 mostra algumas dessas ferramentas que são sucintamente apresentadas de seguida.



Figura 4 - Algumas ferramentas *Lean*

2.3.1. Melhoria contínua - *Kaizen*

A filosofia *Kaizen* significa melhoria contínua. *Kaizen* deve envolver todos os colaboradores na busca da melhoria dos processos e desempenhos da organização, implementando melhorias que envolvam pequenos investimentos. Esta filosofia é, muitas vezes, utilizada como um conceito de guarda-chuva conforme apresentado na Figura 5. “*Kaizen* é um guarda-chuva que abrange todas as técnicas de melhoria, unindo-as de maneira harmoniosa para tirar o máximo proveito do que cada uma oferece.” (Imai, 1986, 1997).



Figura 5 - Conceito guarda-chuva KAIZEN (Imai, 1986)

“The Kaizen philosophy assumes that our way of life — our working life, our social life, or our home life — should focus on constant-improvement efforts..... In my opinion, Kaizen has contributed greatly to Japan’s competitive success.” (Imai, 1997).

2.3.2. Value Stream Mapping (VSM)

O *Value Stream Mapping* (VSM) ou Mapeamento de Fluxo de Valor é uma ferramenta que permite identificar e efetuar a análise de atividades subdividindo-as do seguinte modo: atividades que acrescentam valor, que não acrescentam mas são necessárias e as que são desnecessárias. Esta identificação inicia-se com o Mapeamento de Fluxo de Valor do estado atual do processo. Após a análise do processo e da realização de melhorias, efetua-se o Mapeamento do Fluxo de Valor do estado futuro.

Geralmente a aplicação desta ferramenta é apoiada por sessões de “*brainstorming*”, nas quais as equipas definidas para o desenvolvimento destas atividades, se reúnem para analisarem os processos e procurarem a eliminação de desperdícios.

Mike Rother e John Shook explicaram como construir um mapa para cada fluxo de valor e mostraram de que forma se consegue diferenciar através desse mesmo mapa o que é valor e desperdício e proceder à eliminação deste último (Rother e Shook 2003).

“Whenever there is a product for a customer there is a value stream. The challenge lies in seeing it” (Rother e Shook, 2003).

2.3.3. Programa 5S

O Programa 5S é uma filosofia de trabalho que procura promover a disciplina na empresa através da consciencialização e responsabilidade de todos, de forma a tornar o ambiente de trabalho agradável, seguro, produtivo e eficiente. As atividades visam eliminar os desperdícios que contribuem para erros, defeitos e acidentes de trabalho, através da aplicação de ferramentas visuais (Liker, 2004).

Esta ferramenta foi batizada de 5S pelo fato das palavras japonesas que sintetizam as cinco etapas do programa iniciarem todas por S, como podemos observar abaixo:

- Seiri - que significa a organização;
- Seiton - que significa a arrumação;
- Seiso - que significa a limpeza;
- Seiketsu - que significa a normalização;
- Shitsuke - que significa a autodisciplina.

Estas duas últimas são as mais difíceis de implementar pois é necessário algum tempo até as atividades estarem consolidadas e que todos os colaboradores tenham interiorizado a atitude de 5S.

2.3.4. Sistema Pull com Kanban

É um dos mais simples sistemas de controlo de operações e é também um dos elementos fundamentais do TPS. De acordo com o sistema *Pull*, este coordena o fluxo de materiais e informação ao longo de toda a cadeia de valor uma vez que pode ser estendido ao cliente/ fornecedor, não ficando apenas pelo sistema produtivo interno. O sistema *Pull* acontece quando cada estação puxa os materiais da estação anterior na presença de um pedido da estação seguinte. As operações são efetuadas aplicando o conceito JIT no que refere a quantidade, tempo e necessidade.

Para implementação do sistema *Pull* existe o mecanismo Kanban uma palavra japonesa que significa cartão, placa ou registo visível. Difundiu-se pelo mundo na década de 80, proporcionando uma revolução na gestão da produção. É um sistema de controlo da atividade produtiva que transmite informações da produção para os postos de trabalho e dos postos de trabalho para o abastecimento e recolha de produtos.

Nunca um sistema tão simples causou tanto impacto nas modernas técnicas de gestão da produção. Segundo Ohno pode e deve-se introduzir o Kanban a qualquer momento e com qualquer nível de stock. No entanto, se não se aproveitar o potencial do Kanban para identificar os problemas e aumentar a produtividade, não se está verdadeiramente a utilizar todo o potencial deste sistema (Ohno, 1988).

2.3.5. Ciclo PDCA

A sigla PDCA significa: *Plan*, *Do*, *Check*, *Act* (Figura 6). É um ciclo centrado na resolução de problemas, identificação da causa e procura da melhor solução. O PDCA é a descrição da forma como as mudanças devem ser efetuadas numa organização. Não inclui apenas os passos do planeamento e implementação da mudança mas também a verificação de resultados, se produziram ou não a melhoria desejada, podendo posteriormente agir de forma a ajustar, corrigir ou efetuar uma melhoria adicional com base neste último passo.

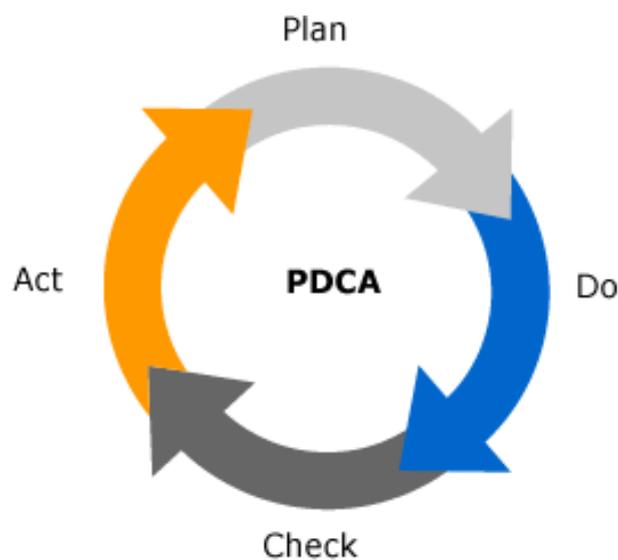


Figura 6 - Ciclo PDCA

Com este conceito, Shewhart, criou uma nova maneira de pensar e de gerir com técnicas simples, mas foi W. Edwards Deming quem o introduziu no Japão por volta dos anos 50. Foi por este motivo que a Toyota adotou o ciclo PDCA e o tornou numa estratégia de acompanhamento e base para melhoria e liderança para todos os níveis de gestão (Rother, 2009).

2.3.6. Total Quality Management (TQM)

O *Total Quality Management* (TQM) ou a Gestão da Qualidade Total promove a qualidade, desde a sua conceção, execução e garantia, por todos os colaboradores da empresa, não atribuindo a sua responsabilidade apenas a um departamento. Com o objetivo de melhorar a gestão da qualidade foram desenvolvidas algumas ferramentas como, por exemplo:

- histogramas e análise de ocorrências;
- ciclo PDCA (descrito na secção anterior);
- análise modal de falhas ou FMEA (failure mode and effect analysis);
- análise ABC, ou regra dos 20/80, também conhecida como o princípio de Pareto;
- espinha de peixe ou diagrama de Ishikawa;

2.3.7. Single Minute Exchange Of Die (SMED)

O método *Single Minute Exchange of Die* (SMED) consiste na análise e redução do tempo desperdiçado nas mudanças de série de fabrico. As técnicas de mudança rápida de ferramenta têm vindo a ser desenvolvidas e aplicadas nas organizações industriais para dar resposta às pressões do mercado através da redução de quantidades de fabrico, de stocks, tempos e custos entre outras.

Estas técnicas têm sido desenvolvidas com o intuito de melhorar as condições dos *setups* realizados, e com isso criar uma política de redução de custos seja ela imediata ou a médio/longo prazo. O método SMED foi inicialmente proposto e desenvolvido por Shigeo Shingo (Shingo, 1985). Com o desenvolvimento do método, Shingo (1996) divide a operação de *setup* em duas categorias:

Setup Interno: operação de *setup* (montagem ou desmontagem de ferramentas) que apenas pode ser efetuada com a máquina parada;

Setup Externo: operação de *setup* que pode ser realizada com a máquina em funcionamento (por exemplo, o transporte de ferramentas para junto da máquina, e desta para o armazenamento).

Para além desta divisão e caracterização das operações de *setup*, o trabalho de Shingo na indústria automóvel, permitiu estabelecer uma sequência básica e eficaz para quaisquer tipos de *changeover*, com 4 etapas:

Etapa 1 – Preparação dos materiais necessários, verificação de ferramentas, levantamento e reposição dos materiais necessários durante a operação. Tudo deve estar e ser colocado no seu respetivo lugar.

Etapa 2 – Desmontagem da ferramenta após a conclusão do processo produtivo do último lote e montar a ferramenta antes do início da produção do lote seguinte.

Etapa 3 – Medição, ajustamentos e calibração da máquina de produção antes do início da produção.

Etapa 4 – Depois de realizadas as etapas anteriores, proceder à produção de peças teste para aferir a conformidade do produto. Proceder a afinações a ajustamentos até a peça teste produzida estar dentro das especificações da produção.

Estas são as etapas que devem ser consideradas em qualquer mudança de ferramenta. Através do estudo de cada etapa consegue-se melhorar o tempo de mudança de ferramenta. A figura 7 demonstra essas etapas (estágios).

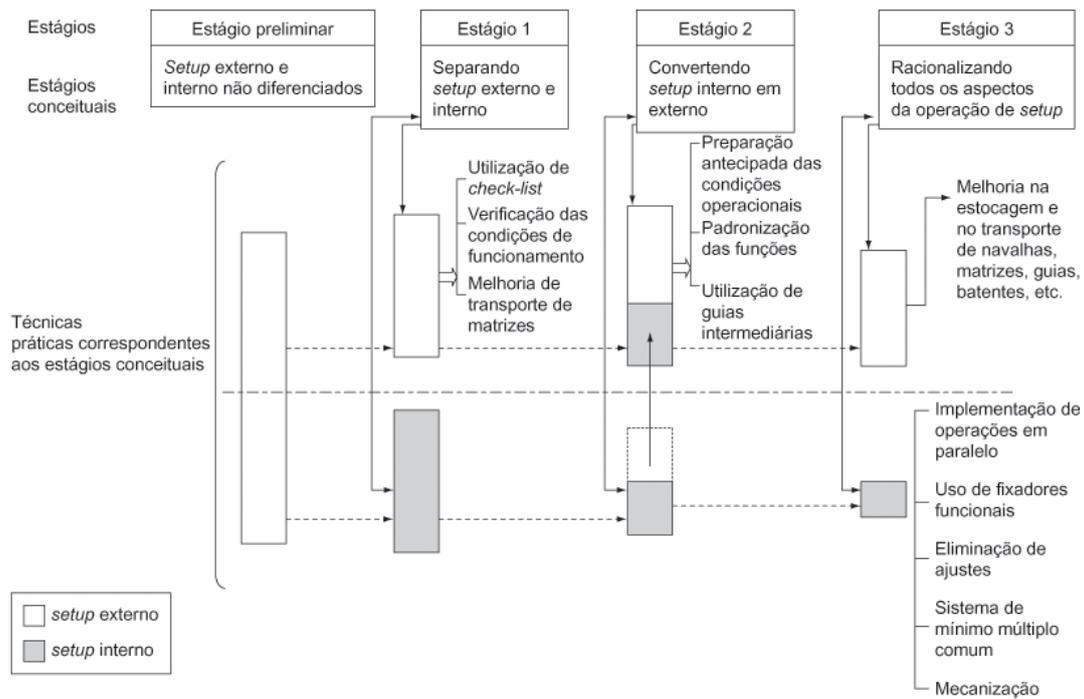


Figura 7 - Principais etapas do método SMED (Shingo, 1996)

2.3.8. Total Productive Maintenance (TPM)

Nakajima (1988) introduziu o conceito *Total Productive Maintenance* (TPM), ou seja, Manutenção Produtiva Total, em 1971, como sendo uma manutenção ao nível da produção, da responsabilidade de todos os trabalhadores, concretizada através da realização de pequenas atividades com o foco na manutenção de 1º nível, mais comumente denominada de manutenção preventiva.

Segundo McCarthy e Rich (2004), o sistema TPM procura maximizar a performance global dos equipamentos através da gestão do seu funcionamento, reparação e intervenções. Serve de filosofia base para aumentar o envolvimento e responsabilidade dos operadores perante os equipamentos que utilizam no dia a dia. Para tal, identificaram 5 fatores críticos fundamentais ao sucesso da sua implementação e respetivos benefícios:

- maximizar a eficiência do equipamento;
- desenvolver um sistema de manutenção preventiva durante o tempo de vida desse equipamento;

- envolver todos os departamentos para que planeiem, projetem, utilizem e mantenham os equipamentos aptos na implementação de TPM (tudo começa na conceção/início);
- envolver ativamente todos os funcionários desde a gestão de topo até aos trabalhadores da produção;
- promover o TPM através da gestão de motivação e de atividades autónomas em pequenos grupos.

Em suma, perante a identificação de algumas das ferramentas inerentes à filosofia *Lean* começa-se a formar uma base que permita a implementação e consolidação dessa mesma filosofia.

2.4. Casos de aplicação *Lean* na indústria de injeção de plástico

Sabendo que em média 40% dos custos associados a qualquer negócio são puro desperdício, todas as atividades que não acrescentam valor devem ser identificadas e eliminadas gradualmente (Pinto, 2009).

O *Lean Manufacturing* foca-se na redução de desperdícios com vista a aumentar não só a eficiência operacional mas também a eficiência energética e ambiental (tendo sido o desperdício da energia um dos desperdícios apontado na secção 2.2.2) que, muitas vezes, requerem fontes de investimento adicionais. É assim importante para as empresas de manufatura implementarem o *Lean Manufacturing* para que alcancem maior competitividade e consigam uma melhoria da performance ambiental (Yang et al., 2010).

O *Lean Manufacturing* pode, também, de fato levar ao aumento da eficiência energética através do *Lean Green* – filosofia que coloca no seu centro de análise o ambiente. As questões e crescentes preocupações ambientais são também agora uma das responsabilidades de todas as empresas e organizações em geral pelo fato dos efeitos provocados pelas alterações climáticas se terem agravado nos últimos anos, e a natureza ser um bem essencial à vida (Moreira et al., 2010).

Esta aplicação *Lean Green* faz ainda mais sentido na indústria de injeção de plástico, tradicionalmente pouco eficiente. Felizmente, há já alguns anos que a aplicação de

ferramentas *Lean* chegou à indústria de processo (Melton, 2005), e em particular, à indústria de injeção de plástico, sempre com vista à redução de desperdícios e ao aumento de produtividade. Foi nesse sentido que algumas empresas nacionais de injeção de plásticos como a ILHAPLAST (Rodrigues, 2010), LN Plás (Couto, 2008) e a Soplast (Carvalho, 2009) aplicaram algumas ferramentas *Lean* como os 5S e o SMED, apesar de sentirem alguma resistência à mudança e existirem alguns paradigmas que assombraram esta implementação, tais como: “Trabalhamos sempre assim!”, “O que é que eu ganho com isso?”, “Não tenho tempo!”, “Não é da minha responsabilidade!”, “Isso aqui nunca vai funcionar!”.

Em todas as empresas, os resultados foram positivos mantendo o foco na melhoria da gestão visual das empresas e na redução dos tempos de mudança de ferramentas. Conseguiram alcançar o objetivo de melhorar o processo e aplicar melhorias contínuas nas linhas de montagem e no processo de injeção. Estas melhorias levaram ao aumento de produtividade e melhoria das condições de trabalho dos seus colaboradores.

Nesta mudança todos foram envolvidos pois não se pode pensar só “*LEAN*”, i.e., foi importante que a mudança também se focasse nas pessoas que trabalhavam no espaço fabril. Estas, mais do que ninguém, conhecem o seu posto de trabalho e sabem de que forma pode ser melhorado, pois é necessário “emagrecer” mas em simultâneo prestar a devida atenção para não o levarmos à anorexia, procurando sempre uma filosofia de melhoria contínua para “fortalecer os músculos”.



3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Neste capítulo apresenta-se a empresa onde se desenvolveu o projeto desta dissertação. Primeiramente, identifica-se e localiza-se a empresa Plastaze, e em seguida o respetivo Grupo no qual se insere - Grupo Simoldes. Posteriormente, explana-se ainda a estrutura organizacional e o sistema de produção da Plastaze.

3.1. Identificação e localização da empresa

A empresa denomina-se Plastaze e tem a sua sede no Lugar das Cavadas em Cucujães, no concelho de Oliveira de Azeméis. A Plastaze - Plásticos de Azeméis, S.A. pertence ao Grupo Simoldes e é uma empresa dedicada exclusivamente à injeção de termoplásticos. A Figura 8 mostra a entrada da empresa.



Figura 8 - Entrada da empresa Plastaze

A produção da Plastaze destina-se essencialmente à indústria automóvel, puericultura e à embalagem. Na Figura 9 pode observar-se alguns produtos que integram componentes produzidos pela Plastaze.

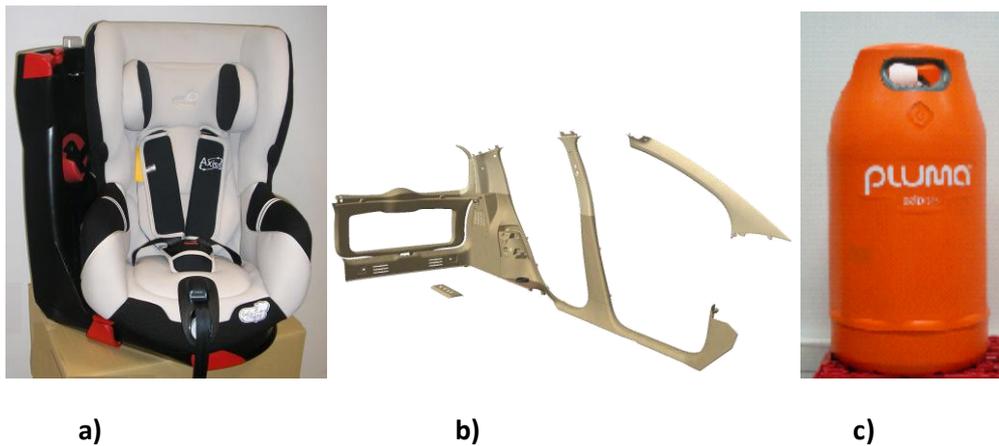


Figura 9 - Alguns dos produtos que integram componentes produzidos pela Plastaze: a) cadeira de bebé; b) Peças para os interiores dos automóveis; c) Botijas de Gás

Fundada em 1997, a Plastaze tem assumido como sua missão ser a escolha preferencial dos seus clientes, colaboradores e fornecedores, contribuindo para um crescimento sustentado e para a satisfação dos seus parceiros. Desde cedo quis honrar os seus compromissos baseados na confiança mútua.

A produção atual da Plastaze é de 10 milhões de peças injetadas por ano. De entre os principais clientes da Plastaze destacam-se a *BABY CHAIR* com 32% da faturação, a PSA com 29%, a GM com 22%, a AmtroAlfa com 12% e a Faurecia com 5%, conforme representado na Figura 10.

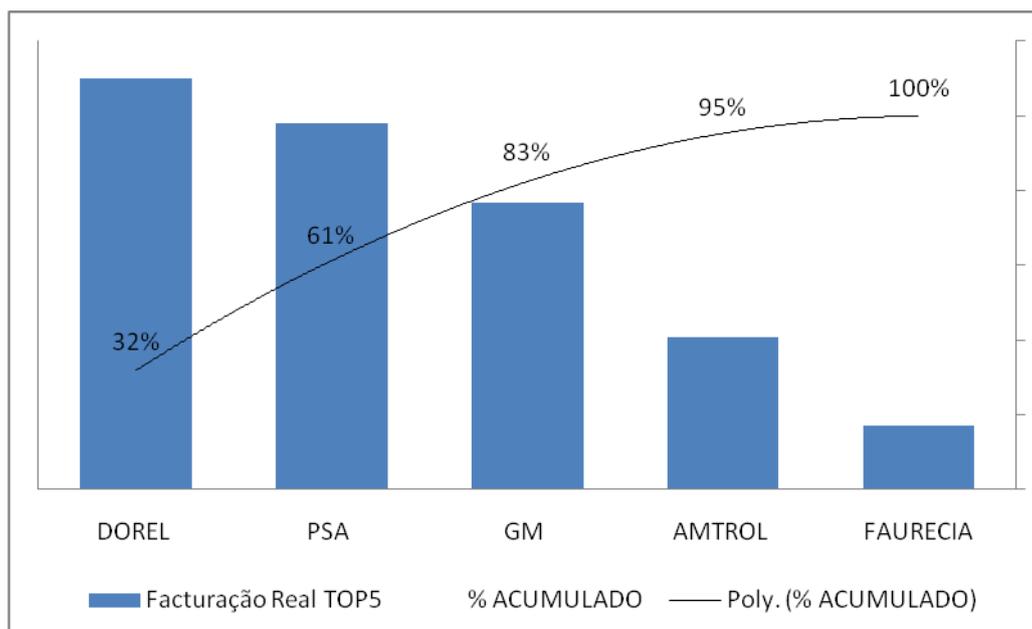


Figura 10 - Gráfico da faturação dos clientes top 5

Seguindo uma estratégia de melhoria contínua e de trabalho em equipa, a Plastaze, S.A. apresenta como elementos chave para o seu sucesso, a qualidade dos seus produtos e a satisfação das necessidades e expectativas dos seus clientes e colaboradores.

3.2. Grupo SIMOLDES

Esta secção apresenta o grupo SIMOLDES do qual faz parte a empresa Plastaze. O organigrama da Figura 11 mostra as divisões do grupo SIMOLDES.

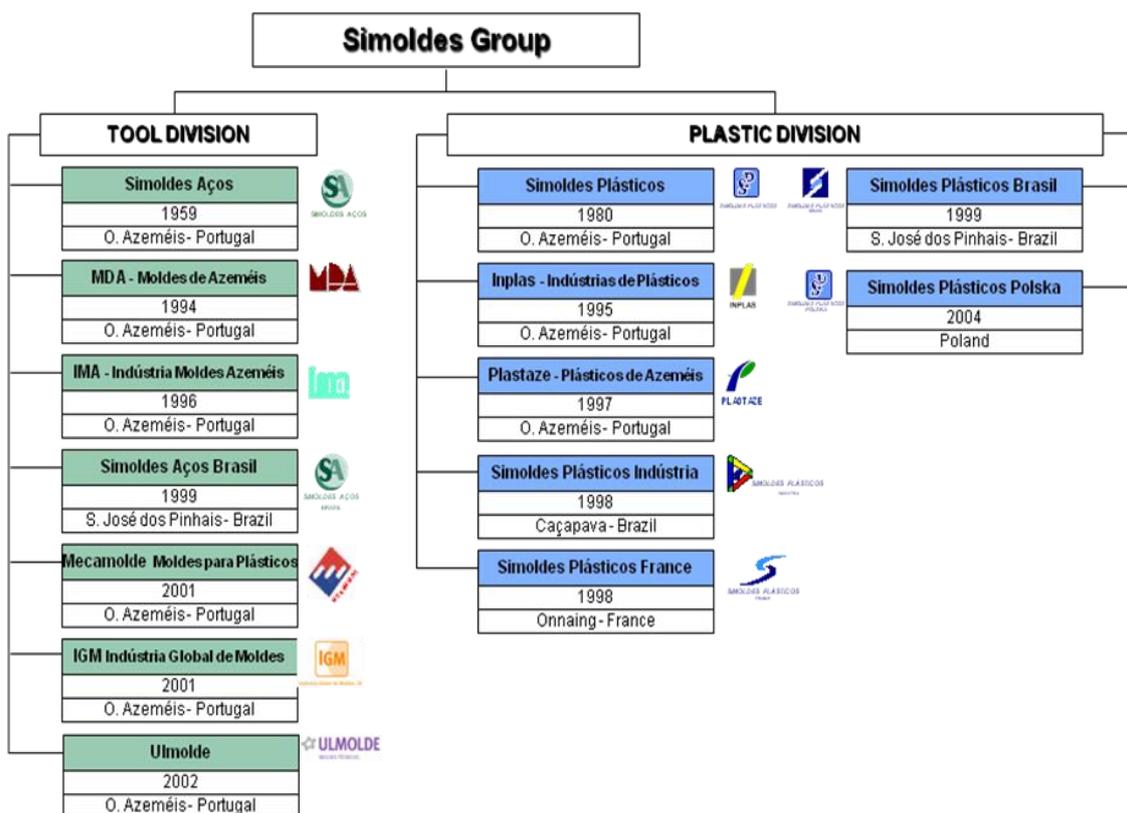


Figura 11 - Organigrama do grupo SIMOLDES

Nesta figura pode identificar-se a Plastaze como a 3ª empresa da divisão Plásticos do grupo.



3.2.1. Breve resenha histórica

O Grupo Simoldes teve o seu início no ano de 1959 com a criação da Simoldes Aços, empresa que se dedica ao fabrico de moldes de injeção para a indústria de plásticos. Posteriormente, em 1980, era criada a primeira unidade exclusivamente dedicada à injeção de peças em plástico, a Simoldes Plásticos.

Atualmente, a divisão de moldes é constituída por 7 fábricas, uma das quais está situada no Brasil contando com cerca de 900 colaboradores. A divisão de Plásticos soma 7 unidades fabris: 2 no Brasil, 1 em França e outra na Polónia com um total de 2800 efetivos.

Existem ainda vários escritórios técnico-comerciais espalhados por todo o mundo promovendo contactos privilegiados com os atuais e potenciais clientes, em ambas as divisões. Nos últimos anos, o Grupo tem procurado essencialmente estabelecer e manter contacto com potenciais parceiros na Republica Popular da China, na Malásia e Índia, com vista à abertura de unidades de fabrico de moldes nesses países.

Estrategicamente, o Grupo pretende reforçar o papel de líder Europeu e de maior fabricante Mundial de moldes e manter a estrutura de injeção com o cariz privado que a caracteriza, caso raro nos seus congéneres Europeus. Para isso, continuam o investimento em mercados emergentes, estando os países de leste e asiáticos na linha dos próximos investimentos mais importantes.

3.2.2. Volume de Negócios

O volume de negócios do grupo foi em 2003 de 410 milhões de Euros, sendo € 90 milhões destinados à divisão de Moldes e € 320 milhões à de Plásticos.

Os principais mercados do Grupo Simoldes são a Europa (França, Alemanha, Espanha e Escandinávia, Reino Unido), a América do Sul e do Norte.

O setor automóvel absorve a quase totalidade (98%) da produção do Grupo sendo os principais clientes empresas bem conhecidas como a Renault, Opel, PSA, BMW, Volkswagen, Mercedes, Visteon, Faurecia, Valeo, Delphi, Collins & Aikman, Bebéconfort, entre outras.

3.2.3. Certificação & Tecnologia

As empresas do Grupo Simoldes são certificadas pelas normas de Garantia da Qualidade ISO9001-2000 e ambiental ISO 14001. Dispõem ainda de uma rede de CAD/CAM de mais de 200 estações, equipadas com sistemas CATIA V5, unigraphics; euclid; entre outros. Possuem também equipamentos que permitem o tratamento de qualquer tipo de dados numéricos 2D e 3D.

A capacidade atualmente instalada permite conceber e desenvolver qualquer tipo de peça plástica, o molde, e a produção em série, principalmente para o setor automóvel, mas também para setores como os eletrodomésticos, as embalagens, jardim, entre outros. O Grupo tem capacidade para produzir moldes até 120 toneladas de peso, e as máquinas de injeção vão das 35 às 3200 toneladas. As tecnologias dominadas vão desde a injeção tradicional passando pela injeção com gás, bi-injeção, injeção de baixa pressão sobre tecido e outros materiais e ainda a injeção híbrida. De entre os materiais de maior consumo destaca-se o Polipropileno, seguido do Polietileno, e para aplicações de maiores especificações o ABS, Poliamidas, Poliacetais e Policarbonatos.

3.3. Estrutura organizacional da Plastaze

A empresa emprega atualmente 324 colaboradores, 50% ligados diretamente à produção. Os colaboradores estão divididos por 8 departamentos: Produção, Qualidade, Logística, Processo, Produto, Manutenção, Financeiro e Recursos Humanos (RH). Cada departamento tem um líder (Figura 12).



Figura 12 - Organograma da Plastaze



Direção de fábrica

O diretor de fábrica é o responsável máximo de cada empresa do Grupo Simoldes. É da sua responsabilidade toda a gestão de recursos humanos, técnicos e financeiros inerentes à atividade da empresa. Essa responsabilidade é delegada em cada um dos seguintes departamentos.

Produção

É o departamento responsável pela produção. Deve orientar o seu desempenho no sentido de satisfazer os pedidos dos clientes e fazer com que os produtos fiquem disponíveis no armazém de expedição para entrega diária aos clientes, tendo sempre em consideração os aspetos de qualidade, quantidade e tempo de entrega. O departamento divide-se em injeção e linha de montagem e está organizado por módulos de produção.

Qualidade

Este é o departamento que assegura que os requisitos das normas de certificação ISO: 9001 e ISO/TS 16949 são cumpridos. Para tal, elabora e atualiza o Manual da Qualidade e procede a auditorias internas. Compete a este departamento estabelecer as ligações e fazer o seguimento dos clientes, fazendo a gestão das suas reclamações. Este departamento é também responsável pelo controlo de qualidade dos produtos na fábrica.

Logística

Tem a seu cargo a planificação do trabalho a executar, controlo de armazéns de matérias-primas e de expedição, assim como o estabelecimento de contacto direto com os nossos clientes. É responsável pela gestão de stocks do material existente. O departamento de logística divide-se em: armazém de produto acabado/ expedição, armazém de matérias-primas/ logística interna, aprovisionamento, planeamento e gestão de clientes.

Engenharia do Produto

As funções deste departamento centram-se na análise de projetos, desenvolvimento de ideias, alteração de componentes de fabrico (impostas ou não pelo cliente) no início dos projetos a implementar em cada empresa do Grupo Simoldes - Divisão Plásticos. Tem, também, a seu cargo funções comerciais, estabelecendo contactos e negociando preços com os diferentes clientes.



Engenharia de Processo

Departamento responsável por todos os aspetos relacionados com o layout da organização e com a industrialização dos produtos. Surge na sequência do trabalho desenvolvido pela Engenharia do Produto e tem como finalidade criar as condições ideais à produção. Concentra os diferentes recursos (máquinas, moldes, recursos humanos e processos) e dá apoio à melhoria contínua, sempre que necessário. É responsável pela implementação de algumas ferramentas *Lean Manufacturing*.

Manutenção

É responsável pela manutenção e conservação de todas as máquinas e equipamentos, assegurando o seu correto funcionamento. Garante a instalação de todos os equipamentos na área fabril, bem como a sua segurança e preservação. Por outro lado, assegura e garante o correto funcionamento desses mesmos equipamentos através de manutenções preventivas e manutenções curativas. Deste departamento fazem parte, para além dos mecânicos de máquinas, os mecânicos de moldes, os quais são responsáveis pela manutenção dos moldes.

Financeiro

É o departamento que trata o que diz respeito a custos, investimentos e pagamentos. Gere a área financeira de cada empresa do Grupo Simoldes. Neste departamento também são controladas, para além das saídas de dinheiro, as suas entradas que provêm da venda dos seus produtos.

Recursos Humanos

Departamento que gere e trata todos os assuntos diretamente relacionados com os colaboradores de cada empresa do Grupo Simolde: gestão de salários, faltas e férias, gestão de carreiras, organização e gestão formação, sistema de motivação e satisfação, comunicação, segurança, higiene e ambiente, descrição e análise de funções, avaliação de desempenho e gestão de indicadores. Elaboração de normas gerais sobre áreas que envolvam colaboradores e legislação, recrutamento e seleção de candidatos necessários ao desenvolvimento da empresa.

3.4. Sistema de produção da Plastaze

O sistema de produção da Plastaze é descrito nesta secção, começando pela apresentação do processo produtivo. De seguida, são apresentadas os principais meios de produção, matéria-prima e restantes materiais que entram neste processo, o trabalho representado pelas pessoas que intervêm diretamente no processo e o fluxo de informação.

3.4.1. Processo produtivo geral e fluxo de materiais

A Plastaze dispõe de uma área produtiva de 10.000 m², constituída atualmente por um parque de 43 máquinas, entre as 80 e as 1600 toneladas de força de fecho, e cerca de 324 colaboradores operando, na sua maioria, em três turnos rotativos. A planta (Figura 13) retrata 3 áreas distintas.

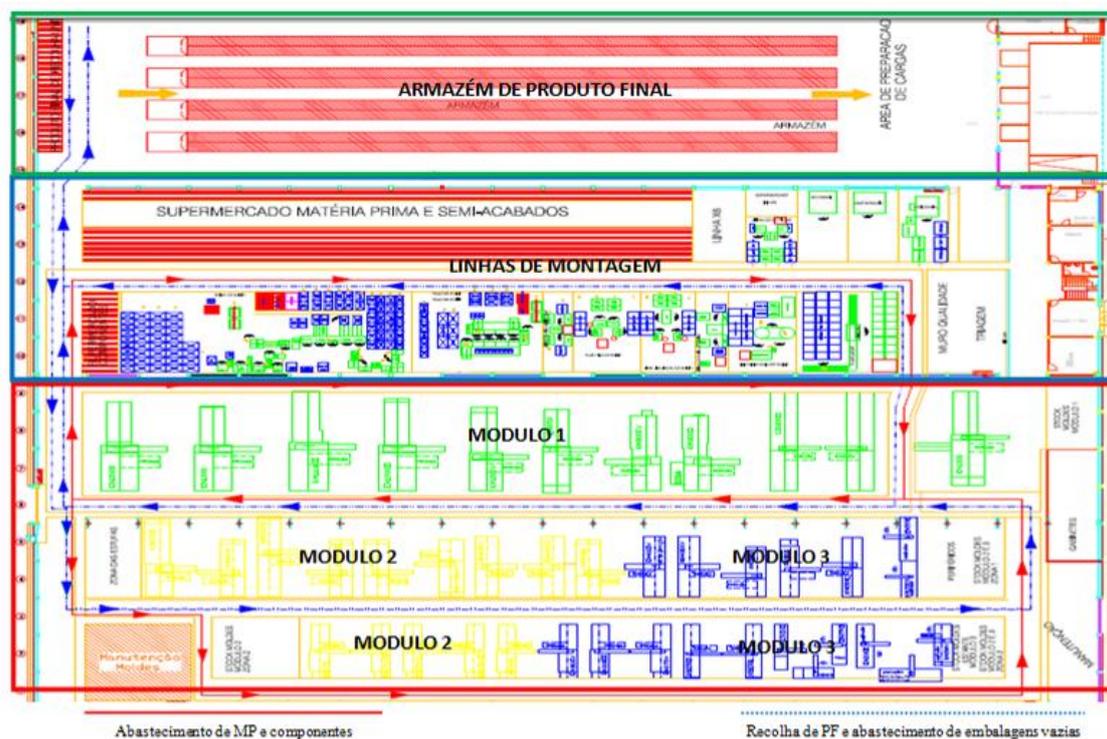


Figura 13 - Planta da empresa

1. Área de injeção de plástico (retângulo vermelho), que é composta por 3 módulos de produção (módulo 1 – verde, módulo 2 – amarelo e o módulo 3 – azul). Nesta área é transformada a matéria-prima em semiacabados ou produtos finais

2. Área composta pelas linhas de montagem e semiacabados que é o módulo 4 (retângulo azul). Nesta área é feita a montagem dos semiacabados e componentes que dão origem aos produtos finais montados

3. Área do armazém de produto final (retângulo verde). Nesta área é rececionado o produto final, armazenado e expedido.

Os principais processos do sistema são: a moldação por injeção, a montagem que é feita nas linhas e toda a cadeia de logística interna.

O esquema que se segue retrata o processo produtivo (Figura 14) e o fluxo de materiais a chegada da matéria-prima à empresa. Posteriormente é transformada, faz-se a montagem e, por fim, é expedida, havendo entre os processos transporte e armazenagem temporária.

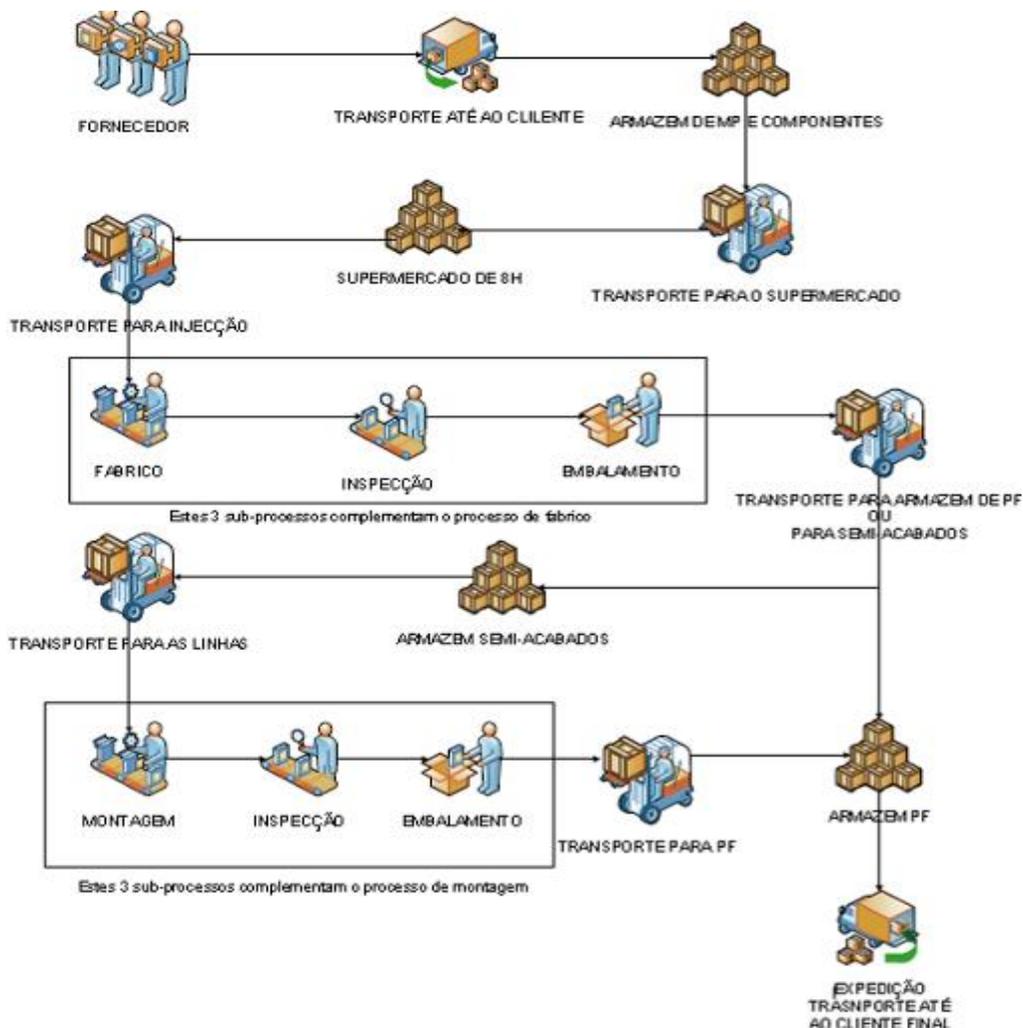


Figura 14 - Fluxo de materiais entre processos na Plastaze

3.4.1.1. Moldação por injeção

O processo de moldação por injeção foi patenteado em 1872 pelos irmãos Hyatt nos Estados Unidos (Barros, 2004). Ao longo do século XX teve uma grande evolução graças ao aparecimento da máquina hidráulica nos anos 40, a máquina de parafuso alternativo em 1951 e a máquina elétrica em 1988. Inicialmente desenvolvido para a transformação de resinas termoendurecíveis, o processo teve um enorme desenvolvimento com os materiais termoplásticos após a Segunda Guerra Mundial.

A moldação por injeção de termoplásticos realiza-se através do seguinte processo: aquecimento do material até apresentar uma viscosidade suficientemente baixa para que possibilite a injeção; em seguida é injetado sob pressão num molde; e por fim passa pelo arrefecimento, com libertação de calor, da peça moldada, readquirindo rigidez (Figura 15).

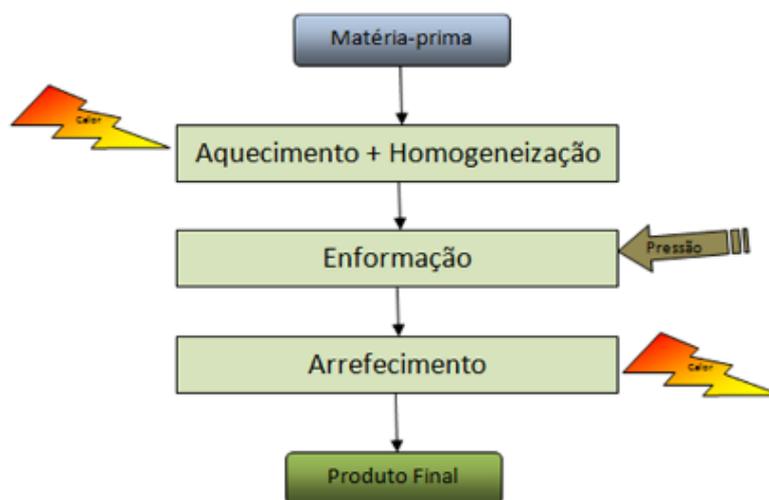


Figura 15 - Rotina de transformação de termoplásticos

A moldação por injeção pode ser definida como o processo a partir do qual um material plástico, originalmente no estado sólido (e usualmente sob a forma de grãos), é carregado numa máquina onde, sequencialmente, é aquecido a fim de amolecer (ou plasticizar) e forçado, sob pressão, a entrar para um molde. Aqui, o material fundido preenche a impressão respetiva e arrefece recuperando a sua rigidez.

O ciclo de moldação é o conjunto de operações que se efetuam numa máquina de moldar por injeção, entre a produção de duas peças consecutivas. Desta forma é apresentado em seguida o ciclo sob a forma de esquema da Figura 16 à 19.



Figura 16 - Fecho do molde

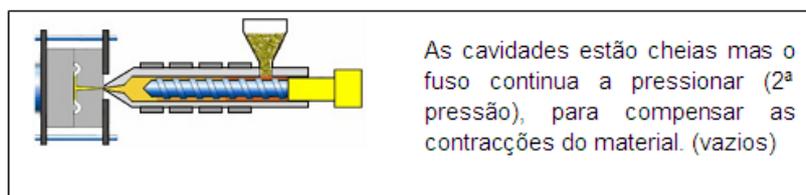


Figura 17 - Injeção do plástico

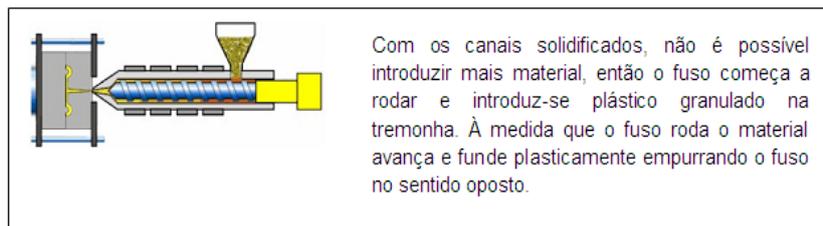


Figura 18 - Pressurização, plasticização e arrefecimento

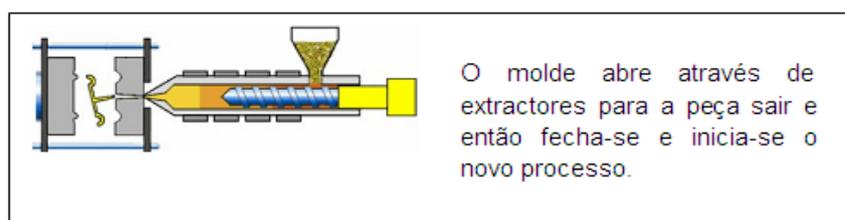


Figura 19 - Abertura e extração da peça

O processo de injeção de plásticos é deveras muito complexo pois são inúmeros os parâmetros e variáveis inerentes ao processo. Saber identificar e controlar estas

variáveis constitui um dos passos fundamentais do processo, pois são estes parâmetros que vão garantir a produção de peças de qualidade.

No caso da moldação de termoendurecíveis ou borrachas vulcanizadas o molde está a uma temperatura mais elevada que a do cilindro, para garantir a reticulação do material após a injeção.

Atualmente, a moldação por injeção é um dos principais processos de transformação de materiais de base polimérica, com enorme importância nos grandes mercados consumidores como embalagens, construção civil, automóvel, material elétrico e eletrónica. O grande sucesso desta tecnologia fica a dever-se ao efeito combinado de uma série de vantagens comparativas, de entre as quais se salientam: as elevadas cadências de produção, a grande reprodutibilidade e precisão dimensional, a grande flexibilidade em termos de geometria e dimensões das moldações (a gama de produção vai desde as micromoldações, inferiores a 1mg, até peças com mais de 100 kg).

Produtos que resultam deste processo, na Plastaze, são, entre outros, partes das cadeiras de bebés, botijas de gás, interiores de automóvel e grades para transporte de bebidas para a restauração (Figura 20).



Figura 20 - Produtos que resultam da injeção

3.4.1.2. Linhas de montagem

Nas linhas de montagem, como o próprio nome o indica, são montadas as cadeiras e conjuntos finais para interiores dos automóveis (Figura 21).

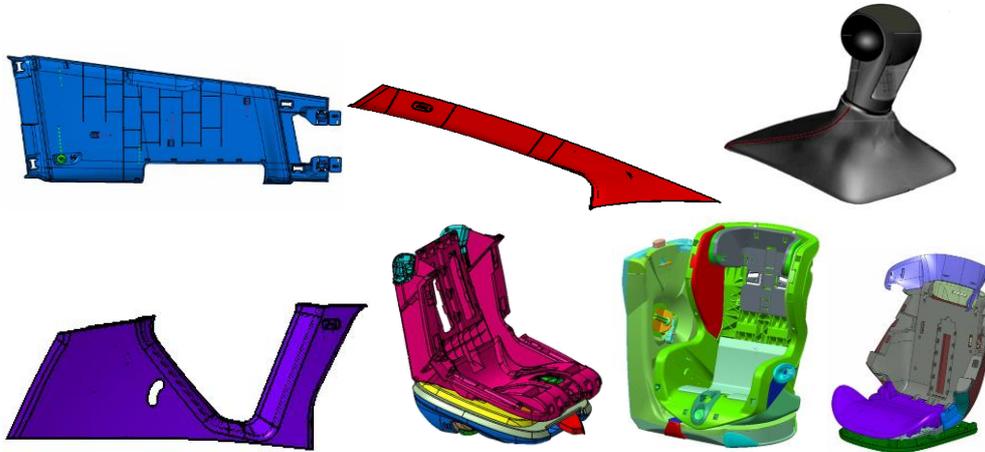


Figura 21 - Produtos que resultam das linhas de montagem

3.4.1.3. Principais meios de produção

O processo de produção assenta em dois equipamentos essenciais: a máquina de injetar e o molde. Contudo, a moldação de qualidade pode exigir um conjunto adicional de equipamentos, nomeadamente: dispositivos para transporte e alimentação de matéria-prima, robot/manipulador para manuseamento das moldações ou sistemas de alimentação, tapete transportador, moinho granular (para reciclagem integrada de desperdícios), estufas ou desumificadores para reduzir a humidade do material, dispositivos para controlo da temperatura do molde, sequenciadores do processo de injeção e aparelhos para controlo da injeção com gás.

Máquina de injeção

A constituição típica de uma máquina de moldar por injeção é baseada em quatro unidades: unidade de potência, unidade de plasticização, unidade de fecho e unidade de comando (Figura 22).

O conceito de máquina de injeção pressupõe que o material sólido entre na tremonha passando para a unidade de injeção, onde passa ao estado líquido e em seguida é injetado no molde. Após a injeção, a peça arrefece no molde e a unidade de fecho abre, dando espaço ao robô que a irá retirar do molde.

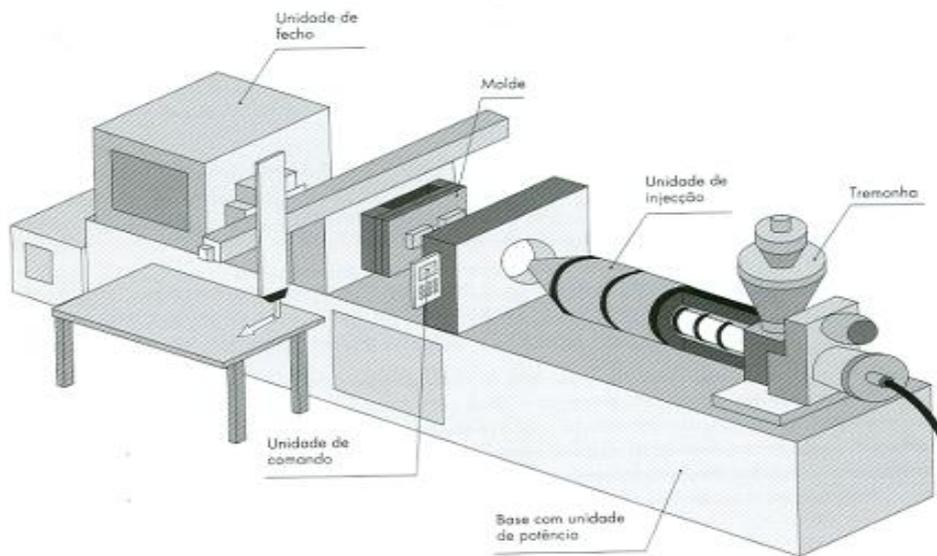


Figura 22 - Unidades funcionais de uma injetora

Molde de injeção

Por molde entende-se um modelo oco no qual se introduz matéria pastosa ou líquida que ao solidificar toma-lhe a forma. De uma forma mais técnica consideramos que um molde é um arranjo, num único conjunto, de apenas um ou vários espaços ocos com a forma do produto desejado. Este conjunto permite a sua reprodução consecutiva podendo atingir um largo número de unidades produzidas (Figura 23). O espaço oco é gerado por uma fêmea designada por cavidade, e por um macho, designado por bucha.

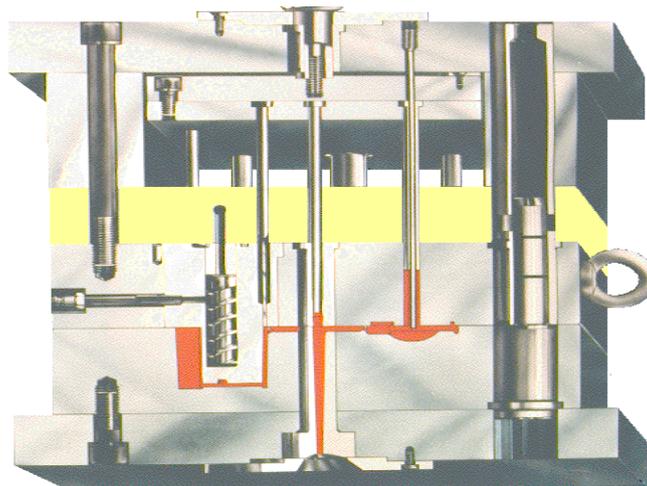


Figura 23 - Molde de injeção de plástico

Um molde deverá produzir peças de qualidade, num tempo de ciclo o mais curto possível; necessitar o mínimo de manutenção durante o tempo de serviço; definir o

volume e forma das peças a produzir, assegurando a reprodutibilidade dimensional, de ciclo para ciclo, permitindo o enchimento desses volumes com o polímero fundido; facilitar o arrefecimento do polímero e promover a extração das peças. A constituição dos moldes é, assim, determinada pela necessidade de realizar adequadamente as funções associadas à execução do ciclo de moldação.

Um molde pode ser uma unidade complexa, capaz de produzir moldagens na forma projetada, quando colocada na prensa de injeção. Os sistemas funcionais de um molde incluem a zona moldante, o sistema de centragem e de alimentação, de escape de gases, controlo de temperatura e sistema de extração. A zona moldante, tal como o nome o indica, refere-se à área definida através da conjugação da cavidade e da bucha, dando a forma ao produto.

O sistema de centragem e guiamento é aquele que permite por um lado montar o molde na máquina e por outro ajustar as partes do molde, assegurando a reprodutibilidade dimensional e qualitativa das peças. O sistema de alimentação define-se como sendo o sistema que permite a passagem do polímero desde o cilindro da máquina de injeção até às zonas moldantes, permitindo assim o seu enchimento.

O sistema de escape de gases permite que o ar existente nas zonas moldantes possa sair, possibilitando também o seu enchimento. O sistema de controlo da temperatura ou de arrefecimento é o que contribui para o arrefecimento das peças. E por último, o sistema de extração que é aquele que permite a extração das peças.

Meios de montagem, verificação e corte

Na produção existem ainda os meios de montagem e verificação que permitem automatizar os processos e garantir a qualidade do produto. Estes meios são utilizados na injeção e nas linhas de montagem.

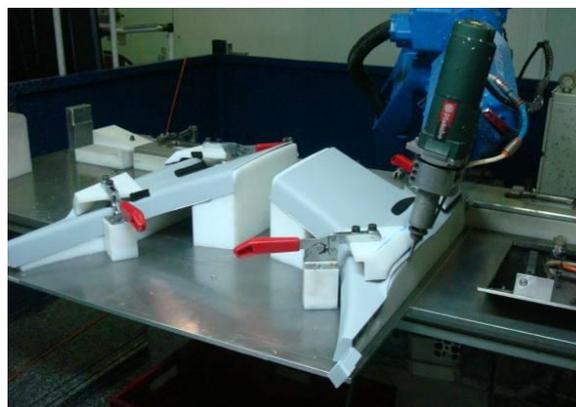


Figura 24 - Meio de corte em automático

3.4.2. *Matéria-prima, materiais e fornecedores*

As principais matérias-primas utilizadas pela empresa encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 - Principais matérias-primas utilizadas

Matéria-prima	Produto onde é utilizada
PP PHC 25	Cadeiras: AXISS e ISEOS
PP PHC 26	Cadeiras: OPAL e FERRO
PP HOST	Cadeiras, Botijas, Peças automóveis
PPHC EXXTRAL	Peças automóveis
PP HOST EKC	Peças automóveis

As principais matérias-primas são assim: o PP PHC25, o PP PHC26 e o PP NATURAL (HOST). Os dois primeiros são os materiais utilizados nas cadeiras. O PP PHC 25 e PP PHC 26 são tipos de materiais específicos para estes produtos uma vez que se tratam de produtos com elevadas exigências de segurança. Assim sendo, têm que respeitar determinadas características e serem sujeitos a vários testes. O outro tipo de material é o PP NATURAL que é um material básico ao qual se adicionam determinados corantes consoante a cor pretendida pelo cliente. Este material é utilizado em vários produtos como as botijas e algumas peças para o interior dos automóveis. A Figura 25 mostra o aspeto da matéria-prima granulada.



Figura 25 - Vários tipos de matéria-prima

As quantidades mensais das matérias-primas e os seus fornecedores são apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3 - Quantidades mensais das matérias-primas e os seus fornecedores**

Artigo	Nome	Quantidade mensal (kg)	Fornecedor
1201053	PP STAMYLAN PHC 25	98757	SABIC
1200253	PP HOST. TRC 160N C12616	44000	BASELL
1100625	PP PHC26 BLOCK COPOLYMER	41000	SABIC
1200123	PPHC EXXTRAL BNT 013	31000	EXXONMOBIL
1200257	PP HOST. EKC 133N M61399	28000	BASELL
1200450	PPGF HOSTAC.G3 N01 L102297	25000	BASELL
1600304	HDPE M80064S NATURAL	24000	SABIC
1100211	PP STAMYLAN 31/81 NATURAL	21000	SABIC
1700010	PA6.6 TECHNYL A 218	8000	RODHIA
1701022	PA6.6GF30 Schulamid	8000	A.SCHULMAN

Para além da matéria-prima, a empresa usa outros componentes como parafusos, clips e espumas, anilhas entre outros, que se compram também a fornecedores. A Tabela 4 identifica esses mesmos componentes, as quantidades gastas por mês e o seu respetivo fornecedor.

Tabela 4 - Quantidades mensais de componentes e os seus fornecedores

Artigo	Designação	Nome	Quantidade mensal (unidades)	Fornecedor
4102000	PARAF EJOT WN1451	Parafuso	667000	BABY CHAIR
4900728	PLASTIC CLIP	Clip	279000	LISI
4900729	PLASTIC CLIP 24405739	Clip	210000	LISI
4900009	CLIP PLAST.AZUL D18x10mm	Clip	203000	ITW
4100021	VIS T25 6x22mm ZN 0911147	Parafuso	188000	BABY CHAIR
4100018	VIS T20 4x14mm ZN 0911133	Parafuso	173000	BABY CHAIR
4900757	CLIP PL.BRC.038650001000	Clip	104000	ELEKTRO
4700119	EPDM FOAM RING 22x12x6	Espuma	81887	O2A
4900087	RONDELE	Anilha	85500	BABY CHAIR
4900033	PATIN ROTATION 0752094X	Patin	71500	BABY CHAIR

3.4.3. Trabalho

A força de trabalho da empresa é constituída por mão de obra direta (MOD) e mão de obra indireta (MOI). No total é constituída por 324 colaboradores: 160 MOD, 161 MOI e restantes 3 relativos à gerência

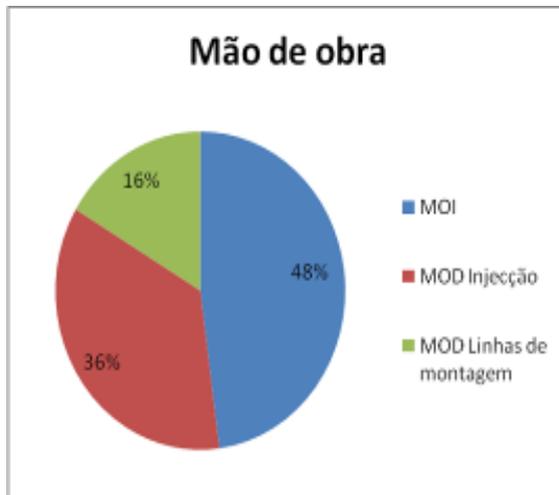


Figura 26 - Distribuição dos colaboradores por área

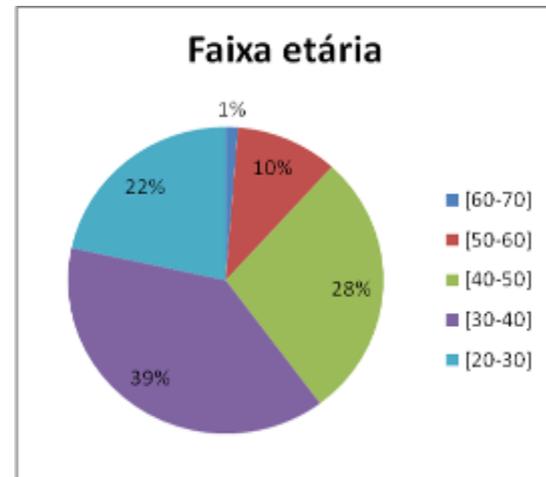


Figura 27 - Faixa etária dos colaboradores

Daqueles 324, 94% são do género masculino e apenas 4% do género feminino. Adicionalmente, a faixa etária dominante dos colaboradores é entre os 30 e 40 anos, conforme ilustrado na Figura 27. As habilitações literárias vão desde a 4ª Classe até à licenciatura conforme apresentado na Figura 28.

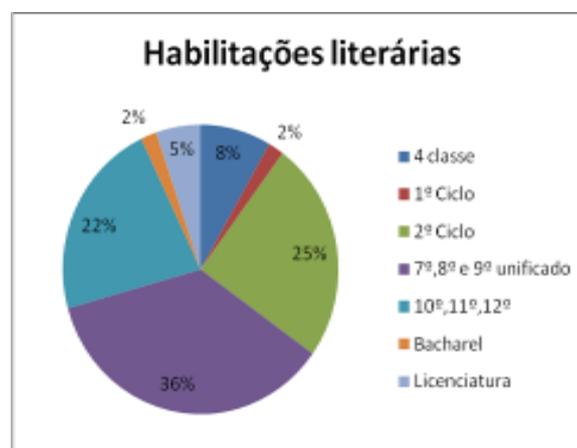


Figura 28 - Habilitações literárias dos colaboradores



Dentro da empresa existem cerca de 180 postos de trabalho incluindo a injeção que trabalha a 3 turnos de 8 horas e as linhas de montagem que trabalham apenas a um turno. As principais funções exercidas pelos colaboradores nos seus postos de trabalho são:

- manter o posto de trabalho limpo e arrumado;
- preencher os documentos de produção;
- trabalhar de acordo com a gama de fabrico, gama de controlo e gama de embalagem;
- garantir o funcionamento do *Pull* de modo a não faltar nada no posto de trabalho;
- executar e preencher a manutenção de 1º nível.

3.4.4. Fluxo de informação

O fluxo de informação começa sempre no cliente, que lança um pedido de encomenda para a empresa. Essa encomenda é rececionada e encaminhada pelo departamento de logística que alimenta o sistema de informação da empresa e vai gerar necessidade de matéria-prima e componentes, procedendo-se à respetivas encomendas aos fornecedores. Em seguida, faz-se a receção do material, emitem-se as ordens de fabrico, inicia-se a produção, valida-se o arranque de produção, produzem-se os produtos e estes seguem para o armazém de produto final, local a partir do qual serão expedidos. Este processo encontra-se representado na (Figura 29 a)).

Em termos globais a (Figura 29 b)) apresenta a informação que é passada do cliente para a empresa e desta para o fornecedor. O fornecedor irá necessitar de dados como, por exemplo, previsões de encomenda, de produto acabado e ordens. Em fluxo contrário do fornecedor para a empresa e desta para o cliente, o qual recebe os produtos finais, gera-se um fluxo de capital.

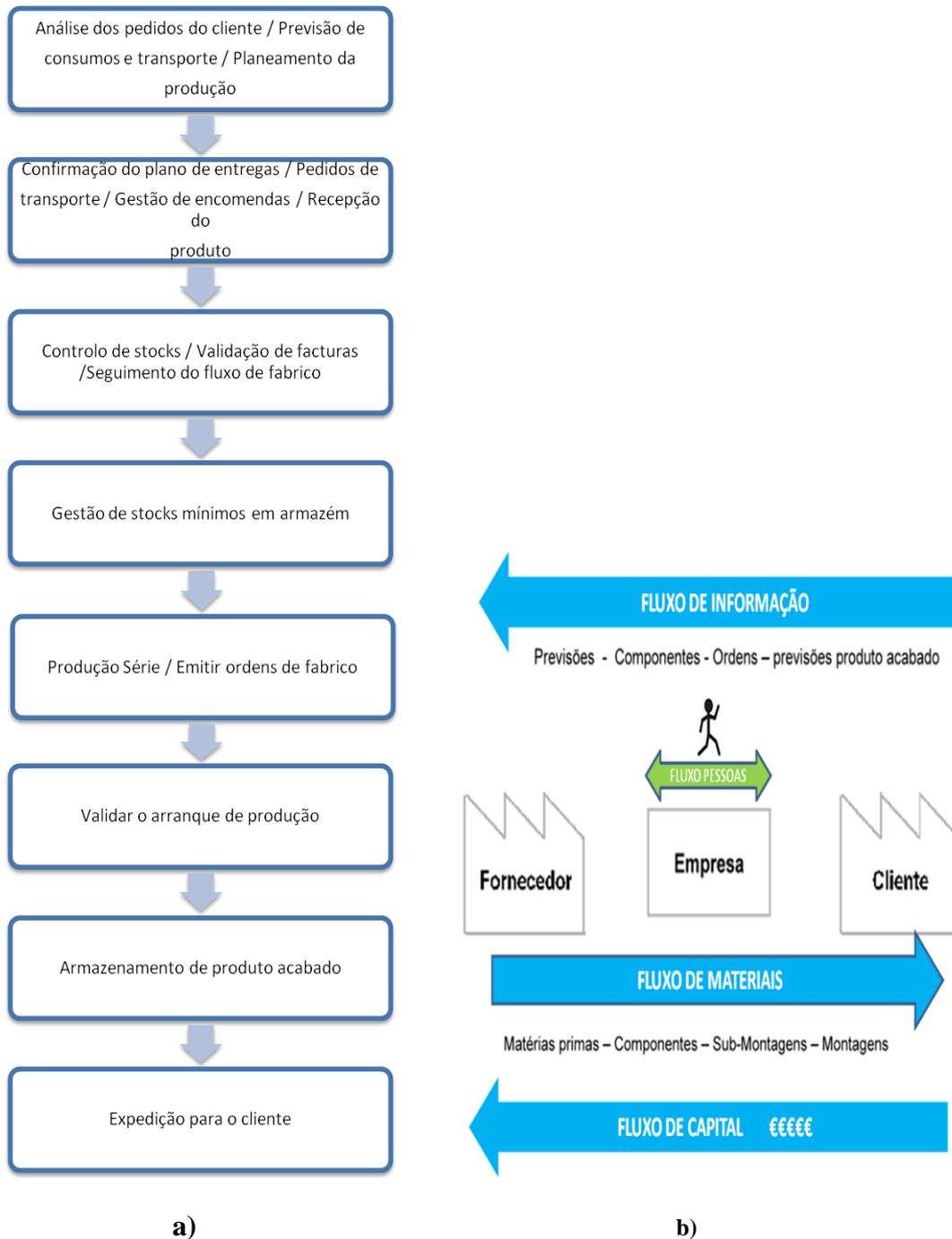


Figura 29 a) e b) - Fluxo de informação cliente - empresa - fornecedor

4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE CRÍTICA DA SITUAÇÃO ATUAL

Este capítulo descreve a situação atual do sistema de produção das cadeiras. Esta descrição permitiu adquirir um conhecimento profundo acerca da situação atual e reunir condições para criticar esta situação. Durante a análise foi possível identificar alguns dos problemas que contribuía para a baixa produtividade da empresa. Escolheu-se para uma análise mais detalhada os produtos do cliente *BABY CHAIR*, por ser um dos melhores clientes da empresa e pelo fato do produto deste cliente ser aquele que apresenta maior incorporação de matéria-prima (MP) e componentes dentro da empresa. Assim sendo, elaborou-se para este produto o mapeamento da cadeia de valor para identificar os desperdícios associados.

4.1. Produto selecionado para estudo

Os produtos selecionados para este projeto foram as cadeiras de bebê, uma vez que o cliente deste produto – *BABY CHAIR*, tem um grande peso na faturação da empresa, cerca de 32%. Adicionalmente, o produto deste cliente é um dos produtos que têm maior incorporação de matéria-prima e componentes e um maior impacto no número de recursos (pessoas e espaço) o que torna a sua produção mais complexa.

Dentro da empresa são produzidos 4 tipos de cadeira de bebê: Axiss, Opal, Fero e Iseos (Figura 30). Este tipo de produto é composto por um conjunto de peças plásticas e outros componentes (parafusos, elásticos, ferros, cabos, entre outros).



Figura 30 - Cadeiras de bebê produzidas na Plastaze: a) Axiss; b) Opal; c) Fero; d) Iseos

No ANEXO I, pode-se observar detalhadamente a lista de materiais necessários à produção de cada uma destas. Estas listas incluem as matérias-primas, componentes e processamentos.

Na (Figura 31) apresenta-se a vista explodida das cadeiras Axiss, Opal e Fero. Para a Iseos não existe esta vista pois trata-se do primeiro projeto que a empresa realizou para este tipo de produtos.

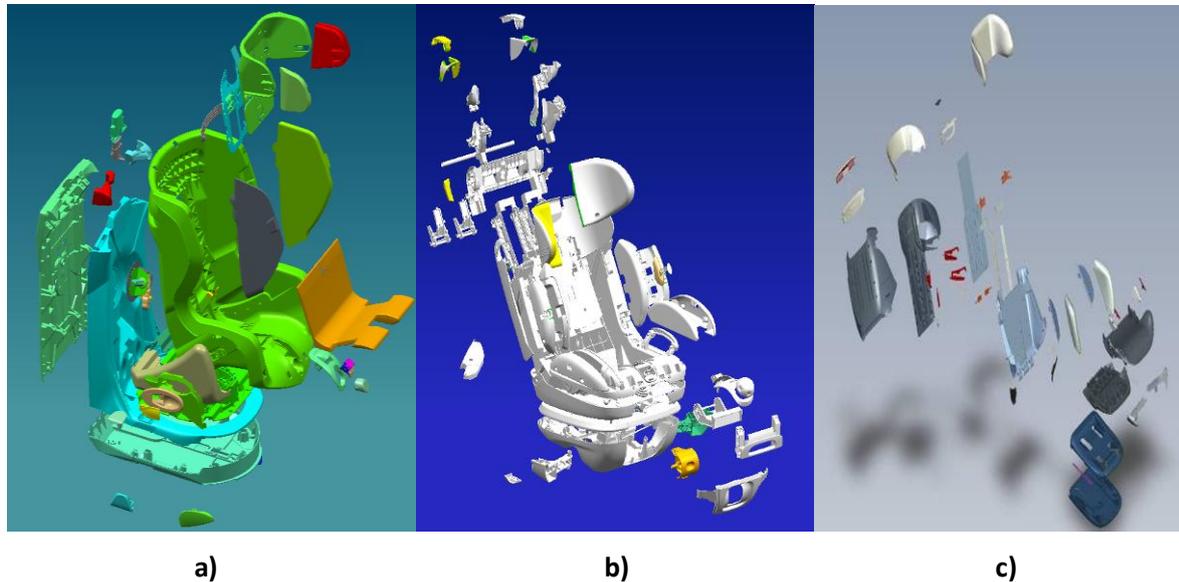


Figura 31 - Vista explodida das cadeiras a) Axiss; b) Opal; c) Fero

As secções seguintes apresentam a implantação, fluxo de materiais, seqüências de operações e o VSM para cada modelo de cadeira.

4.2. Implantação e fluxo de materiais das cadeiras

Na implantação geral do sistema de produção da Figura 32 podem identificar-se os diferentes tipos de fluxos que existem no processo das cadeiras. A rota vermelha representa o fluxo de matéria-prima, desde o armazenamento na área exterior até ao supermercado, sendo encaminhada para as máquinas de injeção de acordo com as necessidades. A rota azul representa a movimentação do produto injetado para o stock de semiacabados. E, por fim, a rota roxa representa as cadeiras montadas (produto final) que vão para o armazém de produto final.

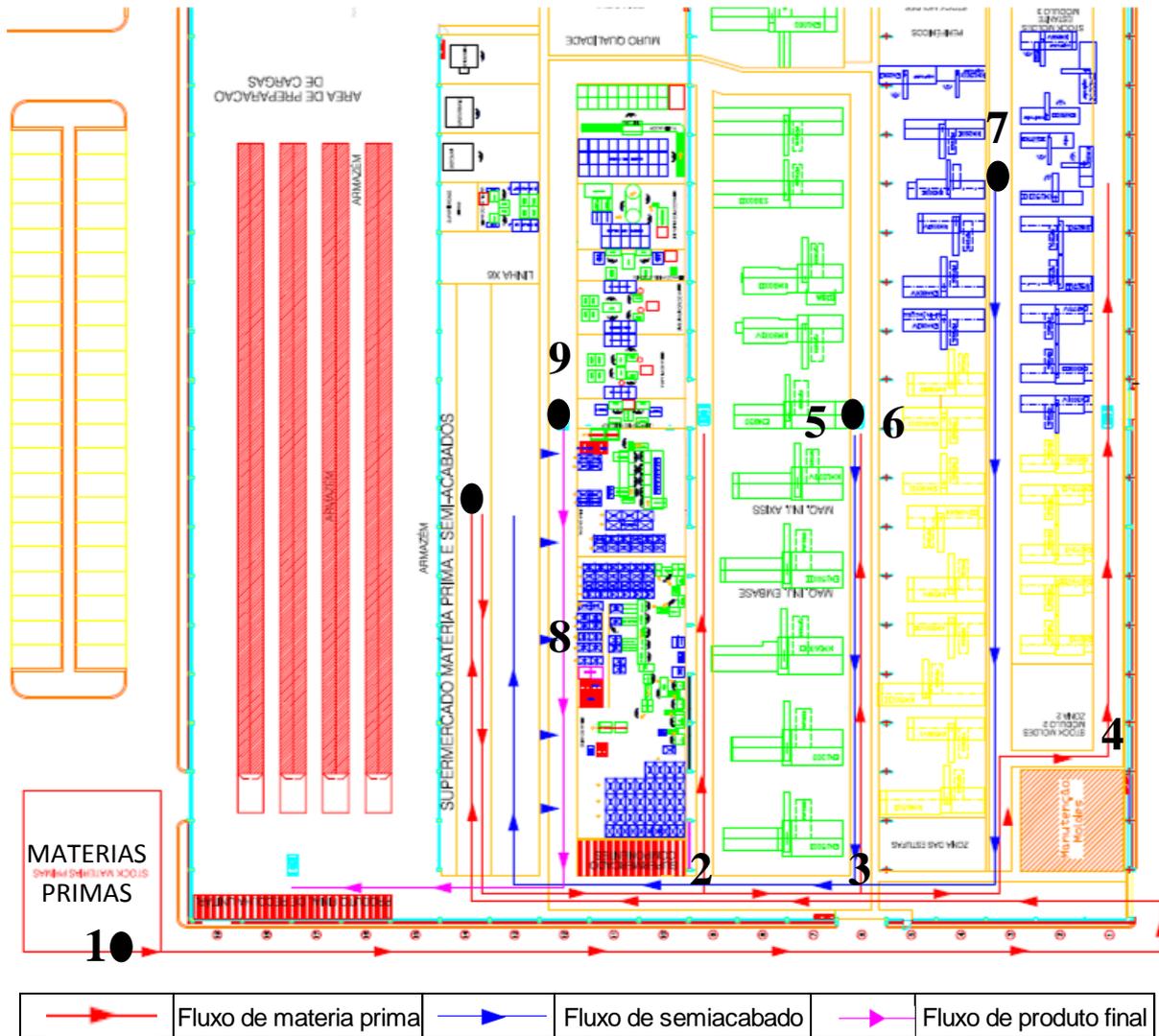


Figura 32 - Fluxo de matéria-prima, semiacabado e produto final

Na Tabela 5 estão representadas as diferentes rotas, distâncias percorridas em metros e o tempo em segundos, de cada trecho de cada rota.

Tabela 5 – Distâncias percorridas e tempo de transporte das diferentes rotas

ROTAS	LINHA	DISTÂNCIA (metros)	TEMPO DA ROTA(segundos)
1 - MP-Supermercado	Linha vermelha	230	300
2 - Supermercado-maquinas de injeção módulo1	Linha vermelha	112	65
3 - Supermercado-maquinas de injeção módulo2	Linha vermelha	130	70
4 - Supermercado-maquinas de injeção módulo3	Linha vermelha	180	80
5 - Maquinas de injeção módulo 1 - stock semiacabados	Linha azul	125	68
6 - Maquinas de injeção módulo 2 - stock semiacabados	Linha azul	125	68
7 - Maquinas de injeção módulo 3 - stock semiacabados	Linha azul	150	75
8 - Semiacabados para as linhas de montagem	Linha azul	3	20
9 - Linhas de montagem para Armazem de PF	Linha roxa	80	35

De seguida apresentam-se as listas de operações das cadeiras, desde a injeção à montagem. Na injeção é contabilizado o tempo de ciclo da máquina e na montagem as diferentes operações de cada posto de trabalho.

4.2.1. Sequência de operações da cadeira Axiss

As operações necessárias para produzir uma cadeira são realizadas em diferentes áreas da implantação da Figura 32, pois incluem os processos de injeção e montagem.

A Tabela 6 apresenta a lista de operações para a cadeira Axiss.

Tabela 6 - Operações da cadeira axiss

Operações da cadeira AXISS		
Operações	Processo de injeção	Duração em segundos
1	Peça injetada Plateau	45
2	Peça injetada Embase	83
3	Peça injetada Cater Vertical	60
4	Peça injetada Carter Horizontal	63
5	Peça injetada Assise	71
6	Peça injetada Rampes	85
7	Peça injetada Rondele	45
8	Peça injetada Renfort	53
Operações	Processo de montagem posto 1	Duração em segundos
9	Montagem do Plateau na cremalheira	15
10	Apertar 3 parafusos	10
Operações	Processo de montagem posto 2	Duração em segundos
11	Montagem das Rampes no patin	22
12	Colocar entretoise e apertar 4 parafusos	14
Operações	Processo de montagem posto 3	Duração em segundos
13	Montagem das Rampes no plateau	6
14	Apertar 8 parafusos	24
15	Colocar massa	6
Operações	Processo de montagem posto 4	Duração em segundos
16	Colocar conjunto rampes na base + sangles + embase	10
17	Colocar renfort + esquadros	16
18	Colocar temoin + chapa e apertar 2 parafusos	10
Operações	Processo de montagem posto 5	Duração em segundos
19	Colocar chapa + carter vertical	12
20	Apertar 8 parafusos	24
Operações	Processo de montagem posto 6	Duração em segundos

21	Apertar 8 parafusos	24
22	Montar no renfort o ressort rotation + mola	11
Operações	Processo de montagem posto 7	Duração em segundos
23	Colocar rondede	4
24	Apertar 6 parafusos	18
25	Colocar carter horizontal e apertar 2 parafusos	14
Operações	Processo de montagem posto 8	Duração em segundos
26	Apertar 6 parafusos	22
27	Colocar etiqueta autocolante	14
Operações	Processo de montagem posto 9	Duração em segundos
28	Montagem do botão no axiss	6
29	Montagem do conjunto tige no axiss	13
30	Montagem do carter bas no axiss+ apertar 2 parafusos	16
Operações	Processo de montagem posto 10	Duração em segundos
31	Montagem dos enjoliver no axiss	26
32	Aperto de 2 parafusos	8
Operações	Processo de montagem posto 11	Duração em segundos
33	Aperto de 10 parafusos	34
Operações	Processo de montagem posto 12	Duração em segundos
34	Colocar o cable rotation + plaque renfor	6
35	Apertar 8 parafusos	24
36	Aperto 4 rondelle	6
Operações	Processo de montagem posto 13	Duração em segundos
37	Colocar Axiss no Embase	8
38	Apertar 6 parafusos	27
Operações	Processo de montagem posto 14	Duração em segundos
39	Faz o teste funcional	28
40	Embala a peça	8
TOTAL		991

Esta cadeira requer 8 peças injetadas e passa por 14 postos de montagem num total de 32 operações. Na injeção estão alocados 4 MOD e na linha de montagem estão alocados 15 MOD. O somatório de todas as operações perfaz uma duração de 991 segundos, i.e., 16,5 minutos.

As operações na injeção podem ser realizadas em paralelo mas as operações de montagem são na sua maioria realizadas em sequência. Esta sequência de operações pode ser vista no diagrama de análise de processo da Figura 87 do anexo II. O diagrama de análise de processo apresenta, para além da sequência das operações, a entrada das matérias-primas e componentes no respetivo processo de injeção e montagem, bem como informação detalhada

relativa às inspeções, transportes e armazenamento temporário até à obtenção do produto final.

4.2.2. Sequência de operações da cadeira Opal

A Tabela 7 apresenta a lista de operações para a cadeira Opal. Esta cadeira necessita de mais peças injetadas do que a cadeira anterior. Possui um total de 15 peças injetadas que no entanto correspondem a menos operações de montagem: 24 operações com passagem por 8 postos de montagem. Neste processo estão alocados 9 MOD à injeção e 7 MOD à linha de montagem.

Tabela 7 - Operações da cadeira Opal

Operações da cadeira OPAL		
Operações	Processo de injeção	Duração em segundos
1	Peça injetada Aileron	35
2	Peça injetada Came	48
3	Peça injetada Tendeur	45
4	Peça injetada Poignee	39
5	Peça injetada Palier	25
6	Peça injetada Comande	50
7	Peça injetada Embase Sup	50
8	Peça injetada Embase Inf	66
9	Peça injetada Enjoliver	40
10	Peça injetada Capotage	47
11	Peça injetada Rampes	50
12	Peça injetada Renfort	46
13	Peça injetada Plateau	55
14	Peça injetada Axiss	80
15	Peça injetada Croche	38
Operações	Processo de montagem posto 1	Duração Segundos
16	Montagem do Croche no Plateau + colocação de veio metalico	18
17	Montagem do capotage	4
18	Encaixar tubo no renfort e montar rampes	10
19	Montagem do sub-conjunto rampes no plateau	6
Operações	Processo de montagem posto 2	Duração Segundos
20	Apertar 6 parafusos no plateau	24
21	Montagem do subconjunto plateau no axiss	6
22	Colocação de rondelle	10
Operações	Processo de montagem posto 3	Duração Segundos
23	Montagem Dos paliers no axiss	10
24	Montagem de tubo	10
25	Apertar 4 parafusos	20
Operações	Processo de montagem posto 4	Duração Segundos
26	Montagem do Tendeur no embase inf	8
27	Montagem das cames + ferro no embase inf	8
28	Montagem do enjoliver no embase+ apertar 1 parafuso	10
29	Montagem de 2 chapas e apertar 2 parafusos	12

Operações	Processo de montagem posto 5	Duração Segundos
30	Montagem do tendeur no embase + mola	17
31	Montagem do comande no embase + mola	20
Operações	Processo de montagem posto 6	Duração Segundos
32	Montagem de ferro	10
33	Montagem de embase sup no embase inf	14
34	Apertar 2 parafusos	14
Operações	Processo de montagem posto 7	Duração Segundos
35	Montagem do aileron e apertar 2 parafusos	16
36	Apertar 7 parafusos	22
Operações	Processo de montagem posto 8	Duração Segundos
37	Monatagem dos 2 subconjuntos embase+axiss	6
38	Faz o teste funcional	24
39	Embala a peça	8
TOTAL		1021

O somatório das operações tem a duração de 1021 segundos, i.e., 17 minutos. Neste caso, as operações de injeção também podem ser realizadas em paralelo, no entanto as operações de montagem são na sua maioria realizadas em sequência. Esta sequência de operações pode ser visualizada no diagrama de análise de processo da Figura 88 do ANEXO II.

4.2.3. Sequência de operações da cadeira Fero

A Tabela 8 apresenta a lista de operações para a cadeira Fero. Esta cadeira necessita ainda de mais peças injetadas do que a cadeira anterior, num total de 16 peças, no entanto apenas precisa de 21 operações de montagem com passagem por 7 postos. Neste processo estão alocados à injeção 15 MOD e 8 MOD à linha de montagem.

Tabela 8 - Sequência das operações da cadeira Fero

Operações da cadeira FERRO		
Operações	Processo de injeção	Duração em segundos
1	Peça injetada Seat	50
2	Peça injetada Bottom seat	50
3	Peça injetada Upper base	55
4	Peça injetada Lower base	45
5	Peça injetada Ricle handle	44
6	Peça injetada Headrest handle	48
7	Peça injetada Headrest	56
8	Peça injetada Headrest cov	30
9	Peça injetada Button	35
10	Peça injetada Sliding lock	40
11	Peça injetada Mounting should	40
12	Peça injetada Backrest	48
13	Peça injetada Locking ins	35
14	Peça injetada Backrest cov	45
15	Peça injetada Axle sho	25
16	Peça injetada Axle bas	25

Operações	Processo de montagem posto 1	Duração Segundos
17	Montagem do button no headrest cov	6
18	Montagem do headrest cov no headrest	6
19	Montagem da mola no headrest hand colocação dos loking insert	12
20	Montagem do haedrest hand no headrest	14
Operações	Processo de montagem posto 2	Duração Segundos
21	Apertar 2 parafusos no headrest	12
22	Montagem do mounting sho no backrest	12
23	Montagem do backrest no headrest	14
Operações	Processo de montagem posto 3	Duração Segundos
24	Montagem dos locking ins	12
25	Montagem do backrest cov no backrest	13
26	Apertar 2 parafusos	13
Operações	Processo de montagem posto 4	Duração Segundos
27	Montagem do axle sho	14
28	Apertar 6 parafusos	22
Operações	Processo de montagem posto 5	Duração Segundos
29	Montagem da mola no botton seat	14
30	Montagem do ricline hand no botton seat	6
31	Montagem do Seat no botton seat e apertar 2 parafusos	18
Operações	Processo de montagem posto 6	Duração Segundos
32	Montagem lower base no seat	14
33	Montagem de 2 tubos + 4 axle bas + mola	14
34	Montagem do upper base no lower base	10
Operações	Processo de montagem posto 7	Duração Segundos
35	Montagem dos 2 subconjuntos seat+ headrest	6
36	Faz o teste funcional	20
37	Embala a peça	10
TOTAL		933

O tempo total das operações é de 933 segundos, i.e., 15,5 minutos. Também nesta situação as operações na injeção podem ser realizadas em paralelo, mas a maioria das operações de montagem realizadas em sequência. Esta sequência de operações pode ser observada no diagrama de análise de processo da Figura 89 do ANEXO II.

4.2.4. Sequência de operações da cadeira Iseos

A Tabela 9 apresenta a lista de operações para a cadeira Iseos. Esta cadeira é a cadeira que contém menos peças injetadas, num total de apenas 6 peças, e também a que regista menos operações de montagem, num total de 10 operações com passagem por 3 postos de montagem. Neste processo estão alocados 4 MOD à injeção e 3 MOD à linha de montagem.

Tabela 9 - Sequência das operações da cadeira Iseos

Operações da cadeira ISEOS		
Operações	Processo de injeção	Duração em segundos
1	Peça injetada Socle inf	65
2	Peça injetada Bequilha	45
3	Peça injetada Vis plastic	89
4	Peça injetada Joue	60
5	Peça injetada Assise	68
6	Peça injetada Socle sup	68
Operações	Processo de montagem posto 1	Duração Segundos
7	Montagem do Joue no eixo	16
8	Montagem do cavalier + aperto de 4 parafusos	26
9	Montagem de 2 rondes	14
Operações	Processo de montagem posto 2	Duração Segundos
10	Montagem da bequilha no socle inf + montagem no socle sup	18
11	Montagem do eixo no vis plastic + montagem no socle sup	24
12	Colocação de rondel	16
Operações	Processo de montagem posto 3	Duração Segundos
13	Montagem do socle sup no assise	30
14	Montagem do resort + rondel	10
15	Montagem dos patins + tubos + rondel	14
16	Embala a peça	6
TOTAL		569

O tempo total das operações é de 569 segundos, i.e., 9,5 minutos. Mais uma vez as operações na injeção podem ser realizadas em paralelo, e as operações de montagem na sua maioria em sequência. Esta sequência de operações pode ser igualmente observada no diagrama de análise de processo da Figura 90 do ANEXO II.

4.3. VSM do estado atual para as cadeiras

Para melhor entender a cadeia de valor das cadeiras recorreu-se à ferramenta VSM (mapeamento da cadeia de valor). Através desta ferramenta conseguiu-se tirar uma fotografia ao estado atual da cadeia identificando os desperdícios, e entender o todo e fazer uma análise global ao produto.

No ANEXO III encontra-se o VSM atual deste produto que se inicia pelos pedidos do cliente que são os inputs para a empresa (Figura 91). Depois é gerada toda a cadeia de fornecimentos, dando entrada, na empresa, todas as matérias-primas e componentes necessários à produção das cadeiras. Na produção processa-se todo o material para conseguir obter o produto que o

cliente requeriu e, por fim, passa-se à fase de expedição que é sinónimo de produto entregue ao cliente (Figura 33).

Como se pode ver no VSM (Figura 34) a produção destas cadeiras consome muitos recursos e matéria-prima. Para se conseguir satisfazer as necessidades do cliente de 2000 cadeiras por dia (650 axiss, 300 Opal, 600 Fero e 450 Iseos), são necessárias mensalmente 25 máquinas de injeção, 61 moldes, 98757 kg de PP PHC25 e 41000 Kg de PP PHC 26, bem como os respetivos componentes para cada cadeira. Ao nível dos recursos humanos são necessários 65 operários (MOD), 35 MOD para a injeção e 30 MOD para a linha de montagem.

No VSM da Figura 34 são visíveis os problemas representados por estrelas, podendo estes serem agrupados em 5 categorias: problemas relacionados com o abastecimento da matéria-prima (1) e com os componentes (2), problemas na secção de injeção (3), nas linhas de montagem (4) e na expedição (5). É importante notar que as atividades que acrescentam valor representam apenas 5% (29 horas) do valor total, sendo o tempo de percurso atual de 22 dias, i.e., 528 horas.

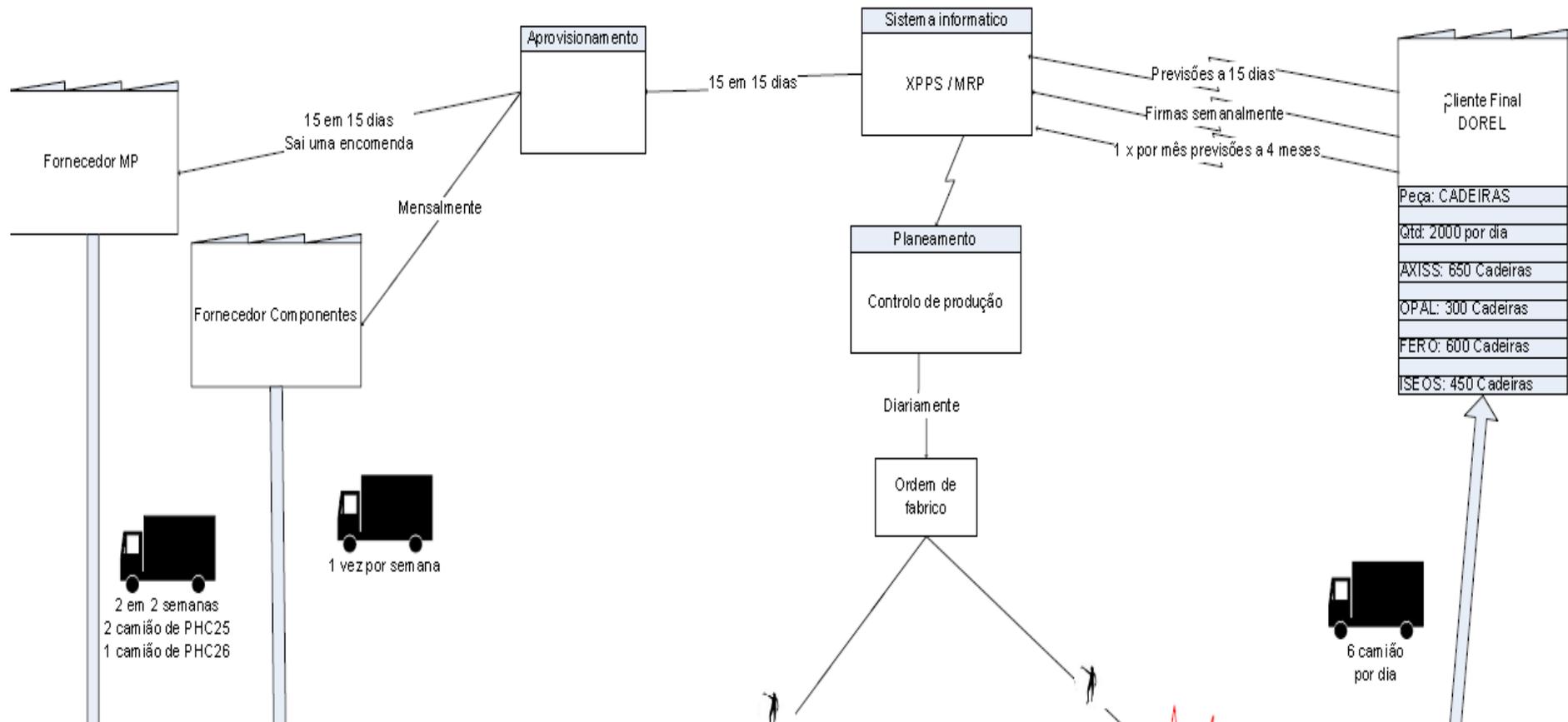


Figura 33 - Primeira parte do VSM do estado atual das cadeira



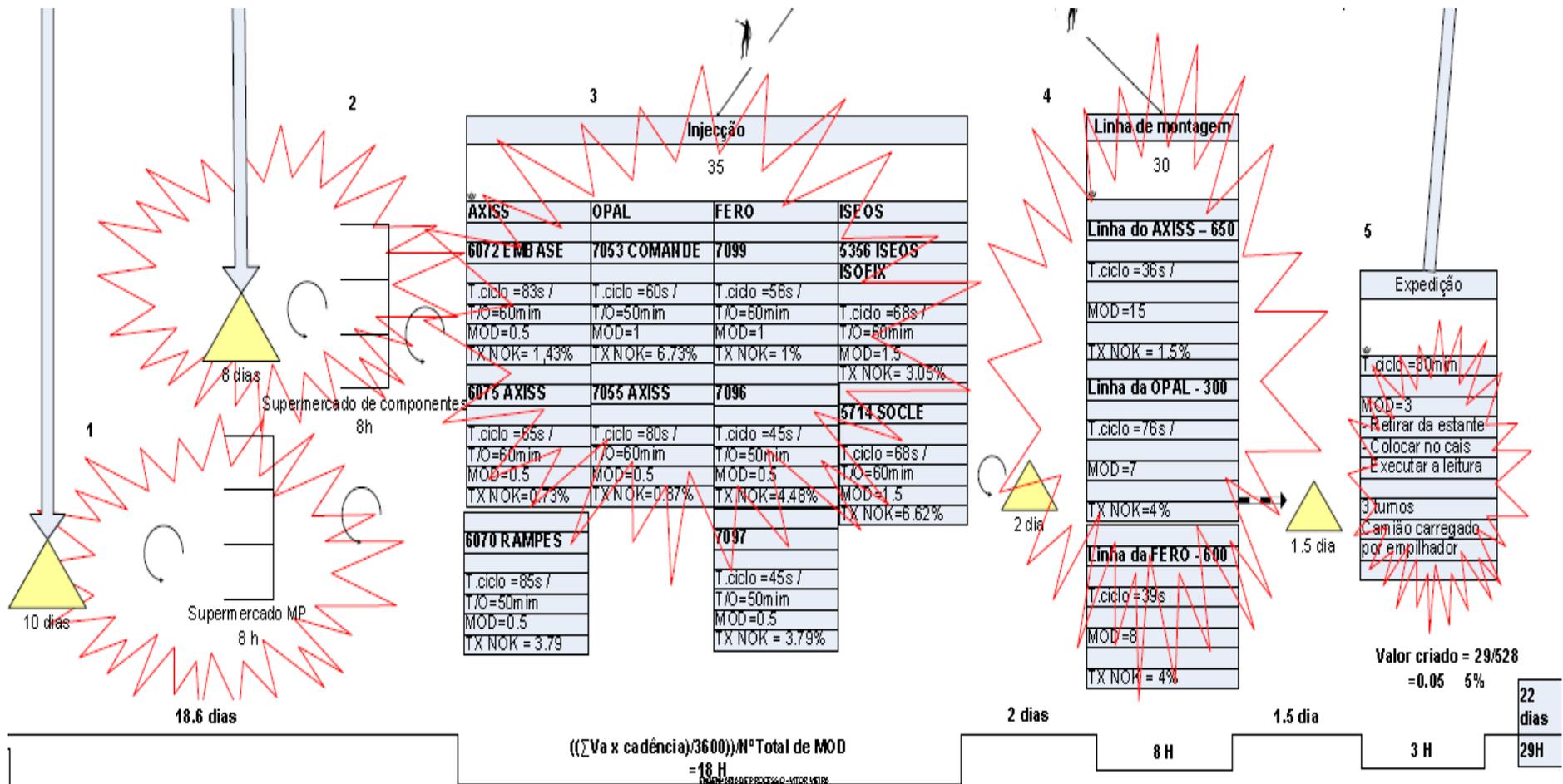


Figura 34 - Segunda parte do VSM do estado atual das cadeiras



4.4. Análise crítica e identificação de problemas

O VSM do estado atual das cadeiras demonstrou que o tempo dedicado às atividades que acrescentam valor representa a menor fatia do tempo total, pois identificaram-se demasiadas atividades que não acrescentam qualquer valor ao produto tais como, por exemplo, atividade de armazenamento temporário e transportes, entre outras. Em seguida, passam-se a descrever, pormenorizadamente, os problemas encontrados relacionando-os com o abastecimento dos materiais e secções onde ocorrem.

4.4.1. No abastecimento e armazenamento da matéria-prima

Quando a matéria-prima é fornecida, pode ficar até 10 dias à espera para ser consumida. Enquanto que parte da matéria-prima fica armazenada, em armazém, a restante fica armazenada no exterior do pavilhão (Figura 35) ficando exposta às condições climáticas e sinónimo de redução de espaço disponível, uma vez que ocupa cerca de 238 m².



Figura 35 – Matéria-prima armazenada no exterior

As matérias-primas chegam habitualmente acondicionadas em sacos ou paletes, o que provoca consequentemente muitas movimentações: descarregar do camião, dar entrada em armazém, armazenar, transportar para o supermercado 2 vezes por turno. Estas movimentações excessivas fazem com que se corram riscos acrescidos no que respeita à

inutilização de embalagem por dano de manuseamento, ocupando mais recursos, equipamentos.

4.4.2. No abastecimento e armazenamento dos componentes

Os componentes podem ficar armazenados até 8 dias sem ser gastos, e quanto maior for o prazo de entrega maior é a quantidade em stock, o que representa mais área ocupada, cerca de 20 m², e maior o número de movimentações (descarregar do camião, dar entrada em armazém, armazenar, transportar para o supermercado 1 vez por turno), recursos e equipamentos envolvidos.

Como o cliente também controla parte dos componentes necessários à produção do produto final que pretende, torna-se difícil ter stocks reduzidos, uma vez que aquele envia sempre componentes em quantidade superior à realmente necessária. Esta situação obriga a que a empresa tenha um elevado stock de componentes relativamente ao consumo e expedição de produto final para o cliente. O custo do inventário é cerca de 100.000,00€.

4.4.3. Na secção da injeção de plásticos

Na injeção encontraram-se muitos desperdícios, como, por exemplo, elevados tempos de espera, movimentações excessivas, retrabalhos, desperdícios do próprio processo e elevados tempos de mudança, o que gera maior ocupação da máquina e dos recursos.

4.4.3.1. Problemas nas máquinas, nos moldes e nas ferramentas

Devido às grandes dimensões das máquinas (Figura 36) e visto que, por vezes, é necessário subir a locais de difícil acesso nessas mesmas máquinas, como por exemplo à parte superior do molde, os operadores faziam esforços excessivos, resultando numa das principais causas de acidentes de trabalho.



Figura 36 - Vista da parte de trás de uma máquina de injeção

Adicionalmente, estas máquinas apresentavam ligações dos sinais dos moldes com mau aspeto visual, sujeitos a erros de operação e dificuldades de deteção de erros devido a fichas danificadas (Figura 37). A elevada frequência deste tipo de erros fazia com que o tempo de mudança fosse mais longo do que o necessário. Era gerado um atraso desnecessário em cerca de 5 minutos, em média por cada mudança, implicando que a máquina estivesse parada.



Figura 37 - Ligações de sinais de moldes danificadas

Nesta secção existiam alguns carros já antigos (Figura 38) e ferramentas de apoio desorganizadas o que dificultava as operações de mudança, provocando desperdício de tempo à procura das ferramentas, em média, cerca de 2 minutos.



Figura 38 – Carro e ferramentas de apoio à mudança existentes na empresa

As ligações do óleo, no molde das máquinas, encontravam-se deficientemente identificadas e, muitas vezes, incorretamente ligadas conforme apresentado na Figura 39. Esta situação causava alguma confusão nos técnicos que demoravam mais tempo na colocação das mangueiras e cometiam erros cujas consequências implicavam a paragem da máquina, assim como a perda de tempo de retrabalho ao terem de voltar a ligar corretamente as mangueiras

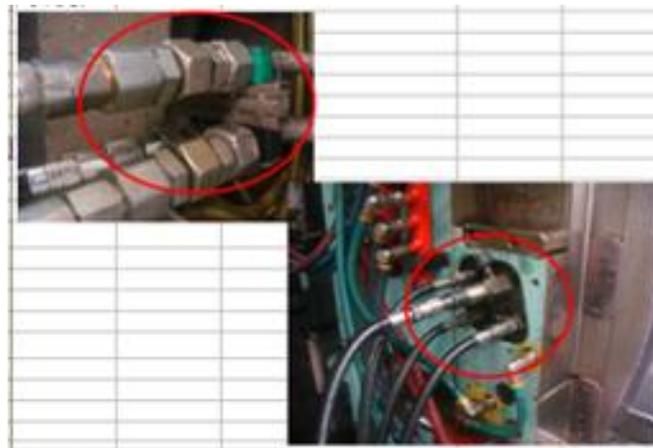


Figura 39 - Ligações do óleo no molde

O molde também possui fichas de aquecimento que já se encontravam com sinais de degradação e os locais de encaixe não eram os mais apropriados, pelo que a operação de troca de fichas se tornava mais morosa do que o necessário, e a probabilidade de erro

era elevada pois para além do mau aspeto visual, os cabos possuíam diferentes dimensões (Figura 40).



Figura 40 - Fichas de aquecimento do molde

Para efetuar mudanças de molde é necessário uma pistola de aperto e na empresa apenas se dispunha de uma, representada na Figura 41. Isto quer dizer que, enquanto um dos técnicos apertava as barras de um lado do molde o outro estava à espera da pistola.



Figura 41 - Pistola de aperto dos moldes

As máquinas não trazem, de origem, um sistema de despressurização dos machos (Figura 42) o que tornava a operação de mudança de mangueiras complicada e tinha de ser efetuada com o auxílio de uma ferramenta (chave de canos) que em certos casos,

danificava o acessório e provocava fugas de óleo, acrescentando ainda o tempo que se gastava para corrigir esta situação e o custo de reparação.

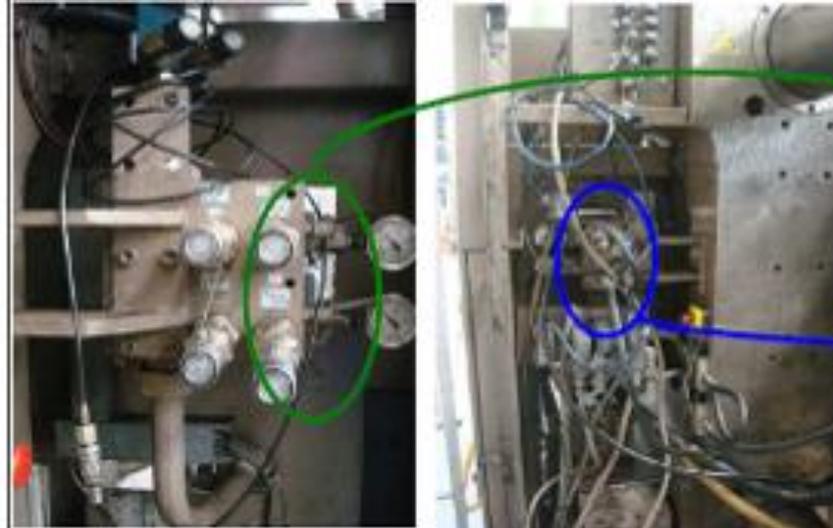


Figura 42 - Sistema de despressurização do óleo

4.4.3.2. Elevada taxa de rejeição das peças injetadas e tempos de ciclo longos

Na secção de injeção verificou-se uma taxa de rejeição elevada em quase todos os processos dos moldes das cadeiras, tendo a maior incidência no molde COMANDE da cadeira OPAL com 6,73% (sigla usada no VSM: TX NOK) e no molde SOCLE da cadeira ISEOS com 6,62%, como mostra a Figura 43, extraída do VSM da Figura 34.

Injeção				
35				
#	AXISS	OPAL	FERO	ISEOS
	6072 EMBASE	7053 COMANDE	7099	5356 ISEOS ISOFIX
	T. ciclo = 83s / T/O = 60mm MOD = 0.5 TX NOK = 1,43%	T. ciclo = 60s / T/O = 50mm MOD = 1 TX NOK = 6,73%	T. ciclo = 56s / T/O = 60mm MOD = 1 TX NOK = 1%	T. ciclo = 68s / T/O = 60mm MOD = 1.5 TX NOK = 3,05%
ite	6075 AXISS	7055 AXISS	7096	5714 SCOLE
	T. ciclo = 65s / T/O = 60mm MOD = 0.5 TX NOK = 0,73%	T. ciclo = 80s / T/O = 60mm MOD = 0.5 TX NOK = 0,87%	T. ciclo = 45s / T/O = 50mm MOD = 0.5 TX NOK = 4,48%	T. ciclo = 68s / T/O = 60mm MOD = 1.5 TX NOK = 6,62%
	6070 RAMPE5		7097	
	T. ciclo = 85s / T/O = 50mm MOD = 0.5 TX NOK = 3,79%		T. ciclo = 45s / T/O = 50mm MOD = 0.5 TX NOK = 3,79%	

Figura 43 - Representação no VSM dos processos de injeção das cadeiras

Para tentar perceber esta elevada taxa de rejeição, procedeu-se a uma análise do problema utilizando a técnica dos 5 porquês, conforme se pode verificar na Tabela 10.

Tabela 10 - Tabela 5W2H do Socle

Problema: Rejeição de peças no socle									
Equipa de análise: Vitor Vieira, Ricardo Lima, Davide azevedo, Joaquim Filipe, Carlos Costa,									
Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5	Causa raiz	Acção de resolução/prevenção	Quem?	Quando?	
Porque se rejeitam peças?	→ Por causa da máquina?	→ Qual é o problema da máquina?	→ Instabilidade nos parametros de injeção?	→ Motor hidraulico não é constante.	Desvaste dos vedantes do motor hidraulico	Executar manutenção geral ao motor hidráulico	DA	Sem. 5	
					Não existia nenhum registo de quando executar essa manutenção	Incluir na manutenção preventiva x em x horas substituir os vedantes	DA	Sem. 5	
	→ Por causa do molde?	→ Qual é o problema do molde?	→ Fugas de gases	→	Não existia fugas de gases	Criar fugas na zona onde aparecia o defeito.	JF	Sem.2	
			→ Refrigeração do molde	→	O molde tinha uma refrigeração deficiente	Alteração da refrigeração na zona onde aparecia o defeito	JF	Sem.2	

A presença de rebarbas na peça (Figura 44) é um problema que acontece quando o molde começa a apresentar sinais de desgaste, o que provoca retrabalhos por parte do operador (operações sem valor acrescentado). Deste modo desperdiça-se a MOD e a probabilidade de erro é elevada.

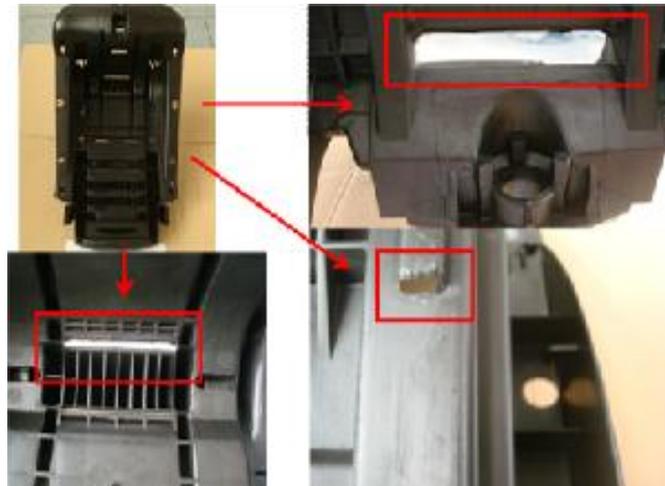


Figura 44 - Rebarbas na cadeira ISEOS

Também foi possível verificar que em alguns moldes o tempo de ciclo praticado era elevado, o que resulta em lotes de produção mais longos e que a ocupação de máquina e MOD seja mais elevadas, principalmente nos moldes 7051,7052,6072,7055,7049 e 6075.

4.4.3.3. Elevadas movimentações de empilhadores, desorganização e falta de limpeza

Em toda a secção foi ainda notória a falta de organização, a existência de muitas movimentações de empilhadores na produção e falta de limpeza nos postos de trabalho, o que provocava alguns problemas de qualidade e muitos desperdícios.



Figura 45 - Exemplos de desorganização e falta de limpeza

4.4.4. Nas linhas de montagem

Nas linhas de montagem encontraram-se problemas tais como: paragem das linhas por falta de abastecimento de semiacabados e recolha de produto final, a inexistência de fluxo contínuo e a existência de 3 linhas de montagem para produtos da mesma família.

4.4.4.1. Elevadas movimentações

Verificaram-se também muitas movimentações devido ao muro de qualidade. O muro da qualidade era o espaço dedicado às inspeções de qualidade (Figura 46), e por onde deviam passar todas as peças que precisavam de inspeção de qualidade. Estas tinham que ser transportadas por um empilhador de um lado ao outro da nave das linhas de montagem até ao muro de qualidade. Quando as peças acabassem de ser verificadas tinham que fazer o trajeto inverso até à entrada do armazém de produto final, a partir de onde seriam expedidas. Esta distância era de aproximadamente 100m para cada lado.

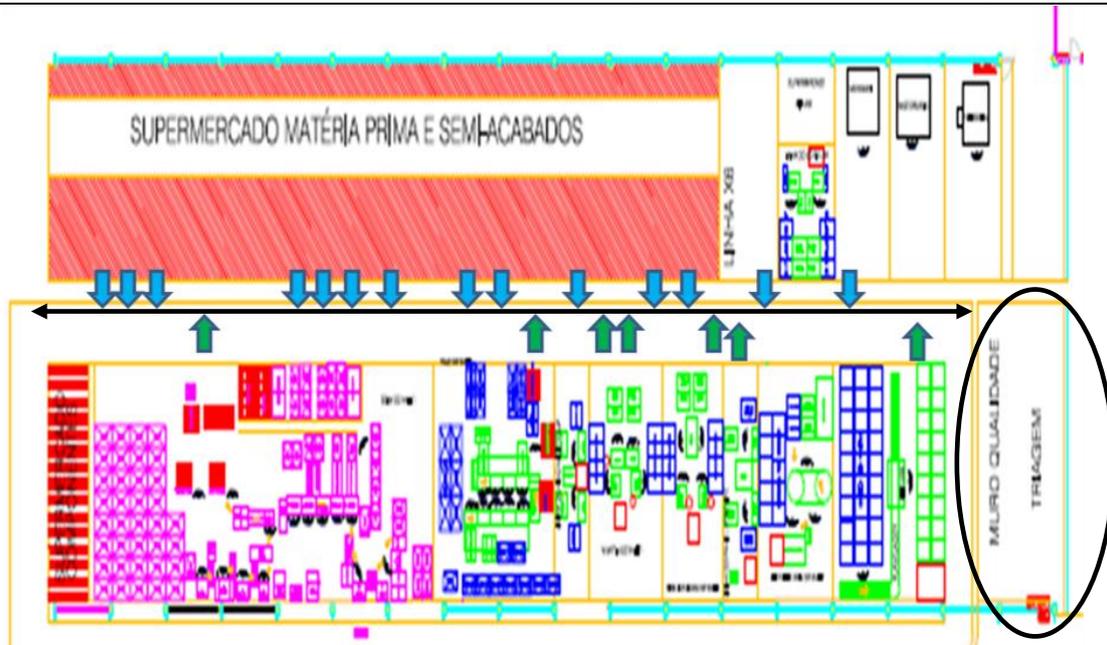


Figura 46 - Entrada e saída dos materiais das linhas de montagem em 2010

4.4.4.2. Baixo rendimento operacional

O rendimento operacional (RO) das linhas de montagem era de 84% e devia-se a várias paragens por falta de abastecimento, à existência de um contra fluxo que criava mais confusão no abastecimento do semiacabado e recolha do produto final e ainda à existência de desvios de stock, pois quando se retirava material do stock de semiacabados não se dava saída em sistema do mesmo, causando paragens nas linhas por falta de componentes.

A Figura 47 mostra a zona das linhas de montagem e o único corredor existente para abastecimento de semiacabados e recolha de produto final.



Figura 47 - Linhas de montagem

Estes problemas tinham como consequências elevados tempos de resposta na resolução de disfuncionamentos da atividade produtiva nas linhas de montagem.

4.4.4.3. Dedicção excessiva de recurso a produtos da mesma família

A dedicação de 3 linhas de montagem para produtos da mesma família (Figura 48) implica ocupação desnecessária de espaço e recursos

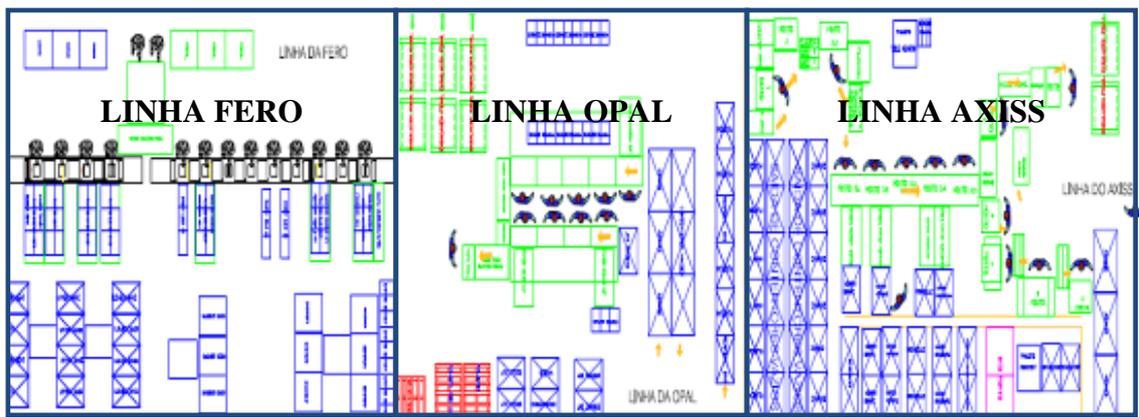


Figura 48 - As 3 linhas de montagem das cadeiras

A tabela que se segue (Tabela 11) sintetiza os dados relativamente aos recursos e espaços ocupados pelas diferentes linhas:

Tabela 11 - Recursos e espaço ocupado pelas linhas da *Baby Chair*

	Linha FERRO	Linha OPAL	Linha AXISS
Tempo total de montagem (seg)	262	307	486
Número de operadores	8	7	15
Número de postos	7	8	14
Espaço ocupado (m ²)	175	150	200

4.4.5. Na expedição

Na expedição foram identificados vários problemas como as elevadas operações que não acrescentam valor ao produto, e a dificuldade na preparação de cargas, por falta de espaço físico, pois ocupava-se o dobro do espaço por camião. A Figura 49 mostra que existe pouco espaço para executar as preparações completas dos camiões.



Figura 49 – Zona de expedição

A expedição era realizada por 3 colaboradores, como mostra a Figura 50, extraída do VSM apresentado na Figura 34, que tinham as tarefas de retirar da estante, colocar no cais e executar a leitura.

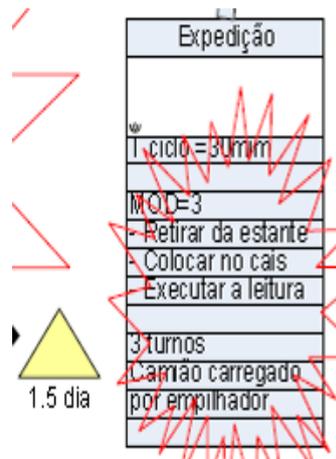


Figura 50 - Diferentes operações na expedição

Os alvéolos de carga tinham uma capacidade de 10 metros sendo insuficientes para 1 camião que tem uma capacidade de 13 metros, implicando a utilização de 2 alveolos. O espaço do cais permitia 6 cargas de camiões completos. Uma vez que o cais ficava cheio de cargas, os operacionais tinham de esperar pela saída de uma carga para poderem proceder à separação de carga seguinte.

4.4.6. Síntese dos problemas e valores atuais dos indicadores de desempenho

A Tabela 12 resume os problemas identificados através do VSM, o local onde ocorrem e classificados de acordo com a categoria de problemas registados no VSM da Figura 34 e o tipo de desperdício dos 7+7 identificados na secção 2.2.2.

Tabela 12 - Identificação dos problemas, o local de ocorrência, categoria e tipo de desperdício

Problema	Onde ocorre	Relacionado com:	Tipo de desperdício
Elevado stock de matéria-prima e componentes	Armazém	Matéria-prima e componentes (1 e 2)	Stock
Elevadas movimentações de armazenagem para armazenagem e abastecimento inadequado de matéria-prima e componentes	Armazéns e Máquinas de injeção		Transportes e energia
Matérias-primas armazenadas no exterior	Exterior da fábrica		Stock
Elevadas movimentações de empilhadores	Máquinas de injeção e linhas de montagem	Injeção e linhas de montagem (3 e 4)	Transportes e energia
Elevados tempos de mudança de ferramenta	Máquinas de injeção	Injeção	Esperas, deslocações
Elevado número de rejeições de peças	Máquinas de injeção	Injeção	Defeitos
Tempos de ciclo elevados conduzindo a ocupação de máquina e recursos	Máquinas de injeção	Injeção	Esperas; energia
Processos com operações sem valor acrescentado: rebarbas, tempos de espera, processo etc	Máquinas de injeção e Linhas de montagem	Injeção e linhas de montagem	Esperas; próprio processo
Produção desorganizada, espaços sujos, excesso de material	Máquinas de injeção e Linhas de montagem	Injeção, linhas de montagem e expedição	Stock; esperas, Produção em excesso
Demasiados recursos e espaços ocupados (3 linhas de montagem para o mesmo produto)	Linhas de montagem	Linhas de montagem	Excesso de produção Deslocações Transportes
Deslocações e movimentações para o muro da qualidade	Linhas de montagem	Linhas de montagem	Transportes e energia
Elevada quantidade de WIP conduz a área ocupada e necessidade de gestão de inventário	Linhas de montagem	Linhas de montagem	Stocks
Inexistência de fluxo contínuo conduzem a paragens de linha e falta de organização	Linhas de montagem	Linhas de montagem	Esperas; transportes e deslocações
Elevadas movimentações com vários equipamentos. Não existência de espaço para preparação de cargas	Expedição	Expedição	Transportes, esperas, energia e sistemas inapropriados



Alguns dos indicadores chave de desempenho (Key Performance Indicators - KPI's) da empresa são: a produtividade, *Work in Process* (WIP), rendimento operacional (RO), tempo de mudança de ferramenta e as partes perdidas por milhão (PPM), que abaixo se apresentam na Tabela 13.

Tabela 13 - Valores atuais dos KPI's do VSM *Baby Chair*

KPI's	Antes 2010
Produtividade (na estrutura de custos)	10%
WIP (dias)	2
Lead time (dias)	22
RO Módulo 1	84%
RO Módulo 2	88%
RO Módulo 3	89%
RO Módulo 4	84%
Tempo de mudança de ferramenta Módulo 1 (min)	60
Tempo de mudança de ferramenta Módulo 1 (min)	50
Tempo de mudança de ferramenta Módulo 1 (min)	36
PPM'S <i>Baby Chair</i> Axiss	2%
PPM'S <i>Baby Chair</i> Opal	4%
PPM'S <i>Baby Chair</i> Fero	6%
PPM'S <i>Baby Chair</i> Iseos	4%
Valor Criado	5%

A produtividade é medida pela redução de custos na estrutura da empresa como, por exemplo, a redução de mão de obra direta e indireta, energia, redução de stock entre outros. O Work In Process (WIP) reflete todo o material que vai ser incorporado nas linhas de montagem. O rendimento operacional (RO) mede a eficiência das máquinas e linhas de montagem na realização das ordens de fabrico. O tempo de mudança de ferramenta refere-se aquele que é contabilizado entre a última peça fabricada de uma referência e a primeira peça conforme fabricada da referência seguinte. As partes perdidas por milhão representam a totalidade de produtos não conformes produzidos internamente (arranque e processo) por 1 milhão de peças produzidas (PPM'S).



Adicionalmente considerou-se a percentagem atual do valor das atividades que acrescentam valor na família das cadeiras, i.e., 5%, o que significa que 95% das atividades não acrescentam valor ao produto.



5. APRESENTAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE PROPOSTAS DE MELHORIA

Neste capítulo apresentam-se algumas propostas de melhoria para os problemas identificados no capítulo anterior. A apresentação destas propostas de melhorias seguiu a metodologia PDCA. De acordo com esta metodologia elaborou-se um plano de ações para se dar seguimento ao que foi analisado e identificado no VSM do capítulo anterior e preparou-se o VSM do estado futuro para visualizar o que se pretendia atingir com a implementação destas ações.

5.1. Plano de ações

Conforme se pode verificar na Tabela 14, o PDCA foi dividido nas 5 categorias em que foram classificados os problemas: abastecimento e armazenamento de matéria-prima e componentes, secções de injeção, linhas de montagem e expedição. Para cada área foram determinadas algumas propostas de melhoria/ações.

Como estes problemas abrangiam todos os departamentos da empresa, criou-se uma equipa de trabalho constituída por todos os responsáveis de departamento e construiu-se um plano de ações. Este plano implicava grandes mudanças dentro da empresa com impacto nas rotinas e procedimentos de todos os departamentos, razão pela qual todos foram envolvidos, pois só assim seria possível mudar e criar, a partir deste processo de mudança, uma cultura de melhoria contínua dentro da empresa.

Tabela 14 - Plano de ações *Baby Chair*

		PDCA DOREL 2011				Data 1.08.2011 Rev.: 8		
		Team: Miguel Valente; Helder Silva; Henrique Silva; Luis Carvalho; Eugénio Rodrigues; João Pedro Borges; Alexandre Batista; Paulo Oliveira; Vítor Vieira; Davide Azevedo; Paulo Oliveira; Ricardo Lima						
PROBLEMA		ANÁLISE	PLAN		DO	CHECK		
Nº	Assunto		Acções	Resp	Data (Prev)	Data (Real)	Check	
1	Matéria prima	1.1 Verificou-se que existe muitas movimentações de stock para stock 1.2 Utilização de equipamentos e pessoas para a realização destas movimentações 1.3 Espaço ocupado pela MP ao solo e as condições de acondicionamento da MP por vezes não são as melhores	- Estudar aplicação de alimentação em automático de MP directamente às máquinas de injeção, fluxo directo, eliminação de stock de MP, movimentações e tempos	AB/VV	Sem.13	Sem.16		
2	Componentes	2.1 Verificou-se que existe muitas movimentações de stock para stock 2.2 Quantidade em componentes em stock	- Analisar possibilidade de aplicação de KANBAN nos fornecedores de componentes / aplicação MILKRUN aos fornecedores de componentes (uma vez que o camião vai para a DOREL no retorno já trazia a informação do que produzir e os componentes para essa produção.	MV/PO	Sem.15	ongoing		
3	Injecção	3.1 Verificou-se que existe muitas movimentações de empilhadores na unidade de produção (empilhador faz sempre um trajecto cheio e outro vazio, puro desperdício) 3.2 Elevados tempo de SMED 3.3 Em algumas peças rejeições elevadas 3.4 Tempos de ciclo elevados 3.5 Operações sem valor acrescentado e alguns tempo de espera, retrabalhos, processamentos de operações (Iseos, Comande) 3.6 Nave de produção desorganizada, com excesso de material, suja, sem identificações, etc.	- Aplicação do MILKRUN para abastecimento de embalagens vazias e retirar produto acabado da injeções - Aplicação da ferramenta SMED - Criação de grupos de trabalho KAIZEN para os processos ISEOS, Comande (OPAL) - Criação de um grupo de trabalho para reduções de tempo de ciclo - Relações WIN-WIN cliente – fornecedor para nivelamento de produções. - Aplicação dos 5S na empresa, de modo a organizar, separar, limpar, normalizar e criar auto-disciplina nos colaboradores (gestão visual)	MV/PO/VV VV/PA VV VV/PA MV/PO AB/RL	Sem.40	Sem.3 Sem.6	ongoing Sem.20	
4	Linhas de montagem	4.1 Verificou-se que existe 3 linhas de montagem para produtos da mesma família de produtos (desperdício de espaço, recursos, movimentações, stock...) 4.2 Quantidade de WIP do armazem 22 4.3 Nº de MOD envolvidos no processo de montagem 4.4 Elevadas movimentações de empilhadores e sem ser em fluxo contínuo	- Alteração do layout das linhas de montagem de modo a criar fluxo contínuo - Aplicação do ANDON - Estudar aplicação na mesma linha da FERRO as linhas da OPAL/AXISS - Analisar possibilidade trabalhar com as linhas a 2 turnos ou em mix - Reestruturação do layout de modo a criar fluxo contínuo da injeção para a linha de montagem e armazem de produto final.	VV VV VV AB/VV VV	Sem.1 Sem.3 Sem.39	Sem.1 Sem.3		
5	Expedição	5.1 Elevadas movimentações na expedição com varios equipamentos	Aplicar o conceito Pré – Carga	MV/AP	Sem.13	Sem.13		

5.2. VSM do estado futuro das cadeiras

Para conseguir atingir os objetivos deste projeto aplicaram-se várias ferramentas que visavam a melhoria contínua como, por exemplo, os 5S, os diagramas causa-efeito, o VSM, o SMED, o Kanban e o Kaizen. Foi com o auxílio destas ferramentas que foi possível eliminar o desperdício da cadeia de valor deste cliente e possibilitou a construção do VSM do estado futuro para o cliente *BABY CHAIR*, conforme apresentado na Figura 92 do ANEXO IV.

Este VSM mostrou qual era o objetivo a atingir, i.e., aumentar as atividades que acrescentam valor e onde atuar. Com as propostas apresentadas no plano de ações considerou-se ser possível aumentar estas atividades de 5% para 11%, aumentando estas de 29 para 40 horas e diminuindo as atividades que não acrescentam valor de 22 para 15 dias (360 horas), para conseguir este ganho de 6%. Nas secções seguintes descrevem-se detalhadamente as propostas do plano de ações.

5.3. Alimentação automática de matéria-prima

Para o problema do abastecimento inadequado da matéria-prima (MP) às máquinas de injeção estudou-se uma aplicação de alimentação em automático. Alimentação de MP em automático é um sistema composto por silos de armazenamento de MP e por tubagens que transportam a MP até cada máquina. Também pode ser constituído por um mini silo que apenas alimente individualmente determinada máquina, consoante a sua necessidade. A Figura 51 apresenta mais detalhadamente a composição do sistema bem como a sua implantação na empresa.

Primeiramente pensou-se em implementar este sistema nas máquinas de maior tonelagem pois são essas que consomem maior quantidade de MP. Este sistema seria composto por dois silos para os materiais com maior consumo: o PP PHC 25 e PP PHC26.

Com esta aplicação eliminavam-se todos os desperdícios de movimentações e todos os stocks intermédios, ficando somente com os stocks dos silos conforme se pode observar no VSM do estado futuro, no ANEXO IV.

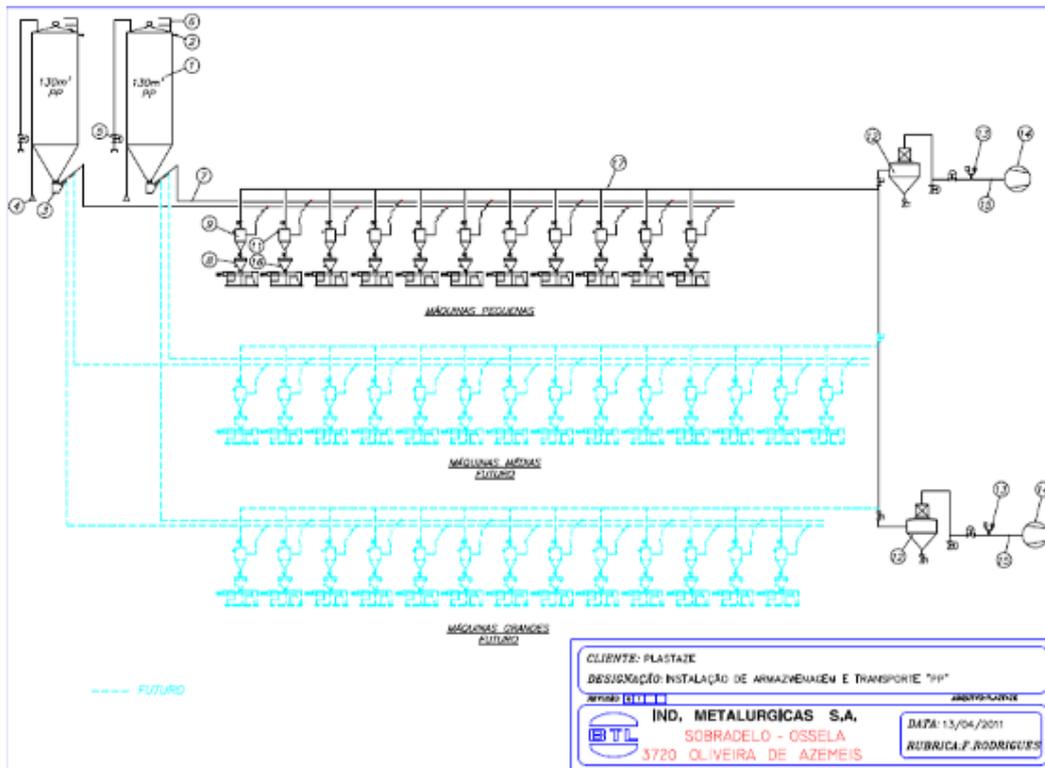


Figura 51 - Projeto de alimentação de MP em automático

5.4. Aplicação de KANBAN nos fornecedores de componentes

Pretendeu-se criar uma relação win-win entre cliente e fornecedor. Devido às muitas movimentações de componentes entre pontos de armazenagem, propôs-se a aplicação de Kanban para os fornecedores. Esta possibilidade de aplicação de KANBAN nos fornecedores de componentes surgiu porque alguns dos componentes, nomeadamente, os parafusos EJOT, o VIS T20 e 25 que são os parafusos utilizados nas cadeiras da *Baby Chair* são fornecidos pelo próprio cliente como se apresentou na Tabela 4 da secção 3.4.3..

Este transporte é realizado por um camião que vai para a *BABY CHAIR* e no retorno já trazia a informação do que produzir e os componentes para essa produção. Com esta aplicação da “ferramenta kanban eletrónico” nos fornecedores pretendeu-se reduzir a quantidade dos componentes em stock e, assim, reduzir os custos de inventário e o espaço em armazém e nivelar as entregas do fornecedor, de acordo com os consumos do cliente. Desta forma a informação iria circular mais rápida e eficientemente com alertas para ruturas de stock de acordo com a parametrização inicial do sistema.

O modo de funcionamento (Figura 52) para um objetivo de stock de componentes para 3 dias é o seguinte:

1. A empresa Plastaze elabora uma listagem dos componentes que necessita para a cadência que o cliente *Baby Chair* estipulou.
2. Diariamente envia uma listagem com pedidos dos componentes que consumiu no dia anterior, de forma a repor o máximo definido.

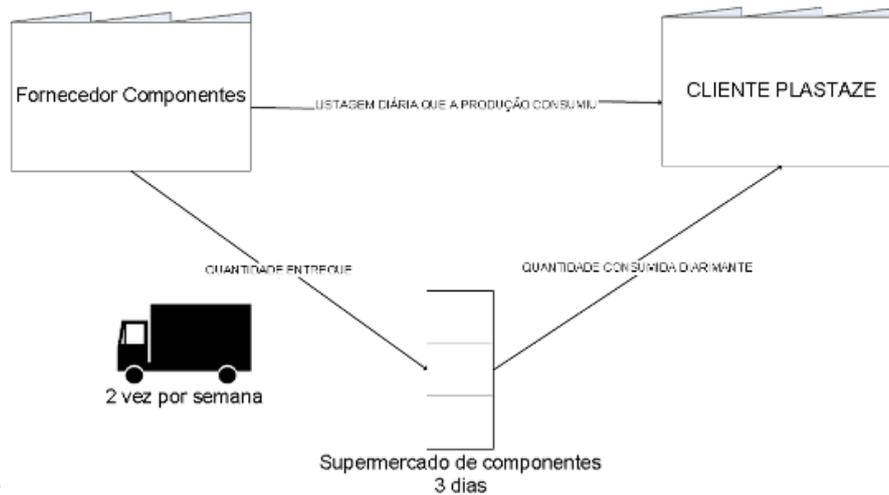


Figura 52 - Esquema de funcionamento do Kanban eletrônico fornecedores

5.5. Propostas para melhorar a injeção

As propostas para melhorar a secção de injeção passam pela implementação de um milkrun para recolha do produto final e abastecimento das embalagens, pela implementação de SMED, aplicação de Kaizen e pela redução dos tempos de ciclo.

5.5.1. Milkrun para recolha de produto final e abastecimento de embalagens

Um dos cinco princípios do *Lean Thinking* (secção 2.2.1.) é o fluxo. Assim sendo, dever-se-á criar fluxo dentro da empresa, o que é impossível com as constantes movimentações dos empilhadores. Nesta sequência, estudou-se uma forma de eliminar os transportes por empilhadores dentro da nave fabril, primeiramente nos módulos de injeção e, posteriormente, nas linhas de montagem.

Um meio de transporte mais eficaz do que o empilhador seria a utilização de um milkrun que permita ter circuitos pré-definido e normalizados. Os milkruns teriam as seguintes funções de transporte e abastecimento:

1. fazer a recolha de todos os materiais (produto final, semiacabados) que são produzidos nas máquinas de injeção;
2. garantir o abastecimento dos pedidos via eletrónica das necessidades nos postos de trabalho (componentes/matéria-prima/semiacabados);
3. transportar os materiais recolhidos até uma área pré-definida;
4. recolher as embalagens vazias na área pré-definida;
5. fazer o abastecimento das embalagens aos postos de trabalho.

Neste projeto foi apresentado um circuito, integrando estas funções, de forma a garantir o correto funcionamento da recolha/abastecimento dos postos de trabalho. Esse circuito está representado a cor azul na Figura 93, no ANEXO V. A Tabela 15 mostra todas as atividades necessárias para o funcionamento do circuito.

Tabela 15 - Atividades de cada circuito

Nº	Descrição das actividades	Área	Apoio Ext	LI	PROD	Apoio Int
1	Iniciar o circuito pré-definido (ponto início)	(A)		X		
2	Transportar as plataformas cheias com embalagens vazias, do pedido anterior, para os postos de trabalho			X		
3	Retirar a plataforma com embalagem vazia do comboio e colocar na área do PT respectivo (repetir esta tarefa para todas as plataformas com embalagens)	(B)		X		
4	Fazer o levantamento de embalagens cheias no PT (manual ou plataformas). Repetir esta tarefa para todos os PT que são da responsabilidade do circuito	(B)		X		
5	No momento do levantamento das embalagens cheias no PT fazer o pedido via electrónico (ler com pistola o respectivo código de barras), sendo esta informação passada para a área de embalagens vazias	(B)		X		
6	Todas as necessidades dos PT devem ser refletidas através do cartão Pull que é colado numa caixa existente no posto de trabalho para o efeito	(B)			X	
7	Garantir o pedido electrónico de MP/COMP/SA à área do módulo logístico de todas as necessidades nos postos de trabalho do respectivo circuito, através da leitura do código de barras do cartão Pull	(B)		X		
8	Transportar as plataformas com embalagens cheias de PF para a área pré-definida			X		
9	Retirar manualmente as plataformas com PF e colocar na área definida	(C)		X		
10	Retirar das plataformas as embalagens cheias e colocar nas áreas respectivas (arm PF, muro, supermercado, cintagem)	(C)				X
11	Transportar as plataformas vazias para a área de embalagens vazias	(C)		X		
12	Retirar as plataformas vazias e colocar no comboio	(C)		X		
13	Transportar as plataformas vazias para a área de embalagens vazias			X		
14	Retirar manualmente as plataformas vazias e colocar na área definida	(B)				
15	Colocar as embalagens vazias pedidas eletronicamente nas plataformas do do respectivo circuito	(A)	X			
16	Retirar da área, as plataformas com embalagens vazias (do respectivo circuito) e colocar no comboio	(A)		X		
17	Reiniciar o circuito pré-definido (ponto início)	(A)		X		

O circuito deve de ter uma duração aproximada de 20 minutos (min.), o layout dos postos de trabalho têm que garantir uma autonomia de 20 min., tendo como regra o mínimo de 2 embalagens. Para que isto seja cumprido, é necessário disciplina e rigor.

A Tabela 16 apresenta os recursos necessários quer ao nível de mão de obra direta quer ao nível dos equipamentos para que esta proposta seja realizada nos 3 módulos de produção.

Tabela 16 - Recursos necessários para este projeto

FLUXO Nº	ÂMBITO				ÁREAS DE ORIGEM	ÁREAS DE DESTINO
001	Todos os produtos que são produzidos nas máquinas de injeção (PT)				Máquinas de injeção (PT)	Armazem de produto Final
	RECURSOS	EQUIPAMENTO	TURNOS	TIPO		
	3	2	3	TRACTOR		

O milkrun é composto por um trator (Figura 53 a)) e por plataformas de transporte. Estas plataformas são compostas por uma plataforma fixa (Figura 53 b)), que anda sempre com o trator e outra móvel, que vai ficar no posto de trabalho. De salientar que estas plataformas são levantadas hidraulicamente ou pneumaticamente, para que apenas as rodas maiores da plataforma fixa fiquem a tocar o chão como se pode ver na Figura 53 c).



a)



b)



c)

Figura 53 - Equipamentos necessários para execução dos circuitos: a) trator; b) plataforma fixa ao trator; c) conjunto plataforma fixa mais plataforma móvel

Para que isto seja possível são necessárias áreas para colocação dos produtos que saem da injeção. Estas áreas vão absorver as plataformas com os produtos finais que por sua vez seguirão para o armazem de produto final. É necessária uma ferramenta para

pedidos eletrónicos às áreas de apoio/armazenagem. Devido à dimensão da plataforma, excluíram-se dos circuitos todas as embalagens com dimensões superiores a 1800x1200 mm.

5.5.2. Aplicação da metodologia SMED no módulo 1

Com vista à implementação da metodologia SMED, inicialmente, procedeu-se à identificação das etapas gerais e fundamentais do processo. Assim, distinguiram-se 5 fases essenciais: a formação da equipa, a análise da situação inicial, a identificação de desperdícios, a realização das mudanças necessárias à melhoria e por último a criação de um processo de melhoria contínua, representadas na Figura 54.

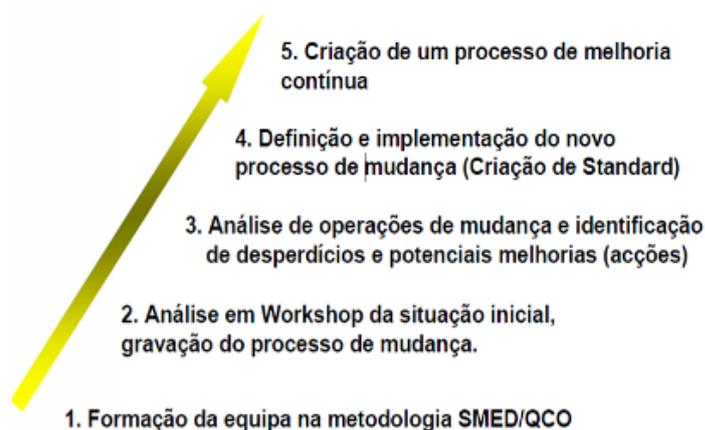


Figura 54 - Esquematização das fases essenciais para implementação da metodologia SMED

Nas secções seguintes descrevem-se mais detalhadamente em que consistem estas fases.

5.5.2.1. Formação da equipa para implementar SMED

Para implementar o SMED torna-se necessário formar uma equipa de trabalho para depois proceder à análise dos tempos do processo atual e elaboração de ações de melhoria. Inicialmente, antes de ser tomada qualquer ação, foram “recrutados” vários colaboradores da Plastaze com vista à formação da equipa dedicada à implementação da metodologia. A equipa selecionada foi constituída por um piloto da engenharia de processo, um responsável de produção, um afinador, um supervisor de produção e duas

equipas de execução de mudanças, conforme o organigrama abaixo apresentado (Figura 55).

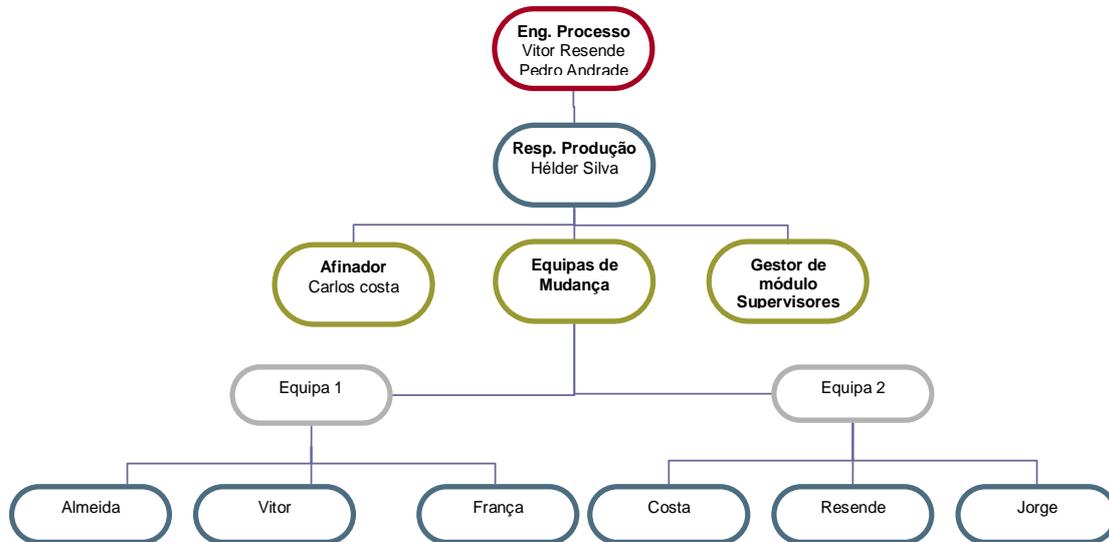


Figura 55 - Organigrama da equipa responsável pela implementação do Método SMED

Após a definição da equipa, todos os seus elementos receberam formação acerca do Método SMED, tendo por objetivo sensibilizar e esclarecer os envolvidos acerca dos seus objetivos, benefícios, etapas de implementação e também relativamente aos 7 desperdícios, de modo a que todos se sentissem aptos e motivados a colaborar neste processo.

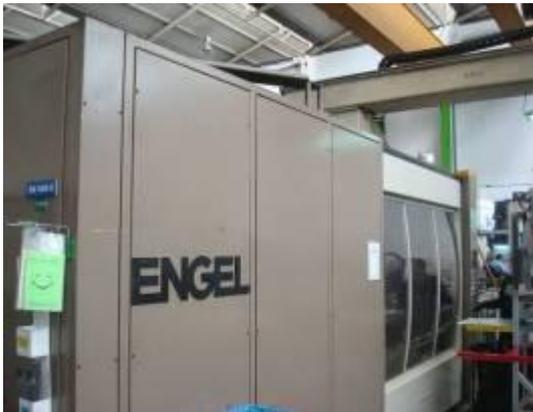
5.5.2.2. Análise do processo de mudança atual

Para uma análise do processo de mudança atual, optou-se pelo módulo 1 de produção por ser aquele que tem as máquinas com maior tonelagem e aquele que regista tempos de mudança mais longos. Apresenta-se, então, concretamente o caso de uma máquina e de um molde do projeto em causa, do qual o estudo levaria algumas semanas.

A máquina de injeção ENGEL 1500 II é uma máquina de dimensão e força (1500 toneladas) consideráveis. Conforme referido anteriormente, foi selecionada por estar sujeita a inúmeras mudanças de molde e por ser a única que trabalha com o molde 6072 (da cadeira Axis) que é de grande dimensão.

Este molde foi igualmente selecionado por ter um tempo ciclo de 83 segundos por peça e entrar na máquina, pelo menos, 2 vezes por semana a fim de satisfazer os pedidos

internos, no que diz respeito ao abastecimento do supermercado para consumo final na linha de montagem.



a)



b)

Figura 56 - Equipamentos de apoio à produção: a) máquina ENGEL 1500 II; b) Molde 6072

O processo de mudança de ferramenta, no que concerne o molde 6072, é habitualmente conduzido de acordo com o processo esquematicamente apresentado na Figura 57.



Figura 57 - Esquemas das diferentes atividades durante a mudança

Na primeira fase de observação registou-se a execução das operações apresentadas na Tabela 17, num total de 13 operações.



Tabela 17 - Registo das operações da mudança

Item	Descrição	Tempo (minutos)
1	- Colocar o molde, bancadas, periféricos, matéria-prima e componentes junto à máquina	
2	- Retirar o material da estufa	4
	- Colocar a disquete do programa na máquina	
	- Verificar qual o programa de robot a inserir	
3	- Retirar a água dos circuitos de refrigeração	2
	- Colocar o robot em posição de troca de ferramenta	
	- Colocar o protetor no molde a retirar	
4	- Retirar as mangueiras da água	5
	- Retirar as mangueiras do óleo	
	- Retirar as fichas de aquecimento/ sinais	
5	- Fechar o molde e retirar o MPR	2
	- Retirar a "mão presa " do robot	
6	- Desapertar as barras	5
	- Colocar olhais	
	- Colocar a barra de segurança	
	- Posicionar a ponte	
7	- Mudar o bico de injeção	4
	- Abrir a máquina	
	- Retirar o molde	
	- Colocar a "mão presa" no robot	
8	- Colocar o molde na máquina	3
9	- Centrar o molde	2
10	- Apertar o molde	5
	- Ligar as fichas de aquecimento/ sinais	
	- Colocar a resistência no bico	
11	- Abrir o molde	4
	- Ligar as mangueiras da água	
	- Ligar as mangueiras do gás	
	- Ligar as mangueiras do óleo	
	- Ligar os sinais	
- Ligar a válvula de ar		
12	- Esperar o arrefecimento do fuso	30
	- Limpar o fuso	
	- RFID	
	- Esperar o aquecimento do bico	
	- Esperar o aquecimento do molde	
13	- Arrancar com a máquina	12
	- Peça OK	
Total		78

Através do registo das operações e a esquematização das tarefas executadas no âmbito do processo de mudança de molde, verificou-se que desde a última peça injetada pelo molde que saiu, à primeira peça (conforme) do molde que entrou, decorreram cerca de 78 minutos, i.e., 1 hora e 18 minutos.

5.5.2.3. Análise dos registos das operações e elaboração de um plano de ações

Após o registo das operações realizadas aquando da mudança de molde, procedeu-se à análise pormenorizada das mesmas, começando pela identificação e classificação das operações em internas e externas, independentemente do que até então tinham sido consideradas. Para isso reuniu-se a equipa para tentar obter o maior número de ideias (Figura 58).



Figura 58 - Análise conjunta das operações registadas aquando da mudança de molde

Para além desta importante análise conjunta, elaborou-se um plano de ações usando novamente o ciclo PDCA, relativo a cada operação anteriormente enumerada. Do plano de ações, apresentado na Figura 59, surgiram algumas propostas de documentos e procedimentos tais como:

1. *checklist* de preparação;
2. descrição do modo operativo, que enumera todas as tarefas a executar por cada operador responsável pela mudança;
3. aplicação de uma escada de segurança, para que se possa aceder aos topos do molde em segurança;
4. melhoria das ligações dos sinais dos moldes;
5. aquisição de carros;
6. identificação das ligações do óleo;
7. melhoria das ligações das fichas de aquecimento;
8. aquisição de aparafusadora para aperto de barras; e
9. colocação de um sistema de despressurização para o circuito do óleo.



		PDCA SMED 2011				Data 1.07.2011 Rev.: 7	
		Team:Vitor Vieira; Helder Silva; Ricardo Lima; Davide azevedo; Eugénio Rodrigues; Equipa Smed					
<ul style="list-style-type: none"> - actividades externas - possibilidade de passar para externa - actividades internas 							
PROBLEMA		PLAN				DO	CHECK
Nº	Assunto	Acções	Resp	Data (Prev)	Data (Real)	Check	
1	Colocar molde, bancadas, periféricos, matéria prima e componentes junto a maquina	- Montagem do posto de trabalho a quando limpeza do fuso - Check list de preparação de posto de trabalho (gama de fabrico) - Fazer levantamento de discos de MPR	Polivalente V.V / R.L / P.A R.L	Sem.15 Sem.15 Sem.15	Sem.15 Sem.16 Sem.15		
2	- Retirar material da estufa - Colocar disquete na maquina - Verificar qual é o programa de robot inserir	- Colocar PP na tremolhar para limpar fuso	Polivalente	Sem. 16	Sem. 17		
3	- Retirar a água dos circuitos de refrigeração - Colocar robot em posição de trocar a ferramenta. - Colocar protector no molde	- Optimizar os aparelhos de agua quente / distribuidores de modo a que a água va directamente para a rede, melhorar estado visual - Manutenção aos distribuidores de água - Definir plano de manutenção para os aparelhos de água - verificar o sistema de sangramento da 1500l	D.A / Ricardo Roberto D.A / Domingues D.A R.L / SMED	Sem.15 Sem 20 Sem 20 Sem.15	Sem.17 Sem 20 Sem 20 Sem.15		
4	Retirar mangueiras de agua Retirar mangueiras do óleo Retirar fichas de aquecimento / sinais Fechar molde retirar MPR	- Aplicar sistema de despressurização - Aplicar chapa de engates rapidos como tê na 800IV - Optimizar carro das mangueiras - Standartizar o processo de montagem e desmontagem do molde	Silvino / cunha EQ. SMED EQ. SMED / R.L	Sem. 25 Sem. 25			
5	Desapertar barras Colocar olhais Colocar barra de segurança Posicionar ponte	- 2 pistolas para apertar e desapertar as barras - Verificar o nº de barras de aperto existentes de modo a fazer 2 conjuntos de barras, parafusos e anilhas	V.V / P.A V.V E.Q SMED	Sem. 15 Sem. 15	Sem. 16 Sem. 16		
7	Mudar bico de injeção Abrir maquina Retirar molde Colocar MPR	- definir local para colocar molde - verificar o estado do bico de injeção a entrar fazer a preparação do mesmo colocar resistência	R.L / EQ.SMED E.Q SMED				
8	Colocar molde na maquina	- verificar possibilidade de colocar centramento ponte / maquina	D.A / EQ. SMED	On going			
9	Centramento do molde Apertar molde	- Colocar centradores no mode 6072 - Analisar possibilidade de montagem do posto de trabalho após aperto do molde	V.V R.L	Sem. 18	Sem. 19		
10	Ligar fichas de aquecimento / sinais Colocar resistência no bico	- Preparação do 2 conjunto de barras / carro de barras - Definir quantidade de barras a pertar por molde (F.I Molde) - 12 - Analisar possibilidade de passar todas as roscas para M24 - Implementar ponto anterior - Colocar engates rapidos no prato fixo para fichas de aquecimento - Identificar fichas de sinais molde / maquina	EQ.SMED EQ.SMED / C.COSTA D.A / EQ.SMED D.A / V.V V.V / EQ. SMED Almeida / D.A	Sem.23 Sem.23	Sem.23 Sem.23		
11	Abrir molde Ligar aguas Ligar gás Ligar óleo Ligar sinais Ligar valvula de ar	- fixar valvula de ar (igual ENG 1000l) - analisar Kit de mangueiras por molde / colocar engate rapido mais acessivel - colocar engate rapido junto ao prato fixo Check list de montagem	D.A V.V / EQ. SMED D.A / EQ. SMED EQ. SMED / R.L V.V / P.A	Sem. 17 Sem. 17 Sem. 22 Sem.25	Sem. 17 Sem. 17		
12	Esperar arrefecimento do fuso Limpar fuso RFID Esperar aquecimento do bico Esperar aquecimento do molde	- analisar possibilidade de colocar sopros de ar no fuso - serpentina no fuso - garantir que o reservatório esteja sempre cheio - Identificar local para reservatório de material de limpeza de fuso - Definir local para o carro das purgas - leitura do RFID - Pre aquecimento ou na montagem do bico colocar o aquecimento a 100%	V.V / D.A E.Q SMED R.L / SOUSA R.L / SOUSA EQ. SMED V.V / D.A / EQ.SMED	On going Sem.16 Sem.16 Sem.16 Sem.16 On going	Sem.16 Sem.16 Sem.16 Sem.16		
13	Arrancar com a maquina Peça OK	- Verificação dos parametros - Peças de arranque no módulo	EQ. SMED E.R / R.L	On going			

Figura 59 - Plano de ações SMED

5.5.2.4. Definição e implementação do novo processo

A checklist de preparação (Figura 60) é um documento de preparação da mudança onde se procede à verificação de tudo aquilo que irá ser necessário para a execução da mudança, assim, evitam-se as perdas de tempo à procura de ferramentas e equipamentos. Este tipo de operações são consideradas externas uma vez que se realizam com a máquina em pleno funcionamento.

		CHECK LIST - TÉCNICO SMED		Departamento Produção																																																																																																																					
				P. 54/111																																																																																																																					
DADOS SMED																																																																																																																									
N.º Molde de entrada:		N.º Molde de saída:		Data:																																																																																																																					
Molde Bi-injeção:		Muda versão: <input type="checkbox"/>		Nome Smed 1:																																																																																																																					
N.º Máquina:				Nome Smed 2:																																																																																																																					
Tempo SMED minutos: <small>(peças boas e peças boas)</small>		min		Nome Smed 3:																																																																																																																					
				Nome polivalente:																																																																																																																					
Antes da mudança			Após a mudança																																																																																																																						
SMED <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>OK</th> <th>NOK</th> <th>N/D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Preparar :</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Molde perto da máquina</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ponte posicionada para a mudança</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Molde com anilhas de centragem já colocadas.....</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Barras e parafusos para o molde a entrar (2º jogo).....</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Manguerias de óleo e sinais no local a entrar</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Carro de purgas e M.P.de limpeza.....</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Siso programado</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Bico de injeção.....</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aparelhos de água quente</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Olhal no molde a entrar e olhal para molde de saída</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				OK	NOK	N/D	Preparar :				Molde perto da máquina				Ponte posicionada para a mudança				Molde com anilhas de centragem já colocadas.....				Barras e parafusos para o molde a entrar (2º jogo).....				Manguerias de óleo e sinais no local a entrar				Carro de purgas e M.P.de limpeza.....				Siso programado				Bico de injeção.....				Aparelhos de água quente				Olhal no molde a entrar e olhal para molde de saída				Verificação: <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>OK</th> <th>NOK</th> <th>Intervenção</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Máquina:</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Engates de óleo</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Engates de água</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fichas de sinais</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fichas de aquecimento</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Estado fluxómetros</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Passadores e água</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Robot:</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Identificação da mão-presa</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Estado da mão-presa</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Folga na cabeça do robot</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Molde:</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Barra de segurança</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fugas de óleo</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fugas de água</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fichas de aquecimento</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				OK	NOK	Intervenção	Máquina:				Engates de óleo				Engates de água				Fichas de sinais				Fichas de aquecimento				Estado fluxómetros				Passadores e água				Robot:				Identificação da mão-presa				Estado da mão-presa				Folga na cabeça do robot				Molde:				Barra de segurança				Fugas de óleo				Fugas de água				Fichas de aquecimento			
	OK	NOK	N/D																																																																																																																						
Preparar :																																																																																																																									
Molde perto da máquina																																																																																																																									
Ponte posicionada para a mudança																																																																																																																									
Molde com anilhas de centragem já colocadas.....																																																																																																																									
Barras e parafusos para o molde a entrar (2º jogo).....																																																																																																																									
Manguerias de óleo e sinais no local a entrar																																																																																																																									
Carro de purgas e M.P.de limpeza.....																																																																																																																									
Siso programado																																																																																																																									
Bico de injeção.....																																																																																																																									
Aparelhos de água quente																																																																																																																									
Olhal no molde a entrar e olhal para molde de saída																																																																																																																									
	OK	NOK	Intervenção																																																																																																																						
Máquina:																																																																																																																									
Engates de óleo																																																																																																																									
Engates de água																																																																																																																									
Fichas de sinais																																																																																																																									
Fichas de aquecimento																																																																																																																									
Estado fluxómetros																																																																																																																									
Passadores e água																																																																																																																									
Robot:																																																																																																																									
Identificação da mão-presa																																																																																																																									
Estado da mão-presa																																																																																																																									
Folga na cabeça do robot																																																																																																																									
Molde:																																																																																																																									
Barra de segurança																																																																																																																									
Fugas de óleo																																																																																																																									
Fugas de água																																																																																																																									
Fichas de aquecimento																																																																																																																									
Polivalente <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>OK</th> <th>NOK</th> <th>N/D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Preparar:</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Bancadas.....</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Periféricos</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Carro de filtros</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Estufa para mudança</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Controlar M.P.....</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aspirador de solidos</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				OK	NOK	N/D	Preparar:				Bancadas.....				Periféricos				Carro de filtros				Estufa para mudança				Controlar M.P.....				Aspirador de solidos																																																																																										
	OK	NOK	N/D																																																																																																																						
Preparar:																																																																																																																									
Bancadas.....																																																																																																																									
Periféricos																																																																																																																									
Carro de filtros																																																																																																																									
Estufa para mudança																																																																																																																									
Controlar M.P.....																																																																																																																									
Aspirador de solidos																																																																																																																									
Melhorias			Pedidos de intervenção																																																																																																																						
VERIFICAÇÃO DA MUDANÇA DE PRODUÇÃO																																																																																																																									
SMED 1		SMED 2																																																																																																																							

Figura 60 - Checklist de preparação

Na Figura 61 apresentam-se sucintamente as diferentes tarefas a executar pelos técnicos que fazem as mudanças. Deste modo, cada um sabe o que deve fazer, quando o deve fazer e qual a sequência.

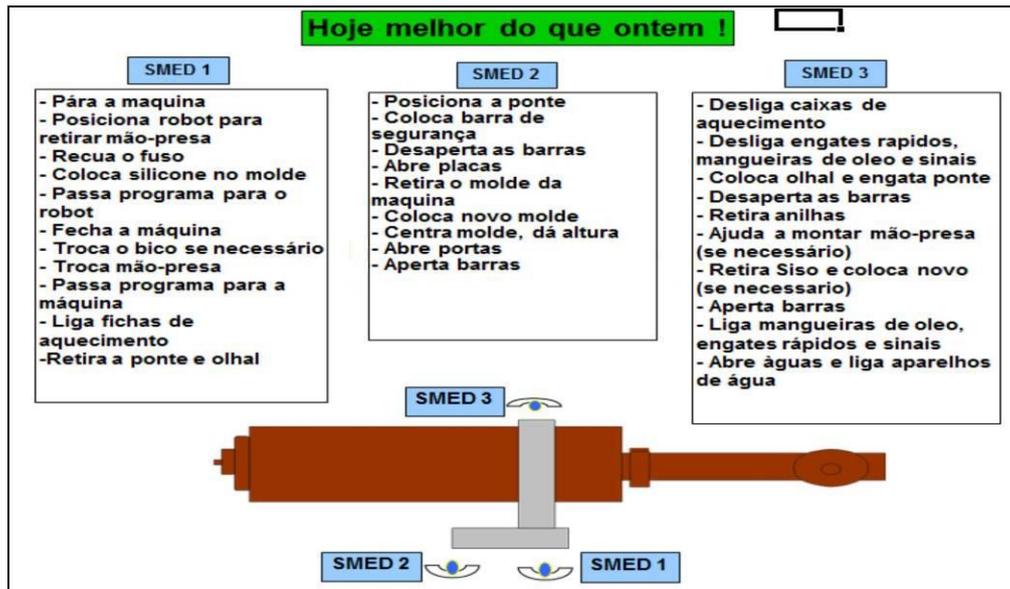


Figura 61 - Modo operatório

A sugestão ao nível da segurança concretizou-se com a colocação de umas escadas superiores para acesso ao topo do molde e robot sem que haja qualquer risco de perigo para os operadores, conforme apresentado na Figura 62.

FOTOS:	ANTES	DEPOIS
Descritivo: Subir a locais de difícil acesso servindo-se dos membros "Trepas" Esforços excessivos ou movimento falso. Causa principal para os acidentes de trabalho (quedas). Eliminação de cabos pendurados na máquina	Descritivo: Colocação de plataforma na parte superior da máquina e escadas para acesso Colocação das caixas de aquecimento na plataforma, sendo este o sítio definido para as mesmas Evitar e eliminar acidentes de trabalho.	Descritivo: Colocação de plataforma na parte superior da máquina e escadas para acesso Colocação das caixas de aquecimento na plataforma, sendo este o sítio definido para as mesmas Evitar e eliminar acidentes de trabalho.

Figura 62 - Escada de segurança colocada para acesso a locais difíceis das máquinas

As fichas de sinais dos moldes (Figura 63) surgem para permitir maior rapidez no procedimento e reduzir a probabilidade de erro uma vez que são de encaixe.

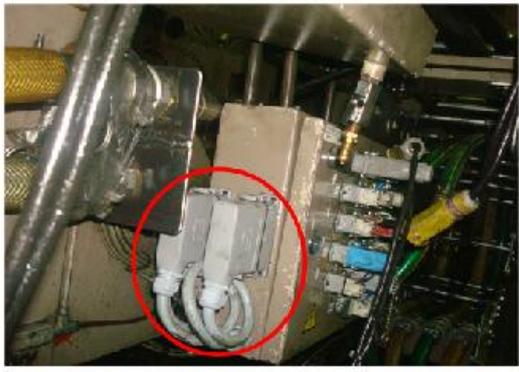
ANTES	DEPOIS
FOTOS: 	FOTOS: 
Descritivo: <ul style="list-style-type: none"> - Mau aspecto visual - Erro de operação, operadores de SMED enganam-se por vezes a ligar as fichas - Dificuldade em detecção de erros, devido a fichas danificadas e ligação de varias fichas 	Descritivo: <ul style="list-style-type: none"> - Melhoria do aspecto visual - Diminuição do tempo de SMED - Eliminação de erros de montagem, ligação de uma única ficha do molde à máquina
Equipa de Análise: Engenheira de processo ; Equipas de SMED	

Figura 63 - Fichas de sinais dos moldes (antes e depois)

Foram ainda comprados/melhorados alguns carros e ferramentas para apoio à mudança, pois as condições não eram as melhores e as ferramentas encontravam-se desorganizadas. Com esta melhoria ganharam-se tempo, espaço e maior organização.

ANTES	DEPOIS
FOTOS: 	FOTOS: 
Descritivo: <ul style="list-style-type: none"> - Carro com mau aspecto - Desperdício de tempo a procura das ferramentas - Falta de organização 	Descritivo: <ul style="list-style-type: none"> - Carro novo - Cada ferramenta tem um local definido - Ferramentas necessárias para efectuar a mudança

Figura 64 – Carros e ferramentas de apoio à mudança (antes e depois)

Para a identificação deficiente e ligações do óleo incorretamente ligadas no molde procedeu-se à colocação de novas identificações, nomeadamente de pressão e de retorno. Deste modo, melhoraram-se as condições da máquina e reduziu-se a probabilidade de erro por parte dos técnicos aquando das ligações do óleo, conforme se pode observar na Figura 65.

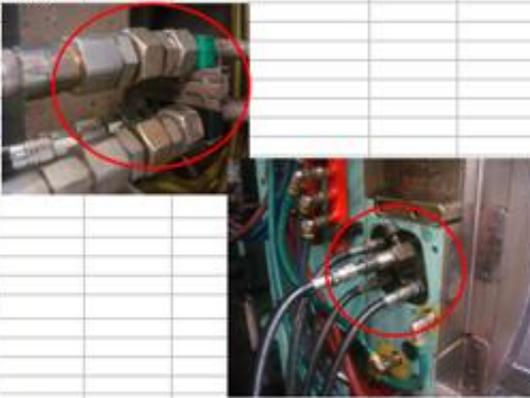
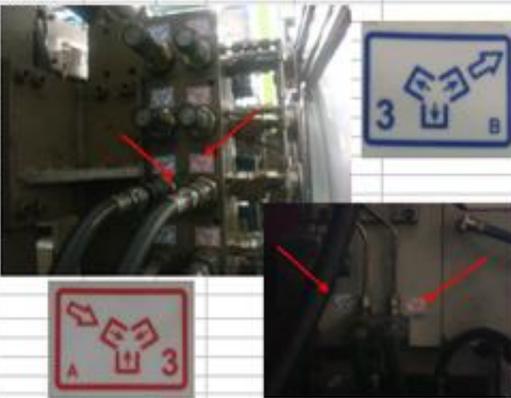
ANTES	DEPOIS
FOTOS: 	FOTOS: 
Descritivo: <ul style="list-style-type: none"> - Falta de identificação dos machos, sendo as ligações feitas por memória - Perda de tempo por vezes a trocar as mangueiras de óleo porque foram mal ligadas 	Descritivo: <ul style="list-style-type: none"> - Identificação dos machos, com cor vermelha para pressão e azul para retorno indicando no molde qual o macho a ligar - Eliminação do erro de montagem

Figura 65 - Ligações do óleo no molde

Para as fichas de aquecimento do molde degradadas e em locais inadequados, colocaram-se novos cabos adequados ao local, com as dimensões necessárias e devidamente identificados, permitindo a redução do tempo e probabilidade de erro aquando desta operação (Figura 66).

ANTES	DEPOIS
FOTOS: 	FOTOS: 
Descritivo: <ul style="list-style-type: none"> - Mau aspecto visual - Local de engate das fichas provoca mais movimentações - Cabos com diferentes dimensões 	Descritivo: <ul style="list-style-type: none"> - Melhor aspecto visual - Local engate das fichas mais perto e identificado para que seja mais rápido - Cabos standards

Figura 66 - Fichas de aquecimento do molde

Para resolver o problema de ter apenas uma pistola de aperto, foi assim necessário adquirir uma pistola adicional, que teve um custo de 200 €, de modo a tornar o processo mais célere, permitindo a execução de tarefas em simultâneo, eliminando os tempos de espera, conforme ilustrado na Figura 67.

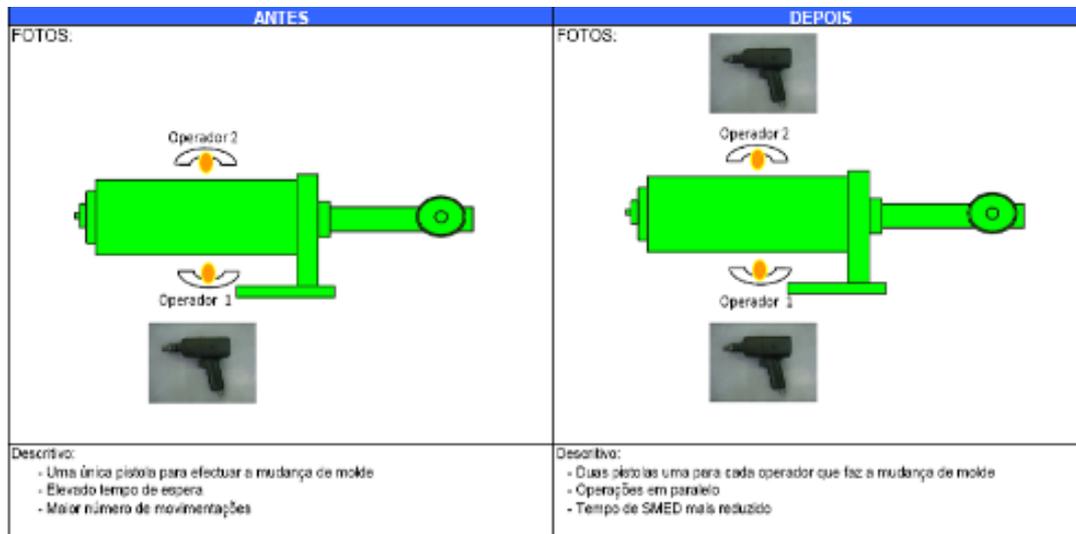


Figura 67 - Pistolas de aperto dos moldes

Foi ainda colocado um sistema de despressurização para compensar o fato das máquinas não trazerem um de origem, conforme apresentado na Figura 68, tornando possível retirar a pressão das válvulas e por consequência retirá-las muito mais facilmente.

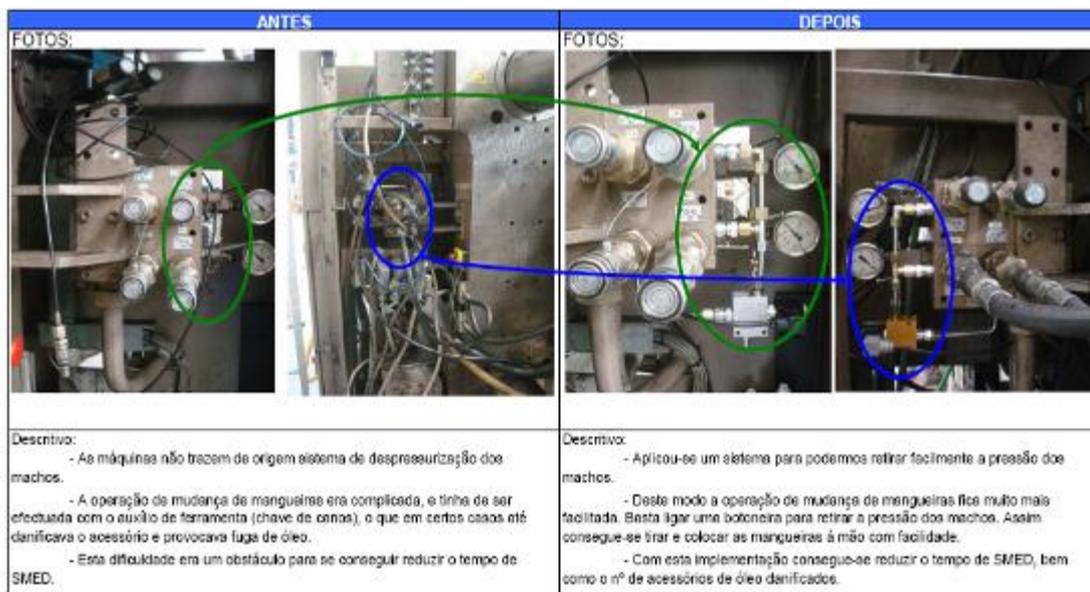


Figura 68 - Sistema de despressurização do óleo

5.5.2.5. Criação do processo de melhoria contínua

Na Figura 69 pode observar-se a evolução do tempo de mudança, conforme a introdução e implementação das ações anteriormente definidas. Numa breve análise identifica-se desde logo maior eficácia, traduzida na clara diminuição do tempo de mudança.

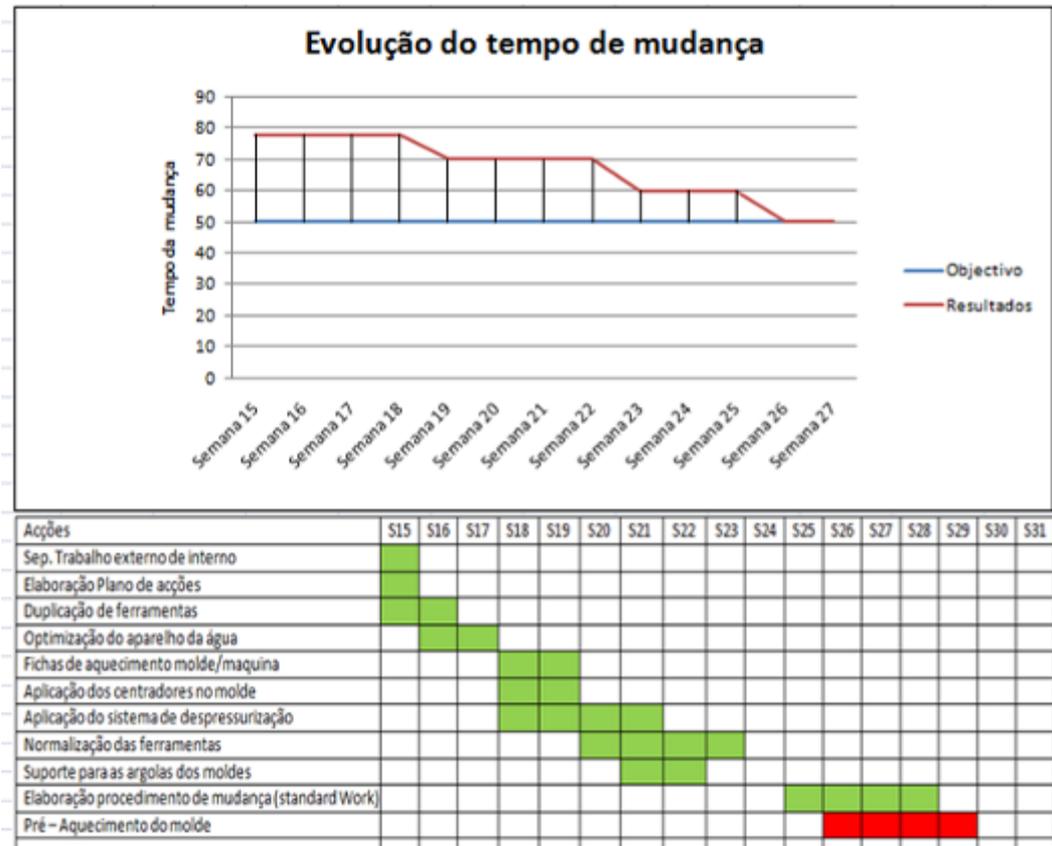


Figura 69 - Evolução do tempo de mudança

De momento, conforme se pode verificar no cronograma de ações apresentado, o processo de implementação ainda não foi completamente concluído (assinalados a vermelho), pelo que nos próximos tempos ainda se prevê proceder à tarefa de pré-aquecimento do molde antes da sua entrada na máquina, assim como elaborar o manual de procedimentos de mudança de molde agora implementado, entre outras melhorias menos significativas mas igualmente importantes.

Através deste exemplo, comprova-se que com pequenas e simples melhorias podem-se obter os resultados desejados, como a eliminação de operações que não acrescentam valor, o aumento da eficácia e redução das perdas de tempo.

Deste modo, como é impossível a eliminação do procedimento de mudança de ferramenta, está-se a proceder ao alargamento das boas práticas implementadas neste projeto piloto ao restante módulo da empresa, melhorando assim o tempo global.

5.5.3. Aplicação da metodologia KAIZEN nos processos ISEOS e COMANDE

Kaizen é uma filosofia centrada na eliminação de desperdícios com base no bom senso. Recorre-se frequentemente ao uso de soluções baratas que apoiem na motivação e criatividade dos colaboradores para melhorarem a prática dos seus processos de trabalho, com foco na busca da melhoria contínua. A utilização desta ferramenta é sempre feita como uma atividade de estudo em equipa, com pessoas de diferentes departamentos da empresa cuja participação é voluntária.

Para que todos os colaboradores saibam qual é o significado de kaizen e quais são os desperdícios que podem encontrar nos seus postos de trabalho foram realizadas vários workshops de esclarecimento, deste modo qualquer um pode ler e compreender um grupo kaizen. De acordo com o que foi dito, a Figura 70 apresenta um documento “Grupo Kaizen” que permite analisar qualquer situação para a qual seja proposta uma melhoria.

		Grupo kaizen			Data:	
1. Consideração iniciais Processo: Equipa de análise:		5. Estado Futuro				
2. Objectivos, Benefícios:						
3. Estado Actual:		6. Plano de Acção (O que? Quem? Quando?):				
4. Análise:		Item	Descrição:	Responsável:	Início:	Fim:
		1				
		2				
		3				
		4				
		5				
		7. Resultados				

Figura 70 - Documento ilustrativo do grupo trabalho kaizen

Esta análise é feita no chão de fábrica e envolvendo todos os departamentos desde o produto, processo, produção, qualidade, logística até à manutenção. Este envolvimento é muito importante, pois desta forma cada um pode dar o seu contributo ao processo de melhoria e todos tomam conhecimento e são informados daquilo que está acontecer no local. O documento relativo ao grupo kaizen é composto por 7 itens, os quais se passam a descrever sucintamente:

1. Neste item registam-se as considerações iniciais da proposta de melhoria. Todas as informações relativas ao processo em causa, bem como a equipa de trabalho envolvida no processo de análise.
2. Neste campo identifica-se qual é o objetivo deste grupo de trabalho kaizen e quais são os benefícios que este vai trazer para a empresa.
3. Neste ponto procede-se ao mapeamento do processo atual. Este mapeamento pode ser realizado através de um VSM, balanceamento de operações ou diagrama de fluxo, de acordo com o processo que melhor se adequa aquele em estudo.
4. No ponto 4, efetua-se uma análise ao estado atual e identificam-se quais os pontos suscetíveis de melhoria, que visam sempre a eliminação do desperdício ou agilização do processo em causa.
5. Neste campo regista-se a proposta de melhoria. A proposta é aquilo que será o estado futuro do processo (para onde se quer ir).
6. Elaborar-se um plano de ações com o objetivo de alcançar o estado futuro. Este plano de ações é composto pelas seguintes perguntas: o Quê?, Quem? e Quando?
7. Por fim, registam-se os resultados do grupo kaizen que são medidos em produtividade anual (por exemplo, MOD, espaço, qualidade).

Após finalizar o grupo de trabalho, este é fixado no local definido na produção. Deste modo dá-se visibilidade ao que está acontecer dentro da empresa e vai-se atualizando o *status* da intervenção, consoante o fecho das ações. Após a conclusão de todas as ações o grupo de trabalho é apresentado à empresa pelos próprios colaboradores participantes nesta atividade.

Recorrendo a esta metodologia realizaram-se dois grupos de trabalho kaizen, um ao processo do molde ISEOS (da cadeira ISEOS) e outro ao molde do processo do

COMANDE (da cadeira OPAL). Estes dois processos foram identificados no VSM realizado ao cliente *Baby Chair*.

5.5.3.1. Kaizen ISEOS

O Kaizen ISEOS foi realizado devido aos problemas de qualidade que as peças apresentavam, identificados na secção 4.4.3., e também devido ao elevado número de mão de obra necessária para a realização do respetivo processo.

Conforme se pode verificar no VSM da Figura 34, o processo ISEOS é composto por 2 máquinas de injeção a trabalharem em simultâneo com o mesmo tempo de ciclo e por 2 moldes que são o 5356 (ISEOS) e o 5714 (SOCLE). Este processo tem alocados 3 operadores de mão de obra direta e têm uma taxa de rejeição de, respetivamente, 3,05% e 6,67%.

Verificaram-se também, através do mapeamento do processo, alguns desperdícios, como, por exemplo, elevados tempos de espera, movimentações excessivas, retrabalhos, desperdícios do próprio processo. Assim sendo, surgiu mais um desafio, libertar um operador para outro processo no qual poderia acrescentar valor.

Na Figura 71 apresenta-se o resultado do grupo de trabalho kaizen relativo a este processo.

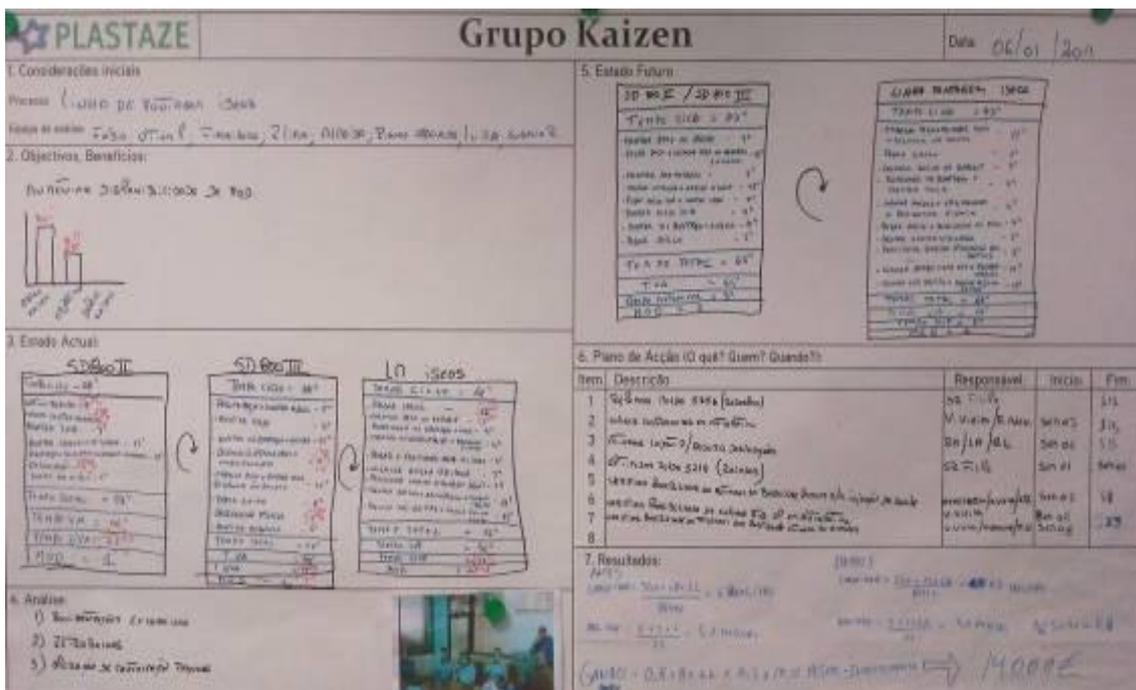


Figura 71 - Kaizen realizado ao processo ISEOS

Em seguida apresentam-se algumas das melhorias que foram realizadas na sequência deste gupo Kaizen. Com a melhoria da Figura 72 conseguiu-se eliminar todos os retrabalhos existentes na peça, eliminando este tipo de desperdício.

PLANO DE MELHORIA			Nº:145/11
ANTES E DEPOIS		DEP: Eng.Processo	
Tema : Presença de rebarbas na peça ISEOS (M05356)		Emissor: R.Azevedo	
Visual: <input type="checkbox"/>		Operacional: <input checked="" type="checkbox"/>	
		Data: 27-Jun-11	
ANTES (SITUAÇÃO ACTUAL)		DEPOIS (SITUAÇÃO MELHORADA)	
FOTOS:			
Descritivo: Presença de rebarbas na peça e conseqüentemente necessidade de retrabalhos por parte do operador (operações sem VA). Desperdício de MOD. Probabilidade de reclamações do cliente		Descritivo: Acção de melhoria do molde, por parte da equipa da manutenção de moldes, resultante do Kaizen realizado ao processo. Eliminação das rebarbas presentes na peça, ganho de MOD e eliminação do risco de reclamações do cliente.	
Equipa de Análise: Eng.Processo/Manutenção Moldes			

Figura 72 - Eliminação das rebarbas

Com a melhoria da Figura 73 conseguiu-se criar fluxo e eliminar deslocações.

PLANO DE MELHORIA			Nº:147/11
ANTES E DEPOIS		DEP: Eng.Processo	
Tema : Alteração de Layout linha montagem ISEOS		Emissor: R.Azevedo	
Visual: <input type="checkbox"/>		Operacional: <input checked="" type="checkbox"/>	
		Data: 27-Jun-11	
ANTES (SITUAÇÃO ACTUAL)		DEPOIS (SITUAÇÃO MELHORADA)	
FOTOS:			
Descritivo: Vários fluxos de montagem e muitas movimentações das peças. Desperdício de MOD em deslocações, movimentações e operações que não acrescentam valor ao produto.		Descritivo: Acção de melhoria resultante do kaizen ISEOS. Alteração do layout, criação de um fluxo contínuo de montagem, redução das movimentações do operador e das peças. Ganho de MOD e diminuição do nº de toques peça por operador.	
Equipa de Análise: Eng.Processo/Produção			

Figura 73 - Alteração do layout do posto de trabalho

5.5.3.2. *Kaizen COMANDE*

A mesma metodologia foi utilizada no processo do COMANDE que também tinha uma elevada taxa de rejeição. O tempo de ciclo era superior ao que estava especificado e existiam operações que não acrescentavam valor, i.e., por exemplo, cortar o grito ou colocar primário na peças.

5.5.4. *Redução de tempos de ciclo nos moldes das cadeiras*

Com o objetivo de maximizar a utilização dos equipamentos e assim aumentar a produtividade da empresa, criou-se uma equipa de trabalho dedicada à redução de tempos de ciclo e tonelagem nalguns moldes das cadeiras.

Esta equipa é composta por um engenheiro de processos, de qualidade de fábrica, gestor do módulo, técnico de afinação e técnico de robôs. Desta forma, conseguiu-se executar os lotes de produção mais rapidamente e, assim, aumentar a disponibilidade do parque de máquinas para possibilitar o ganho de novos projetos.

Foi igualmente realizada uma análise aos moldes que têm maior ocupação mensal e que têm maior tempo de ciclo. Nesta sequência, elaborou-se um cronograma de reduções de tempo de ciclo que teve por objectivo reduzir os tempos de ciclo ou tonelagem por mês:

- realização dos ensaios na 1ª semana de cada mês;
- medição das peças na 2ª e 3ª semana;
- validação da redução do tempo ciclo na 4ª semana.

A Tabela 18 mostra as reduções de tempo de ciclo que foram realizadas aos processos da *BABY CHAIR*. Estas reduções conseguiram-se devido a otimizações das velocidades do robô, nas velocidades de abertura da máquina e no tempo de arrefecimento.

Tabela 18 - Resumo das reduções de tempo de ciclo na *Baby Chair*

Molde	Designação da peça	Cliente	TC Real	TC Alterado	Ganho (segundos)
7051	EMBASE INFERIEURE	<i>Baby Chair</i>	66	60	6
7052	EMBASE SUPERIEUR	<i>Baby Chair</i>	55	50	5
6072	CONJUNTO EMBASE	<i>Baby Chair</i>	83	80	3
7055	ASSISE	<i>Baby Chair</i>	80	73,5	6,5
7049	PLATEAU	<i>Baby Chair</i>	55	50	5
6075	ASSISE	<i>Baby Chair</i>	65	60	5

A Figura 74 exemplifica a redução de tempo de ciclo, neste caso, do molde 6075.

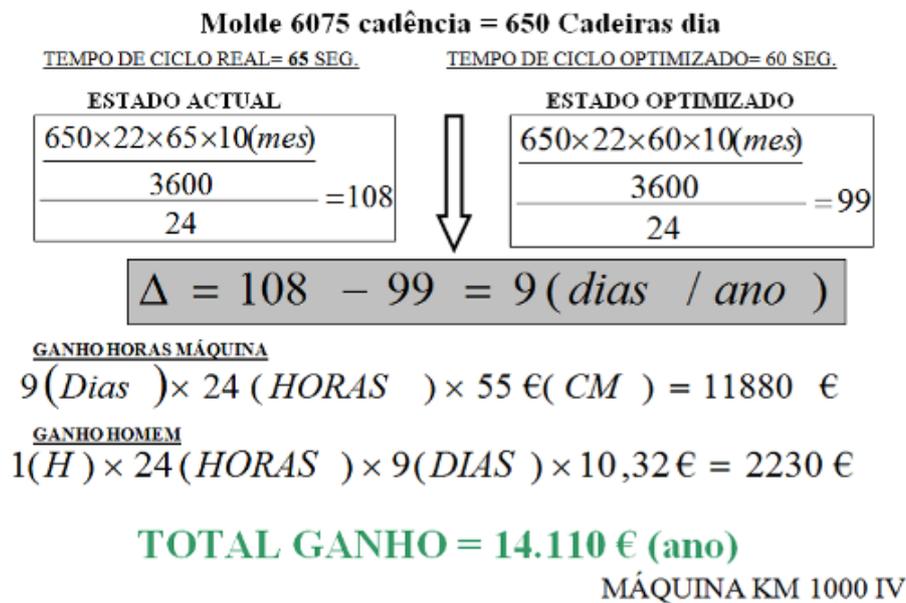


Figura 74 - Exemplo da redução de tempo de ciclo ao molde 6075

5.5.5. Aplicação dos 5S

Embora o programa 5S tivesse começado a ser implementado há cerca de 3 anos, a secção ainda apresentava muitos problemas de desorganização e falta de limpeza. Esta implementação foi realizada com algumas dificuldades, o que é muito comum, pois implica uma mudança de mentalidades na organização que, muitas vezes, não se consegue.

Este ano, foi adotada uma estratégia diferente do habitual, tendo-se decidido constituir equipas responsáveis pelas respetivas áreas de trabalho existentes: Módulo 1, Módulo 2,

Módulo 3, Módulo 4, Armazém de produto final, Armazém de matérias-primas e componentes, Gabinetes, Manutenção e Área exterior, conforme se pode verificar através da Figura 75. Os objetivos da ferramenta 5S foram os seguintes:

- Simplificação e sistematização do ambiente de trabalho
- Ambiente visual mais agradável
- Eliminação das atividades que não acrescentam valor ao processo produtivo
- Melhoria das condições de higiene e segurança

Todas as ações de melhoria foram identificadas através dos “safaris” realizados semanalmente, pelas respetivas equipas responsáveis pelas áreas, onde cada equipa identificava 12 oportunidades de melhoria por mês no âmbito dos 5S. Cada ação foi identificada com uma etiqueta e estas ações eram registadas no formulário nos campos antes e depois dos 5S. Todas as ações tinham que ser fechadas no decorrer do mês.

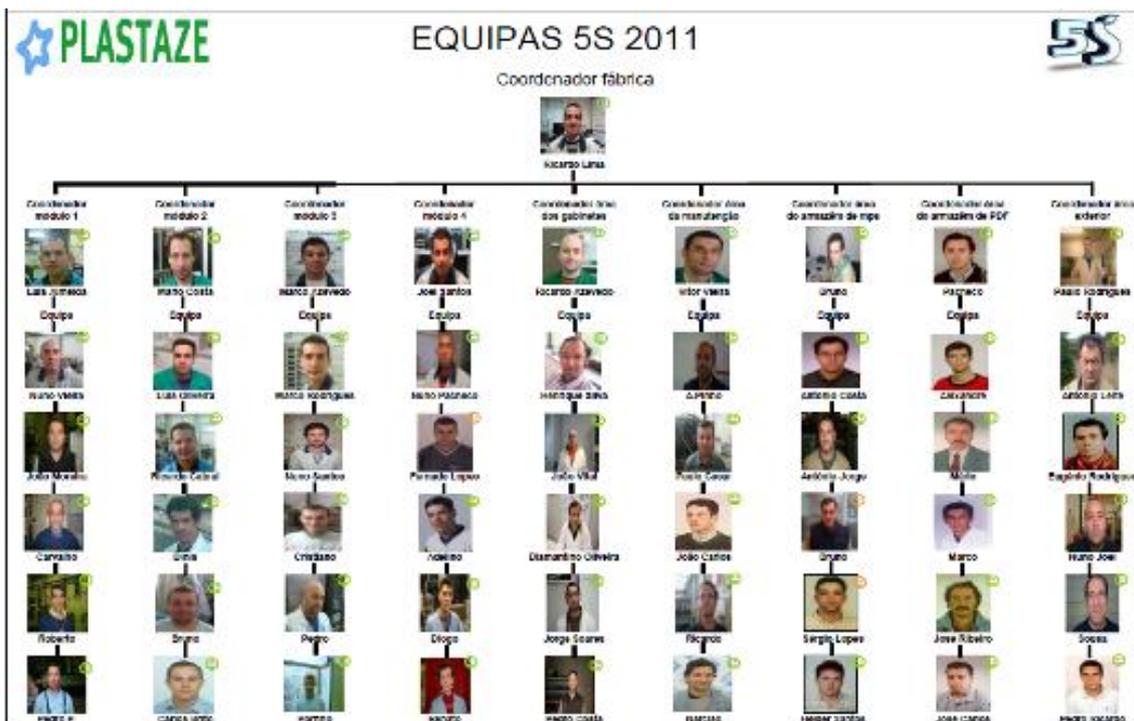


Figura 75 - Equipa de trabalho dos 5S

Também foram realizados workshops 5S que permitiram envolver mais os colaboradores, partilhar experiências e definir objetivos conjuntos em busca da melhoria contínua da empresa.

Através desta estratégia, conseguiu-se melhorar significativamente cada uma das áreas, quer a nível visual quer a nível da eliminação de desperdícios conforme a Figura 76.



Figura 76 - Algumas melhorias após as intervenções das equipas

Esta significativa melhoria só foi possível através do acompanhamento e envolvimento de todos os elementos das equipas de trabalho. Deste modo, todos saem beneficiados e têm interesse que esta metodologia se mantenha na empresa pois representa um dos pilares de qualquer empresa que olhe para o futuro. O caminho é difícil pois nem tudo corre como planeado mas conhece-se o caminho a seguir e todos juntos conseguem alcançá-lo.

“Os grandes resultados e as grandes conquistas jamais serão conseguidos através de grandes esforços de poucas pessoas. Os grandes resultados e as conquistas só serão conseguidos através de pequenos esforços de todas as pessoas.”

5.6. Alterações nas linhas de montagem

As propostas para as linhas de montagem passam por alterações na entrada e saída dos materiais, na aplicação de um mecanismo Andon e reconfiguração das linhas de forma a uma melhor utilização dos recursos nas linhas.

5.6.1. Alteração da entrada e saída dos materiais

Atendendo às elevadas movimentações existentes na secção das linhas de montagem, estudou-se o fluxo de materiais para as linhas com o objetivo de criar um verdadeiro fluxo contínuo, eliminando as movimentações para o muro de qualidade e as paragens por falta de componentes, dando um melhor aspeto visual às linhas de montagem e aumentar o rendimento operacional das linhas para 92%.

A Figura 77 que se segue demonstra a alteração realizada ao layout das linhas de montagem, apenas possível com o envolvimento dos departamentos da produção, qualidade, logística e manutenção.

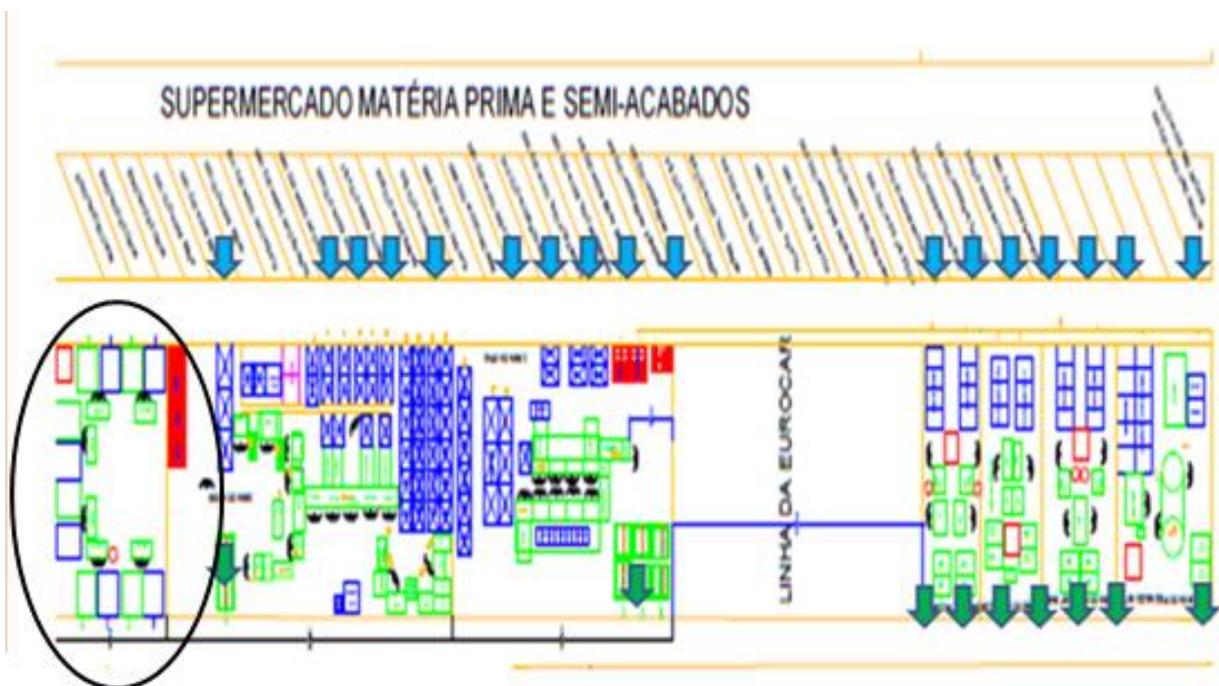


Figura 77 – Entrada e nova saída dos materiais das linhas de montagem

Conforme se observa na Figura 77, foi criado um novo corredor por trás das linhas de montagem e para esse corredor sai o produto final. Assim, se se observar atentamente pode verificar-se que de um lado entram os semiacabados, que são montados nas respetivas linhas e saem para o corredor como produto final num fluxo contínuo. Mudou-se o muro de qualidade para o lado oposto, para o fundo das linhas de montagem de forma a reduzir as movimentações a um mínimo necessário, pois agora

encontra-se junto à entrada do armazém. Como resultado desta alteração também se conseguiu ganhar espaço para uma nova linha de montagem.

A concretização da mudança não foi fácil pois todas as linhas de montagem foram fisicamente alteradas: introduziram-se ligações elétricas e pneumáticas pelo ar, colocaram-se calhas com roletos para executarem a movimentação dos contentores e mecanismos Andon por linha de montagem.

Estas mudanças também tiveram impacto no fluxo global de materiais que se tornou mais simples conforme se pode observar na Figura 78

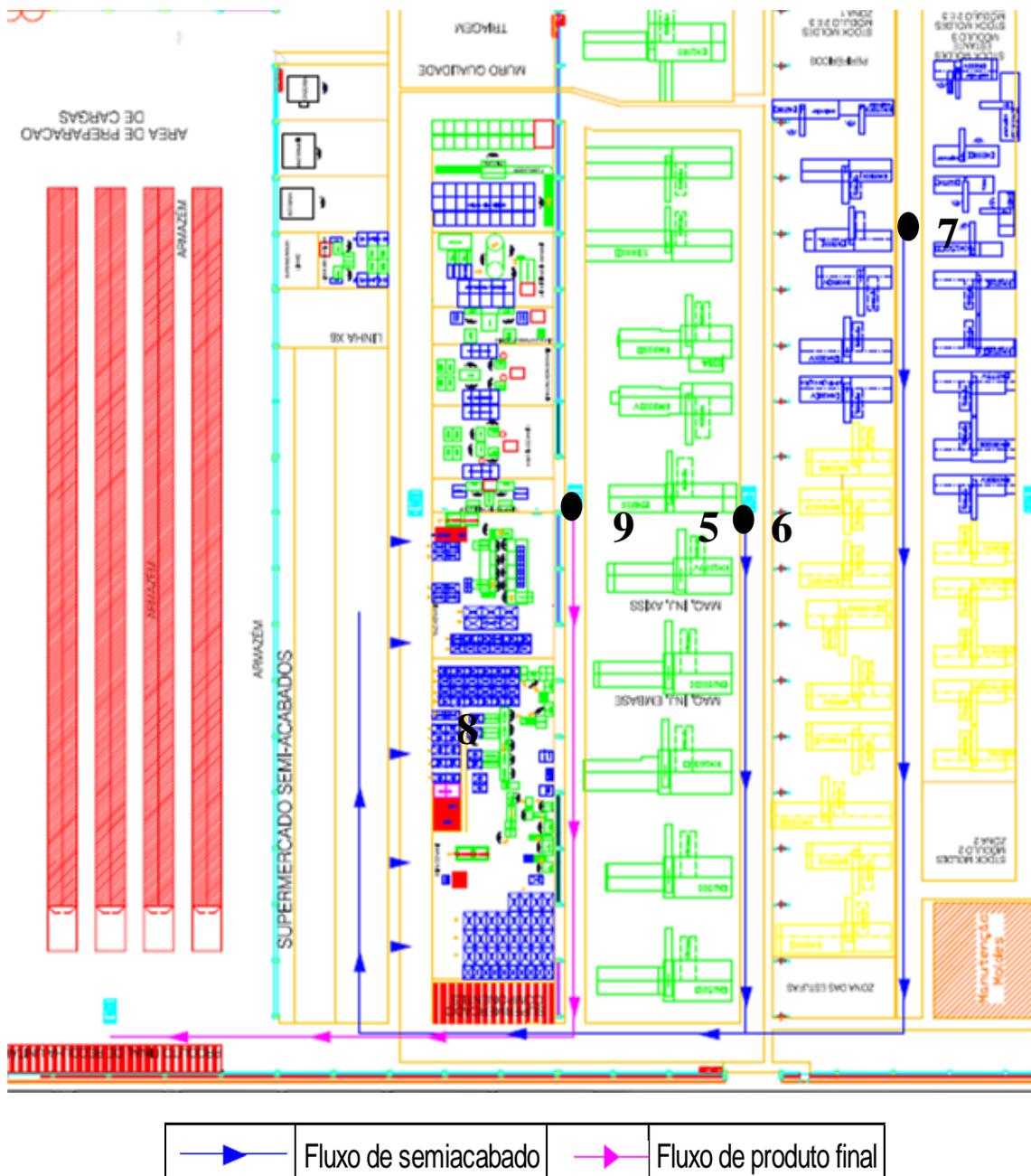


Figura 78 - Fluxo de materiais depois de implementado o plano de ações

A Tabela 19 apresenta as rotas que se mantiveram e as distâncias e tempos dessas rotas após as alterações das linhas de montagem e com a colocação da alimentação da matéria em automático, pois todas as movimentações das matérias-primas desaparecem.

Tabela 19 - Fluxos após implementadas as melhorias

ROTAS	LINHA	DISTÂNCIA (metros)	TEMPO DA ROTA(segundos)
5 - Maquinas de injeção módulo 1 - stock semiacabados	Linha azul	125	68
6 - Maquinas de injeção módulo 2 - stock semiacabados	Linha azul	125	68
7 - Maquinas de injeção módulo 3 - stock semiacabados	Linha azul	150	75
8 - Semiacabados para as linhas de montagem	Linha azul	3	20
9 - Linhas de montagem para Armazem de PF	Linha roxa	80	35

Eliminando as rotas vermelhas 1, 2, 3 e 4 eliminam-se as movimentações de 652 metros que demorariam 515 segundos.

A rota da linha azul continua com 403 metros e é percorrida em 231 segundos e a rota roxa têm 80 metros e é percorrida em 35 segundos.

5.6.2. Aplicação do Andon e gestão visual

Com a alteração do layout das linhas de montagem também se colocou um mecanismo Andon por linha de montagem. Esta aplicação veio ajudar os colaboradores responsáveis pela gestão das linhas de montagem, assim como aqueles que procedem ao abastecimento e recolha do produto nas linhas de montagem.

Este Andon, ilustrado na Figura 79, é composto por 4 luzes:

Vermelha - que significa paragem de linha;

Amarela - chamada do supervisor;

Azul - necessidade de componentes (abastecimento);

Verde - que significa que se está a produzir sem problemas ou necessidades.

Junto ao andon está o respetivo layout da linha de montagem.



Figura 79 - Andon das linhas de montagem

5.6.3. Reconfiguração das linhas de montagem da BABY CHAIR

A reconfiguração das linhas de montagem da *Baby Chair* surgiu após a realização do VSM e ter verificado que existem 3 produtos da mesma família (cadeiras de bebé) que apesar de serem diferentes, partilham o mesmo conceito.

Optou-se então por levar a cabo um estudo relativo à aplicação das linhas de montagem do produto OPAL e AXISS, último chegado à empresa com um conceito diferente das restantes (Figura 80).

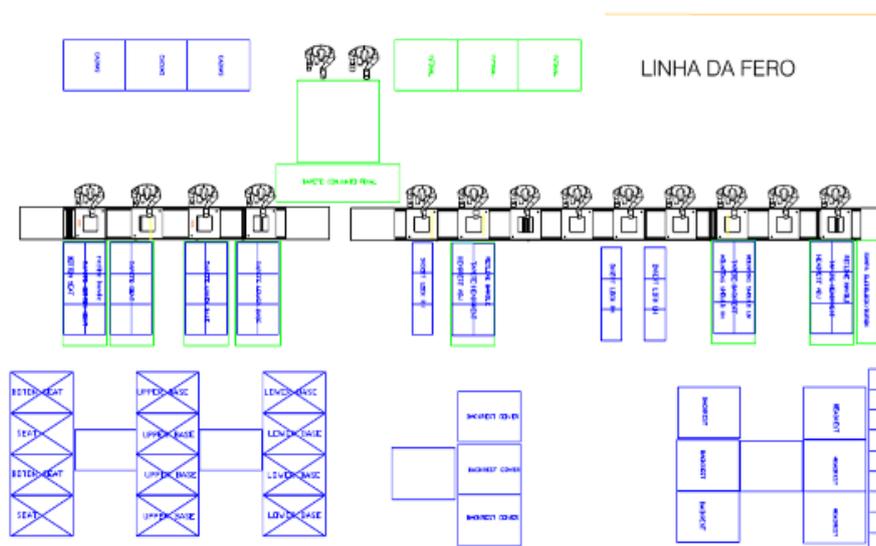


Figura 80 - Layout da linha de montagem da Fero

Esta linha é composta por 13 postos de trabalho que podem ser dispensados ou aumentados consoante os pedidos do cliente. O bordo de linha pode ser mudado consoante o produto em montagem, tal como as bases de montagem também o podem. A linha permite dois modos de funcionamento: um por validação onde os operadores validam cada posto de trabalho e outro por temporizador, isto é, quando o tempo de ciclo chega ao fim, as bases de trabalho movem-se para o próximo posto de trabalho. Este tempo pode ser ajustado consoante o takt time do cliente.

Até à data, só se tem trabalhado com um produto nesta linha, no entanto o objetivo é passar as operações de montagem das linhas da OPAL e AXISS também para esta linha. Numa primeira fase, estudou-se a passagem da linha OPAL para esta linha e numa segunda fase a linha do AXISS, conforme apresentado na Figura 81.

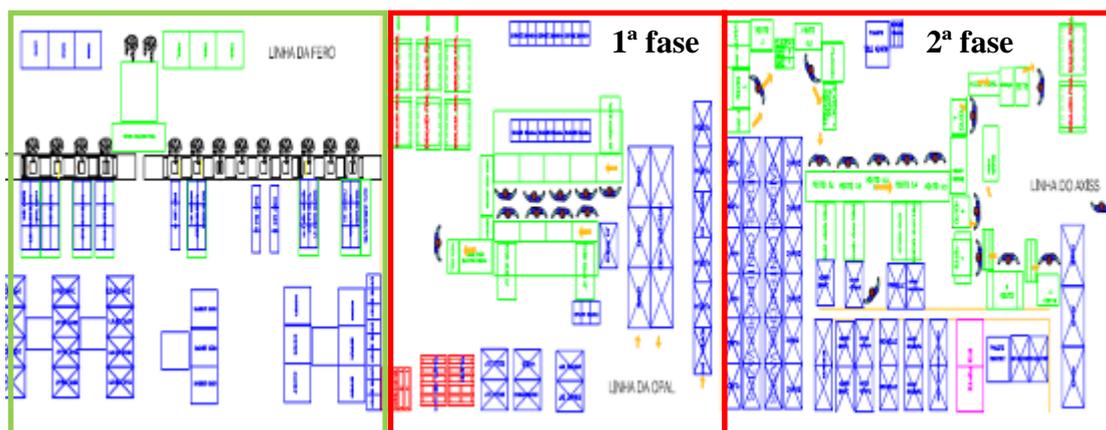


Figura 81 - Layout das 3 linhas de montagem com objetivo de passar para linha da Fero

Com esta alteração haveria um ganho de espaço, cerca de 350 m², para as novas linhas de montagem, podendo trabalhar-se em 3 turnos de modo a maximizar os equipamentos ou trabalhar em mix e fazer os dois produtos num turno. Conseguiu-se ainda nivelar o fluxo logístico, pois desta forma o trabalho está dividido pelos 3 turnos, e ter equipas multidisciplinares que conseguem fazer qualquer tipo de produto criando flexibilidade. Para manter os custos baixos podia-se optar por fixar os turnos de trabalho, tentando, deste modo, otimizar os recursos e nivelar a força de trabalho conforme observável através do VSM do estado futuro no ANEXO IV.

5.7. Aplicação do conceito pré-carga na expedição

O conceito pré-carga, representado na Figura 82, consiste na preparação das cargas completas ao solo que posteriormente vão ser carregadas nos camiões. Com o aumento dos alveolos para 14,40m, permitem a separação de um camião completo por alveolo. Foi necessário recuar a zona das estantes em um módulo para o corredor, perdendo capacidade de armazenagem em 6%.

O cais ficou com capacidade para 10 camiões completos, tendo assim um aumento de capacidade em cerca de 40%, que permite uma melhor fluidez na separação de cargas. Com esta alteração conseguiu-se preparar as cargas com um turno de avanço, podendo iniciar-se as do próximo dia ou até reservar espaço para outras precargas.

Com uma reestruturação, otimizou-se também o armazém no que respeita o processo *Baby Chair*, colocando ao solo as referências que tinham mais rotação e assim executar as pré-cargas mais rapidamente. Deste modo, eliminaram-se os desperdícios de movimentação, tempos de espera e conseguiu-se a otimização dos recursos.



Figura 82 - Conceito pré-carga



6. DISCUSSÃO E AVALIAÇÃO DE RESULTADOS

Neste capítulo são analisados os resultados das propostas implementadas e o que se espera obter das que ainda se encontram em implementação ou que não foram implementadas, algumas devido ao investimento necessário. As propostas relacionadas com a implementação de ferramentas *Lean Manufacturing* na indústria de injeção de plástico foram quase todas implementadas pois envolveram principalmente mudanças de procedimentos e rotinas. Foi comprovado que a aplicação destas ferramentas melhorou os resultados da empresa, aumentando a sua produtividade.

6.1. Melhorias no abastecimento e armazenamento de matéria-prima e componentes

Relativamente à área de stock de matéria-prima e componentes disponibilizaram-se cerca de 100m² e foram eliminados todos os fluxos de matéria-prima conforme Tabela 19, permitindo acrescentar valor em outras tarefas. A proposta relativa à alimentação da matéria-prima em automático e kanban nos fornecedores ainda não foram implementadas mas a sua implementação vai eliminar algumas rotas, nomeadamente as da linha vermelha poupando 650 metros e 515 segundos no transporte sempre que solicitado.

6.2. Melhorias na secção de injeção

Todas as propostas para melhorar a secção de injeção foram bem acolhidas mas nem todas foram ainda implementadas.

Com a aplicação dos milkruns para a recolha de produto final conseguir-se-á normalização e otimização dos fluxos, diminuição de fluxos na área de produção e aumento da segurança dentro da fábrica. Esta melhoria ainda não foi implementada devido ao elevado investimento inicial que é necessário fazer e a necessidade de áreas de apoio para a preparação de embalagens e recolha de produto que saem da injeção.

Com a implementação SMED conseguiu-se reduzir em cerca de 15% o tempo de mudança do módulo 1, desta forma conseguiu-se maximizar o próprio equipamento e os recursos que estão a fazer a mudança de ferramenta, permitindo produzir séries mais

curtas e aumentar a capacidade real das máquinas. A empresa tornou-se mais ágil e apta às variações e exigências do mercado, que são cada vez maiores.

Com o Kaizen realizado ao ISEOS conseguiu-se disponibilizar um operador para acrescentar valor noutros produtos ou em novos projetos e baixar a taxa de rejeição para 3%. Esta melhoria permitiu aumentar a produtividade deste processo em 33% e ter um ganho anual de 14.000,00€.

Com os grupos de trabalho kaizen conseguiu-se melhorar os processos em causa disponibilizando mão de obra e melhorando a qualidade do processo que, nestes casos, melhorou-se em 50%.

Quanto à redução de tempo de ciclo, conseguiu-se reduzir em 10% o tempo de ciclo de 6 moldes que apresentavam tempos de ciclo elevados. Desta forma, conseguiram-se otimizar os ciclos de produção e ganhar capacidade de máquina e de mão de obra.

No que respeita ao programa 5S, o fato de se dar o protagonismo e relevância às equipas responsáveis pelas diferentes áreas funcionou como um grande impulso motivacional, uma vez que as melhorias foram notórias quer ao nível de quantidade como da qualidade das mesmas. As tarefas como selecionar, organizar, limpar, padronizar e disciplinar estão bem presentes nas equipas de trabalho e estas são as regras de ouro da gestão visual da empresa.

6.3.Melhorias nas linhas de montagem

As alterações nas linhas de montagem melhoraram as condições de trabalho para os colaboradores que aí laboram, aumentou o rendimento operacional (RO) das linhas em 12% que resultou no conseqüente aumento de produtividade da empresa. Esta melhoria nas condições de trabalho dos colaboradores das linhas de montagem permitiram o aumento de produtividade para a empresa. Através das alterações realizadas, conseguiu-se criar fluxo, eliminar desperdícios e aumentar o RO, que à data de hoje é de 96%.

Após estar concluída a reconfiguração das linhas de montagem vai-se também poder reduzir o WIP de 2 para 1 dia, ter unicamente o que é necessário para cada turno. Para manter os custos baixos pode-se optar por fixar os turnos de trabalho, tentando, deste modo, otimizar os recursos e nivelar a força de trabalho.

Com todas estas medidas e estratégias implementadas, conseguiu-se melhorar o RO da empresa em 6%, tornando a empresa, no geral, mais produtiva.

6.4. Melhorias na expedição

Com a alteração da zona de preparação de cargas conseguiu-se aumentar a área em 40%, passando da preparação de apenas 6 para 10 precargas, com um ganho total de 10197€/ano.

6.5. Resultados globais e indicadores de desempenho

A Tabela 20 mostra a evolução que existiu dos KPI's de 2010 para 2011.

Tabela 20 - KPI's do VSM *Baby Chair*

KPI's	Antes 2010	Depois 2011
Produtividade (na estrutura de custos)	10%	10%
WIP (dias)	2	2
Lead time (dias)	22	15
RO Módulo	84%	90%
RO Módulo 2	88%	92%
RO Módulo 3	89%	93%
RO Módulo 4	84%	96%
SMED Módulo 1 (min)	60	50
SMED Módulo 2 (min)	50	40
SMED Módulo 3 (min)	36	30
PPM'S <i>Baby Chair</i> Axiss	2%	1,5%
PPM'S <i>Baby Chair</i> Opal	4%	2%
PPM'S <i>Baby Chair</i> Fero	6%	3%
PPM'S <i>Baby Chair</i> Iseos	4%	2%
Valor Criado	5%	11%

À medida que aumenta a percentagem de valor criado para 11%, significa que se está acrescentar mais valor ao produto final. Quando todas as ações estiverem terminadas chegar-se-á a um *lead time* de 15 dias com a redução em 7 dias ao estado inicial. Ao nível da produtividade o valor continua igual mas se projetar a amortização do investimento a 3 anos tem-se uma produtividade anual de 38%. A Tabela 21, abaixo apresentada, apresenta os investimentos e os ganhos de cada assunto abordado. Os valores podem ainda ser melhores pois existem ações ainda por concluir.



Tabela 21 - Tabela resumo dos resultados da implementação das propostas

TABELA RESUMO DOS RESULTADOS DA IMPLEMENTAÇÃO LEAN MANUFACTURING						
Nº	Tema	Ação	Tipo de ganho	Investimento	Ganho/Anual	Amortização
1	Matéria prima	Alimentação em automático de MP	MOD/EQUIPAMENTOS ÁREA PREÇO DA MP	400000	176753,6	2,3
2	Componentes	Aplicação de KANBAN nos fornecedores de componentes				
3	Injecção	Aplicação do MILKRUN na injecção	EQUIPAMENTOS RO MOD	105260	14400	
		Aplicação da ferramenta SMED Modulo 1	MÁQUINA MOD	11000	21700	
		Criação de grupos de trabalho KAIZEN para os processos ISEOS, Comande (OPAL)	MOD QUALIDADE	3000	20000	
		Criação de um grupo de trabalho para reduções de tempo de ciclo	MÁQUINA MOD	0	46110	
		Aplicação dos 5S na empresa				
4	Linhas de montagem	Alteração do layout das linhas de montagem de modo a criar fluxo contínuo	EQUIPAMENTOS RO MOD	5000	28953,6	
		Aplicação do ANDON	RO	1200		
		Estudar aplicação na mesma linha da FERO as linhas da OPAL/AXISS	MOD ÁREA	???	43507,2	
5	Expedição	Aplicar o conceito Pré – Carga	MOD ÁREA	0	10197	
			Total	420200	361621,4	

7. CONCLUSÕES

Este capítulo apresenta as conclusões desta dissertação de mestrado assim como os principais resultados obtidos. Adicionalmente, apresentam-se algumas ideias a desenvolver em trabalho futuro.

7.1. Conclusão

Neste projeto foram adotados e implementados alguns princípios e ferramentas *Lean Manufacturing* na Plastaze, uma empresa da indústria de injeção de plásticos.

Os mais relevantes foram o VSM, o sistema *Pull* com Kanban, a aplicação de milkruns, a implementação de SMED e Kaizen e aplicação de 5S e de mecanismos Andon nas linhas de montagem.

O VSM permitiu realizar o mapeamento da cadeia de valor, conseguindo identificar as fontes e pontos de desperdícios por forma a eliminá-los. A implementação do sistema *Pull* com Kanban extensível ao cliente, puxa literalmente a produção, gerando necessidades de produção e consequentemente de matéria-prima e componentes, permitindo um maior controlo e melhor gestão das necessidades.

A introdução do milkrun possibilitou um fluxo contínuo de abastecimento de postos com matéria-prima e componentes e recolha de produto final, eliminando as movimentações excessivas. A implementação da metodologia SMED, que se traduz na redução dos tempos de espera aquando da ocorrência de uma mudança, pois já todos os intervenientes estão a postos e munidos apenas do equipamento necessário e já devidamente preparado, eliminando perdas de tempo.

A implementação de Kaizen que significa melhoria contínua através do bom senso, o que permite a qualquer colaborador dar uma sugestão que posteriormente é devidamente analisada por um grupo multidisciplinare que avalia a sua viabilidade. A aplicação dos 5S, ou seja, inculcar regras de organização, arrumação, limpeza, normalização e autodisciplina aos colaboradores promoveu um ambiente mais agradável e o espírito de entre-ajuda.

Adicionalmente, a alteração das linhas de montagem permitiu libertar espaço, simplificar processos, reduzir movimentações e facilitar a interação e intervenção de terceiros ou de outros recursos necessários. Nestas linhas foi importante a aplicação de

Andon, pequenos sistemas luminosos que facilitaram a visualização e controlo, pelo chefe de linha, do *status* da mesma, reduzindo as paragens de linha quer por falta de material, avaria, ou outro motivo.

Finalmente, foi implementado o conceito pré-carga, ou seja, os carregamentos são devidamente preparados com antecedência em armazém, facilitando e agilizando o carregamento de camiões em tempos muito baixos.

Através da implementação destes conceitos e ferramentas, pode-se comprovar facilmente que os objetivos foram alcançados: o abastecimento aos postos de trabalho tornou-se num circuito de abastecimento normalizado e temporizado, criaram-se novas e melhores condições de trabalho inculcando-se uma mentalidade mais *Lean* entre os colaboradores, reduziram-se e eliminaram-se os desperdícios identificados no mapeamento da cadeia de valor inicial, e manter o nível da produtividade, o valor continua igual mas se projetar a amortização do investimento a 3 anos tem-se uma produtividade anual de 38%.

Estas implementações não foram fáceis de realizar, pois inicialmente há sempre muita resistência, pelo que foi fundamental existir um envolvimento top-down e proceder à implementação por fases. Inicialmente foi necessário envolver todos para que assumissem um compromisso com este novo modelo de gestão e depois passo a passo ir gradualmente implementando e medindo a eficácia.

Deste modo, pode-se igualmente concluir que as pessoas num processo de implementação *Lean* são o fator mais importante, pois se não se conseguir envolvê-las esta implementação pode voltar à estaca zero. Nunca esquecer que o potencial humano trabalhado quer neste tipo de atividades como noutras, permitem alcançar resultados fantásticos. Tem-se o exemplo dos grupos de trabalho kaizen, implementação SMED, alteração de layout das linhas e aplicação do conceito precarga, na Plastaze. São apenas alguns exemplos em que a participação de todos os colaboradores foi importante, pois são eles que conhecem bem o seu posto de trabalho, sentem as dificuldades e podem de fato ajudar na melhoria. Foi apenas necessário dar o “clic” para a mudança e posteriormente irão acontecer melhorias todos os dias.

Em suma, a Filosofia *Lean* impõe-se a todas as impresas que pretendem marcar presença no futuro e superar as adversidades.

O cerne da questão não está em quanto se gasta mas sim em quanto se poupa.

7.2. Trabalho futuro

Como trabalho futuro pretende-se concluir todas as ações que estão presentes no plano deste projeto i.e, abastecimento automático de MP, aplicação de Kanban nos fornecedores, aplicação do milkrun para recolha de produto final e abastecimento de embalagens vazias, integração das linhas de montagem numa só linha, e posteriormente a apresentação dos resultados deste projeto à empresa.

Pretende-se também, no futuro, a criação de um modelo de trabalho *Lean Master* e a partir desse modelo criar valor fortalecendo os pilares da empresa, isto será válido como forma de estar e agir na empresa e no Grupo Simoldes pois se todas as empresas tiverem os mesmos objetivos e trabalharem com as mesmas ferramentas os resultados aparecem naturalmente e de forma estruturada. A comunicação também é outro fator que irá melhorar com este modelo pois a linguagem será a mesma e irá facilitar a troca de experiências e conhecimento.

Com este modelo de trabalho pretende-se renovar, melhorar e contagiar todas as empresas do Grupo Simoldes com esta nova filosofia, dando lugar à criação de um centro de melhoria contínua e a partir daí gerar constantes ideias de melhoria global para o Grupo.

**“Gerir com desperdício é tarefa fácil,
mas o verdadeiro desafio da gestão é fazê-lo sem desperdício.”**

Vítor Resende



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barros, I. (2004). Tese de Doutoramento, Modelação do Comportamento Térmico de Moldes de Injeção, Universidade do Minho.

Brunt, D. e Butterworth, D. (1998). Waste elimination in Lean production — a supply chain perspective, ISATA Conference, Dusseldorf

Carvalho, A. (2009). Tese de Mestrado, Injeção de Polímeros Peças Técnicas, Escola Superior de Tecnologia e de Gestão de Bragança.

Couto, R. (2008). Tese de Mestrado, Estudo de implementação do método smed e do método de Taguchi no processo de injeção de plásticos, Instituto Superior Técnico de Lisboa.

Covey, S. (2004). The 8th habit from effectiveness to greatness. Free Press, New York.

Cunningham, J. e Jones, D. (2007). Easier, Simpler, Faster – Systems Strategy for Lean IT. Productivity Press. New York.

Drucker, P. (1980). Managing in turbulent times, Harper Business Disponível em:<URL:

<http://www.harpercollins.com/browseinside/index.aspx?isbn13=9780887306167>>

Acesso em 23-11-2010

Gemba Research (2007). Os 7 Tipos de Desperdícios da Produção, Disponível em:<URL <http://www.gemba.com/portuguese/consulting.cfm?id=146>> Acesso em 12-02-2011

Fisher, M. (1999). "Process improvement by poka-yoke", Work Study, volume 48 nº7 pp. 264-266.

Hines P. e Rich N. (1997). The seven value stream mapping tools, International Journal of Operations & Production Management, Vol. 17 No. 1, 1997, pp. 46-64.

Imai, Masaaki (1986). Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success. McGraw-Hill Publishing Company.

Imai, Masaaki (1997). Gemba Kaizen: A Commonsense, Low-Cost Approach to Management. McGraw-Hill Publishing Company.

Liker, J. (2004). The Toyota way – 14 management principles the world's greatest manufacturer.

- McCarthy, D. e Rich, N. (2004). *Lean TPM: A Blueprint for Change*. Elsevier Butterworth-Heinemann. Acedido a 6 de março 2011 em: <http://pt.scribd.com/doc/55683551/lean-tpm>
- Melton, T. (2005). The Benefits of Lean Manufacturing What Lean Thinking has to Offer the Process Industries. *Trans IChemE, Part A, Chemical Engineering Research and Design*, 2005, 83(A6): 662–673
- Moreira, F., Alves, A., Sousa, R. (2010). Towards Ecoefficient Lean Production Systems. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, Volume 322, *Balanced Automation Systems for Future Manufacturing Networks*, Pages 100-108, Available from: <http://www.springerlink.com/content/v6181026252x1025/>
- Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM*. Productivity Press. Cambridge.
- O'Brien, R. (2001). “Um exame da abordagem metodológica da pesquisa ação [An Overview of the Methodological Approach of Action Research]”. In Roberto Richardson (Ed.), *Teoria e Prática da Pesquisa Ação [Theory and Practice of Action Research]* João Pessoa, Brazil: Universidade Federal da Paraíba. (English version) Disponível em:<URL:<http://www.web.ca/~robrien/papers/arfinal.html>> Acesso em 27-12-2010.
- Ohno, T. (1988). *The Toyota production system: beyond large scale-production*. Productivity Press.
- Pinto, J. (2008). *Glossário de termos e acrónimos Lean Thinking*. Edição da Comunidade Lean Thinking.
- Pinto, J. (2009). *Pensamento Lean*, Lidel - Edições Técnicas, Lisboa.
- Pinto, J. (2010). *Toyota Production System a filosofia de um vencedor*. Disponível em:<URL <http://www.scribd.com/doc/17047771/Toyota-Production-System>> Acesso em 12-01-2011
- Pinto, J. e Amaro, A. (2007). Criação de valor e eliminação de desperdícios. *Revista Qualidade*. Acedido a 5 de janeiro 2011 em: http://www.Leanthinkingcommunity.org/livros_recursos/netsc013.pdf.
- Rawabdeh, I. (2005). Assessment of waste *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 25 No. 8, pp. 800-822.



Rodrigues, P. (2010). Tese de Mestrado, Filosofia Lean na Ilhaplast, Universidade de Aveiro.

Rother, M. (2009). Toyota Kata - Managing People for Improvement, Adaptiveness and Superior Results.

Rother, M. e Shook, J. (2003). Learning to See - Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda. Edition 3ª. The Lean Enterprise Institute, MA, USA.

Shingo, S. (1985). A revolution in manufacturing, the SMED system. Productivity Press. New York.

Shingo, S. (1986). Zero quality control: source inspection and the poka-yoke system. 1ª edição. Productivity Press. Portland.

Shingo, S. (1996). O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção. 2ª edição. Bookman. Porto Alegre.

Womack, J. P., Jones, D. T. & Roos, D. (1990). The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production HarperCollins Publishers, New York, USA.

Womack, J. P., Jones, D. T. 1996 (2003). Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation, Simon & Schuster, New York, USA.

Yang M., Hong P., Modi S. (2010). Impact of lean manufacturing and environmental management on business performance, International Journal of Production Economics. Vol. 129, Issue 2, Pages 251-261.





ANEXOS





ANEXO I

LISTAS DE MATERIAIS DAS CADEIRAS AXISS, OPAL, FERO E ISEOS



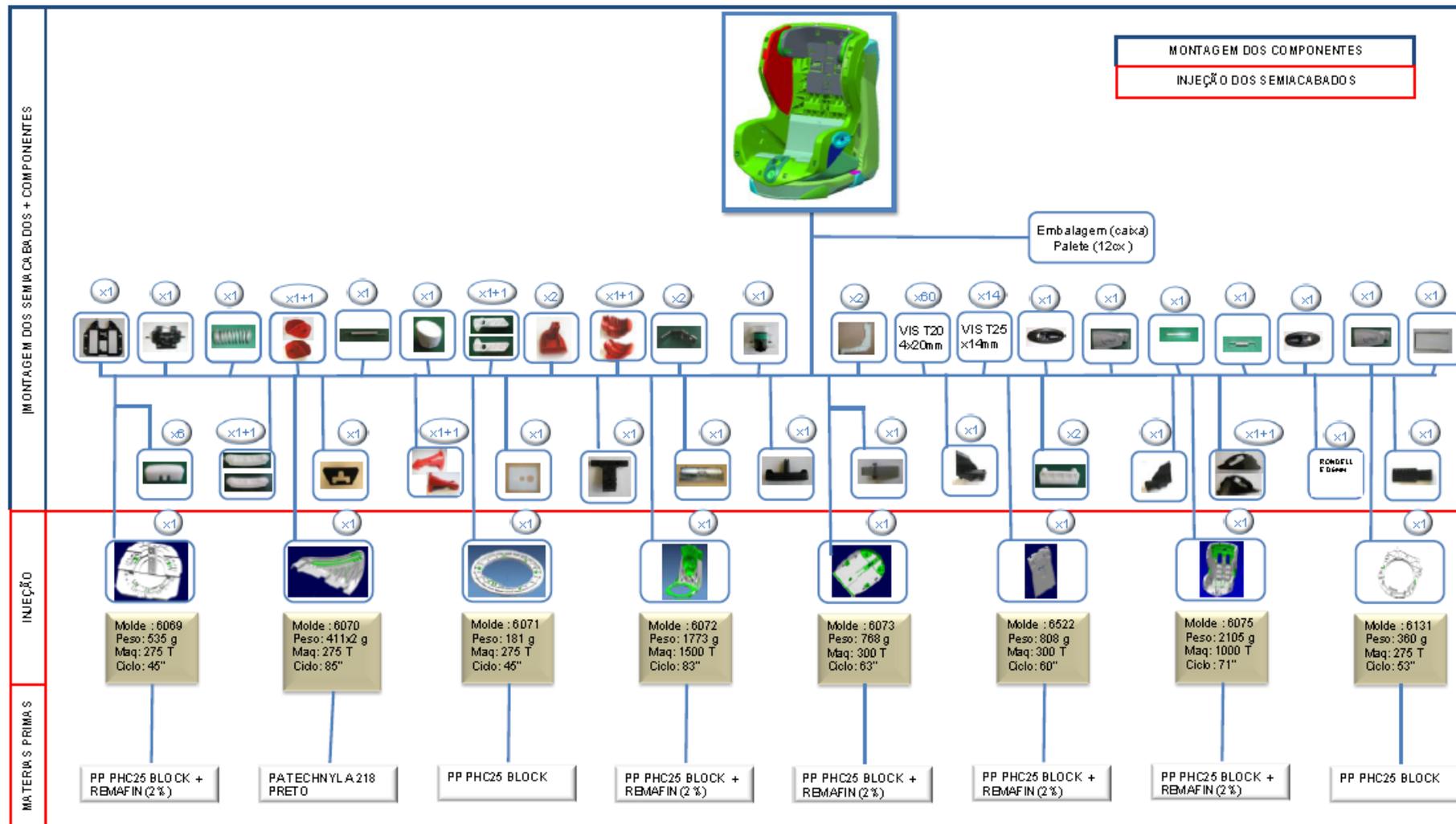


Figura 83 - Lista de materiais da cadeira Axis



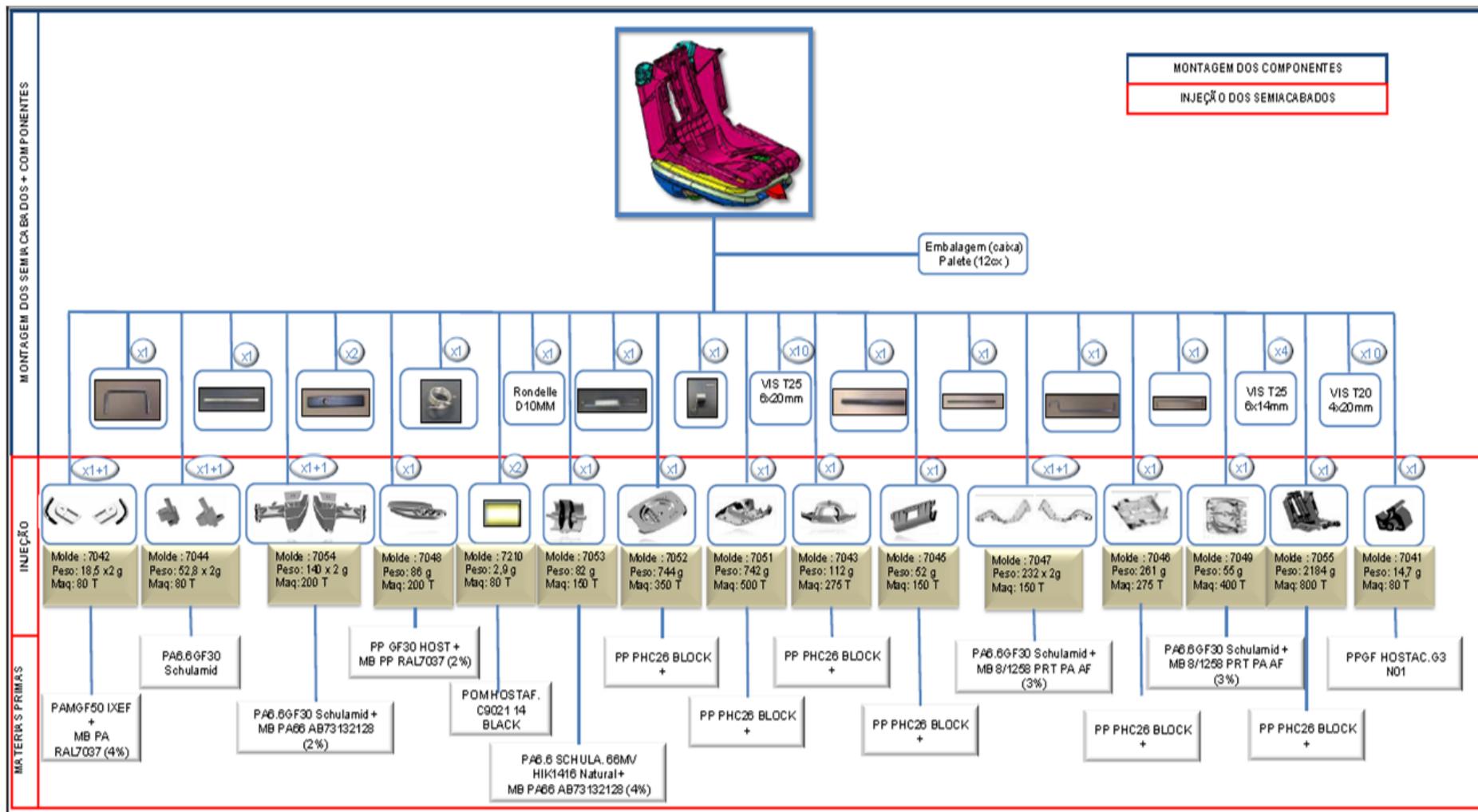


Figura 84 - Lista de materiais da cadeira Opal



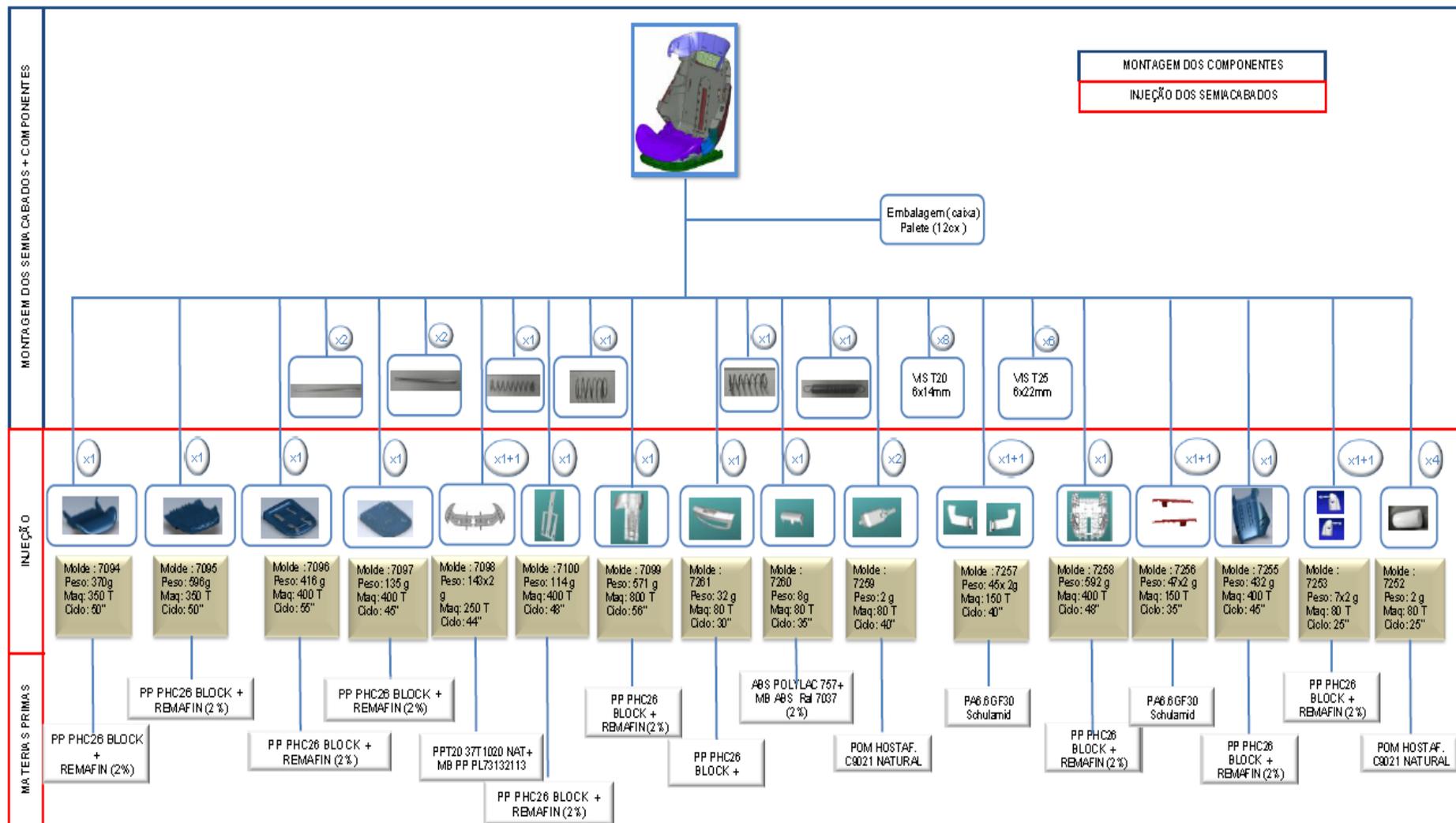


Figura 85 - Lista de materiais da cadeira Fero



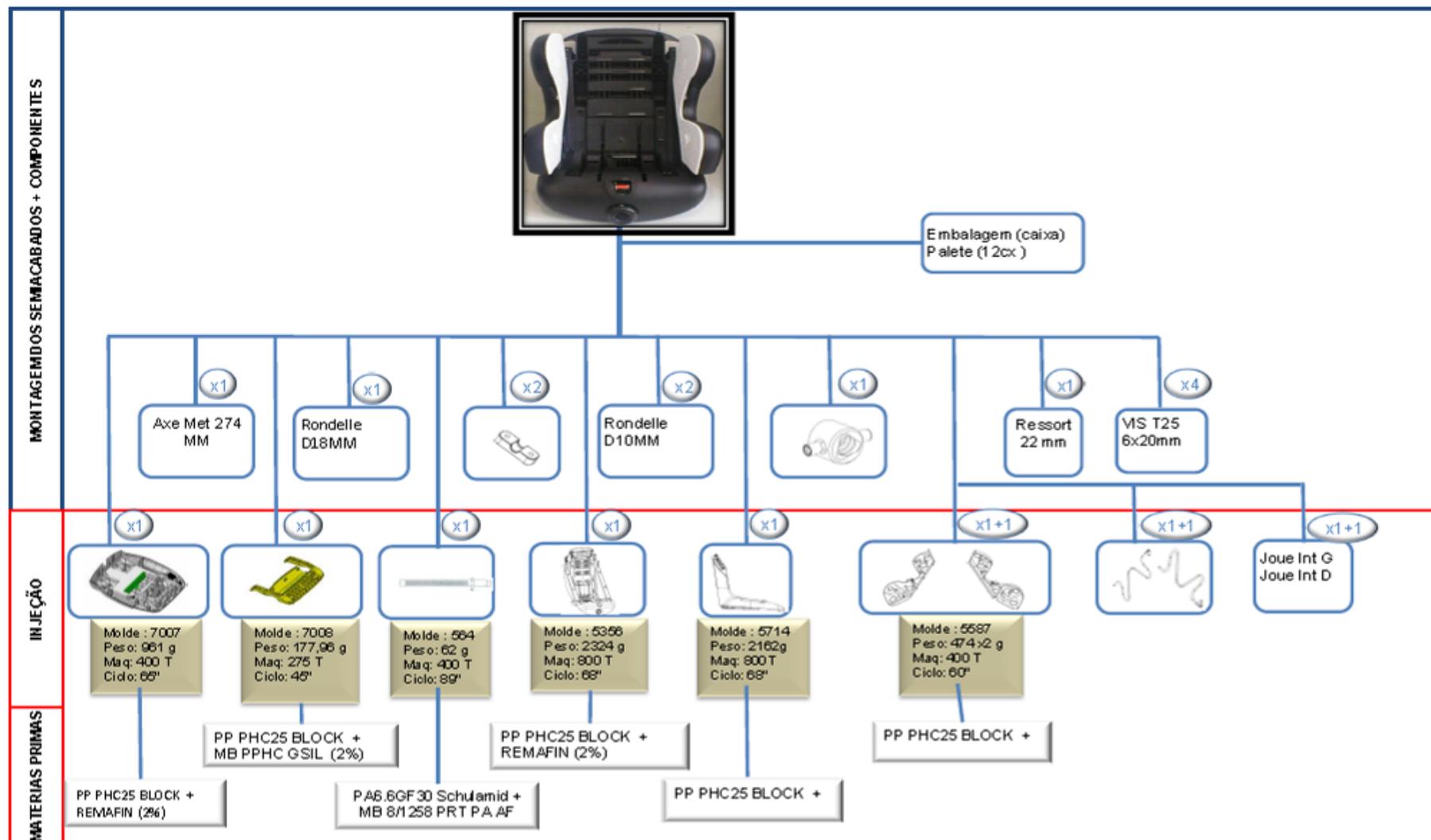


Figura 86 - Lista de materiais da cadeira Iseos





ANEXO II

DIAGRAMAS DE PROCESSO DAS CADEIRAS AXISS, OPAL, FERRO E ISEOS



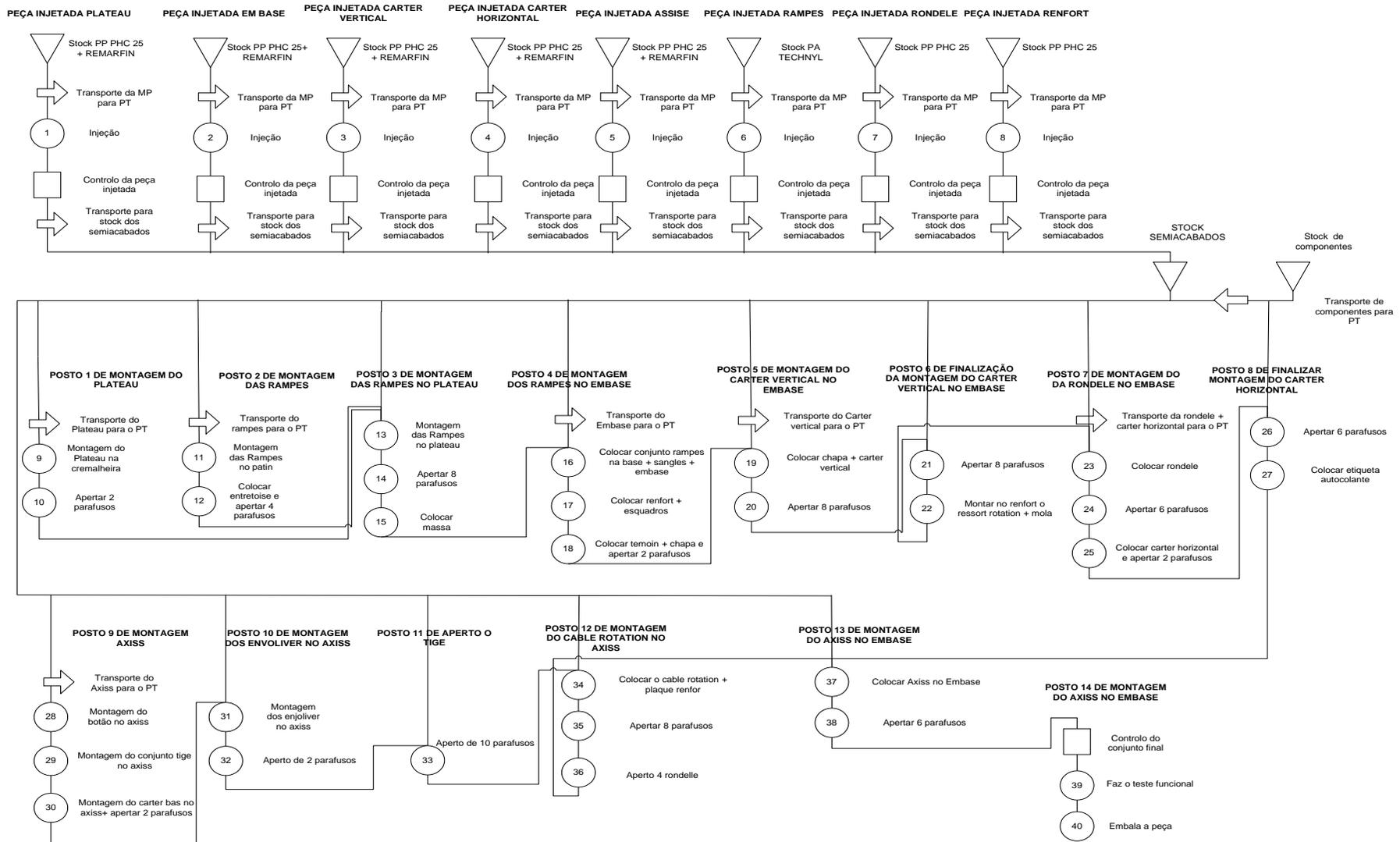


Figura 87 - Diagrama de análise de processo da cadeira AXISS



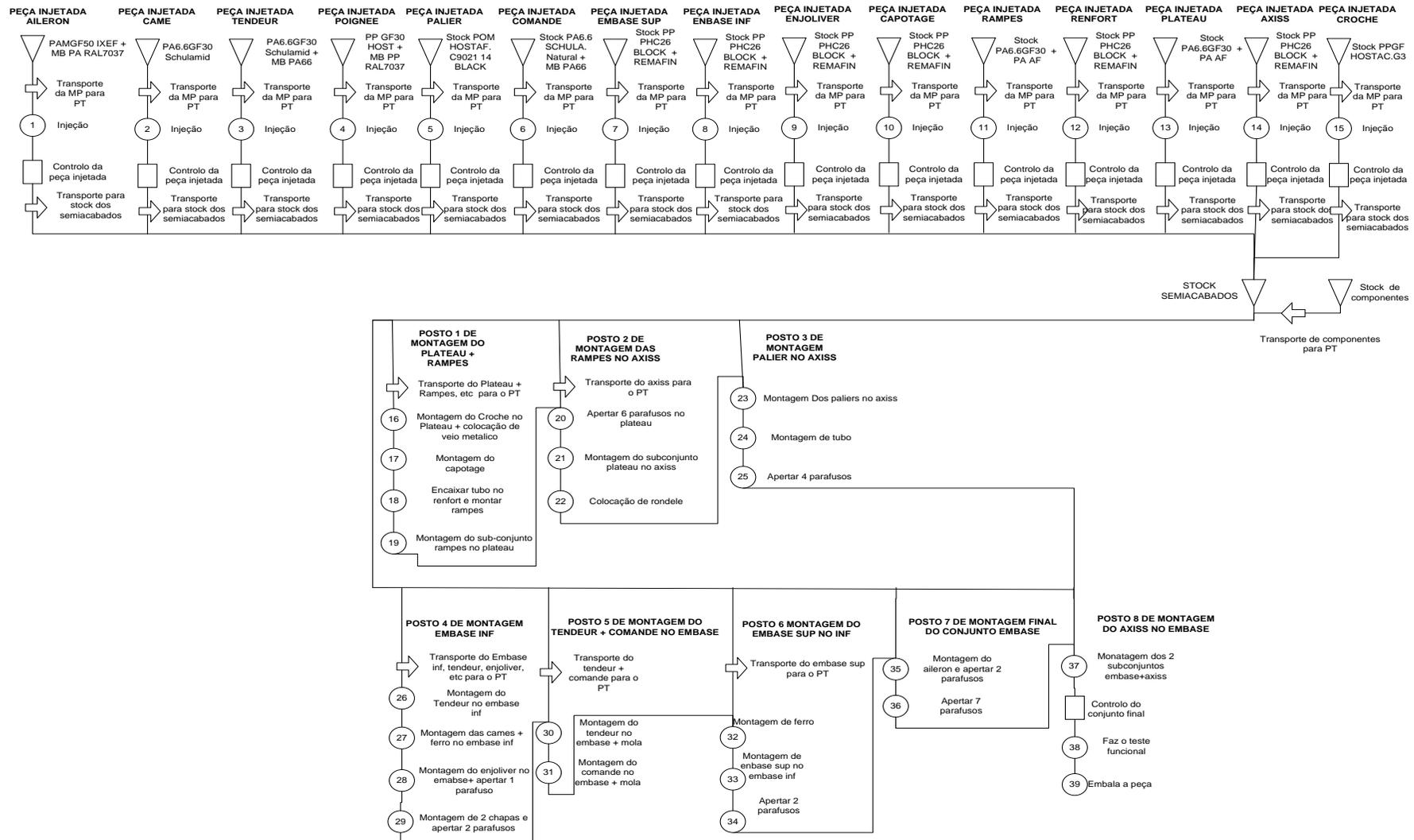


Figura 88 - Diagrama de processo da cadeira OPAL



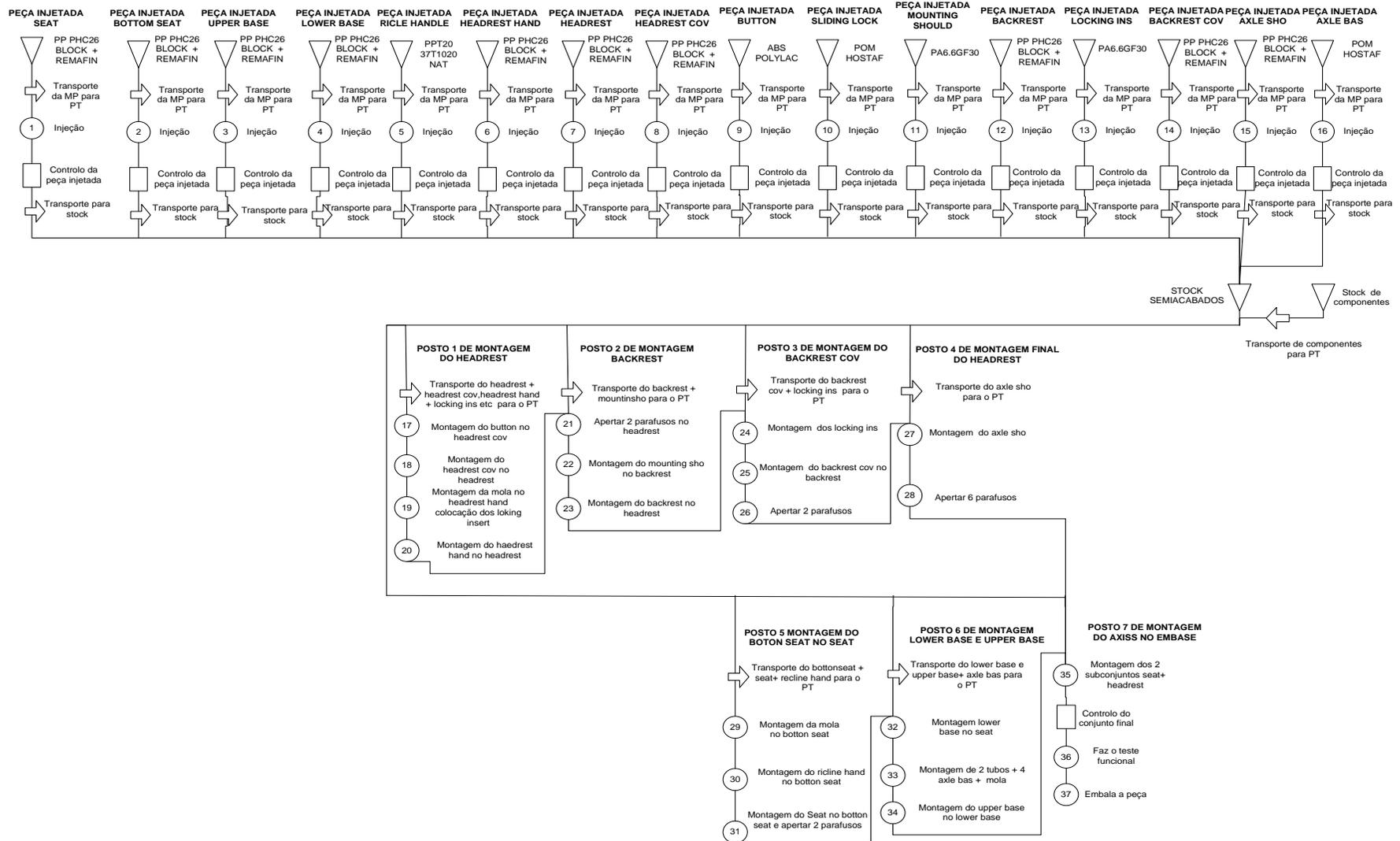


Figura 89 - Diagrama de processo FERRO



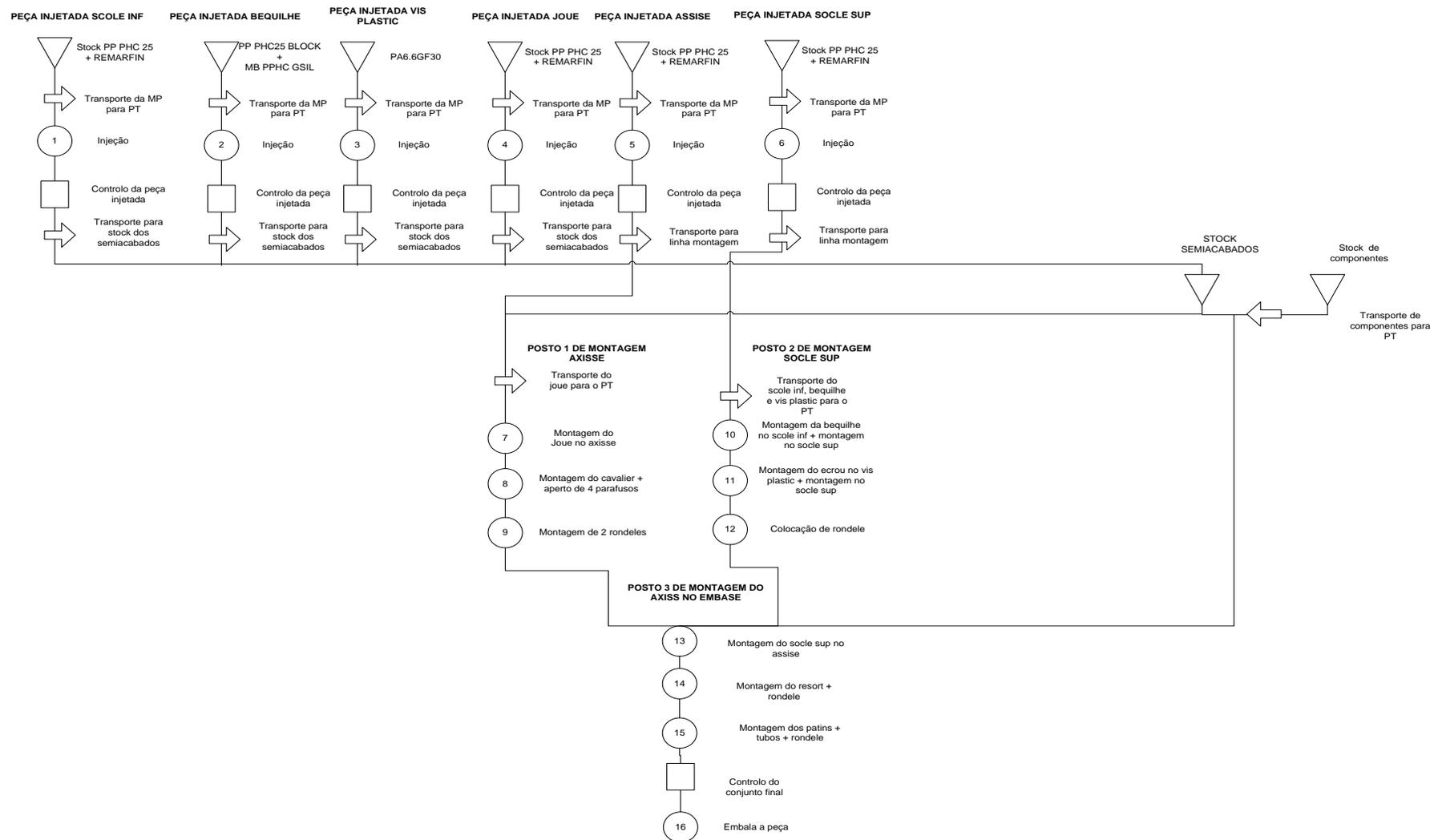


Figura 90 - Diagrama de processo ISEO





ANEXO III

VSM DO ESTADO ATUAL DO CLIENTE *BABY CHAIR*



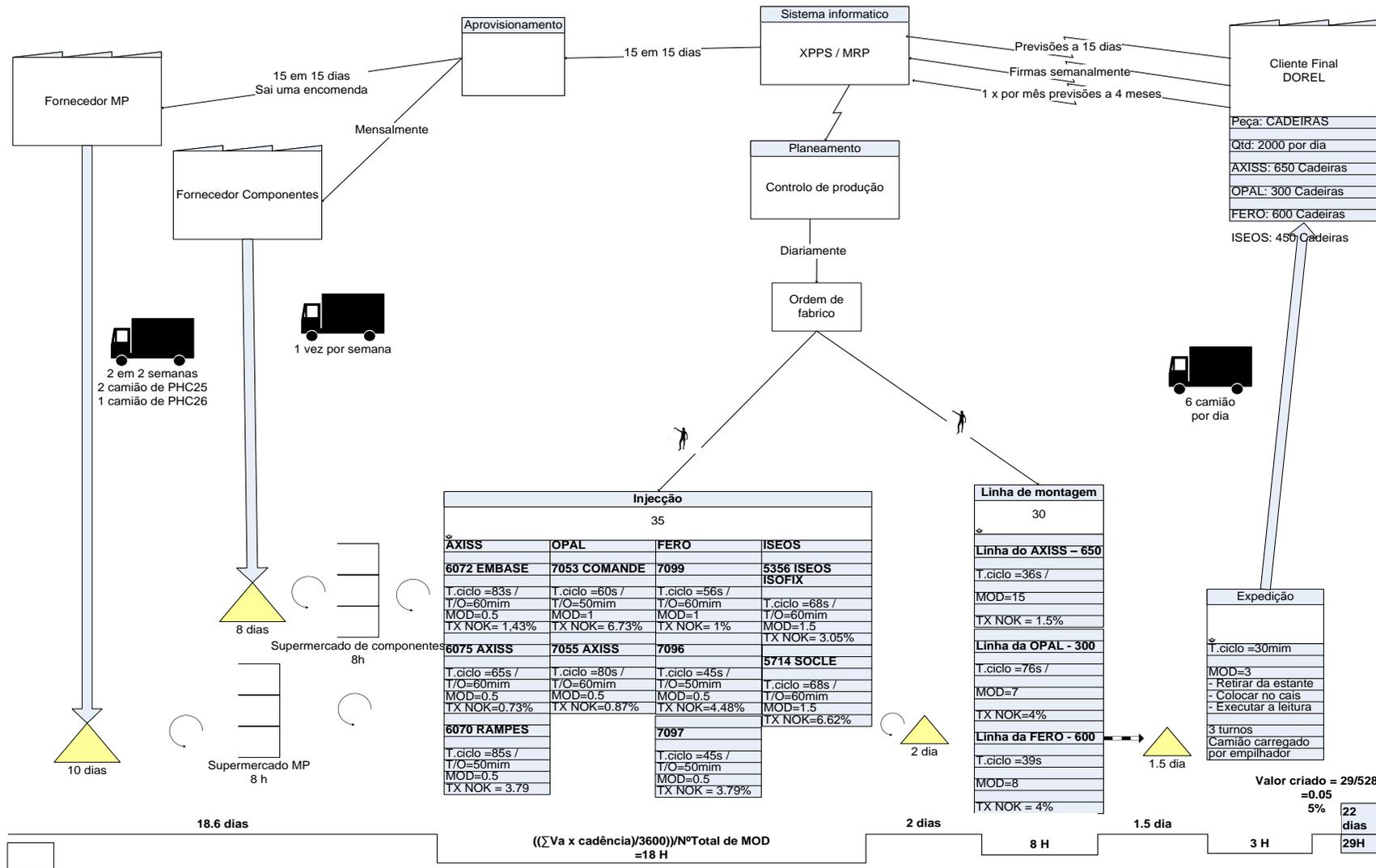


Figura 91 - VSM do Estado atual do Cliente Baby Chair





ANEXO IV

VSM DO ESTADO FUTURO DO CLIENTE *BABY CHAIR*



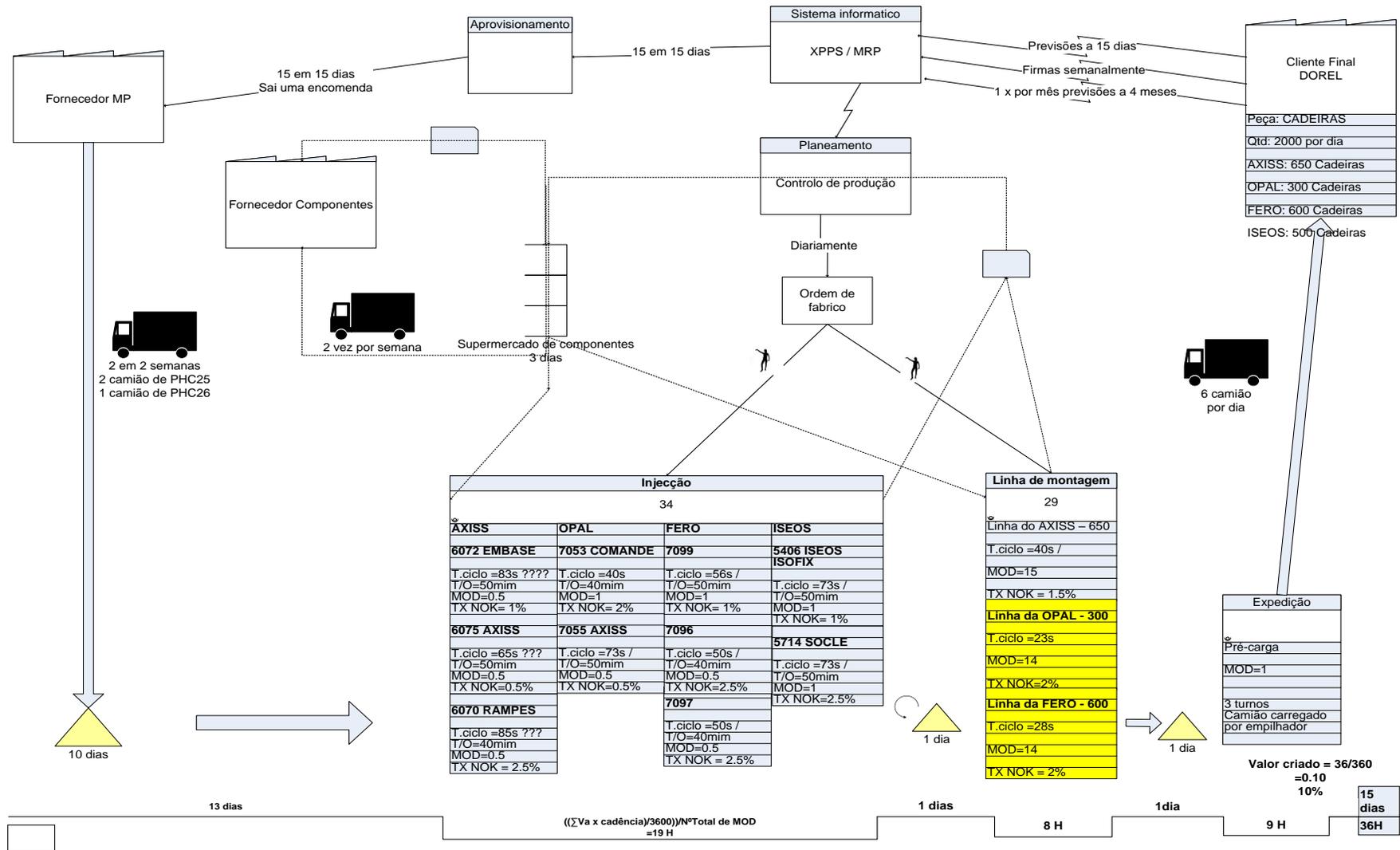


Figura 92 - VSM do Estado futuro do Cliente Baby Chair





ANEXO V
CIRCUITO DE ABASTECIMENTO DE EMBALAGENS E RECOLHA DE
PRODUTO FINAL



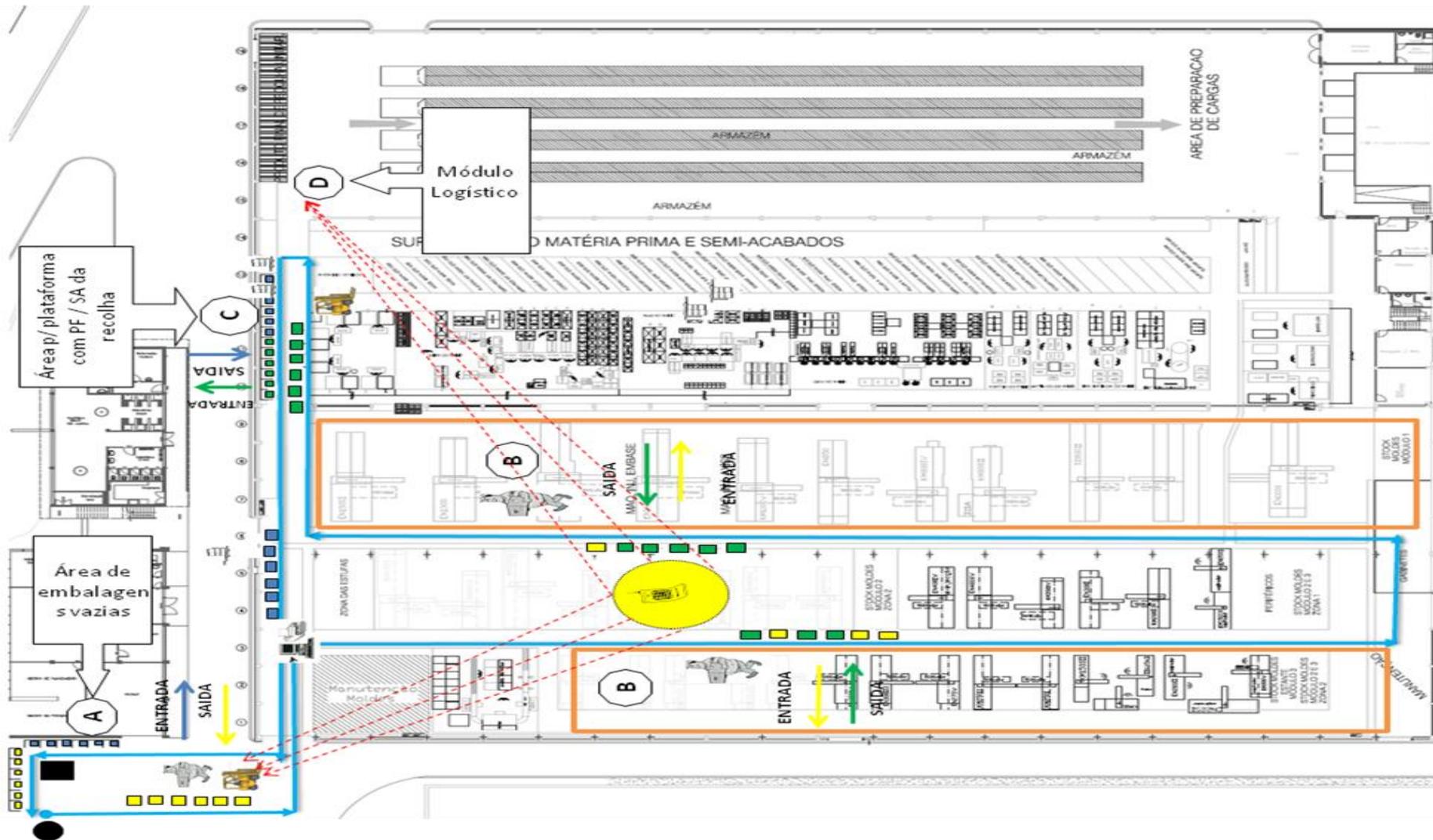


Figura 93 - Circuito de Abastecimento de Embalagens e Recolha de Produto Final

